

# Sumário

## Editorial

<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL</b> ADORNO, Sergio	5
--	---

## Inteligência Artificial

<b>NO CANAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL - Nova temporada de desgrenhados e empertigados</b> COZMAN, Fabio Gagliardi	7-20
---	------

<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: riscos, benefícios e uso responsável</b> CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira de	21-35
--	-------

<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SOCIEDADE: avanços e riscos: avanços e riscos</b> SICHMAN, Jaime Simão	37-49
--	-------

<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OS RUMOS DO PROCESSAMENTO DO PORTUGUÊS BRASILEIRO</b> FINGER, Marcelo	51-71
---	-------

<b>INFLUÊNCIAS DAS TECNOLOGIAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO</b> VICARI, Rosa Maria	73-84
---	-------

<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E APRENDIZADO DE MÁQUINA: estado atual e tendências</b> LUDERMIR, Teresa Bernarda	85-94
---	-------

<b>CONTRIBUIÇÕES DE APRENDIZADO POR REFORÇO EM ESCOLHA DE ROTA E CONTROLE SEMAFÓRICO</b> BAZZAN, Ana L. C.	95-109
---	--------

<b>A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OS DESAFIOS DA CIÊNCIA FORENSE DIGITAL NO SÉCULO XXI</b> PADILHA, Rafael; THEÓPHILO, Antônio; ANDALÓ, Fernanda A.; VEGA-OLIVEROS, Didier A.; CARDENUTO, João P.; BERTOCCO, Gabriel; NASCIMENTO, José; YANG, Jing; ROCHA, Anderson	111-138
---	---------

**O FIM DO TRABALHO. Entre a distopia e a emancipação**  
ABRAMOVAY, Ricardo 139-149

## **Ensino superior**

**POR UMA TIPOLOGIA DO ENSINO SUPERIOR BRASILEIRO: teste de conceito**  
SCHWARTZMAN, Simon; SILVA FILHO, Roberto Lobo; COELHO, Rooney R. A. 153-185

## **Agricultura urbana**

**AGRICULTURA URBANA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: considerações sobre produção e comercialização**  
BIAZOTI, André Ruoppolo; LEÃO, Vitória Oliveira P. de Souza; BURALLI, Rafael Junqueira; MAUAD, ThaIs 189-207

**MULTIFUNCIONALIDADE DA AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA: uma revisão sistemática**  
CURAN, Roberta Moraes; MARQUES, Paulo Eduardo Moruzzi 209-224

**AGRICULTURA URBANA E AGROECOLOGIA NO TERRITÓRIO DO EXTREMO SUL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**  
NAKAMURA, Angélica Campos; MARCOS, Valeria de 225-240

**A VIDA COTIDIANA DAS HORTAS COMUNITÁRIAS: casos de Rennes (França) e São Paulo (Brasil)**  
NAGIB, Gustavo; GIACCHÈ, Giulia 241-256

**LOCAVORISMO: uma análise de suas contradições à luz de experiências de agricultura urbana em São Paulo**  
SANTOS, Manuela Maluf; MARQUES, Paulo Eduardo Moruzzi 257-267

**COMIDAS DA HORTA E DO MATO: plantas alimentícias em quintais urbanos no Vale do Paraíba**  
Ranieri, Guilherme Reis; Zanirato, Silvia Helena 269-285

## **Resenhas**

**O PROGRAMA CIENTÍFICO DO ANTROPOCENO**  
SOARES, Ricardo; MACHADO, Wilson 289-293

<b>HISTÓRIA SOCIAL E AUTORITARISMO NO BRASIL: ligações entre passado e presente</b>	
<b>SILVA, Camila Ferreira da; RIBEIRO, Janderson Bragança</b>	<b>295-300</b>
<b>UM INTELLECTUAL SEM CONCESSÕES</b>	
<b>QUERIDO, Fabio Mascaro</b>	<b>301-305</b>
<b>PAULO RÓNAI, BRASILIANISTA HÚNGARO, EXILADO E ABRASILEIRADO</b>	
<b>HOLMS, Mariana</b>	<b>307-311</b>
<b>A FORMA SIMBÓLICA DA MODERNIDADE</b>	
<b>MARKS, Cecilia</b>	<b>313-317</b>

# Inteligência Artificial

**E**STUDOS AVANÇADOS mantém neste número 101 sua missão de oferecer aos leitores o tratamento refinado de temas e questões que mobilizam a atenção de cientistas, governantes, formuladores de políticas públicas, formadores de opinião e, inclusive, de públicos não acadêmicos, não apenas do Brasil, mas também do mundo cada vez mais globalizado.<sup>1</sup> Três conjuntos temáticos compuseram esta edição: Inteligência Artificial, Ensino superior e Agricultura urbana.

Inteligência Artificial (IA) vem se desenvolvendo há mais de seis décadas. O conjunto de contribuições para esse dossiê exploram diferentes facetas, relacionadas às suas origens e história recente, seus ciclos de estagnação temporária e de avanços significativos, os debates que suscita no campo da ciência e da tecnologia, suas múltiplas possibilidades de uso. Porém, ao mesmo tempo, examina seus riscos, os cuidados éticos que seu emprego massivo requer, suas implicações sociais, políticas, culturais e morais que transformam rapidamente as sociedades contemporâneas. Em particular, o dossiê destaca as influências dessas tecnologias no campo do ensino e do aprendizado de máquina; suas contribuições no domínio da mobilidade, das rotas de trânsito e do controle semaforico; suas potencialidades para a ciência forense digital. Não menos relevante é o impacto da IA, não necessariamente positivo, sobre o mundo do trabalho e do emprego, frustrando as expectativas de um mundo social cada vez mais emancipado.

O Ensino superior no Brasil é objeto de artigo, de autoria de reconhecidos estudiosos, cujo objetivo é propor uma tipologia de diferentes tipos de instituições, que leve em consideração as atividades de ensino da graduação e da pós-graduação, assim como da produção de investigação científica. Para tanto, foram agrupadas instituições com perfis semelhantes, segundo seu porte, sua natureza jurídica e seu envolvimento com as atividades de ensino e pesquisa. Examinou-se, ainda, a correspondência entre as diferenças apontadas e as diferenças relativamente a corpos docente e discente e às áreas de atuação. Implicações do estudo visam contribuir tanto para aperfeiçoamento do sistema de avaliação quanto para a melhoria da qualidade e desempenho do ensino superior.

O dossiê Agricultura urbana reúne resultados de investigações que tratam das modalidades e alternativas à promoção da segurança alimentar. Os artigos exploram questões singulares, porém conectadas entre si. Tratam de processos de produção e comercialização, abertura de novos mercados, sustentabilidade e desenvolvimento de agroecologia, possibilidades de desenvolvimento de políticas públicas focadas, surgimento de cooperativas próprias, características das vida social nas hortas comunitárias com suas dinâmicas e experiências singulares, a emergência do *Locavorismo* – movimento social que põe em marcha o ativismo alimentar, a produção de plantas não convencionais na chamada agricultura urbana de quintais, estimulando o inventário da agrobiodiversidade conhecida.

A seção Resenhas aborda obras com repercussão no debate acadêmico.

Nota

<sup>1</sup> Para saber mais sobre *Estudos Avançados*, consultar Bosi (2011).

Referência

BOSI, A. A revista *Estudos Avançados*, *Estudos Avancados*, v.25, n.73, p.155-58, 2011. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142011000300019&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000300019&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>.

Sergio Adorno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, Brasil.  
@ – sadorno@usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-5358-1289>.

# Inteligência Artificial

# No canal da Inteligência Artificial – Nova temporada de desgrenhados e empertigados

FABIO GAGLIARDI COZMAN<sup>1</sup>

## Desgrenhados e empertigados

A CONSTRUÇÃO de inteligências artificiais sempre esteve cercada de controvérsias, não apenas sobre seus limites, mas também sobre quais os objetivos a perseguir. Parece haver dois estilos fundamentalmente diferentes de abordagem em Inteligência Artificial (IA): de um lado, um estilo empírico, fortemente respaldado por observações sobre a biologia e psicologia de seres vivos, e pronto para abraçar arquiteturas complicadas que emergem da interação de muitos módulos díspares; de outro lado, um estilo analítico e sustentado por princípios gerais e organizadores, interessado em concepções abstratas da inteligência e apoiado em argumentos matemáticos e lógicos. Por volta de 1980 os termos *scruffy* e *neat* foram cunhados para se referir respectivamente a esses dois estilos de trabalho. Robert P. Abelson (1981) apresentou aparentemente a primeira publicação que discute os dois termos, atribuindo a distinção a um colega não nomeado, mas, segundo Abelson, facilmente identificável – que, segundo a literatura, deve ser Roger Schank (Nilsson, 2009).

Os termos *scruffy* e *neat* não são exatamente elogiosos; de certa forma, cada um desses termos é especialmente adequado para ser usado por um time contra o outro. Os *scruffies* são desgrenhados, perdidos em sistemas de confusa complexidade. Os *neats* são empertigados, teorizando em torres de marfim e desconectados dos detalhes do mundo real. Abelson identifica essas atitudes gerais em muitas atividades humanas, em arte, em política, em ciência. Há pessoas que favorecem resultados obtidos por meio de experimentos, não se importando se soluções fogem de rotinas preestabelecidas, enquanto outras pessoas buscam ordem e harmonia em teoria amplas. Argumentos similares podem ser encontrados em outras áreas: por exemplo, Sergiovanni (2007) discute as perspectivas *scruffy* e *neat* no ensino de administração, conectando cada um deles a uma forma de entender a profissão.

Ao longo das últimas décadas a distinção entre desgrenhados e empertigados tem sido repetidamente discutida na literatura de IA, nem sempre de maneira uniforme. Às vezes a primeira posição é apenas identificada com a disposição de lidar com sistemas de grande complexidade; nesse sentido a IA é quase inevitavelmente desgrenhada, pois ninguém imagina que a inteligência

seja produzida de forma simples (até onde sabemos, o cérebro é um órgão de extrema complexidade e resultado de um longo processo evolucionário). E a posição empertigada às vezes é reduzida à organização da disciplina para efeito de ensino e classificação de temas; tais atividades são imprescindíveis, mas não capturam a perspectiva empertigada. Neste artigo os dois estilos são tomados como visões diferentes do que se pretende em IA: os desgrenhados procuram reproduzir, sem necessariamente uma base teórica única, aspectos empíricos da inteligência observada no mundo real; os empertigados procuram construir arquiteturas que partam de princípios gerais e demonstrem comportamento inteligente, quiçá mais racional do que vemos no mundo real. O objetivo aqui é compreender como essas duas visões progrediram ao longo das últimas décadas e, principalmente, como elas se apresentam hoje e como influenciam o presente e futuro da IA.

### **Temporadas anteriores: de 1950 a 2010**

A tensão entre desgrenhados e empertigados tem raízes históricas em IA, colocando alguns dos fundadores da disciplina em posições opostas. Em muitos momentos é difícil classificar uma determinada técnica em um campo ou outro; as próprias opiniões se confundem ao longo do tempo. Por isso, vale a pena examinar a história da IA e os debates entre desgrenhados e empertigados.

O nome Artificial Intelligence foi cunhado em 1956, tendo sido usado no título de um encontro de pesquisadores no Dartmouth College, Estados Unidos. Entre os organizadores desse encontro estavam John McCarthy, defensor de teorias lógicas e abstratas, e Marvin Minsky, adepto de arquiteturas que emergem a partir de questões empíricas. Note-se que tanto Minsky quanto McCarthy receberam, respectivamente, em 1969 e 1971, o Turing Award, o mais importante prêmio em ciência da computação. No texto de recebimento do prêmio, Minsky escreve (1970): “Uma excessiva preocupação com formalismo está impedindo o desenvolvimento da ciência de computação”.<sup>1</sup> Por outro lado, o título da palestra correspondente de McCarthy é “Generalidade em inteligência artificial”.<sup>2</sup>

Desde seu início a IA tem tido uma conexão forte com o estudo de lógica matemática. Essa conexão é um exemplo fundamental da abordagem empertigada; por isso, vale a pena examiná-la em mais detalhes.

Provavelmente o primeiro artigo defendendo uma IA baseada em lógica foi produzido por McCarthy em 1958; como coloca McCarthy (1958), o “artigo discute programas que manipulam, em uma linguagem formal adequada (provavelmente uma parte do cálculo de predicados), sentenças comuns instrumentais”.<sup>3</sup> McCarthy apresenta as vantagens de representações declarativas expressas em um sistema lógico, descrevendo um programa chamado *advice taker* que receberia sentenças em lógica de primeira-ordem e seria capaz de realizar deduções lógicas. McCarthy exemplifica suas intenções com um exemplo envolvendo locais e movimentos. Por exemplo, o *advice taker* poderia ser informado que

$at(desk, home)$ ,

indicando que *desk* está em *home*. Ou o *advice taker* poderia ser informado que a relação *at* satisfaz propriedades de transitividade: para todos os objetos *x*, *y*, *z*,

$at(x,y), at(y,z) \rightarrow at(x,z)$ ,

onde o símbolo  $\rightarrow$  indica implicação (intuitivamente: se *x* está em *y* e *y* está em *z*, então *x* está em *z*).

A proposta do *advice taker* enfatiza a necessidade, para um artefato inteligente, de representar com eficiência o conhecimento adquirido previamente. Dada a importância de representação de conhecimento em IA (Davis et al., 1993), as propostas feitas por McCarthy em 1958 encontraram terreno favorável; lógica se tornou uma das ferramentas mais ilustres no arsenal da IA. Como exemplo, o estudo de programação baseada em lógica recebeu enorme atenção – ao ponto de o Japão centrar, por volta de 1982, boa parte dos esforços do seu Computador de Quinta-Geração em programação lógica. Os empertigados tiveram grandes vitórias.

Ao mesmo tempo, muitos programas codificados na década de 1960 e 1970 não se prendiam às rígidas convenções impostas por linguagens formais. Muitos sistemas focavam em uma tarefa específica, procurando demonstrar que um programa poderia resolvê-la, e declarando vitória quando isso acontecia – sem muita análise sobre princípios gerais de projeto que poderiam ser extrapolados para outras situações.<sup>4</sup> Enquanto os empertigados trabalhavam em teorias lógicas e suas potenciais aplicações, desgrenhados procuravam construir programas com variados esquemas de raciocínio e tomada de decisão. Ocasionalmente, desgrenhados duvidavam do valor de formalismos lógicos. O calor do debate entre defensores da lógica e seus críticos pode ser capturado em um influente artigo de Patrick Hayes publicado em 1977, no qual o autor defende lógica como a mais bem-sucedida linguagem desenvolvida para expressar pensamentos e inferências humanas, argumentando que muitas propostas na literatura não apresentariam a solidez semântica da lógica formal (Hayes, 1977).

Em 1983, Nils Nilsson, então presidente da American Association for Artificial Intelligence, ofereceu uma perspectiva ampla para a IA em seu Presidential Address (Nilsson, 1983). A palestra de Nilsson foi proferida após uma fase de relativo desapontamento com os resultados da pesquisa em IA, às vezes chamada do “inverno da IA”. Seu tom é de otimismo, apresentando uma lista de vitórias da IA que inclui representações declarativas, formalizações do senso comum relacionado a processos físicos por meios qualitativos, teorias de linguagem baseadas em estados cognitivos. Nilsson explicitamente discute, como um desafio a ser enfrentado, a diferença de estilos entre desgrenhados e empertigados: enquanto alguns pesquisadores tomavam IA como uma arte empírica, outros a consideravam uma disciplina teórica.

Em sua análise da tensão desgrenhado/empertigado, Nilsson adota uma posição diplomática, argumentando que uma área dinâmica exige tanto pessoas que expandem a fronteira de conhecimento, sem serem inibidas por dogmas existentes, quanto pessoas que esclarecem e codificam esta fronteira. Em certa medida, essa visão se aplica a qualquer campo de pesquisa. Porém, a divergência entre desgrenhados e empertigados é mais fundamental em IA, dizendo respeito ao foco da área: seria esse foco a procura por princípios gerais que devem reger inteligências artificiais, ou seria a reprodução de comportamentos e estruturas observadas empiricamente?

Tensões similares podem ser encontradas em discussões sobre processamento computacional de linguagem natural. Princípios linguísticos tiveram grande destaque no processamento de linguagem natural durante as primeiras décadas da IA. Em particular, a década de 1980 testemunhou um grande interesse em teorias de linguagem baseadas em lógica, focando-se em vários tipos de regras gramaticais. Entretanto, diferentes soluções baseadas em gramáticas e semânticas não atingiram um sucesso significativo naquele período. Embora programas mostrassem razoável desempenho na construção de árvores sintáticas e outras estruturas, havia muita dificuldade de realmente produzir um sistema com desempenho robusto e confiável. Além das dificuldades práticas, surgiram também críticas ao esquema formal de análise de linguagem, que podem ser ilustradas em uma sentença de Abelson, na qual afirma que “compreender a cognição por meio de uma análise formal da linguagem me parece como tentar entender beisebol pela análise da física do que acontece quando um bastão idealizado atinge uma bola de beisebol idealizada”<sup>5</sup> (Abelson, 1981). O foco em análise linguística começou a esmaecer durante a década de 1990, quando modelos estatísticos passaram a capturar a probabilidade de termos emitidos por uma fonte a partir de termos previamente emitidos. Um exemplo importante foi o sistema *Candide*, da IBM, que traduzia textos de francês para inglês usando probabilidades de emissão de um termo com base em dois termos emitidos anteriormente (Berger et al., 1994). Desde então o processamento computacional de linguagem natural deixou de focar em modelos gramaticais. De certa forma, um novo princípio organizador foi adotado: para processar texto, coletam-se grandes quantidades de texto e estima-se um modelo estatístico de quais termos aparecem em variadas situações.

A década de 1980 testemunhou um grande interesse em IA, inclusive do ponto de vista de empreendedores e investidores. Boa parte desse interesse pode ser atribuída ao desenvolvimento de sistemas especialistas, a maioria dos quais baseada em regras capazes de codificar o conhecimento de um domínio escolhido. Linguagens formais, em particular a lógica, se solidificaram como um núcleo básico de IA. Mas ao mesmo tempo, a ampliação do leque de aplicações práticas e as dificuldades enfrentadas na manipulação de incertezas gerou muitas técnicas díspares em torno desse núcleo básico. Também é notável o trabalho feito nesse período sobre arquiteturas computacionais de suporte a atividades cognitivas; por

exemplo, Marvin Minsky (1986) continuou sua exploração de arquiteturas desgrenhadas baseadas em “Sociedade de Mentas”, enquanto Allen Newell (1990) propôs uma abordagem mais estruturada na arquitetura Soar.

Merecem menção dois outros movimentos da década de 1980, um decididamente desgrenhado. Em robótica, Rodney Brooks (1990) teve grande impacto como um enfático defensor de arquiteturas pouco formalizadas e reativas. Outro grande impacto foi causado pelo reaparecimento de redes neurais, agora multicamadas e acompanhadas pelo famoso algoritmo de *backpropagation* (Rumelhart et al., 1986). Comentando sobre o debate entre desgrenhados e empertigados, Aaron Sloman (1990, p.2) vê certa dificuldade em situar as redes neurais:

Aqui temos um ramo da IA [...] que é pesadamente matemática e entretanto, embora os princípios gerais pelos quais uma particular rede aprende durante seu período de treino sejam bem compreendidos, a operação [...] geralmente depende de uma rede de conexões totalmente opaca entre unidades de processamento e pesos que modificam suas influências entre si.<sup>6</sup>

Vale a pena, para indicar a situação da IA no início da década de 1990, verificar o que significava um curso introdutório em IA naquele momento. A área contava com alguns livros-texto; provavelmente o mais popular era então o livro de Elaine Rich e Kevin Knight (1991). Certamente sintonizado com o melhor da pesquisa da época, o livro reflete uma disciplina imatura e dividida entre um sem-número de técnicas rivais.<sup>7</sup> Um estudante dificilmente conseguia perceber como usar as técnicas apresentadas para resolver problemas reais. O livro dá grande ênfase à lógica e suas aplicações, por exemplo, em planejamento de tarefas, valorizando assim um núcleo empertigado para toda a disciplina, ao mesmo tempo em que fornece um panorama geral totalmente desgrenhado e pouco conectado com aplicações verdadeiras.

A década de 1990 não foi tão gentil para a IA; alguns se referem a esse período como um segundo “inverno” em razão das controvérsias e quedas em financiamento e interesse. Porém, foi um tempo de grandes avanços conceituais. Embora esses avanços sejam multifacetados, um grande eixo condutor foi a adoção de formalismos baseados em probabilidades, estatística e otimização. A teoria de probabilidades, que fora bastante criticada durante décadas anteriores na literatura de IA (Cheeseman, 1985), recebeu uma nova roupagem através do trabalho liderado por Judea Pearl (1988). Gradualmente métodos baseados em probabilidades e estatística passaram a ser utilizados em todos os cantos da IA.

Assim, um novo princípio norteador foi incorporado à IA, dando-se ênfase a uma racionalidade axiomatizada: o agente inteligente deve maximizar a utilidade de suas ações, medindo essa utilidade de forma numérica e ponderando a incerteza em eventos por meio de probabilidades. A IA que emergiu desses esforços dependia mais de cálculos numéricos do que de fórmulas lógicas; mais de otimização do que de conjuntos de regras. De qualquer forma, um estilo baseado em princípios unificadores.

Esse espírito pode ser sentido no livro-texto de Russell e Norvig (1995), publicado em 1995 e ainda hoje o mais popular material, em suas várias edições, para estudo da IA. O livro claramente se fundamenta num conjunto pequeno de linhas mestras, dando ênfase a técnicas para construção de agentes que se comportam de forma racional (próximos do *homo economicus* idealizado). Obviamente, é de esperar que um livro-texto bem escrito valorize os aspectos estruturantes e gerais de qualquer disciplina, procurando dar a seus leitores estudantes as mais básicas ferramentas, mesmo que a prática seja bem mais caótica. Porém, como já vimos, em IA o desejo de organizar a disciplina em torno de alguns princípios teóricos diz muito sobre o objetivo geral da empreitada; uma perspectiva empertigada dá ênfase a artefatos que sigam diretrizes racionais de forma útil, em detrimento de arquiteturas que emergem de forma experimental no afã de reproduzir comportamentos observados.

Como escreve Pamela McCorduck (2004, p.487), refletindo sobre tendências observadas então desde a década anterior: “No momento em que escrevo, a IA vive uma hegemonia Empertigada, pessoas que acreditam que inteligência de máquina, pelo menos, é melhor expressada em termos lógicos, e mesmo matemáticos”.<sup>8</sup>

A década de 2000 testemunhou um avanço muito grande em IA, embora a sociedade não percebesse ainda o que estava acontecendo nos laboratórios (isso só acontece na temporada seguinte!). O trabalho em representação de conhecimento tornou-se cada vez mais teórico, tanto no seu estudo de ontologias e lógicas, quanto na exploração de métodos racionais de decisão e planejamento para um ou mais agentes. Acima de tudo, o que caracterizou essa década foi o crescimento constante das técnicas coletivamente designadas por “aprendizado de máquina”.

A palavra “aprendizado” inclui muitos diferentes fenômenos; na maior parte do século passado, “aprendizado de máquina” se referia a um conjunto difuso de ideias cujo objetivo era melhorar o desempenho de um sistema com base em suas experiências. Por exemplo, um programa poderia se beneficiar de notas inseridas pelo usuário após sua execução. Ou poderia interagir com o usuário, recebendo instruções e se adaptando de acordo. Ou poderia processar uma base de dados para decidir a melhor maneira de classificar imagens. Esse mosaico de conceitos era prevalente pelo fim do século XX (Mitchell, 1997). A partir daquele momento, houve um extraordinário crescimento na quantidade de informações e dados disponíveis publicamente, um incrível aumento no poder de coletar, transmitir e processar esses dados, e um substancial interesse em algoritmos capazes de usar dados para resolver problemas práticos. Subitamente, a pesquisa em “mineração de dados” se tornou extremamente valorizada tanto na academia quanto na indústria. Em um sentido bastante claro, o trabalho continuava com uma perspectiva empertigada, pois procuravam-se fundamentos matemáticos sólidos, por exemplo ligados a análises estatísticas. Ao mesmo tempo, aplicações de todas as naturezas passaram a fazer parte do universo do aprendizado de máquina, tornando a área muito diversa e abrangente.

Parece oportuno terminar esse exame de temporadas anteriores discutindo um artigo publicado em 2009 por três pesquisadores da empresa Google, Alon Halevy, Peter Norvig e Fernando Pereira, intitulado “The unreasonable effectiveness of data” (Halevy et al., 2009). O argumento central do artigo é que muito se pode extrair de grandes massas de dados, mais até do que a intuição poderia sugerir. Assim, os melhores programas de tradução de textos usam estatísticas extraídas de grandes conjuntos de textos para mapear palavras de uma língua para outra – compreender de fato os textos não parece ser necessário se muitos dados são utilizados.<sup>9</sup> Dada a complexidade da linguagem, a procura por gramáticas e ontologias manualmente construídas parece ser menos eficaz que a extração de padrões linguísticos de grandes bases de texto. Em resumo: é incrível (*unreasonable!*) o quanto uma máquina pode parecer inteligente sem ter nenhuma real compreensão do que está fazendo, desde que o faça com base em padrões extraídos de muitos dados! Um modelo extremamente flexível (desgrenhado?) terá melhor desempenho do que um modelo dogmático (empertigado?) se puder se basear em um oceano de observações. E com essa surpreendente observação, passamos para a temporada atual.

### **A nova temporada**

Uma nova temporada em IA começou por volta de 2010 e ainda não terminou. Para os propósitos deste artigo, uma grande parte do que ocorreu na última década pode ser resumido de forma breve. Grandes bases de conhecimento foram construídas, muitas das quais se beneficiando de representações baseadas em linguagens formais. A lógica clássica foi estendida em muitas direções, e esse processo passou a ser abordado de maneira formal e organizada. Métodos de manipulação de incertezas e de tomada de decisão também se consolidaram em torno de núcleos axiomatizados e formais. A teoria de aprendizado de máquina, em diálogo permanente com a disciplina de estatística, se tornou extremamente sofisticada. Em muitos sentidos, os empertigados tiveram grandes vitórias – não apenas em garantir que um núcleo duro da disciplina se aglutinasse de forma organizada, mas também em prover arquiteturas baseadas em princípios gerais de racionalidade.

Porém, a grande sensação dessa temporada foi o extraordinário desempenho obtido por métodos baseados em aprendizado de máquina, e em particular em aprendizado profundo (do inglês *deep learning*). Essa última expressão foi cunhada para se referir a modelos especificados por meio de um grande número de camadas, mais precisamente “redes neurais com muitas camadas”. Embora vários resultados já tivessem sido publicados com tais redes antes de 2012, naquele ano a comunidade se surpreendeu quando uma particular rede neural profunda venceu uma competição de classificação de imagens (Krizhevsky et al., 2012). Nos anos seguintes redes neurais cada vez maiores e mais profundas continuaram surpreendendo a comunidade, atingindo desempenho melhor que o humano em várias tarefas envolvendo imagens e textos. Em particular, tarefas

como tradução automática passaram a ser dominadas por redes neurais (muito) profundas, em alguns casos com milhões ou bilhões de parâmetros estimados a partir de grandes massas de dados (Devlin et al., 2019; Tan; Quoc, 2019).

O resultado foi uma revolução em IA. Computadores passaram a ter desempenho melhor que o humano em tarefas como geração de respostas em *chatbots*, rotulagem de imagens em redes sociais, produção de temas musicais. Alguns desafios cuja solução parecia distante, como o controle de carros autônomos ou a capacidade de jogar Go, foram vencidos em um curto espaço de tempo. Tal sucesso não passou despercebido de engenheiros, médicos, advogados, economistas; em poucos anos todos os problemas que envolvem automação passaram a receber atenção via *deep learning*. A literatura nesse tópico cresceu imensamente, e muitos artigos rapidamente receberam centenas, em alguns casos milhares, de citações. Profissionais experientes em *deep learning* passaram a ser disputados no mercado internacional.

É interessante notar que redes neurais, após um áureo período na década de 1990, perderam boa parte de seu apelo aproximadamente entre 2000 e 2010. De forma simplificada, pode-se dizer que as redes neurais do ano 2000 foram atacadas por dois lados. Por um lado, as redes neurais eram pouco transparentes quando se tratava de representar conhecimento, e foram suplantadas nessa tarefa por modelos probabilísticos como redes Bayesianas. Por outro lado, as redes neurais dos anos 2000 não conseguiam competir, em termos de acurácia em atividades de classificação, com modelos estatísticos otimizados como Máquinas de Vetores de Suporte (Hastie et al., 2009). Apesar disso, alguns pesquisadores, acreditando que a melhor forma de reproduzir comportamento cerebral seria investir em redes de neurônios artificiais, continuaram a refinar algoritmos e cálculos, finalmente obtendo um grande sucesso. Pesquisadores como Geoffrey Hinton, Yann LeCun, Youshua Bengio, Jurgen Schmidhuber venceram ao manter uma abordagem resolutamente desgrenhada.<sup>10</sup>

Essa verdadeira mudança de paradigma é um ponto central neste artigo. Subitamente, IA se tornou um campo focado em modelos neurais desgrenhados. Note que existe uma questão metodológica complexa a respeito das recentes redes neurais. Cada vez mais essas redes neurais dependem de complicadas técnicas numéricas para que consigam processar montanhas de dados; qualquer semelhança que poderia ser pretendida com sistemas neuronais reais foi abandonada nessa jornada. Por exemplo, redes neurais designadas como *transformers*, que hoje obtêm alguns dos melhores resultados em IA (Devlin et al., 2019), atendem a uma variedade de requisitos e intuições sem relação direta com estruturas observadas no cérebro. Em resumo, trata-se de uma abordagem realmente desgrenhada, sem uma conexão biológica que muitas vezes existiu. Além disso, qualquer possibilidade de compreender o funcionamento dessas redes neurais gigantes a partir de princípios simples parece no momento descartada. A mencionada citação de Aaron Sloman (1990, p.2) é hoje mais verdadeira ainda: uma

rede neural “geralmente depende de uma rede de conexões totalmente opaca entre unidades de processamento e pesos que modificam suas influências entre si”. A opacidade de redes neurais se tornou uma preocupação significativa nos últimos anos, por prejudicar a interpretabilidade esperada de sistemas ocupados com decisões práticas (Darpa, 2016). Angústias que haviam sido esquecidas na década de 1990, relativas à dificuldade de compreender redes neurais, retornaram com força. Além disso, a literatura tem apontado falhas de redes neurais profundas que ocorrem sem que seja possível entender sua razão (Marcus; Davis, 2019).

Seja como for, não há como negar que tarefas antes consideradas insolúveis foram vencidas com uso de redes neurais profundas construídas a partir de grandes bases de dados. Redes neurais profundas têm sido particularmente bem-sucedidas na operação chamada *end-to-end*: a rede recebe como entrada os dados crus e entrega na saída a decisão final. Por exemplo, a entrada da rede é uma imagem inteira e a saída indica se um ator famoso está na imagem ou não; isso é feito sem que nenhuma outra informação seja extraída da imagem (por exemplo, informação sobre cores, sobre luminosidade, sobre número de pontos pretos etc.). Outro exemplo: um texto é fornecido na entrada e na saída aparece um sumário do texto, sem que internamente seja construída nenhuma representação do conteúdo do texto de entrada. Hoje parece estar em curso uma corrida por redes neurais profundas que possam realizar mais e mais tarefas de forma *end-to-end*, incluindo por exemplo recursos de memória e recursão (Graves et al., 2014). Grande parte dos pesquisadores ligados a aprendizado profundo parece operar segundo a crença de que, com mais e mais dados, será possível aprender redes neurais que resolvam problemas de forma abrangente, onde toda entrada gera uma saída inteligentemente selecionada.<sup>11</sup> Isso será a vitória dos desgrenhados; caberá aos empertigados explicar essa vitória de forma organizada em livros-texto.

Assim, a IA vive uma encruzilhada que pode ser entendida pelo debate entre desgrenhados e empertigados.

Pode ser que a inteligência artificial seja desgrenhada não só por ser complexa (toda inteligência provavelmente será complexa), mas porque será obtida por um processo empírico onde uma inteligência “crescerá” a partir de dados. Ou pode ser que as dificuldades hoje enfrentadas por aprendizado profundo se tornem insustentavelmente pesadas. Pode ser que a necessidade cada vez maior de dados se torne inviável: faz sentido coletar um milhão de vídeos de pessoas fritando ovo para aprender a fritar um ovo – ou é melhor simplesmente pedir por instruções formais sobre como fritar um ovo? Pode também ser que haja de fato necessidade de um sistema físico de símbolos para que uma real inteligência seja obtida. E se for necessário construir uma rede neural que contenha no seu bojo um sistema de símbolos: seria essa a maneira mais eficiente de obter inteligência artificial?

Nos últimos anos tem havido um considerável esforço para unir aprendizado de máquina, e em particular aprendizado profundo, com técnicas “clássicas” de IA (ou seja, com técnicas empertigadas). Um consenso ainda não emergiu sobre como fazer essa união funcionar. Seria o caso de construir redes neurais que conseguem realizar operações lógicas? Procurar uma síntese neuro-simbólica? Ou desenvolver técnicas de aprendizado de máquina que consigam receber instruções em alto nível de abstração, como nós humanos recebemos na escola? A literatura está congestionada de propostas. Pode ser que uma delas faça a IA retornar para uma supremacia empertigada, mas não é claro que isso poderia acontecer.

Para encerrar esta seção, passo a oferecer algumas considerações em primeira pessoa. Primeiro, é natural que se busque ampliar o poder de representação de redes neurais (e também de outras técnicas usadas em aprendizado de máquina). Nada mais natural do que ampliá-las mediante a combinação com conceitos de linguagens formais e de análise matemática. É possível que redes neurais cada vez mais poderosas, e aumentadas com melhores técnicas de representação, consigam evoluir, e em algum ponto no futuro reproduzam de forma *end-to-end* todo o poder observado na inteligência humana. Essa será uma vitória que os desgrenhados celebrarão, e será uma vitória que nos ajudará a entender melhor o que é a inteligência e o que significa ser inteligente. Mas não creio que esse caminho, certamente interessante pelo que nos dirá sobre nós mesmos humanos, seja o mais eficiente em termos pragmáticos para a construção de inteligências artificiais. A quantidade de dados e o poder computacional necessários serão imensos; seu custo será gigantesco. Além disso, a dificuldade de manipular objetos computacionais tão opacos como redes neurais profundas não podem ser desprezadas.

Em vista disso, penso ser mais promissor focar em sistemas inteligentes compostos de vários módulos, alguns baseados em dados e intrinsecamente desgrenhados, enquanto outros são baseados em princípios lógicos ou racionais claros. Os módulos desgrenhados serão avaliados com princípios estatísticos, verificando seus erros e acertos (como hoje testamos remédios ou vacinas). O desafio da projetista humana será combinar tais módulos em uma arquitetura coerente e eficiente.<sup>12</sup> Em sua história a IA já viu muitas arquiteturas amplas serem propostas; é hora de revisitá-las e combiná-las com os mais recentes e desgrenhados avanços.

### **Próximas temporadas?**

No momento, ninguém espera que a IA tenha sua próxima temporada cancelada; pelo contrário, as expectativas da sociedade sobre essa tecnologia são imensas. Um pouco de excesso pode ser observado: em alguns casos excesso de propaganda para produtos ditos de IA e em outros casos excesso de preocupação com efeitos da tecnologia. A comunidade envolvida no desenvolvimento da IA, em sua grande maioria, segue procurando melhorar a produtividade e quali-

dade da vida humana mediante a construção de artefatos que possam nos auxiliar inteligentemente. Como atingir esse objetivo é a questão: estamos em busca de artefatos racionais baseados em princípios claros, ou artefatos empíricos que reproduzem padrões? Essa é, no fundo, uma das principais tensões hoje na área de IA. A sugestão aqui apresentada é que precisamos investir em arquiteturas baseadas em princípios de racionalidade e que permitam abrigar vários módulos simultaneamente, muitos dos quais baseados em coleta maciça de dados. Para conferir se essa sugestão de fato terá sucesso, só assistindo a próxima temporada.

## Notas

- 1 No original: “*An excessive preoccupation with formalism is impeding the development of computer science.*”
- 2 No original: “Generality in computer science”. O conteúdo da palestra original não foi publicado; porém McCarthy (1987) publicou mais tarde um artigo comentando a palestra original.
- 3 No original: “*paper will discuss programs to manipulate in a suitable formal language (most likely a part of the predicate calculus) common instrumental statements*”. Logo em seguida McCarthy indica que o projeto seria em conjunto com Marvin Minsky; porém na versão do artigo distribuída em 1996 (no site [www-formal.stanford.edu/jmc/mcc59.pdf](http://www-formal.stanford.edu/jmc/mcc59.pdf)), McCarthy declara: “*This was wishful thinking. Minsky’s approach to AI was quite different*”.
- 4 McCarthy (1974) critica a doença do “*look ma, no hands*” em um comentário publicado em 1974, se referindo à situação em que alguém programa algo em um computador e publica um artigo anunciando que um computador obteve sucesso.
- 5 No original: “*to understand cognition by a formal analysis of language seems to me like trying to understand baseball by an analysis of the physics of what happens when an idealized bat strikes an idealized baseball*”.
- 6 Citação completa no original: “*Here we have a branch of AI (yes, it is part of AI, not a new rival discipline), that is heavily mathematics-based, yet, although the general principles on which a particular network learns during its training period may be well understood, the operation of the final system when applied to real tasks generally depends on a totally opaque network of connections between processing units and weights that modify their influence on one another*”.
- 7 Nesse caso, posso relatar em primeira pessoa, tendo feito um curso sobre IA baseado no livro de Rich e Knight na Carnegie Mellon University em 1992. As dificuldades com o livro-texto não pareciam ser falha dos autores; o problema estava no confuso estado da disciplina de IA naqueles dias.
- 8 No original: “*As I write, AI enjoys a Neat hegemony, people who believe that machine intelligence, at least, is best expressed in logical, even mathematical terms*”. Pamela McCorduck escreve esse trecho em 2004 ao publicar a segunda edição do seu celebrado livro sobre a história da IA; a primeira edição do livro cobria fatos até 1977. O uso de *neat* e *scruffy* por McCorduck não é sempre claro e revela dificuldades dessa nomenclatura; por exemplo, o projeto CyC, que pretende montar uma grande base de sentenças lógicas codificando aspectos do mundo real, e portanto, em um objetivo

estruturante e baseado em princípios teóricos, é designado *scruffy* por ser tão grande que é praticamente capturar toda sua funcionalidade. De qualquer forma, a citação indicada acima está alinhada com os argumentos do presente artigo.

- 9 Considere o seguinte comentário de McCorduck (2004, p.223), relativo à tradução computacional nas décadas de 1960 e 1970: “*It was soon obvious that translation isn’t merely transformation, but consists of a process of ‘world modeling,’ as Yehoshua Bar-Hillel, the well-known Israeli linguist, put it — the machine must, in some sense, understand the text before it can translate into another language, and it is in reference to the world model that understanding takes place*”.
- 10 Considere o seguinte trecho na revista *Science*: “*Yann LeCun, Facebook’s chief AI scientist in New York City, worries that shifting too much effort away from bleeding-edge techniques toward core understanding could slow innovation and discourage AI’s real-world adoption. ‘It’s not alchemy, it’s engineering,’ he says. ‘Engineering is messy’*” (Hudson, 2018).
- 11 Um artefato que atinge inteligência geral dessa forma claramente viola a famosa Hipótese do Sistema Físico de Símbolos cristalizada por Newell e Simon em 1975, quando ambos receberam o Turing Award: “*The Physical Symbol System Hypothesis. A physical symbol system has the necessary and sufficient means for general intelligent action*” (Newell; Simon, 1976, p.116). Newell e Simon (1976, p.116) esclarecem o uso do adjetivo *physical* como segue: “*The adjective ‘physical’ denotes two important features: (1) Such systems clearly obey the laws of physics – they are realizable by engineered systems made of engineered components; (2) although our use of the term ‘symbol’ prefigures our intended interpretation, it is not restricted to human symbol systems*”.
- 12 Um foco renovado em arquiteturas (revisitando arquiteturas do passado) foi proposto por Scott Sanner em uma palestra disponível em <<http://c4ai.inova.usp.br/contact/>> (youtube).

## Referências

- ABELSON, R. P. Constraint, construal, and cognitive science. *Third Annual Conference of the Cognitive Science Society*, p.1-9, 1981.
- BERGER, A. L. et al. The Candide system for machine translation. *Workshop on Human Language Technology*, p.157-62, 1994.
- BROOKS, R. Elephants don’t play chess. *Robotics and Autonomous Systems*, v.6, p.3-15, 1990.
- CHEESEMAN, P. In defense of probability. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*, p.1002-9, 1985.
- DARPA. *Explainable Artificial Intelligence (XAI)*, DARPA-BAA-16-53, 2016.
- DAVIS, R. et al. What is a knowledge representation? *AI Magazine*, v.14, n.1, p.17-33, 1993.
- DEVLIN, J. et al. *BERT: Pre-Training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*. arXiv:1810.04805, 2019.
- GRAVES, A. et al. *Neural Turing Machines*, arXiv:1410.5401, 2014.

- HALEVY, A. et al. The unreasonable effectiveness of data. *IEEE Intelligent Systems*, p.8-12, 2009.
- HASTIE, T. et al. *The Elements of Statistical Learning*. Springer, 2009.
- HAYES, P. In defence of logic. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*, p.559-65, 1977.
- HUDSON, M. IA researchers allege that machine learning is alchemy. *Science*, 2018.
- KRIZHEVSKY, A. et al. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Neural Information Processing Systems*, p.1106-14, 2012.
- MARCUS, G.; DAVIS, E. *Rebooting AI – Building Artificial Intelligence We Can Trust*. Pantheon, 2019.
- MCCARTHY, J. Programs with common sense. *Mechanisation of Thought Processes (Volume I)*, p.75-84, 1959.
- \_\_\_\_\_. Review of “Artificial Intelligence” A General Survey”. *Artificial Intelligence*, v.5, n.3, p.371-22, 1974.
- \_\_\_\_\_. Generality in artificial intelligence. *Communications of the ACM*, p.257-67, 1987.
- MCCORDUCK, P. *Machines Who Think*. s.l.: CRC Press, 2004.
- MINSKY, M. Form and contente in computer science. *Journal of the Association for Computing Machinery*, v.17, n.2, p.197-215, 1970.
- \_\_\_\_\_. *The Society of Mind*. s.l.: Simon & Schuster, 1986.
- MITCHELL, T. *Machine Learning*. s. l.: McGraw Hill, 1997.
- NEWELL, A. *Unified Theories of Cognition*. s. l.: Harvard University Press, 1990.
- NEWELL, A.; SIMON, H. A. *Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search*. *Communications of the ACM*, v.19, n.3, p.113-26, 1976.
- NILSSON, N. J. Artificial intelligence prepares for 2001. *AI Magazine*, v.4, p.7-14, 1983.
- \_\_\_\_\_. *The Quest for Artificial Intelligence*. s. l.: Cambridge University Press, 2009.
- PEARL, J. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. s. l.: Morgan Kauffman, 1988.
- RICH, E.; KNIGHT, K. *Artificial Intelligence*. s. l.: McGraw Hill, 1991.
- \_\_\_\_\_. *Artificial Intelligence*. 3.ed. s. l.: McGraw Hill, 2010.
- RUMELHART, D. E.; HINTON, G. E.; WILLIAMS, R. J. Learning representations by back-propagating error. *Nature*, v.323, n.6088, p.533-536, 1986.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. s. l.: Prentice Hall, 1995.
- SERGIOVANNI, T. Mystics, neats and scruffies: Informing professional practice in educational administration. *Journal of Educational Administration*, v.27, n.2, p.7-21, 2007.
- SLOMAN, A. Must inteligente systems be scruffy? *Evolving Knowledge in Natural Science and Artificial Intelligence*, Pitman, 1990.

TAN, M.; QUOC Le. Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. *International Conference on Machine Learning*, p.6105-14, 2019.

WILKS, Y. *An Artificial Intelligence Approach to Machine Translation*. Tech report AD0741199, Stanford University, 1972.

*RESUMO* – O estudo de Inteligência Artificial (IA) tem sido perseguido, desde seu início, segundo dois estilos diferentes, jocosamente referidos como *scruffy* (desgrenhado) e *neat* (empertigado). Esses estilos na verdade refletem distintas visões sobre a disciplina e seus objetivos. Neste artigo revisamos a tensão entre desgrenhados e empertigados ao longo da história da IA. Analisamos o impacto do atual desempenho de métodos de aprendizado profundo nesse debate, sugerindo que o desenvolvimento de arquiteturas computacionais amplas é um caminho particularmente promissor para a IA.

*PALAVRAS-CHAVE*: Inteligência Artificial, Lógica, Representação de conhecimento, Aprendizado profundo.

*ABSTRACT* – The study of Artificial Intelligence (AI) has been pursued from the very beginning in two different styles, jokingly referred to as *scruffy* and *neat*. These styles actually reflect distinct viewpoints of the discipline and its objectives. In this paper, we review the tension between scruffies and neats over the history of AI. We analyze the impact of current deep learning methods in this debate, suggesting that the development of broad computational architectures is a particularly promising path for AI.

*KEYWORDS*: Artificial Intelligence, Logic, Knowledge representation, Deep learning.

*Fabio G. Cozman* é professor titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e diretor do Centro de Inteligência Artificial (C4AI) na USP. Foi coordenador do Comitê Especial em Inteligência Artificial da Sociedade Brasileira de Computação. @ – fgcozman@usp.br / <https://orcid.org/0000-0003-4077-4935>.  
Recebido em 10.3.2021 e aceito em 11.3.2021.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, Brasil.

# Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável

ANDRÉ CARLOS PONCE DE LEON FERREIRA DE CARVALHO<sup>1</sup>

**N**OS ÚLTIMOS ANOS ocorreu um crescimento acelerado da presença da Inteligência Artificial (IA) no nosso cotidiano. Não são poucas as situações em que usamos, na maioria das vezes sem darmos conta, modelos criados por algoritmos de IA (Faceli, 2021). E usamos em atividades tão rotineiras como ler mensagens enviadas por e-mail, lavar nossas roupas, dirigir um veículo autônomo ou semiautônomo e decidir a que filme ou episódio de uma série assistir em uma plataforma de *streaming*. Existem também situações em que o uso de IA em um produto ou serviço é claramente mencionado, criando muitas vezes a expectativa de alguma coisa melhor. Isso pode ser observado pelo grande crescimento, nestes últimos anos, no número de equipamentos e serviços que usam como peça de propaganda e marketing a divulgação de que são baseados em IA. Mencionar que usa IA virou quase uma garantia de que um produto ou serviço oferecido por uma empresa é superior aos oferecidos pelas empresas concorrentes. Embora isso não seja necessariamente verdade, tanto no real uso de IA quanto na superioridade em relação aos concorrentes.

Mas por que a IA cresceu tanto? Um dos principais motivos para esse crescimento, senão o principal, é o rápido desenvolvimento de novas tecnologias para extração, armazenamento, transmissão e processamento de dados, que serão aqui denominados os quatro eixos de avanços tecnológicos que provocaram a expansão da IA.

Os avanços no primeiro eixo, extração de dados, ocorreram por meio do desenvolvimento de novos sensores, incluindo câmeras, cada vez mais rápidos, baratos e sofisticados. Progressos significativos no segundo eixo, o de armazenamento de dados, também foram possíveis por causa do uso de novos materiais que aumentaram a capacidade de armazenamento, melhorando sua confiabilidade e reduzindo seu custo. No terceiro eixo, transmissão de dados, os avanços estão associados não apenas à queda no custo e no aumento da capacidade dos meios físicos utilizados, mas também à revolução trazida pelas redes de computadores e pela internet, que conecta mais dispositivos, ou coisas, do que pessoas. No início de seu uso, a internet servia para conectar as pessoas em diferentes partes do mundo, bastando para isso um computador e um ponto de acesso. Em 2008, a internet das pessoas foi superada pela internet das coisas. Desde então, a diferença entre o número de coisas e o número de pessoas conectados à internet cresceu tanto que, atualmente, o número de coisas conectadas pela

internet é mais de dez vezes o número de pessoas. Finalmente, no quarto eixo temos computadores cada vez mais eficientes e acessíveis, que, ao mesmo tempo que reduzem de tamanho, aumentam na rapidez com que processam os dados, a um custo, também, cada vez menor.

Também nestes últimos anos, esses avanços tecnológicos levaram à geração do que é hoje chamado de *big data*, que, apesar de ter um grande número de definições, foi inicialmente descrito por três V: Volume, Variedade e Velocidade. O volume diz respeito à quantidade de dados gerados, a variedade está relacionada aos diferentes formatos dos dados, que incluem imagens, sons e vídeos, muito compartilhados por aplicativos de redes sociais, e às diferentes fontes de onde os dados são gerados, como sensores cada vez mais específicos e sofisticados, como os sensores usados para monitorar o corpo quando uma pessoa está realizando exercícios físicos. Vários outros V foram criados depois para incorporar novos aspectos ao *big data*, como valor, veracidade e validade.

O que está compreendido pela expressão *big data* criou uma grande demanda por ferramentas computacionais capazes de explorar os dados gerados, extraindo conhecimento novo, útil e relevante. Esse conhecimento tem sido cada vez mais utilizado para tomada de decisões.

Tudo isso criou um ambiente favorável para que a IA saísse dos laboratórios de pesquisa para ser incorporada em vários produtos e serviços, que tanto geraram ganhos econômicos como sociais. Empresas conseguiram projetar produtos e serviços mais seguros, baratos e personalizados, órgãos públicos puderam oferecer melhores serviços à população e organizações não governamentais conseguiram fiscalizar com maior eficiência ações que pudessem trazer danos a sociedade.

Para que tudo isso possa ocorrer, a maioria dos países passou a olhar a IA não apenas como capaz de criar oportunidades econômicas e sociais, mas também como por sua relação com segurança e por servir de suporte para a criação de novas tecnologias, relacionada à soberania nacional. Isso tem levado a uma corrida por investimentos em IA por diferentes países.

### **Protagonismo e investimento em IA**

Aumenta com velocidade crescente o efeito da IA nos diversos setores da economia mundial. É importante observar que esse efeito já é discutido faz tempo. Em 1966, o estatístico britânico Irving John Good estimou a contribuição de uma máquina ultrainteligente para a economia britânica. Segundo Good (1966), ela seria de um milhão de vezes o que contribuiu a inteligência do economista John Keynes, um dos principais economistas que o mundo conheceu, à economia da Inglaterra. Good estimou o valor da contribuição de Keynes em 100 bilhões de libras esterlinas.

De acordo com um estudo publicado pela consultoria McKinsey em 2018, os bens e serviços que usam IA podem valer em 2030 cerca de 13 trilhões de dólares.<sup>1</sup> Esse futuro mercado é um dos motivos pelos quais vários países vieram a ter um papel de protagonismo em IA. Os países que buscam a liderança em IA

fazem grandes investimentos monetários, criam ou trazem centros de pesquisa e incentivam adoção de IA nos vários setores de sua economia e órgãos do Executivo, Legislativo e Judiciário. Cientes dos efeitos sociais, esses países avaliam o papel da IA na sociedade e criam regulações para prevenir e evitar abusos.

Esse mesmo estudo prevê que a IA deve aumentar as distâncias de desempenho entre países que são líderes em IA, em geral os países desenvolvidos, e os demais países do mundo. Os países líderes em IA podem aumentar em até 25% seus benefícios econômicos, com os demais países apresentando um aumento de cerca de 10%. Previsão semelhante é feita para empresas, com as empresas líderes em IA praticamente dobrando seu lucro e as empresas que demoram a adotar a IA ficando para trás. Finalmente, o mercado de trabalho para profissionais que conseguem incorporar a IA em suas atividades será maior, e pagará melhores salários, que o mercado para profissionais que realizam tarefas repetidas, que podem ser automatizadas.

Por isso, vários países associam o protagonismo internacional em IA ao fortalecimento da soberania nacional. Para isso, esses países investem pesadamente na captação, na retenção e na formação de talentos na área de IA e na criação de uma estrutura de pesquisa básica e aplicada capaz de gerar e transferir conhecimento para o setor produtivo. Essa transferência, além de agregar valor ao que é produzido no país, estimula a criação de *startups* inovadoras. Com isso, esses países conseguem não apenas dar conta de suas demandas internas, mas também melhorar a balança comercial, trazer novos investimentos e criar postos de trabalhos bem remunerados.

Em 2017, mais de 15 bilhões de dólares foram investidos no mundo em *startups* de IA, 48% desse montante foram investidos na China e 38%, nos Estados Unidos.

Um estudo de janeiro de 2021 aponta os dez países líderes em IA. Dessa lista fazem parte China, Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Rússia, Alemanha, Noruega, Suécia, França e Índia.<sup>2</sup>

O governo chinês incluiu objetivos ambiciosos para o desenvolvimento da IA em seu 13º plano de cinco anos, que abrange o período de 2016 a 2020. O país quer ser o líder mundial de IA até 2030, investindo desde chips a algoritmos, com foco nas áreas de cidades inteligentes, defesa e manufatura. Para isso, o Conselho de Estado da China, também conhecido como Governo Popular Central, pretende criar, até 2030, um grande mercado doméstico de IA.

Nesse plano, cuja preparação teve apoio de grandes empresas chinesas de tecnologia da informação, Baidu, Alibaba e Tencent, é estimado que em 2030 o valor das empresas chinesas na área de IA atingirá 150 bilhões de dólares. Estima ainda que o valor das empresas que utilizam IA será de 1,5 trilhão de dólares.

A China já conta com grandes empresas que oferecem alternativas para produtos e serviços na área de IA oferecidos por grandes multinacionais do Ocidente. Essas empresas chinesas incluem a Didi, na área de transporte (seme-

lhante a Uber), a Baidu, para busca na Internet (similar a Google), e a Taobao, no ramo de comércio eletrônico (que concorre com a Amazon). Assim como a Google, a Baidu está investindo em carros autônomos. Desde 2020 a Baidu está testando seu veículo autônomo, Apollo, nas ruas da cidade de Beijing. Em 2021, a Baidu iniciou uma parceria com uma fabricante de automóveis chinesa, a Geely Automobile Holdings, sediada em Hong Kong, para o desenvolvimento de veículos elétricos autônomos.<sup>3</sup>

Além disso, um número crescente de cidades chinesas está desenvolvendo seus próprios programas de investimento em IA. A cidade de Beijing, por exemplo, planeja investir 2,1 bilhões de dólares na construção de um parque de pesquisa para desenvolvimento de tecnologias de IA. O Parque contará com até 400 empresas e tem como focos pesquisa básica, produção de patentes e cidades inteligente.

O Reino Unido também busca protagonismo em IA. De acordo com o braço de pesquisa da consultoria McKinsey, o Instituto Global da McKinsey (MGI, do original em inglês McKinsey Global Institute), o Reino Unido, que já é o país europeu com maior densidade de *startups* de IA na área de saúde, deverá ter aproximadamente 16% do mercado mundial de IA em 2030.<sup>4</sup>

Em 2017, a Câmara dos Lordes do Reino Unido indicou um Comitê de Inteligência Artificial, composto por membros da Câmara de Lordes, para realizar um estudo sobre as implicações éticas, econômicas e sociais do avanço da IA. Em 2018 o Comitê publicou seu estudo em um documento, que recebeu o nome de “IA no Reino Unido: pronto, querendo e capaz?” (do original em inglês *AI in the UK: ready, willing and able?*).<sup>5</sup> Nesse documento, após argumentar que o Reino Unido já pode assumir um protagonismo mundial na área de IA, apresentou uma série de recomendações para ações necessárias para apoiar o governo a identificar o potencial da IA para a sociedade e a economia britânica, e para proteger a sociedade de futuras ameaças e riscos.

Entre as recomendações está a criação de um fundo para empresas de pequeno e médio portes que trabalham com IA, para dar escala aos seus negócios, a complementação do financiamento de doutorados em IA pelo setor privado, a padronização dos mecanismos para a criação de *startups* em IA a partir de pesquisas realizadas por universidades britânicas e o reconhecimento da importância de especialistas estrangeiros para o sucesso da IA no Reino Unido com o aumento da concessão de vistos para trazer especialistas talentosos.

Atualmente, o governo britânico possui um órgão específico para Inteligência Artificial (Office for Artificial Intelligence), que é vinculado a dois departamentos governamentais: Departamento para Cultura, Mídia e Esporte Digital e Departamento para Negócios, Energia e Estratégia Industrial. Esse órgão, por meio de um comitê de especialistas em Inteligência Artificial, produziu no início de 2021 um relatório intitulado “Roteiro para IA” (do original em inglês *AI Road-map*),<sup>6</sup> que transmite duas mensagens: a primeira é que o Reino Unido

precisa dobrar os investimentos feitos recentemente em IA; a segunda é que é necessário olhar o horizonte de forma a conseguir se adaptar a disrupções. O texto menciona ainda que o Reino Unido se beneficiará completamente da IA apenas se todos os setores da sociedade tiverem total confiança na ciência e tecnologia, assim como no governo e na regulação que os disponibiliza. Completa falando que essa confiança dependerá da existência de sistemas que garantem completa responsabilização, ética e transparência.

Na França, o presidente Emmanuel Macron anunciou plano de investimento de US\$ 1,8 bilhão até 2022 para transformar a França em um dos líderes mundiais em IA. Esses recursos serão utilizados especialmente para criação de institutos especializados, disponibilização de dados e recrutamento de pesquisadores estrangeiros, além de franceses trabalhando no exterior. É importante mencionar que ao final da presidência de François Holland, o antecessor do presidente Emmanuel Macron, o governo produziu o relatório sobre a importância da IA para a França.

Em 2017, o matemático francês Cédric Villani, ganhador da Medalha Fields, considerada o Prêmio Nobel da Matemática, e um dos deputados da Assembleia Nacional da França, encabeçou, a pedido do primeiro-ministro francês Édouard Philippe, uma força-tarefa discutir a estratégia de IA para a França e a Europa. Essa força-tarefa foi a responsável pela preparação de um relatório com cerca de 150 páginas, intitulado “Por uma Inteligência Artificial que faça sentido: em direção a uma estratégia francesa e europeia”.<sup>7</sup>

Nesse relatório, Villani discorre que, assim como a eletricidade, a IA estará em todo lugar. Fala ainda da crescente presença da IA na economia e na sociedade. Os temas cobertos pelo relatório incluem políticas econômicas baseadas em dados, como estimular uma pesquisa ágil em IA, como antecipar e controlar o impacto da IA nas habilidades profissionais necessárias e no mercado de trabalho, a contribuição da IA para criar uma economia mais ecológica, a ética da IA e por uma IA inclusiva e que respeite a diversidade.

Um efeito colateral do crescimento da IA é que, em todo o mundo, estão surgindo cursos de graduação em IA. Um outro efeito colateral é que vários pesquisadores de renome na área estão saindo das Universidades para trabalhar em grandes empresas ou criar *startups*. Vários alunos de mestrado e de doutorado estão fazendo o mesmo, muitos antes de concluírem seus cursos.

Uma pesquisa internacional recente estima que quase 50% dos consumidores se animam mais a comprar um produto, quando ele tem IA. Isso motiva várias empresas a usar como estratégia comercial um destaque da sigla IA na descrição de seu produto ou serviço. Mesmo não tendo IA tendo mais artificial que inteligência, tendo uma IA muito simples, muito inferior àquela produzida nos grandes centros de pesquisa, ou ainda utilizando IA de forma incorreta.

No Brasil, os movimentos de estímulo ao uso, e mais importante, a produção de pesquisas, inovações e tecnologias de IA internacionalmente competitivas

ocorrem de forma isolada, tímida, sem estratégia e foco claros. O país, infelizmente, está se acomodando e se contentando com o papel de futuro consumidor de produtos e serviços baseados em IA.

Nesse cenário, alguns centros de pesquisa nacionais acabam sendo apenas vitrines para facilitar a venda dos produtos da empresa ou para reduzir os impostos pagos pela empresa. Para realmente contribuir para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação no país, um centro de IA nacional tem que ser internacionalmente competitivo, com pesquisas da mesma qualidade daquelas realizadas nos principais centros de pesquisa do exterior.

Para não depender de empresas ou de outros países, e, assim, não perder competitividade, o Brasil precisa criar produtos e formar especialistas com padrão e qualidade internacionais. Isso porque, sem tecnologia nacional, o país se verá obrigado a pagar *royalties* e, mesmo assim, não terá acesso a todas as funcionalidades da ferramenta de IA.

As empresas brasileiras precisam ter capacidade de competir em pé de igualdade com as de qualquer outro país do mundo, exportando conhecimento e gerando empregos e riqueza para o Brasil.

### **Riscos e receios**

Como toda tecnologia, especialmente aquelas que devem seguir cuidadosamente uma metodologia internacionalmente consolidada, a IA pode ser utilizada de forma incorreta, ou até mesmo perigosa. Não são poucos os casos em que o uso incorreto da IA tem causado sérios danos aos consumidores e à reputação de uma empresa.

A preocupação com a automação já existe há muito tempo. Platão, discípulo de Sócrates e um dos principais filósofos gregos, para transmitir os pensamentos de Sócrates, que não deixou nada escrito, escreveu vários diálogos em que Sócrates era o protagonista, conhecidos como diálogos socráticos.

Nesses diálogos, dois ou mais personagens discutiam problemas filosóficos e morais. Em um desses diálogos, Fedro, os personagens Sócrates e Fedro, um aristocrata de Atenas, discutiam sobre a arte da retórica e como ela deve ser praticada. No diálogo, Sócrates questiona os aspectos positivos e negativos da escrita, insistindo que a escrita destrói a memória e enfraquece a mente (Reis, 2016).

Para justificar sua teoria, Sócrates conta uma história em que dois deuses egípcios, Theuth e Thamus, debatem o mérito de apresentar textos escritos ao povo. Nele, Theuth argumenta que eles tornarão os egípcios mais sábios e com uma memória melhor. Thamus, por sua vez, acreditava que isso tornaria as pessoas dependentes dos textos escritos, deixando de usar sua memória.

Dando um salto no tempo, e já falando explicitamente em IA, poucas décadas atrás, a IA já fazia parte do enredo de filmes de ficção científica. Em geral ajudando o vilão ou sendo o próprio vilão. Esse estereótipo pode ter contribuído para que as pessoas tenham receio, quando não medo, da presença cada vez maior da IA em sua vida.

No mesmo artigo em que estima o valor da IA para a economia britânica, Good (1966) fala do risco da IA, em particular em tornar a raça humana redundante. Good (1966, p.33) especula sobre uma consequência de termos máquinas ultra inteligentes.

Seja uma máquina ultrainteligente definida como uma máquina que pode superar de longe todas as atividades intelectuais de qualquer homem, por mais inteligente que seja. Como o projeto de máquinas é uma dessas atividades intelectuais, uma máquina ultrainteligente poderia projetar máquinas ainda melhores; haveria, então, inquestionavelmente, uma “explosão de inteligência” e a inteligência do homem seria deixada para trás. Assim, a primeira máquina ultrainteligente é a última invenção que o homem precisa fazer sempre, desde que a máquina seja dócil o suficiente para dizer nos como mantê-lo sob controle. É curioso que isso raramente é abordado fora da ficção científica. As vezes vale a pena levar a ficção científica a sério.

Em um artigo recente, Price (2018) discute o balanço entre segurança e autonomia em um mundo com máquinas superinteligentes. Good discorre ainda sobre problemas éticos, como se uma máquina pode sentir dor e se a máquina deve ser desmontada se ela se tornar obsoleta. Segundo ele, a IA pode causar problemas sociais, mas também pode resolvê-los. Menciona ainda que os riscos apontados são reais e urgentes, que devem ser discutidos fora da ficção científica. Para ele, não estava claro se os impactos da IA seriam positivos ou negativos.

Uma das principais incertezas sobre nossa relação com máquinas inteligentes é como lidar com conflitos entre máquinas e seres humanos. Havendo uma disputa entre máquinas e seres humanos, é importante observar que enquanto a estrutura e o comportamento dos seres humanos são guiados por lentos processos bioquímicos, as máquinas, com os avanços na ciência de materiais e na capacidade de processamento de dispositivos computacionais, são cada vez mais resistentes e eficientes.

É importante observar que toda novidade, em particular novas tecnologias, desperta esperanças e receios. Um dos exemplos mais antigos foi a descoberta de como dominar o fogo, que pode ser usado tanto para aquecer como para machucar. Da mesma forma, todo avanço científico, tecnológico ou inovador pode trazer benefícios ou malefícios, dependendo da forma como é utilizado. Avanços na biologia permitem, por exemplo, criar organismos que nunca existiram, ou novos vírus capazes de trazer graves riscos à saúde de seres vivos. Por outro lado, permite também criar novos medicamentos capazes de reduzir o sofrimento ou levar à cura. Progressos na química podem apoiar a criação de novos materiais, que podem tanto corroer ou destruir objetos, como causar danos que provocam acidentes que podem machucar ou matar seres vivos. Mas podem também criar próteses que reduzem o desgaste físico e que melhoram a vida das pessoas. Na área jurídica, novas leis ou novas interpretações de leis

existentes podem pôr em risco o meio ambiente, a liberdade e o bem-estar das pessoas. Pesquisas na área de comunicação podem aumentar a disseminação e a assimilação de notícias falsas.

### **IA no mercado de trabalho**

Um dos receios associados a isso é como a IA afetará o mercado de trabalho. Vários estudos mostram que atividades profissionais desaparecerão, sendo substituídas por atividades que até o momento são desconhecidas ou inimagináveis. Com frequência, são divulgadas listas com as profissões com maior probabilidade de desaparecer no futuro.

A IA tem como possíveis benefícios reduzir a exposição das pessoas a situações e atividades de risco e diminuir a necessidade de realizar tarefas cansativas repetitivas e monótonas, liberando os seres humanos para atividades mais agradáveis e desafiadoras. Um efeito colateral é reduzir o número de horas dedicadas ao trabalho, permitindo mais tempo com família e amigos e em atividades de lazer. Fenômeno semelhante ocorreu na Revolução Industrial.

Nos Estados Unidos, no século XIX, a substituição do tear manual pelo tear mecânico automatizado fez que a quantidade de tecido produzido por uma pessoa amentasse em 50 vezes. Com isso, o número de pessoas necessárias para tecer diminuiu em 98%. Como consequência, foi reduzido o preço do tecido, permitindo sua compra por um número maior de pessoas, e gerados mais empregos, por exemplo, no setor de corte e costura. A Revolução Industrial permitiu ainda a redução de horas de trabalho, de 10 a 16 horas por dia para 8 horas por dia.

### **IA responsável**

Existem várias propostas sobre que aspectos definem o uso responsável da IA, propostos por diferentes empresas e grupos de pesquisa. Em 2019, o grupo independente de especialistas em Inteligência Artificial da União Europeia, criado em 2018, publicou um documento intitulado “Orientações éticas para uma IA confiável”, que recebeu mais de 500 comentários quando um primeiro rascunho foi disponibilizado para consulta pública.<sup>8</sup> O documento define que uma IA responsável, denominada confiável, deve ser legalmente válida (respeita todas as leis e regulações aplicáveis), ética (atende aos princípios e valores éticos) e robusta (sob as perspectivas técnicos e sociais).

A IA Responsável engloba aspectos como justiça, transparência e privacidade. Esses temas serão abordados nas próximas seções, seguidas de um tema que pode prevenir ou controlar efeitos danosos destes aspectos, a regulação da IA.

### **IA justa**

É cada vez maior a presença da IA nos processos de tomada de decisão. Conforme apontado em Grigic-Hlaca et al. (2018), os algoritmos estão cada vez mais tomando decisões que afetam vidas humanas. Para confiar e aceitar essas

decisões, as pessoas devem sentir que elas são justas. Não são poucas as notícias que reportam decisões preconceituosas, com viés, tomadas por modelos gerados por algoritmos de IA. Um caso típico é de uma ferramenta para identificação de criminosos baseada em IA que utilizava informação racial para a tomada de decisão. Com isso, a ferramenta retornava com uma maior probabilidade de ser criminoso pessoas de uma dada raça.

Uma das principais fontes de preconceito está no conjunto de dados utilizados para gerar modelos, como é o caso das aplicações que geram modelos por meio da aplicação de algoritmos aprendizado de máquina aos dados. Por isso, é preciso ter muito cuidado na hora de coletar os dados. Quando um algoritmo de aprendizado de máquina é aplicado a um conjunto de dados, ele busca por padrões nos dados e reforça-os na criação de um modelo que represente os dados. Se os padrões tiverem algum viés, o modelo gerado terá o viés.

A IA justa aumenta a proteção contra a geração de modelos preconceituosos devido a padrões extraídos de dados pessoais (Hajian et al., 2014). Ela busca evitar que decisões tomadas por modelos gerados por algoritmos de IA sejam preconceituosas, que levem em conta aspectos como classe social, credo, doença preexistente, idade, nacionalidade, orientação sexual e raça na tomada de decisão. O uso de variáveis representando esses aspectos, conhecidas como variáveis sensíveis, também podem levar a modelos preconceituosos. Por isso, muitas vezes os valores destas variáveis são usados de forma criptografada.

É importante observar que informações que levam a modelos preconceituosos podem inclusive estar presentes de forma indireta nos dados. Por exemplo, se uma das variáveis do conjunto for renda e se diferentes grupos raciais tiverem diferentes rendas, o grupo racial das pessoas é usado de forma indireta. Uma forma de avaliar se um modelo é preconceituoso é utilizar algoritmos que geram modelos transparentes.

### **IA transparente**

Uma IA transparente permite que modelos gerados por algoritmos de IA para tomada de decisão que afete a vida das pessoas devem ser facilmente interpretados. Assim, a forma como o modelo tomou uma decisão deve ser clara o suficiente para que qualquer pessoa possa compreender. Essas decisões podem ser, por exemplo, se uma pessoa tem direito ou não a um empréstimo financeiro, se uma pessoa está ou não acometida por dada doença, ou se um doente deve seguir um tratamento A ou B. O nível de interpretabilidade dos modelos gerados por algoritmos de IA divide-os em modelos caixa-preta, quando não é possível interpretar como eles tomam uma decisão, caixa-branca, quando qualquer pessoa pode entender como a decisão é tomada, e caixa-cinza, quando o modelo é parcialmente interpretável (Yang, 2017).

A transparência está fortemente associada com a confiança que as pessoas têm nas decisões tomadas por modelos gerados por algoritmos de IA. Quanto maior a transparência de um modelo, maior a confiança que as pessoas têm

nas decisões. A transparência permite ainda validar as decisões tomadas pelos modelos. A importância dessa transparência é reforçada numa linha da IA, chamada IA explicável (XAI, do termo original em inglês *Explainable AI*) (Arrieta, 2020). Um dos objetivos dos pesquisadores desta área é conseguir interpretar o conhecimento utilizado por modelos caixa-preta (Botari, 2020).

De acordo com Weller (2019), a transparência é geralmente uma questão crítica para o emprego efetivo de soluções baseadas em IA. Ainda segundo o autor, tanto a motivação quanto os benefícios da transparência dependem, em grande parte, do contexto, sendo assim difícil avaliar e identificá-la de forma objetiva.

### **IA que garante a privacidade e proteção de dados**

Um outro aspecto importante para o uso responsável da IA é o direito à privacidade e proteção de seus dados. O direito à privacidade de dados pessoais pode ser resumido pelo controle, por parte de um indivíduo, da coleta, do uso e do compartilhamento de seus dados pessoais. Com a grande expansão no volume de dados gerados, tornaram-se comuns notícias de vazamento acidental ou criminoso de dados pessoais.

Para melhor lidar com o crescente uso e geração de dados, a União Europeia atualizou em 2016 sua legislação para proteção de dados, aprovando o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (GDPR, do original em inglês *General Data Protection Regulation*).<sup>9</sup> O GDPR regula por meio de várias regras a coleta, o armazenamento e o uso de informação pessoal. Uma dessas é o direito a explicação. De acordo com esse direito, organizações públicas, privadas e sem fins lucrativos que utilizem dados pessoais de cidadãos da União Europeia têm a obrigação de garantir o processamento justo e transparente desses dados. O GDPR garante aos órgãos europeus de controle de uso de dados os poderes de investigar e aplicar multas.

Inspirado no GDPR, o Congresso brasileiro aprovou em 2018 a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que entrou em vigor em 2020.<sup>10</sup> Leis como o GDPR e a LGPD contribuem para o aumento da transparência da IA. Para fiscalizar o cumprimento da LGPD foi criada em 2018 a Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD).

Em um estudo publicado em 2015 (Youyou et al., 2015), os autores aplicaram um algoritmo de aprendizado de máquina a um conjunto de dados gerados por voluntários usando uma conhecida rede social. Os conjuntos de dados eram formados apenas por *likes* dados pelos voluntários. Os modelos gerados pelos algoritmos precisaram ter acesso a apenas dez *likes* para conhecer pessoas melhores que seus colegas de trabalho, 150 para conhecer melhor que um membro da família, e 300 para conhecer melhor que o cônjuge. É importante mencionar que a aplicação de aprendizado de máquina a dados de redes sociais pode trazer vários benefícios, um deles é a redução de assédio nestas redes (Pereira, 2020).

## Regulação da IA

A regulação da IA é alvo de debate no mundo inteiro e já está ocorrendo em vários países, frequentemente despertando reações antagônicas. No Brasil, até o final de 2020, contava com quatro propostas de regulação no parlamento, duas na Câmara dos Deputados e duas no Senado Federal. Caso não seja regulada, pode trazer danos a indivíduos, comunidades, sociedade e meio ambiente. Caso seja, pode limitar inovações em IA, reduzindo seus potenciais benefícios.

Etzioni (2018) defende que o que deve ser regulado não é a IA, mas as aplicações da IA. Para justificar sua proposta, argumenta que a regulação é um processo lento, sujeito a distorções e interferências políticas. A regulação de aplicações de IA, ao invés da IA, permite um equilíbrio entre os potenciais benefícios e riscos da IA, ficando no meio termo entre uma regulação que não seja o suficiente e uma regulação excessiva.

Segundo o autor, uma das dificuldades para a regulação é definir o que é realmente IA. O crescente número de aplicações de IA torna a definição cada vez mais difícil. O autor propõe cinco regras ou direções para a regulação da IA:

- Não tornar IA em armas: regular contra uso de armamentos e ciberarmamentos autônomos, que utilizem IA.
- O responsável não é a IA: o uso da IA deve estar sujeito às leis existentes que se aplicam aos seres humanos. Pessoas devem ser responsáveis por danos causados pela IA. Algumas vezes o culpado é quem desenvolveu a IA, em outras, é o dono da ferramenta que usa IA, e outras vezes a culpa deve recair sobre quem está usando a IA.
- Aplicações de IA devem deixar claro que não são pessoas. Assim, *chatbots* e equivalentes devem se identificar como máquinas e se comentários sobre notícias e propagandas forem feitos por máquinas, isso deve estar claro para quem os recebe.
- Ferramentas que possuem IA não devem manter ou divulgar informação sem aprovação explícita da fonte. Para isso, deve estar de acordo com as boas práticas de respeito a privacidade, protegendo as pessoas de mau uso de dados coletados por dispositivos inteligentes (do original em inglês *smart devices*).
- IA não deve aumentar qualquer preconceito que exista nos sistemas atuais, mas sim reduzir. Isso está associado a uma importante linha de pesquisa para uma IA sem preconceitos. Muitas vezes, isso requer cuidado com variáveis sensíveis, que podem ser usadas para julgamentos preconceituosos.

A regulação da IA não é apenas um problema tecnológico, que possa ser facilmente atualizado para lidar com a criação de e com novas tecnologias. É também um problema de ciências sociais, requerendo para isso a contribuição de especialistas em ciências humanas, que possam melhor avaliar os diferentes aspectos que afetam a vida das pessoas. A escrita de uma boa regulação deve

passar por discussões e debates com a sociedade, para considerar os diferentes ângulos, ser clara e continuar válida no futuro.

Um exemplo típico de uma regulação que pode dar margens a diferentes interpretações é a aprovação de uma lei na Califórnia proibindo motociclistas de andarem sem capacete. Logo depois de entrar em vigor, um policial parou um motociclista que estava sem usar um capacete na cabeça. O motociclista sugeriu ao policial que lesse novamente a lei. A lei da Califórnia exigia que motociclistas usassem um capacete à prova de quebra e que o capacete estivesse firmemente apertado. O guarda não pôde multar o motociclista, pois ele tinha um capacete a prova de quebra e firmemente apertado, ao seu joelho

A regulação da IA é alvo de intensos debates, inclusive no Brasil.

### **Conclusões**

Independentemente de nossos desejos, a IA já está se tornando íntima de todos nós. O que temos que decidir agora não é mais se teremos ou não a IA, mas como teremos a IA. Para isso, temos que, prestando atenção em experiências passadas, de acesso e inclusão social a novas tecnologias, garantir que a IA veio para beneficiar a todos nós e que os riscos que receamos possam ser evitados. Isso é inseparável de um uso responsável da IA, que é uma IA justa, transparente e que respeite a privacidade das pessoas. Como toda nova tecnologia, a razão de sua existência deve ser melhorar a vida das pessoas, não deixando ninguém para trás.

### Notas

- 1 2 Notes from the ai frontier modeling the impact of ai on the world economy. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20AI%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-2018.ashx>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- 2 AI Artificial Intelligence Investment by Top 10 Countries. Disponível em: <<https://www.analyticsinsight.net/artificial-intelligence-investment-by-top-10-countries/>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- 3 Chinese search giant Baidu to create an electric vehicle company. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2021/01/11/chinese-search-giant-baidu-to-create-an-electric-vehicle-company.html>> Acesso em: 2 mar. 2021.
- 4 Artificial intelligence in the United Kingdom: Prospects and challenges. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Artificial%20intelligence%20in%20the%20United%20Kingdom%20Prospects%20and%20challenges/Artificial-intelligence-in-the-United-Kingdom-VF2.ashx>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- 5 AI in the UK: ready, willing and able?. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrcctties/files/ai\\_in\\_the\\_uk.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrcctties/files/ai_in_the_uk.pdf)> Acesso em: 4 mar. 2021.

- 6 AI Roadmap. Disponível em: <[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/949539/AI\\_Council\\_AI\\_Roadmap.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/949539/AI_Council_AI_Roadmap.pdf)>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- 7 AI for humanity. Disponível em: <<https://www.aiforhumanity.fr/en/>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- 8 Ethics guidelines for trustworthy AI, 2019. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- 9 Complete guide to GDPR compliance. Disponível em: <<https://gdpr.eu/>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- 10 Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Lei/L13709compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13709compilado.htm)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

## Referências

- ARRIETA, A. B. et al. Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, v.58, p.82-115, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253519308103?via%3Dihub>>.
- BOTARI, T. et al. Local Interpretation Methods to Machine Learning Using the Domain of the Feature Space. 30<sup>th</sup> European Conference on Machine Learning and Principles and 23<sup>rd</sup> Practice of Knowledge Discovery in Databases, PKDD/ECML 2019, Workshops (1), Communications in Computer and Information Science, v.1167, p.241-52, 2020. Springer. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-030-43823-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43823-4_21)>.
- ETZIONI, O. Point: Should AI technology be regulated?: yes, and here's how. *Communications ACM*, v.61, n.12, p.30-2, 2018. Disponível em: <<https://cacm.acm.org/magazines/2018/12/232893-point-should-ai-technology-be-regulated/fulltext>>.
- FACELI, K. et al. *Inteligência Artificial – Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina*. 2. edição. GrupoGen, 2021. Disponível em: <<https://www.grupogen.com.br/e-book-inteligencia-artificial-uma-abordagem-de-aprendizado-de-maquina>>.
- GOOD, I. J. Speculations Concerning the First Ultraintelligent Machine. *Advances in Computers*, v.6, p.31-88, 1966. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60418-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60418-0)>.
- GRGIC-HLACA et al. Human Perceptions of Fairness in Algorithmic Decision Making: A Case Study of Criminal Risk Prediction. In: PROCEEDINGS OF THE 2018 WORLD WIDE WEB CONFERENCE (WWW '18)., Geneva, p.903-12. DOI:<https://doi.org/10.1145/3178876.3186138>
- HAJIAN, S. et al. i. Fair pattern discovery. In: PROCEEDINGS OF THE 29TH ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING (SAC '14). Association for Computing Machinery, New York, USA, p.113-20, 2014. DOI:<https://doi.org/10.1145/2554850.2555043>

O'KEEFE, K.; BRIEN, D. O. *Ethical Data and Information Management: Concepts, Tools and Methods*. s. l.: Kogan Page Ltd., 2018. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/3265200>>.

PEREIRA, F. S. F. et al. Gradient Boosting Machine and LSTM Network for Online Harassment Detection and Categorization in Social Media. 30<sup>th</sup> European Conference on Machine Learning and Principles and 23<sup>rd</sup> Practice of Knowledge Discovery in Databases, PKDD/ECML 2019, Workshops (2), Communications in Computer and Information Science, v.1168. p.314-320, 2020 Springer. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-030-43887-6\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43887-6_25)>.

PRICE, H, VOLD, K. Living with AI. *Research Horizons*, v.I, n.35, p.20-1, February 2018. University of Cambridge. Disponível em: <[https://www.cam.ac.uk/system/files/issue\\_35\\_research\\_horizons.pdf](https://www.cam.ac.uk/system/files/issue_35_research_horizons.pdf)>.

REIS, M. C. G. *Fedro*. São Paulo: Penguin Companhia, 2016. Disponível em: <<https://www.companhiadasletras.com.br/detalhe.php?codigo=85146>>.

YANG, Z. et al. Investigating Grey-Box Modeling for Predictive Analytics in Smart Manufacturing. Proceedings of the ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Volume 2B: 43rd Design Automation Conference. Cleveland, Ohio, USA. August 6–9, 2017. V02BT03A024. ASME. Disponível em: <<https://doi.org/10.1115/DETC2017-67794>>.

YOUYOU, W. et al. Computers judge personalities better than humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.112, n.4, p.1036-1040, jan. 2015. Disponível em: <<https://www.pnas.org/content/112/4/1036>>.

WELLER A. Transparency: Motivations and Challenges. In: SAMEK, W. et al. (Ed.) *Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning*. Lecture Notes in Computer Science, v.11700, p.23-40, Springer, 2019. Disponível em: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-28954-6\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-28954-6_2)>.

*RESUMO* – Estamos usando tecnologias baseadas em Inteligência Artificial em um número crescente de sistemas e ferramentas. A Inteligência Artificial pode tornar reduzir a necessidade da presença humana em muitas atividades perigosas, monótonas e cansativas, nos liberando para atividades menos perigosas e mais desafiadoras e estimulantes. Ao mesmo tempo, a Inteligência Artificial pode aumentar riscos existentes e trazer novos riscos. Para evitar ou reduzir esses riscos, é necessário o desenvolvimento de novos algoritmos de Inteligência Artificial, ou seu uso de maneiras novas e inovadoras, levando em consideração questões éticas, sociais e legais.

*PALAVRAS-CHAVE*: Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, IA Responsável.

*ABSTRACT* – We are using Artificial Intelligence-based technologies in an increasing number of systems and tools. Artificial Intelligence can reduce the need for human presence in many dangerous, monotonous and tiring activities, freeing us for less dangerous and more challenging and stimulating activities. At the same time, Artificial Intelligence can increase existing risks and introduce new risks. To avoid or reduce these risks, new Ar-

tificial Intelligence algorithms must be developed or used in new and innovative ways, taking into account ethical, social and legal issues.

*KEYWORDS:* Artificial Intelligence, Machine Learning, Responsible AI.

*André Carlos Ponce de Leon Ferreira de Carvalho* é professor titular do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo (ICMC-USP), campus São Carlos. Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1A do CNPq e vice-presidente da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). @ – andre@icmc.usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-4765-6459>.

Recebido em 5.3.2021 e aceito em 12.3.2021.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, São Paulo, Brasil.

# Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos

JAIME SIMÃO SICHMAN<sup>1</sup>

## Introdução

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA), surgida na década de 1950, tem sua origem praticamente confundida com a própria origem do computador. Mais precisamente, no verão de 1956, ocorreu a Dartmouth College Conference,<sup>1</sup> que é considerada o marco inicial da IA. Os pesquisadores reconhecidos como pais da área, como John MacCarthy, Marvin Minsky, Alan Newell e Herbert Simon, entre outros, participaram desse evento e tiveram trajetórias científicas que estabeleceram marcos nesse fascinante domínio da Computação.

Como o nome mesmo insinua, a área sempre foi cercada de enormes expectativas, e em inúmeras vezes essas não foram completamente atingidas. Desse modo, a oscilação de humor em relação à área assemelha-se a uma curva senoidal, havendo períodos de grande entusiasmo e grande financiamento (como ocorre agora) seguidos por outros de decepção e recursos escassos. Estes últimos são conhecidos como *AI Winter* (Inverno da IA), como foram por exemplo os períodos entre 1975/1980 e 1987/1993.

Atualmente, atravessamos novamente um período de euforia sobre os possíveis benefícios que a IA pode prover. Tal otimismo se justifica por uma conjunção de três fatores fundamentais: (i) o custo de processamento e de memória nunca foi tão barato; (ii) o surgimento de novos paradigmas, como as redes neurais profundas, possibilitados pelo primeiro fator e produzindo inegáveis avanços científicos; e (iii) uma quantidade de dados gigantesca disponível na internet em razão do grande uso de recursos tais como redes e mídias sociais. Tal entusiasmo, entretanto, vem sido acompanhado por uma série de temores, alguns dos quais fundados.

O objetivo deste artigo é prover informações para que o leitor comum possa melhor entender os principais aspectos da IA, em que ela difere da computação convencional e como ela pode ser inserida nos processos organizacionais da sociedade humana. Além disso, busca evidenciar os grandes avanços e potenciais riscos que essa tecnologia, tal como qualquer outra, pode provocar caso os atores envolvidos na produção, utilização e regulação de seu uso não criem um espaço de discussão adequado destas questões.

## O que vem a ser IA?

Sempre que ocorre um entusiasmo com os resultados de uma tecnologia, existe uma tendência da mídia em fornecer definições e explicações, por vezes

não muito precisas, dos seus principais aspectos. Isso é, certamente, o que ocorre com a IA nos dias de hoje.

Em primeiro lugar, cabe ressaltar que não existe uma definição acadêmica, propriamente dita, do que vem a ser IA. Trata-se certamente de um ramo da ciência/engenharia da computação, e portanto visa desenvolver sistemas computacionais que solucionam problemas. Para tal, utiliza um número diverso de técnicas e modelos, dependendo dos problemas abordados. Portanto, é inadequado utilizar-se expressões como “a IA da empresa X”; mais adequado (porém com menos apelo) seria dizer “um sistema da empresa X que utiliza técnicas de IA”.

Ao invés de tentar fornecer uma definição de IA, mais adequado seria tentar caracterizar quais são os objetivos da área. Uma das primeiras tentativas desta abordagem, proposta em Rich e Knight (1991), é a seguinte: o objetivo da IA é desenvolver sistemas para realizar tarefas que, no momento: (i) são mais bem realizadas por seres humanos que por máquinas, ou (ii) não possuem solução algorítmica viável pela computação convencional.

Para entender melhor essa definição, necessita-se esclarecer o que vem a ser um *algoritmo*, palavra que também é bastante citada na mídia, às vezes de modo não muito preciso. Um algoritmo nada mais é do que uma sequência finita de ações que resolve um certo problema. Uma receita culinária, como a de um risoto, é um algoritmo. Assim, um algoritmo pode resolver problemas de tipos bastante diferentes: cálculo estrutural (projeto de uma ponte), processamento de dados (geração de uma folha de pagamentos) ou planejamento (definição de um pacote de turismo).

Qual a principal diferença entre esses problemas? Basicamente, certos problemas têm soluções exatas, como o projeto da ponte, o processamento da folha de pagamentos e a receita do risoto. Solução exata, nesse caso, significa que se os passos definidos no algoritmo forem executados exatamente na ordem definida, ter-se-á ao final uma ponte que resistirá às intempéries, uma folha de pagamentos sem futuros problemas com o fisco e um delicioso risoto à moda italiana.

Por outro lado, problemas como a definição do pacote de turismo não têm uma solução exata, ou uma única solução. Outros exemplos similares são produção de diagnósticos (médicos, legais), geração automática de diálogos, reconhecimento de imagens etc. No caso do pacote de turismo, como garantir que é o melhor a ser adquirido? Deve-se escolher primeiro o voo ou o hotel? Quais datas teriam um custo menor? Existe disponibilidade nessas datas para todos os recursos desejados (hotéis, voos, passeios), e em caso positivo as férias podem ser marcadas nesse período?

Uma possível abordagem para solucionar tais problemas seria tentar gerar *as possíveis soluções* até que se obtenha a primeira delas, ou até que se encontre a melhor delas, caso existam várias soluções. Tal abordagem, apesar de teoricamente plausível, quase sempre é inviável na prática: a quantidade de possíveis soluções geradas é muito grande, e mesmo com um computador muito potente

levaria muito tempo para obtê-las. Por exemplo, um problema de definição de rotas entre cidades poderia levar centenas de dias de processamento!<sup>2</sup>

Assim, tais problemas são usualmente mais bem solucionados por seres humanos, e na maioria dos casos de interesse não possuem solução algorítmica viável (em tempo de processamento) pela computação convencional.

Uma pergunta que se coloca então é a seguinte: Como nós, humanos, solucionamos esses problemas? Uma possível resposta é que utilizamos, de modo inato, um mecanismo de busca e poda: (i) geramos soluções candidatas ... mas quase nunca todas elas! (ii) escolhemos a melhor solução... de acordo com certo critério! e (iii) eventualmente, analisamos *a posteriori* o efeito das escolhas feitas... e as alteramos para o futuro i.e., aprendemos!

Assim, o domínio de IA se caracteriza por ser uma coleção de modelos, técnicas e tecnologias (busca, raciocínio e representação de conhecimento, mecanismos de decisão, percepção, planejamento, processamento de linguagem natural, tratamento de incertezas, aprendizado de máquina) que, isoladamente ou agrupadas, resolvem problemas de tal natureza. Para tal, podem utilizar paradigmas distintos, sendo os principais os paradigmas simbólico, conexionista, evolutivo e probabilístico.

Segundo o paradigma *simbólico*, deve-se inicialmente identificar o conhecimento do domínio (modelo do problema), para então representá-lo utilizando uma linguagem formal de representação e implementar um mecanismo de inferência para utilizar esse conhecimento.

Já no paradigma *conexionista*, a linguagem é uma rede de elementos simples, inspirada no funcionamento do cérebro, onde neurônios artificiais, conectados em rede, são capazes de aprender e de generalizar a partir de exemplos. O raciocínio consiste em aprender diretamente a função entrada-saída. Matematicamente, trata-se de uma técnica de aproximação de funções por regressão não linear.

O paradigma *evolutivo*, por sua vez, utiliza um método probabilístico de busca de soluções de problemas (otimização), onde soluções são representadas como indivíduos, aos quais se aplicam técnicas “inspiradas” na teoria da evolução como hereditariedade, mutação, seleção natural e recombinação (ou *crossing over*), para selecionar para as gerações seguintes os indivíduos mais adaptados, i.e., os que maximizam uma função objetivo (ou *fitness function*).

Finalmente, o paradigma *probabilístico* utiliza modelos para representar o conceito estatístico de independência condicional, a partir de relacionamentos causais no domínio. A inferência consiste em calcular a distribuição condicional de probabilidades dessa distribuição, e em alguns casos particulares de topologia, existem algoritmos bastante eficientes.

### **Agentes inteligentes**

Uma contribuição muito importante foi o surgimento do conceito de *agente inteligente* (Russell; Norvig, 2010), proposto em 1995, que se tornou um paradigma integrador da área. Esse paradigma gerou uma nova área de pes-

quiza, denominada *agentes autônomos e sistemas multiagentes*, dedicada a investigar como as acima mencionadas técnicas de IA poderiam ser integradas de modo mais eficaz e efetivo em um único agente e também como um conjunto destes agentes poderia interagir de forma coordenada e cooperativa, visando resolver um problema quando nenhum deles de forma isolada poderia fazê-lo. Um conjunto de veículos autônomos seria um exemplo de um sistema multiagentes: não basta que cada um decida o melhor roteiro para atingir a meta de seu passageiro, mas é necessário que os veículos cooperem e se coordenem, para não causarem acidentes, como usualmente ocorre com condutores humanos.

Nessa nova e fascinante área de pesquisa, surgiram algumas definições importantes do que seria um agente, como a inicialmente proposta por Wooldridge (1997 apud Jennings, 1999, p.1): “Um agente é um sistema computacional encapsulado que está situado em algum ambiente, e que é capaz de ação autônoma e flexível naquele ambiente, a fim de cumprir seus objetivos”.

A inserção da dimensão organizacional e a interação com os usuários foi proposta na sequência em Boissier e Sichman (2004, p.5): “Um agente é entidade real ou virtual, que é autônoma, pró-ativa, reativa e social, sendo capaz de exibir atividade organizada de modo a atingir seus objetivos, eventualmente interagindo com usuários”.

Em ambas as definições, menciona-se o conceito de *autonomia*, crucial para que se possa refletir sobre os possíveis efeitos positivos e negativos da interação desses sistemas com os seres humanos.

### **Agentes autônomos**

Costuma-se encontrar na literatura de IA várias definições para o termo autonomia. Quase todas são definições relacionais, associadas a pelo menos quatro significados muito diferentes, como inicialmente discutido em Sichman (1995, p.50):

- autonomia em relação ao *design*: um agente é autônomo se ele tem sua própria existência, independente da existência de outros agentes, como proposto em (Demazeau; Müller 1990). Anos mais tarde, tal abordagem materializou-se na chamada “computação baseada em serviços”;
- autonomia em relação ao *ambiente*: um agente autônomo é um agente que deve trabalhar em ambientes dinâmicos e incertos, que só podem ser percebidos de modo imperfeito, que podem mudar como resultado de ações que não são controladas pelo próprio agente e sobre o quais os efeitos de suas ações nem sempre são previsíveis. Essa definição de autonomia é normalmente encontrada nos trabalhos de robótica móvel, como os elencados por (Nilsson, 1994) e também está muito próximo da noção de *autopoiese* citada em (Bourgine, 1995);
- autonomia em relação aos *próprios objetivos*: um agente autônomo é um agente que pode atingir seus objetivos por conta própria. Ele não tem não necessidade *a priori* de cooperar com outros agentes, e caso decida

fazê-lo tal escolha se deve a uma possível melhoria de sua atuação. Essa noção de autonomia, bem como outra em relação à localidade (local ou global) da tarefa a ser realizada, foi usada em (Demazeau; Müller, 1990) para classificar comportamentos possíveis de um agente de negócio (coabitância, cooperação, colaboração e distribuição), sendo posteriormente refinada em (Ferber, 1995) para propor a noção de situações de interação entre agentes;

- autonomia em relação às *motivações*: um agente autônomo é um agente que tem a liberdade de escolha para interagir socialmente. É a partir do conteúdo de seu estado mental que ele decide cooperar ou não, adotar objetivos de outros agentes ou não etc., como discutido em (Castelfranchi, 1990). Em outras palavras, o significado do termo significa que um agente não é necessariamente benevolente, podendo *decidir* atingir um objetivo ou não, cooperar com outros agentes ou não.

Mais recentemente, tal caráter plurifacetado de noção de autonomia foi reiterado em (Dignum, 2019, p.18):

É importante notar que sistema autônomo é um termo impróprio, pois nenhum sistema é autônomo em todas as situações e para todas as tarefas [...] Autonomia não é uma propriedade intrínseca de um sistema, mas sim o resultado da sua interação com a tarefa, contexto e ambiente [...] Não se trata de uma propriedade emergente, mas de algo que deve ser projetado no sistema.

Certamente, a definição de autonomia em relação às suas motivações é a que provoca mais discussões no contexto das atuais e (potencialmente) futuras aplicações de IA. Deve-se certamente discutir até que ponto se deseja que um dispositivo inteligente seja autônomo nesse sentido: talvez seja adequado aceitar a autonomia de um aspirador de pó robótico (afinal, não seria necessário informá-lo qual local deve ser limpo em primeiro lugar), mas talvez esse não fosse o caso de um agente inteligente de reserva de viagens (talvez fosse mais adequado que ele sugerisse opções mas não tomasse a iniciativa de comprá-las antes de uma confirmação do usuário).

Um trabalho muito interessante que propõe uma discussão nesse sentido é o proposto em Falcone e Castelfranchi (2000), onde se discutem graus de autonomia distintos que podem ser outorgados a esses agentes artificiais, fundeados em métricas de confiança baseadas no histórico de interações anteriores. Similarmente ao que ocorre na sociedade humana, talvez numa primeira interação entre um docente e seu orientado, o primeiro explique muito mais detalhadamente os procedimentos experimentais que devem ser realizados; à medida que mais interações bem-sucedidas ocorram, no futuro provavelmente pode ocorrer que o docente delegue certa autonomia de planejamento ao seu orientado. Um exemplo de autonomia de planejamento, no contexto de interações entre agentes inteligentes autônomos, pode ser visto em Maia e Sichman (2020).

No caso particular de interações entre tais agentes inteligentes e humanos, um grande desafio é incorporar tais graus de autonomia nos chamados sistemas sociotécnicos.

### **Interação humano-agente**

Antes de analisarmos os avanços e riscos potenciais da IA *per se*, cabe introduzir o conceito de Sistemas Sociotécnicos (SST). O termo foi cunhado por Eric Trist, Ken Bamforth e Fred Emery, na era da Segunda Guerra Mundial, derivado de seu estudo com trabalhadores em minas de carvão inglesas no Instituto Tavistock em Londres (Trist et al., 2013).

A abordagem, segundo Appelbaum (1997), parte da premissa de que organizações são compostas de elementos sociais e técnicos, que trabalham conjuntamente para realizar as tarefas organizacionais. Tal atuação conjunta gera tanto produtos físicos como resultados sociais/psicológicos. O foco da abordagem consiste em possibilitar que os dois elementos gerem resultados positivos, diferentemente dos métodos convencionais em que as pessoas se adaptam e se ajustem aos elementos técnicos.

Tais sistemas já estão presentes em nossas vidas há pelo menos duas décadas: basta pensar nas nossas experiências com diversos tipos de *call-center* ou serviços bancários. Atualmente, na maioria dos casos, os elementos técnicos fornecem subsídios para que humanos possam tomar decisões. Há instâncias para recursos que podem, em certos casos, alterar decisões tomadas de forma equivocada, inclusive aplicando eventualmente sanções aos atores envolvidos para aprimorar os resultados futuros do sistema. Entretanto, a inserção da tecnologia de IA em tais sistemas pode alterar tal prática, fazendo que os próprios elementos técnicos possam tomar algumas decisões. Tal mudança de paradigma não é necessariamente boa ou ruim, mas tais sistemas necessitam incorporar outras propriedades inerentes à interação humana.

### **IA responsável**

Em seu trabalho seminal sobre IA Responsável, Virginia Dignum (2019) sintetiza num livro fascinante como deve-se desenvolver e utilizar IA de modo responsável. A autora advoga que uma postura ética deve ser adotada em três instâncias distintas:

- no processo de *projeto* de tais sistemas, garantindo que as equipes tenham em mente e antevejam as possíveis consequências do sistema para os indivíduos e sociedades;
- no projeto do *comportamento* de tais sistemas, visando representar de forma adequada capacidades de raciocínio ético nos agentes inteligentes;
- no *código de conduta* dos projetistas e desenvolvedores, mediante uma regulação adequada e processos de certificação que garantam um comportamento adequado dos atores envolvidos, como já existe em outras profissões.

Para a primeira dimensão (ética no projeto), a autora propõe uma abordagem denominada *ART of AI*, que garante que os valores humanos e princípios éticos, suas prioridades e escolhas sejam explicitamente incluídos nos processos de *design* de forma transparente e sistemática. Tal abordagem é composta por três partes:

- prestação de contas (*accountability*) se refere à necessidade do sistema de IA explicar e justificar suas decisões e ações para seus parceiros, usuários e outros com quem o sistema interage;
- responsabilidade (*responsibility*) se refere ao papel das próprias pessoas e à capacidade dos sistemas de IA de responder por uma decisão e identificar erros ou resultados inesperados. À medida que a cadeia de responsabilidade cresce, são necessários meios para vincular as decisões dos sistemas de IA ao uso justo dos dados e às ações das partes interessadas envolvidas na decisão do sistema;
- transparência (*transparency*) refere-se à necessidade de descrever, inspecionar e reproduzir os mecanismos pelos quais os sistemas de IA tomam decisões e aprendem a se adaptar ao seu ambiente e à governança dos dados utilizados e criados. Os algoritmos de IA atuais são basicamente caixas-pretas. No entanto, reguladores e usuários exigem explicação e clareza sobre os dados usados. Métodos são necessários para inspecionar algoritmos e seus resultados e para gerenciar dados, sua proveniência e sua dinâmica.

Quanto à segunda dimensão (ética no comportamento), deve-se levar em conta que as sociedades humanas usualmente seguem *normas* para facilitar a interação. Tais normas, em muitos casos, levam em conta valores morais para embasar decisões. Assim, um grande desafio é incorporar tais normas e valores em sistemas de IA. Tal assunto vem sendo tratado pelos pesquisadores da área há mais de vinte anos, por exemplo na série de workshops denominada Coordination, Organization, Institutions and Norms in agent systems (Coin, 2005). Trata-se de embasar tais agentes autônomos com mecanismos de decisão que possam ser também baseados em sentimentos e valores morais, como proposto em Bazzan et al. (2002), ou que possam julgar a dimensão ética de seu próprio comportamento e dos comportamentos de outros agentes, como apresentado em Cointe et al. (2016). Além dessa perspectiva individual, necessita-se também prover mecanismos de governança adequados, que possam eventualmente sancionar comportamentos distintos dos esperados por estes agentes, como proposto em Nardin et al. (2016).

A questão da transparência é uma condição necessária para tais agentes inteligentes possam argumentar e explicar as decisões por eles tomadas.

### **IA explicável e IA para o bem**

Os chamados sistemas de IA explicáveis incorporam processos de explicação que permitem aos usuários obter informações sobre os modelos e decisões do

sistema. O Explainable Artificial Intelligence workshop (XAI, 2018), evento satélite da ECAI/IJCAI 2018, ocorrida em Estocolmo, Suécia, possibilitou reunir pesquisadores interessados em IA, interação homem-computador, modelagem cognitiva e teorias cognitivas de explicação e transparência. Um tema fundamental, dado seu sucesso recente, foi como adicionar explicações a técnicas de aprendizado profundo, quase sempre baseados em modelos de caixa-preta, cujos parâmetros internos e seus respectivos valores são pouco entendidos pelo usuário.

A preocupação com as finalidades de uso de sistemas de IA também têm sido objeto de debate nos últimos anos. O AI for Social Good workshop (AI4G 2019), evento satélite da IJCAI 2019, ocorrida em Macao, China, teve como objetivo explorar como a IA poderia contribuir para resolver problemas sociais.

Já o Responsible Artificial Intelligence Agents workshop (Raia, 2019), evento satélite do AAMAS 2019, ocorrido em Montreal, Canadá, reuniu pesquisadores de IA, ética, filosofia, robótica, psicologia, antropologia, ciências cognitivas, direito, estudos de governança regulatória e engenharia para discutir e trabalhar sobre os complexos desafios relacionados ao projeto e à regulamentação de sistemas de IA. Concentrou-se em três aspectos que juntos podem garantir que a IA seja desenvolvida para o bem da sociedade (por exemplo, contribuindo para os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU), usando processos verificáveis e responsáveis, e que seu impacto seja governado por instituições e mecanismos justos e inclusivos.

Tais preocupações também têm norteado a criação de centros interdisciplinares para a formação de alunos na área. A UK Research and Innovation (UKRI) é uma agência de financiamento britânica que trabalha em parceria com universidades, organizações de pesquisa, empresas, instituições de caridade e governo para criar o melhor ambiente possível para a pesquisa e inovação florescerem. Em particular, apoiou recentemente a criação de 16 Centros de Treinamento de Doutorado (CDT) em Inteligência Artificial, visando formar 1.000 estudantes de doutorado para explorar o potencial da IA para transformar a maneira como trabalhamos e vivemos. As áreas de pesquisa são diversas, envolvendo desde saúde e mudanças climáticas a ética e música. Entre tais centros, podem-se destacar o Centre for Doctoral Training in Safe & Trusted AI (STAI, 2019), envolvendo o King's College e o Imperial College, em Londres, e o Centre for Doctoral Training in Accountable, Responsible and Transparent AI (ART-AI, 2019), sediado na University of Bath.

### **Avanços e riscos da IA**

Há cinco anos, num artigo divulgado no *Jornal da USP* que foi escrito juntamente com meus colegas Fabio Cozman e Claudio Pinhanez, ambos hoje à frente do Centro de Inteligência Artificial da USP (C4AI),<sup>3</sup> já apontávamos para os grandes avanços da IA nas últimas décadas (Sichman et al., 2016):

[...] é inegável o tremendo sucesso pragmático de tecnologias ligadas à IA. Sistemas de busca de informação e de recomendação de produtos são

parte de nossa experiência cotidiana. Tais produtos aprendem a partir de dados e decidem com base em regras e em experiências passadas. O sistema financeiro também depende fortemente de programas com capacidade de raciocínio e decisão, que hoje comandam grandes investimentos em bolsas ao redor do mundo. Usamos hoje também sistemas de diagnóstico automático, sistemas comerciais de análise e organização de documentos e até mesmo veículos aéreos não tripulados (drones) para fins pacíficos e militares. Em resumo, nosso mundo já é um mundo no qual máquinas apresentam comportamentos tipicamente associados à “inteligência” [...].

Nesse mesmo artigo, também mostramos que os temores a respeito de robôs aniquiladores da raça humana não poderiam ser construídos com a tecnologia atual:

[...] Considerando a tecnologia de computadores em silício, base da computação hoje e nas próximas décadas, é difícil imaginar como isso seria possível. Um computador com uma capacidade de processamento equivalente àquela de um cérebro humano teria de ser pelo menos mil vezes mais rápido que o mais rápido computador hoje existente. E teria que consumir energia na grandeza de hidrelétricas e dissipar calor usando o sistema de ar-condicionado de um arranha-céu. Como produzir – e dissipar! – tanta energia em um robô é um desafio que a tecnologia do silício dificilmente conseguirá resolver. (ibidem)

Num artigo interessante, Thomas Dietterich e Eric Horvitz (2015) elencaram cinco classes de riscos envolvendo o uso de sistemas de IA:

- *falhas (bugs)*: Quaisquer sistemas de software apresentam falhas. Vários sistemas de software convencionais foram desenvolvidos e validados para atingir altos níveis de garantia de qualidade; por exemplo, sistemas de piloto automático e de controle de espaçonaves são cuidadosamente testados e validados. Práticas semelhantes devem ser aplicadas aos sistemas de IA;
- *segurança (cybersecurity)*: Os sistemas de IA são tão vulneráveis quanto qualquer outro software a ataques cibernéticos. Por exemplo, ao manipular dados de treinamento ou preferências e trade-offs codificados em modelos de utilidade, adversários podem alterar o comportamento desses sistemas;
- *aprendiz de feiticeiro (sorcerer's apprentice)*: Um aspecto importante de qualquer sistema de IA que interage com as pessoas é que ele deve raciocinar sobre o que estas pretendem, em vez de executar comandos literalmente. Um sistema de IA deve analisar e compreender se o comportamento que um ser humano está solicitando pode ser julgado como “normal” ou “razoável” pela maioria das pessoas;
- *autonomia compartilhada (Shared autonomy)*: Construir esses sistemas colaborativos levanta um quarto conjunto de riscos decorrentes de desafios sobre fluidez de engajamento e clareza sobre estados internos e

objetivos dos envolvidos no sistema. Criar sistemas em tempo real onde o controle precisa mudar rapidamente entre as pessoas e os sistemas de IA é difícil;

- *impactos socioeconômicos*: Precisamos entender as influências da IA na distribuição de empregos e na economia de forma mais ampla. Essas questões perpassam a ciência e engenharia da computação, chegando ao domínio das políticas e programas econômicos que podem garantir que os benefícios dos aumentos de produtividade baseados em IA sejam amplamente compartilhados.

Dentre estes riscos, os três últimos merecem maior atenção, por serem mais particulares ao uso da tecnologia de IA.

## Conclusões

Sob qualquer perspectiva e métrica, é inegável que a IA alcançou um tremendo sucesso. As maiores empresas da economia mundial, como as Big Techs, são efetivamente empresas de IA. Como mencionado na introdução, tal sucesso se deu pelo barateamento dos custos de processamento e de memória, surgimento de novos paradigmas, como as redes neurais profundas e a enorme quantidade de dados disponível nas redes e mídias sociais.

Novamente fazendo referência ao trabalho de Virginia Dignum (2019) sobre IA Responsável, a questão ética dos sistemas de IA que já fazem parte do nosso cotidiano deve ser ressaltado:

O desenvolvimento e o uso da IA levantam questões éticas fundamentais para a sociedade, que são de vital importância para o nosso futuro. Já existe muito debate sobre o impacto da IA no trabalho, interações sociais (incluindo cuidados de saúde), privacidade, justiça e segurança (incluindo iniciativas de paz e guerra). O impacto social e ético da IA abrange muitos domínios, por exemplo, os sistemas de classificação de máquinas levantam questões sobre privacidade e preconceitos e veículos autônomos levantam questões sobre segurança e responsabilidade. Pesquisadores, decisores políticos, indústria e sociedade reconhecem a necessidade de abordagens que garantam as tecnologias de IA de uso seguro, benéfico e justo, para considerar as implicações da tomada de decisão ética e legalmente relevante pelas máquinas e o status ético e legal da IA. Essas abordagens incluem o desenvolvimento de métodos e ferramentas, atividades de consulta e treinamento e esforços de governança e regulamentação.

Para encerrar, cabe lembrar uma frase do fundador da Cibernética, Norbert Wiener, que faz parte do artigo “Some Moral and Technical Consequences of Automation”, publicado na revista *Science*, em 1960: “*Se usarmos, para atingir nossos objetivos, um órgão mecânico em cujo funcionamento não podemos interferir de forma eficaz ... é melhor estarmos bem certos de que o propósito colocado na máquina é aquele que realmente desejamos*”.

## Notas

- 1 Disponível em: <<https://250.dartmouth.edu/highlights/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth>>.
- 2 Imaginando-se um método de busca em largura, que para atingir a cidade destino deva avaliar roteiros que passam por oito cidades intermediárias, onde cada uma delas tivesse ligações diretas com dez outras cidades e que o computador pudesse analisar mil alternativas por segundo.
- 3 Disponível em: <<http://c4ai.inova.usp.br/>>.

## Referências

- AI4G. AI for social good, IJCAI 2019 Workshop, Macao, China. Disponível em: <<https://aiforgood2019.github.io/>>.
- APPELBAUM, S. H. Socio-technical systems theory: an intervention strategy for organizational development. *Management Decision*, v.35, n.6, 1997.
- ART-AI. Centre for Doctoral Training in Accountable, Responsible and Transparent AI, University of Bath, UK, 2019. Disponível em: <<https://cdt-art-ai.ac.uk/>>.
- BAZZAN, A. L. et al. Evolution of agents with moral sentiments in an iterated prisoner's dilemma exercise. In: *Game theory and decision theory in agent-based systems*. Springer, 2002. p.43-64.
- BOISSIER, O.; SICHMAN, J. Organization oriented programming. Tutorial Notes. In: 3rd. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTI-AGENT SYSTEMS (AAMAS 2004), New York, USA, 2004.
- BOURGINE, P. Models of self-teaching agents and the emergence of the symbolic level. In: *Pre-proceedings of the invited lectures of the 1st European Conference on Cognitive Science*, St. Malo, 1995.
- CASTELFRANCHI, C. Social power: A point missed in multi-agent, DAI and HCI. In: DEMAZEAU, Y.; MÜLLER, J.-P. (Ed.) *Decentralized A. I*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1990. p.49-62.
- COIN. Coordination, Organization, Institutions and Norms in Agent Systems (COIN). 2005. The International Workshop Series. Disponível em: <<http://www2.pcs.usp.br/coin/>>.
- COINTE, N. et al. Ethical judgment of agents' behaviors in multi-agent systems. In: JONKER, C. M. et al. (Ed.) *Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems*. Singapore, May 9-13, 2016, p.1106-14. ACM.
- DEMAZEAU, Y.; MÜLLER, J.-P. Decentralized artificial intelligence. In: DEMAZE-  
AU, Y.; MÜLLER, J.-P. (Ed.) *Decentralized A. I*. Amsterdam: Elsevier Science Publi-  
shers B. V., 1990. p.3-13.
- DIETTERICH, T. G.; HORVITZ, E. Rise of concerns about AI: reflections and direc-  
tions. *Communications of the ACM*, v.58, n.10, p.38-40, 2015.
- DIGNUM, V. *Responsible Artificial Intelligence - How to Develop and Use AI in a Res-  
ponsible Way*. Artificial Intelligence: Foundations, Theory, and Algorithms. Springer,  
2019.

FALCONE, R.; CASTELFRANCHI, C. Grounding autonomy adjustment on delegation and trust theory. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, v.12, n.2, p.149-51, 2000.

FERBER, J. *Les Systèmes Multi-Agents: Vers une Intelligence Collective*. Paris: InterEditions, 1995.

JENNINGS, N. R. Agent-oriented software engineering. In: GARIJO, F. J.; BOMAN, M. (Ed.) *Multiagent System Engineering, 9th European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World, MAAMAW '99*. Valencia, Spain, June 30 - July 2, 1999, *Proceedings*, v.1647 of Lecture Notes in Computer Science, p.1-7.

MAIA, A. V.; SICHMAN, J. S. Representing planning autonomy in agent organizational models. *Theoretical Computer Science*, v.805, p.92-108, 2020.

NARDIN, L. G. et al. Classifying sanctions and designing a conceptual sanctioning process model for socio-technical systems. *Knowledge Engineering Review*, v.31, n.2, p.142-66, 2016.

NILSSON, N. J. Telemorphic programs for agent control. *Journal of Artificial Intelligence*, v.1, p.139-58, 1994.

RAIA. Responsible artificial intelligence agents, AAMAS 2019 Workshop, Montreal, Canada. Disponível em: <<https://raia2019.blogs.dsv.su.se/>>.

RICH, E.; KNIGHT, K. *Artificial intelligence*. 2.ed. s.l.: McGraw-Hill, 1991.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence - A Modern Approach, Third International Edition*. s.l.: Pearson Education, 2010.

SICHMAN, J. S. *Du Raisonnement Social Chez les Agents: Une Approche Fondée sur la Théorie de la Dépendance*. Grenoble, 1995. Thèse (Doctorat) – Institut National Polytechnique de Grenoble.

SICHMAN, J. S. et al. É possível a máquina superar o ser humano? *Jornal da USP*, n.XXXI, 2016.

STAI. Centre for Doctoral Training in Safe & Trusted AI, King's College, UK. 2019. Disponível em: <<https://www.kcl.ac.uk/informatics/research/safe-trusted-ai>>.

TRIST, E. L. et al. *Organizational Choice (RLE: Organizations): Capabilities of Groups at the Coal Face Under Changing Technologies*. s.l.: Routledge, 2013.

WOOLDRIDGE, M. J. Agent-based software engineering. *IEE Proceedings on Software Engineering*, v.144, n.1, p.26-37, 1997.

XAI. Explainable artificial intelligence, ECAI/IJCAI 2018 Workshop, Stockholm, Sweden. Disponível em: <<http://home.earthlink.net/dwaha/research/meetings/faim18-xai/>>.

*RESUMO* – Este artigo tem como objetivo prover informações para que o leitor comum possa melhor entender os principais aspectos da IA, em que ela difere da computação convencional e como ela pode ser inserida nos processos organizacionais da sociedade humana. Além disso, busca evidenciar os grandes avanços e potenciais riscos que essa tecnologia, tal como qualquer outra, pode provocar caso os atores envolvidos na sua

produção, utilização e regulação não criem um espaço de discussão adequado destas questões.

*PALAVRAS-CHAVE:* Inteligência Artificial, Agentes inteligentes, Sistemas multiagentes, Agentes normativos, Regulação de sistemas autônomos.

*ABSTRACT* – The goal of this article is to provide information for the common reader to understand better the main aspects of AI, how it differs from conventional computing and how it can be inserted in the organizational processes of human society. The article also seeks to highlight the great advances and potential risks of this technology, like of any other, if the actors involved in its production, use and regulation do not create adequate space for discussing these issues.

*KEYWORDS:* Artificial intelligence, Intelligent agents, Multi-agent systems, Normative agents, Regulation of autonomous systems.

*Jaime Simão Sichman* é doutor em Engenharia de Computação pelo Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG), França. É professor titular do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais (PCS) da Escola Politécnica (EP) da Universidade de São Paulo (USP), onde ocupa os cargos de Chefe de Departamento (PCS) e de Presidente da Comissão de Pesquisa (EP). @ – jaime.sichman@usp.br / <https://orcid.org/0000-0001-8924-9643>.

Recebido em 10.3.2021 e aceito em 12.3.2021.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, São Paulo, Brasil.

# Inteligência Artificial e os rumos do processamento do português brasileiro

MARCELO FINGER<sup>1</sup>

## Introdução

ESTE ARTIGO apresenta um posicionamento frente aos desafios da área do Processamento de Língua Natural (PLN),<sup>1</sup> em particular em Língua Portuguesa. Essa área se encontra na confluência de diversas outras, como Ciência da Computação, Linguística, Lógica, Psicologia, dentre outras, e requer por natureza um tratamento multidisciplinar. Além disso, esse posicionamento está sendo feito no momento de grande explosão de pesquisas e aplicações dessa área do conhecimento, em que o que era antes tratado como ficção científica passa a ser visto como ciência de fato e é encontrado rotineiramente na vida das pessoas, com impactos acadêmicos, sociais e econômicos.

Os objetivos muitas vezes incertos ou mal definidos da área hoje se consolidam, ao menos no ponto de vista desse posicionamento, como a capacidade de capturar os fenômenos linguísticos dentro de um contexto em que diversos fenômenos cognitivos, sociais e até econômicos se inter-relacionam. Esta apresentação se centra nos esforços para a captura desse contexto.

Chegamos a esse ponto na história do processamento de língua natural surfando na confluência de diversas ondas. Por um lado, temos uma onda que começou lá atrás com o início da área de inteligência artificial na década de 1950 e com os estudos computacionais da linguagem humana; os estudos sobre a linguagem humana, é importante dizer, se iniciaram basicamente junto com a própria filosofia há mais de 2.500 anos. Por outro lado, temos a onda que foi formada pelo aumento da disponibilização de dados em formato digital acarretado pela explosão do uso da internet nos últimos 25 anos. Também precisamos apontar a onda gerada pelo barateamento do hardware que fornece a capacidade computacional necessária para o processamento moderno.

A Inteligência Artificial (IA), que abarca a linguística computacional, também chamada de processamento de língua natural, é uma área que sempre foi carregada de grandes expectativas, mas que espelhando o desenvolvimento da maioria das realizações humanas teve o seu início no ambiente inóspito e carente de recursos (computacionais e de dados), encontrou pontos em que quase foi à extinção, mas conseguiu se apoiar em eventos que ocorreram ao seu redor para florescer e se expandir.

Toda essa riqueza de recursos que encontramos nesse momento com o foco de estudos na área deixe de se centrar na falta de recursos e passe a se centrar nos reais objetivos da área. Temos que encarar as questões sobre se a captura dos fenômenos linguísticos em contexto é realmente o objetivo que deveríamos estar buscando. Devemos agora abordar quais são as consequências reais das ferramentas que empregamos nessa tarefa e os impactos positivos e negativos que elas podem ter na vida das pessoas que começam a interagir corriqueiramente com essa tecnologia.

Precisamos também entender a posição que o processamento de Língua Portuguesa ocupa nesse cenário e quais as melhores direções a serem tomadas para o seu desenvolvimento pleno.

Para apresentarmos esse posicionamento, iniciamos com uma breve apresentação do início da pesquisa na área, aquilo que chamei de desenvolvimento em um ambiente inóspito e de baixos recursos na segunda seção. Em seguida, na terceira seção, passamos a descrever inflexão exponencial gerenciada pela área. Com isso nos posicionamos para discutir os desafios a serem enfrentados no futuro próximo e nem tão próximo, quarta seção, para então podermos concluir sobre a nossa visão desse entrocamento de possibilidades em que nos encontramos após uma surpreendente subida e sobre os temores e responsabilidades que contemplamos nessa paisagem em que a pesquisa acadêmica deságua no mundo real.

### **A consolidação do Processamento de Língua Natural**

Neste trabalho oferecemos uma visão particular sobre os avanços, a princípio lentos, e então desnorteantes, da evolução do processamento de língua natural. Vamos apresentar o desenvolvimento deste processamento como uma sucessão de técnicas que tentam conquistar uma importante noção linguística, que apesar de não ser inicialmente óbvia, vai se consolidando ao longo do tempo: a noção de *contexto linguístico*.

O processamento computacional da linguagem pode ter diversas aplicações, desde a tradução automática entre linguagens, passando pela identificação de opiniões favoráveis ou desfavoráveis ao objeto do texto (uma atividade conhecida como análise de sentimento) até a mera identificação de qual elemento do texto é referido por um pronome resolução de anáfora pronominal). No entanto, ao descrevermos a evolução das técnicas de processamento, não vamos nos ater a qualquer tarefa em específico, visto que as técnicas parecem evoluir independentemente da tarefa em questão. Tampouco vamos tratar aqui do processamento da fala, que também tem experimentado importantes avanços, mas vamos nos ater ao processamento da linguagem escrita.

#### ***Regras***

O grande marco para o desenvolvimento do processamento de língua natural, pelo menos do ponto de vista da ciência da computação, se deu com o enfoque matemático da linguagem proposto pelo trabalho de Chomsky. Esse

trabalho identifica um conjunto de linguagens de fácil trato computacional, chamadas de linguagens livres de contexto (Chomsky, 1965). Essas ideias inovadoras na teoria linguística ocorreram ao mesmo tempo que nascia uma área que foi chamada de Inteligência Artificial (Newell; Simon, 1963), e que teve como uma das primeiras iniciativas a ideia de construir tradutor automático do russo para o inglês (Buchanan, 2005); era então o auge da guerra fria.

O fracasso resultante dessa primeira iniciativa de tradução automática evidenciou o alto grau de complexidade dessa tarefa e motivou o desenvolvimento de uma teoria que ficou conhecida como Teoria da Complexidade Computacional (Papadimitriou, 1994).

As gramáticas livres de contexto serviram de base para o desenvolvimento de linguagens artificiais de programação, impulsionadas pelo sucesso na construção dos primeiros *compiladores*, tradutores automáticos de linguagens de programação para as linguagens de máquina dos computadores daquela época (Hopcroft; Ullman, 1979). A sistematização do desenvolvimento dos compiladores investigou e explorou as propriedades computacionais das linguagens livres de contexto (Aho et al., 1986).

As gramáticas livres de contexto se assemelham muito a um conjunto de regras lógicas, e sua implementação em sistemas de computador se parece com o processo de inferência a partir de regras lógicas. Elas têm um aspecto como o seguinte.

Oração → Sujeito, Predicado

Predicado → Verbo\_Intransitivo

Predicado → Verbo\_Transitivo\_Direto, Objeto

É importante salientar que a formulação gramatical chomskiana *não* se utiliza de termos como Sujeito ou Objeto como categorias básicas, e esses foram utilizados aqui apenas como exemplos de apelo familiar a um grupo mais amplo de leitores. Note-se a dupla possibilidade de leitura de uma regra. Por exemplo, para gerar um predicado, temos que produzir um verbo intransitivo ou um verbo transitivo direto seguido de um objeto; por outro lado, a partir de um verbo transitivo direto seguido de um objeto, podemos constituir um predicado. Uma sequência de regras lógicas aplicadas na geração de uma sentença nos fornece também a sua estrutura sintática. Outra característica importante está no fato, que muitas vezes passa despercebido, que as categorias que compõem a estrutura sintática não são observáveis diretamente da sentença. Dessa forma, dada uma frase, é necessário um especialista humano para classificar cada expressão na sua correspondente categoria sintática, não havendo nenhum outro método de inspeção direta. O estudo de gramática foi mediado por seres humanos até recentemente, quando surgiram os primeiros trabalhos sobre *indução gramatical* (Clark; Lappin, 2010).

Um dos problemas em se impor um tratamento baseado em regras lógicas a expressões de língua natural está no fato de que todas as línguas humanas apre-

sentam o fenômeno da *ambiguidade*. A ambiguidade se apresenta em diversos níveis da linguagem, seja no contexto sonoro, no contexto lexical (palavras ambíguas), no contexto sintático, semântico, seja até mesmo pragmático. E o fato é que a resolução das ambiguidades necessita explorar o contexto linguístico em que as expressões ambíguas ocorrem, se ele existir, ou até o contexto cultural. As regras gramaticais são capazes de captar fenômenos como a ambiguidade sintática associada, bem como a ambiguidade semântica associada a ela. Porém, as regras, se livres de contexto, não são capazes de resolver essa ambiguidade (Carpenter, 1997).

Os enfoques baseados em regras ainda hoje trazem interesse na pesquisa, pois são capazes de apresentar uma abordagem composicional do tratamento da linguagem e, de acordo com essa visão, a semântica de uma sentença está diretamente associada à sua estrutura sintática (Benthem, 1995; Moortgat, 1997). Isso foi reconhecido como uma propriedade importante da análise de linguagem desde o início da Inteligência Artificial (Lambek, 1958), e já na década de 1980, induziu a um tratamento linguístico acoplado às tecnologias de inteligência artificial que foram produzidas naquela época (Pereira; Shieber, 1987). A abordagem composicional busca obter o significado de expressões linguísticas a partir do significado dos seus componentes e da estrutura sintática utilizada na sua composição.

As regras e métodos simbólicos também são úteis para explicar fenômenos linguísticos, mesmo que a automação das explicações seja inviável na prática. Isso explora um aspecto que permanece bastante interessante em relação às abordagens baseadas em regras lógicas, por sua capacidade de capturar relações causais. Voltaremos a falar em causalidade mais para a frente. O importante é notar que, já na década de 1980, ficou claro que a abordagem estritamente lógica era rígida demais para o desenvolvimento de aplicações que possam lidar com as nuances e a complexidades de fenômenos linguísticos.

### *Probabilidades*

Uma das primeiras propostas de generalização das gramáticas livres de contexto se deu pela atribuição de probabilidades a cada uma das regras gramaticais que poderiam ser aplicadas num determinado ponto (Charniak, 1993). Essa extensão visava resolver ambiguidades sintáticas por meio da escolha de uma dentre as diversas possíveis estruturas da sentença, de forma a priorizar aquela de maior probabilidade. No entanto, esse enfoque ainda assume que as regras gramaticais e suas probabilidades são entidades independentes umas das outras, o que faz que esse formalismo não seja capaz de capturar as interdependências entre as expressões e seu contexto (Manning; Schütze, 1999).

Probabilidades, no entanto, possuem uma série de propriedades interessantes, por terem a capacidade de expressar um resumo de toda uma configuração. Os modelos probabilísticos divergem da abordagem composicional, considerando que o significado de uma expressão é dado “pela companhia que ela man-

tém”, ou seja, o significado de uma expressão é dado pelos contextos em que ela ocorre (Manning; Schütze, 1999). Nessa visão, o contexto acaba sendo o elemento de atribuição da semântica das expressões linguísticas. Muito se critica essa visão do ponto de vista filosófico, pois ela não fornece os elementos básicos de atribuição de significado e permite uma recorrência infinita no processo de construção de significados. Porém, do ponto de vista computacional, essa visão possui o atrativo de não requerer nenhuma referência externa a não ser as próprias palavras que estão no texto, e boa parte do trabalho realizado em linguística computacional desde os anos 1990 se baseia nessa visão.

Dessa forma, foram surgindo diversos modelos probabilísticos de linguagem, dentre os quais destacamos os modelos baseados em Cadeias de Markov e os modelos baseados em n-gramas (Damerau, 1971). Uma cadeia de Markov é um processo estocástico em que o estado seguinte depende apenas do estado atual, e é independente de todo o histórico anterior dado o estado atual. A restrição de depender apenas de um estado anterior numa sequência discreta pode facilmente ser estendida para um número qualquer predeterminado de estados, conhecido como janela de observação. Dentro dessa janela, um processo markoviano é capaz de detectar as interdependências entre os elementos. Novamente a complexidade computacional cobra um preço, pois o número de relações de probabilidades que devem ser computadas explode exponencialmente como o número de elementos da janela. Assim, os processos markovianos analisam tipicamente janelas muito estreitas, de no máximo cinco elementos. Nenhuma janela de tamanho limitado é capaz de dar conta de diversos fenômenos linguísticos que ocorrem em todas as línguas humanas conhecidas, chamados de *dependências de distância ilimitada*. Por exemplo, nas expressões comparativas que utilizam o par mais/que, essas duas palavras podem ocorrer a uma distância qualquer e ilimitada:

Ela estudou *mais que* eu.

Eu como *mais doces que* ela.

Ele passou *mais* horas tocando piano *que* todo o resto da turma junto.

*Mais* vale um asno que me carregue *que* um cavalo que me derrube.

Nesse último exemplo há ainda outro “que”, pronome relativo, que aparece em posição intermediária e não faz parte da comparação. Não é à toa que a ambiguidade associada à palavra “que” é um pesadelo para o processamento do português.

Um modelo simplificado de linguagem muito usado no contexto probabilístico é o de considerar sentenças como “saco de palavras” (*bag of words*), ignorando a ordem em que as palavras ocorrem na sentença, reduzindo a sentença a uma contagem de seus componentes. Por exemplo, a última sentença do exemplo anterior é reduzida aos seguintes pares:

asno:1, carregue:1, cavalo:1, derrube:1, mais:1, me:2, que:3, vale:1, um:2.

Nenhuma estrutura sintática foi mantida, inclusive a conjunção e o pronome relativo que foram contabilizados como se fossem a mesma coisa.

Para aumentar a sensibilidade ao contexto, uma ideia de natureza probabilística que expande esse modelo é o chamado modelo de n-gramas. No caso de  $n = 1$ , ele é chamado de modelo de unigramas, cuja aplicação dá origem aos sacos-de-palavras. No caso  $n = 2$ , usamos pares de palavras na sequência que ocorrem. Desta forma ficaríamos com os bigramas: mais vale, vale um, um asno etc. Por exemplo, experimentos mostram que a utilização de bigramas para medir as probabilidades na análise de sentimento, ou seja, medir com que frequência uma sequência de duas palavras ocorre numa expressão positiva, negativa, ou neutra, acaba tendo uma eficiência muito boa em domínios limitados.

Ao aumentar o tamanho da sequência, no entanto, tratando de trigramas, tetragramas etc., temos um outro problema de natureza estatística que é a *espar-sidade* dos elementos. Ou seja, quanto mais longa for a expressão, mais rara ela será. Por exemplo, a probabilidade de ocorrência do trigrama “asno que me” é bastante baixa, isso pode fazer que diversos n-gramas sejam vistos pouquíssimas vezes. Existe uma grande chance de que, em um texto nunca visto antes, haja algum n-grama inédito, o que pode levar a probabilidade total do texto seja tratada como nula; isso é contraditório, dado que o texto efetivamente existe. Diversos métodos de *suavização de probabilidades* foram propostos para lidar com esses casos (Jurafsky; Martin, 2000).

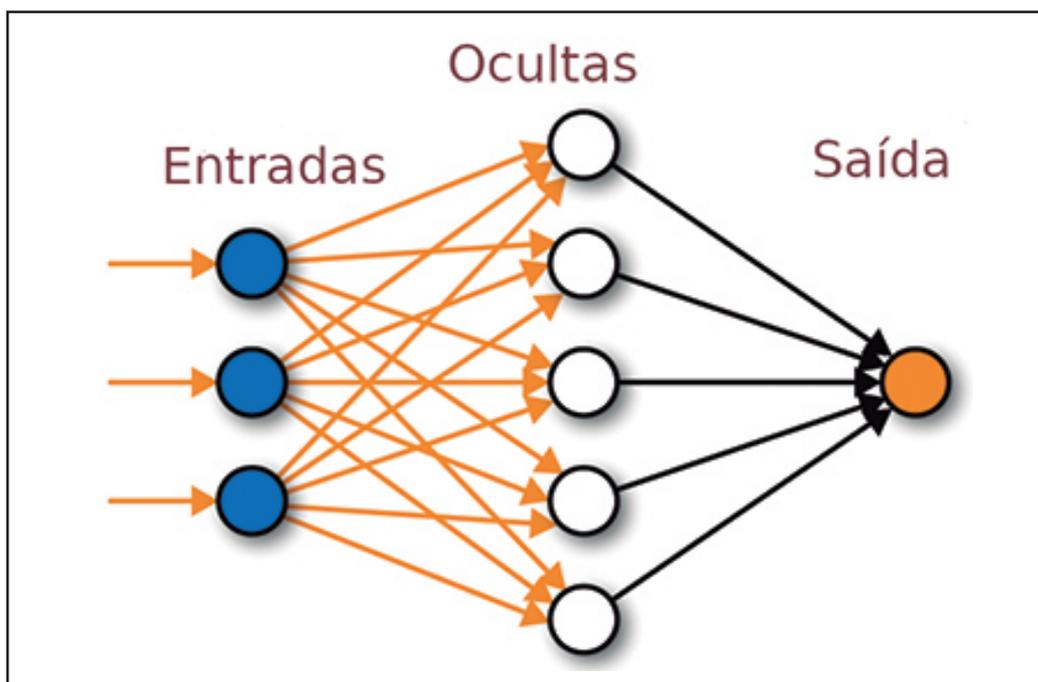
Por sua simplicidade, os modelos de n-gramas permanecem até hoje como uma ferramenta para ser usada em casos de poucos dados ou de necessidade de algum resultado com baixo tempo de desenvolvimento. As ideias de janela fixa e de saco-de-palavras são usadas em domínios específicos e até em modelos neurais (Mikolov et al., 2013). Modelos probabilísticos mais sofisticados também foram empregados utilizando redes bayesianas de arquitetura baseada em moldes (templates), para tratar de tarefas sofisticadas como a classificação de tópicos de um conjunto de textos, porém com problemas de eficiência devido ao alto custo computacional (Blei, 2003).

Modelos probabilísticos igualmente sofisticados tiveram grande aplicação na tradução de textos, com a utilização de corpus paralelos, que impulsionaram as pesquisas em tradução automática (Och; Ney, 2002; Koehn, 2009). Com essas técnicas, houve uma rápida melhora na qualidade das traduções, cujas limitações só foram ultrapassadas com o uso de redes neurais.

### *Redes neurais*

Redes neurais são uma classe de programas que se especializam no reconhecimento de padrões de dados apresentados (dados de treinamento) e que então são utilizados para processar conjuntos de dados desconhecidos (dados de testes). Desde sua concepção, esses sistemas são centrados na captura de elementos contextuais e seu desenvolvimento se deu a partir do aumento da capacidade de processamento e da complexidade dos padrões capazes de serem detectados pelas redes neurais.

As redes neurais possuem duas habilidades básicas, como classificadoras de dados e como preditoras de valores (interpoladoras e extrapoladoras) e ambas as capacidades foram exploradas ao longo do seu desenvolvimento. A história das redes neurais começa com um algoritmo chamado de Percéptron (Rosenblatt, 1958), seguida pelo desenvolvimento de métodos para treinar de forma supervisionada, fornecendo exemplos e respostas, mecanismos esses que sempre foram programas de computador baseados em álgebra linear (Novikoff, 1962; Rosenblatt, 1962; Aizerman et al., 1964). Esses Percéptrons foram combinados e organizados em redes multicamadas. Por uma analogia superficial percebida com circuitos de células do sistema nervoso, ficaram conhecidas como as redes neurais artificiais, e depois apenas como redes neurais, com suas diversas camadas conhecidas como camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída (Figura 1).



*Fonte:* Elaboração própria.

Figura 1 – Ilustração de rede neural artificial, com camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída.

O desenvolvimento das redes neurais experimentou muitos altos e baixos. Depois da atenção inicial despertada pelos percéptrons no final da década de 1950 e dos primeiros algoritmos da década de 1960, seguiu-se uma série de estudos teóricos que provaram limitações na sua expressividade (Minsky; Papert, 1969), o que atrasou o desenvolvimento da área em ao menos uma década, é que às vezes é chamado de “inverno das redes neurais”. O interesse nas redes neurais foi reavivado com a publicação, em 1986, de um algoritmo de treinamento

de redes multicamadas chamado de Algoritmo de Retropropagação (Rumelhart et al., 1986a/b), seguido de experimentos mostrando que essas redes podiam aprender a detectar padrões, e de estudos teóricos mostrando a capacidade e expressividade dessas redes de aprender em qualquer função contínua (Hornik et al., 1989; Maass et al., 1994; Bartlett et al., 1998).

Quem disse que procurar padrões seria fácil? Uma nova sequência de resultados desanimadores levantou uma série de problemas com o emprego das redes neurais multicamadas. Em primeiro lugar há uma necessidade muito grande de recursos computacionais para treiná-las. Em seguida, existem dois problemas de natureza estatística coligados, que ocorrem no treinamento dessas redes. Por um lado, essas redes podem sobreajustar e acabar decorando os dados de entrada, perdendo a capacidade de predição (*overfitting*) (Anderson; Burnham, 2004). Por outro lado, para obter um bom grau de generalidade nas predições, são necessárias quantidades muito grandes de dados que não estavam disponíveis aos pesquisadores antes do advento da internet, o que também levava a perda da capacidade de predição destas redes (*underfitting*) (Harrell, 2001). Mais ainda, redes neurais com muitas camadas, chamadas de redes profundas, apresentam fenômenos de instabilidade, conhecidos como desaparecimento de gradientes e explosão de gradientes (Hochreiter et al., 2001). Por fim, houve o amadurecimento de métodos de aprendizado de máquina, como os métodos estatísticos de tradução e o SVM (Vapnik, 1995). Tudo isso fez que, por volta da transição do milênio, o interesse na área Redes Neurais estivesse bastante esfriado nos centros de pesquisa pelo mundo, um segundo “inverno” das redes neurais.

Dois fenômenos levaram a um acalorado retorno no interesse nesta área. Um deles foi a disseminação da internet e a conseqüente explosão na quantidade de dados que se tornaram disponíveis para fins de busca e de pesquisa. O outro fenômeno foi a disseminação dos jogos de computadores que veio com a popularização dos computadores pessoais, causando uma demanda por um tipo de hardware especial para melhorar o desempenho visual dos jogos. Esse hardware se chama comumente de placa de vídeo, ou GPU, e consiste de unidades contendo inúmeras células paralelas e independentes de processamento, que são capazes de realizar apenas operações muito básicas como soma e produto de números. Ocorre que estas operações são justamente aquelas realizadas durante o treinamento das redes neurais, e quando disparadas de forma muito rápida e em processamento paralelo nas inúmeras unidades de uma GPU, ampliam a quantidade de dados que podem ser tratados, levando a uma ampliação das áreas em que as redes neurais podem ser usadas.

Esses avanços fizeram com que as redes neurais pudessem ser aplicadas na identificação de padrões em dados estruturados e em imagens, casos em que todos os dados são apresentados simultaneamente à rede. Mas no caso em que os dados são apresentados sequencialmente, como em textos, sinais de voz, vídeo, música ou qualquer sequência temporal de dados, uma rede neural multicama-

das não é capaz de captar padrões não triviais. Quando muito, as redes multicamadas condensam pequenas sequências e não obtêm expressividade maior que os métodos de sacos de palavras. Então, além da musculatura das GPU e da testosterona abundante nos dados, a área precisou recorrer à inteligência (natural).

### **Avanço acelerado**

A partir do ano 2012, houve uma inflexão na *performance* dos sistemas de processamento de língua natural, a qual passamos a apresentar aqui. Houve um grande avanço nas novas arquiteturas propostas para redes neurais que fizeram que a qualidade do processamento de língua natural tivesse uma aceleração nunca vista, e esse tipo de modelo passasse a dominar a maioria das aplicações em língua natural. Essas novas propostas só se tornaram viáveis por serem acompanhadas pela enxurrada de dados que passaram a estar disponíveis, bem como uma nova classe de equipamentos de hardware que permitiu o seu processamento.

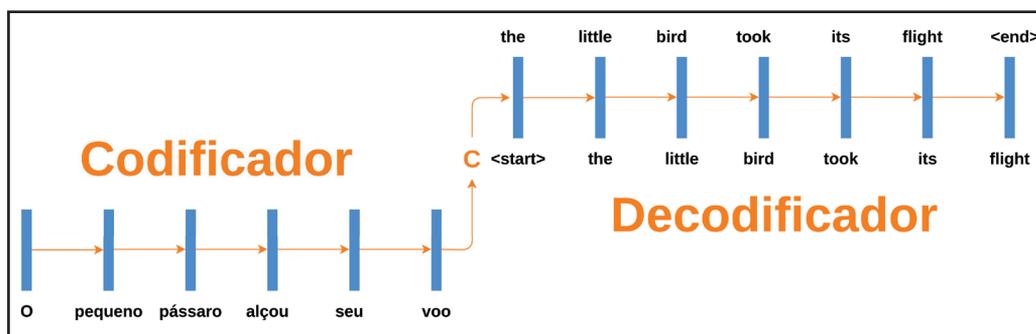
A atividade que mais impulsionou esse avanço foi justamente a tradução automática, tarefa que havia iniciado pesquisas de processamento de língua natural no auge da guerra fria. Até 2012, os métodos mais bem-sucedidos utilizados nessa tarefa tratavam de alinhar textos em duas línguas e computar as probabilidades de um trecho ser traduzido em outro. Com o aumento da disponibilidade de dados e da capacidade de processamento, arquiteturas mais profundas puderam ser exploradas, com diversas soluções para os problemas que já eram conhecidos, e que agora poderiam ser tratados com a abundância de recursos que passou a ficar disponível.

A principal arquitetura que permitiu avanços na tradução ficou conhecida pelo nome de sequência-para-sequência, ou arquitetura codificadora-decodificadora (Sutskever et al., 2014). Esse tipo de rede neural era capaz de computar um valor que possuía a expressividade de resumir (codificar) uma sequência de entrada, em um idioma, e então utilizar esta codificação para gerar uma nova sequência de saída em um outro idioma (Figura 2).

O modelo sequência-para-sequência finalmente superou a limitação imposta pelo processamento baseado em “saco-de-palavras” para permitir o tratamento de textos na ordem em que foram produzidos. No entanto, é importante notar que a expressividade dessa arquitetura decaiu com o tamanho da expressão, e a codificação consegue apenas captar ou resumir a informação de no máximo uma única sentença.

Esse tipo de arquitetura codificadora-decodificadora teve seus resultados amplificados por uma nova maneira de representar palavras em redes neurais. Com a disponibilidade de grandes repositórios de textos, chamados de *corpus* de textos, contando com quantidades da ordem de bilhões de palavras em contexto, pode-se representar as palavras em sequências numéricas, tecnicamente chamadas de vetores multidimensionais, que tentam capturar numericamente os contextos mais frequentes em que uma palavra pode acontecer. Essa ideia de

representar palavras por vetores faz parte do repertório do processamento de língua natural desde os primórdios, mas sua representação em modelos neurais profundos ficou conhecida como *word2vec* (uma condensação da expressão “palavra para vetor” em inglês) (Mikolov et al., 2013). Anteriormente a esse tipo de representação, as palavras eram representadas pelo seu índice num dicionário, num tipo de representação unária conhecida como *1-hot*, ou com cada dimensão do vetor associada explicitamente a uma dimensão linguística estática e não contextual. Além de captar o contexto em que uma palavra pode ocorrer, essa nova representação também representa uma compactação na representação de palavras que antes necessitavam de seqüências do tamanho do vocabulário, da ordem de dezenas de milhares, e agora passaram a ser representadas por pontos num espaço de dimensão muito menor, da ordem de dezenas.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 – Ilustração de rede neural artificial na arquitetura sequencia-para-sequência para a tradução entre línguas diferentes.

Essa nova representação foi aplicada em diversas tarefas de processamento de língua natural, como a análise de sentimento e a etiquetagem de trechos relevantes de um texto de acordo com a aplicação. Mas foi novamente da tradução automática que surgiu uma nova melhoria nas arquiteturas neurais, que amplificou ainda mais a sensibilidade ao contexto, muito além das janelas limitadas usadas no *word2vec*.

A arquitetura codificadora-decodificadora trata o texto apenas como uma seqüência, ignorando a estrutura sintática e semântica subjacente à comunicação de informações onipresente nas línguas humanas. Em particular, idiomas distintos ordenam os elementos em uma sentença de forma distinta. Por exemplo, em algumas línguas o verbo precede o objeto, enquanto em outras o verbo é o último elemento da sentença. Igualmente, em algumas línguas os adjetivos precedem o substantivo que qualificam, enquanto em outras o nome tende a anteceder seus qualificadores.

O conceito de *atenção neural* busca correlacionar expressões em uma língua, ou melhor dizendo, a codificação de expressões em uma língua, com a codificação de expressões em outra língua. A atenção neural é inserida como uma

camada entre a codificação e a decodificação (Bahdanau et al., 2016; Luong et al., 2015). Dessa forma, a atenção neural correlaciona entradas e saídas, o que permite capturar elementos de ordenação entre expressões relacionadas.

O conceito de atenção neural promoveu uma nova onda de avanços na área, que ficou em emblematizada no *slogan* “atenção é tudo o que se necessita” (Vaswani et al., 2017). Uma nova arquitetura chamada de *Transformer* foi proposta para explorar a autocorrelação, ou autoatenção, de uma longa expressão linguística consigo mesma. A arquitetura Transformer utilizada na tradução entre expressões realiza a autoatenção da entrada com entrada em várias camadas, da saída com a saída, também em várias camadas, além da tradicional correlação entrada com saída.

Em seguida, novas formas de treinar o modelo Transformer levaram ao desmembramento da arquitetura com um aumento significativo da acurácia nas aplicações de processamento de língua natural. O desmembramento do codificador gerou a arquitetura Bidirectional Encoder Representations from Transformers (Bert) (Devlin et al., 2019) e o desmembramento do decodificador gerou arquitetura geradora de textos GPT (Brown et al., 2020).

O sucesso do modelo Bert foi tão grande que gerou uma área de pesquisa chamada pelos seus praticantes de Bertologia, abarcando a série de modelos gerados a partir de modificações do modelo Bert original. Esse modelo é composto de duas fases. A primeira fase é chamada de modelo pré-treinado de linguagem, e consiste em um aprendizado autossupervisionado (uma forma de aprendizado não supervisionado) ao qual são submetidas quantidades enormes de texto; por exemplo, no caso do modelo pré-treinado Bert para o inglês foi treinado com 3,3 bilhões de instâncias de palavras e possui 340 milhões de parâmetros que devem ser aprendidos. O processo de pré-treinamento possui algumas tarefas, dentre as quais omitir algumas palavras de um texto e tentar prever essas palavras e verificar a correta ordenação de sentenças completas conforme o texto original. Os recursos computacionais necessários para o pré-treinamento são consideráveis. A segunda fase se chama processo de refinamento e é uma bem-sucedida aplicação da técnica de aprendizado por transferência. O refinamento parte do modelo pré-treinado com alguma possível extensão e adapta todos os parâmetros para uma tarefa específica que pode ser tanto de classificação quanto de marcação ou etiquetagem de textos. Outros modelos derivados do Bert foram propostos modificando ou simplificando o pré-treinamento, que geraram modelos de nomes como RoBERTa (Liu et al., 2019), XL-NET (Yang et al., 2020), DistilBERT (Sanh et al., 2020) e CamemBERT (Martin et al., 2020). O modelo pré-treinado para o português brasileiro recebeu o nome de BERTimbau (Souza et al., 2020) e foi obtido a partir de um corpus de 2,7 bilhões de instâncias de palavras BrWaC (Wagner Filho et al., 2018).

O modelo de GPT já está na sua terceira versão, e alcançou a surpreendente marca de mais de um bilhão de parâmetros a serem treinados. Trata-se de um

modelo de geração de texto que causa muita apreensão pois dada uma semente de texto ele é capaz de gerar um parágrafo coerente, o que levanta as sérias preocupações com o emprego ético de uma ferramenta como essa.<sup>2</sup>

### **Desafios do momento**

Vimos falando sobre os desenvolvimentos inéditos da área de processamento de língua natural e só agora, no final da apresentação, é que mencionamos a língua portuguesa. Não obstante os vertiginosos progressos, há muitos desafios a serem explorados tanto no processamento em geral quanto particularmente no processamento da língua portuguesa. Nem todos esses desafios cumprem uma agenda positiva, mas é preciso mencioná-los, o que faremos a seguir.

#### *Sintaxe, semântica ou pragmática?*

O grande impulso no processamento de língua natural, quer seja em inglês, em chinês ou em português, se deu utilizando uma classe de algoritmos chamados de redes neurais. Quando mencionamos regras sintáticas ou modelos probabilísticos, sabíamos que domínio da linguística estávamos encarando.

As regras sintáticas claramente descreviam a sintaxe da língua. Por outro lado, a ideia de que a semântica de uma palavra se dá pela companhia que ela mantém tenta capturar a natureza semântica de acordo com um determinado ponto de vista.

Então, cabe a pergunta: a classe de algoritmos que contém as redes neurais trata de qual dimensão linguística? Certamente, nelas não há nenhuma representação explícita da sintaxe da língua, como é o caso das gramáticas formais. Por outro lado, a representação numérica vetorial das palavras usadas pelas redes neurais como codificações intermediárias pode sugerir que essas redes tratam de uma espécie de representação de significado que poderia de ser chamada de *semântica vetorial*. Esse ponto de vista sofre o seguinte questionamento. Ao tratarmos um vetor como a representação de uma palavra em contexto, não sabemos o que esse vetor significa, ou seja, temos uma representação de significado para a qual não conhecemos o significado. Em suma, a semântica vetorial parece ser uma representação sem semântica.

Por outro lado, o seu treinamento é realizado com textos obtidos do uso da linguagem, e portanto deveria pertencer ao domínio linguístico da pragmática, não correspondendo a uma representação do seu significado, mas uma aproximação do seu uso em situações práticas. Igualmente à crítica da semântica vetorial, esta visão de uma representação pragmática inescrutável parece derrotar a própria concepção do conceito de representação.

Por falta de uma classificação melhor, os sistemas de redes neurais acabaram sendo enquadrados como *semânticas distribucionais*. Mais recentemente, o fato de que sistemas baseados em redes neurais podem ser enganados ou desvirtuados por meio de exemplos maldosamente arquitetadas (Bender; Koller, 2020) levou a uma crítica que diz que esses sistemas não representam nem a sintaxe, nem a semântica e nem a pragmática (ibidem). Em particular, a crítica emana

do fato de que não é possível atribuir significado meramente a partir da forma, ou seja, o fato de que as redes neurais estão confinadas a consumir apenas texto faz que esses mecanismos estejam impossibilitados de representação semântica de uma língua natural, uma vez que todas as línguas naturais humanas fazem referência ao mundo exterior, extralinguístico. Essa posição baseia-se no fato de que a aquisição de qualquer linguagem humana se dá pela interação afetiva com outros seres humanos que indicam ao aprendiz os referentes das expressões linguísticas. Assim, a atribuição de semântica para os elementos da linguagem é um processo sociolinguístico, que não pode ser capturado por qualquer algoritmo, rede neural ou outro, que esteja limitado a exemplos do campo linguístico apenas. Os métodos algorítmicos reconhecedores de padrões seriam limitados a capturar os estereótipos existentes na linguagem, que são uma fração superficial do fenômeno linguístico.

### *Correlação versus causalidade*

O comportamento de entidades inteligentes envolve a captura e o emprego e relações causais entre conceitos. No caso das ferramentas modernas de aprendizado automático, não está claro nem se elas são capazes de formular conceitos úteis para o raciocínio causal. Além disso, seu funcionamento centrado no aprendizado de padrões mostra que o foco está na obtenção de correlações probabilísticas entre os dados de treinamento. Em particular, a atenção neural é uma forma sofisticada de capturar correlações.

Há uma diferença importante entre correlação e causalidade. O segundo implica o primeiro, mas não o contrário. Dessa forma, é ilusório pensar que uma ferramenta que aprende correlações possui imediatamente um comportamento inteligente. Isso pode ser verificado nas diversas falhas observadas nas redes neurais.

Esses tropeços são talvez mais facilmente percebidos quanto as redes neurais são usadas no processamento de imagens. Sistemas treinados para classificar retratos de pessoas nas categorias masculino ou feminino acabam detectando correlações espúrias devido a vieses nos dados. Por exemplo, acabam inferindo que um fundo parecido com uma cozinha é indicador de um retrato feminino, mesmo que a figura no centro da foto seja de uma pessoa calva e com barba.

Esses fenômenos também se repetem no processamento de língua natural. O programa *word2vec*, que computa uma codificação para as palavras baseadas em sua ocorrência em milhares de textos apresentava a princípio comportamentos de aparente inteligência. Em um teste intrínseco ele era capaz de encontrar associações entre pares de palavras, do tipo homem está para rei assim como mulher está para  $X$ , encontrando  $X = rainha$ ; Itália está para Roma assim como o Japão está para  $X$ , encontrando  $X = Tóquio$ . No entanto, esse tipo de associação logo se mostrou problemático como exemplos do tipo: homem está para cirurgião assim como mulher está para  $X$ , encontrando  $X = enfermeira$ , em vez de encontrar  $X = cirurgiã$ . O que pode aparentar ser um sexismo implícito nas

redes neurais nada mais é que um artefato probabilístico, capturando um viés de caráter cultural, pois nos textos fornecidos para treinamento a probabilidade de enfermeira aparecer no contexto em que a palavra cirurgião também ocorre é muito maior do que a probabilidade de encontrar a palavra cirurgiã. Esse viés advém da identificação de um padrão global do conjunto de textos, mesmo que não haja nenhum texto explicitamente sexista no conjunto utilizado para treinamento. Esse comportamento revela um aprendizado de vieses escondidos, e acaba reproduzindo preconceitos latentes, demonstrando outro problema das redes neurais, que é o de repetir comportamentos do passado sem nenhum filtro crítico.

O mesmo fenômeno já foi observado utilizando outros programas além do word2vec, com a inserção de vieses em programas como Bert, GPT3, dentre outros (Bender; Koller, 2020). E na atual tecnologia, não há nada que possa ser feito a não ser inspecionar os dados de treinamento em busca de vieses conhecidos ou descobertos *a posteriori*, a fim de evitar o viés no próximo retreinamento, sem nenhuma garantia de que outros vieses escondidos não estejam manifestos nos dados.

Dessa forma, a fronteira de pesquisa em novos algoritmos de inteligência artificial em geral, e de processamento de língua natural em particular, deve buscar sanar a deficiência da incapacidade de aprender relações causais. Esse é um problema verdadeiramente difícil, pois até o estabelecimento de relações causais de forma não automática é bastante dispendioso e difícil nas áreas experimentais, tais como na medicina, psicologia e economia.

No momento temos investigações que buscam conectar modelos neurais com outras formas causais de raciocínio, tais como as redes bayesianas e o raciocínio lógico baseado em regras (Scarselli et al., 2009; Dwivedi et al., 2020). Essas pesquisas ainda precisam amadurecer para que possamos discutir os seus resultados, mas indicam uma linha a ser perseguida.

### *Problemas éticos*

Os problemas éticos do processamento de texto baseado em métodos de captura de padrões saltam aos olhos. Qualquer discussão que envolva a geração de artefatos estatísticos baseados em vieses implícitos nos dados tem o potencial de deflagrar inúmeros problemas éticos.

Por exemplo, mencionamos acima que métodos baseados em redes neurais são capazes de fazer emergir posturas sexistas implícitas num conjunto muito grande de dados, mesmo que não possamos apontar um único texto de matiz sexista no conjunto de dados usados para treinamento. Nesse caso, temos um padrão sexista, que sorrateiramente apresenta cirurgiões do sexo masculino ao lado de enfermeiras do sexo feminino, sem nunca apresentar uma cirurgiã do sexo feminino sendo instrumentada por um enfermeiro do sexo masculino. Dessa forma, os textos apenas descrevem cenas corriqueiras para o leitor, o qual não se dá conta do desequilíbrio na frequência em que há alguém do sexo masculino numa posição dominante auxiliado por uma pessoa do sexo feminino numa po-

sição coadjuvante. No entanto, esse padrão corriqueiro é capturado pelas redes neurais em sua análise de conjuntos extensos de dados e, dependendo da aplicação, pode ter o efeito de reproduzir e ampliar esse desequilíbrio nas frequências das observações.

Dessa forma, os programas de processamento de língua natural podem se tornar ferramentas de reforço e propagação de comportamentos eticamente questionáveis.

O que descrevemos acima não é uma característica única de algum tipo de aplicativo, nem de alguma tecnologia específica. Pelo contrário, ele é indissociável de toda atividade que visa a captura de informações a partir de contextos.

Sendo assim, é uma obrigação do treinamento de novos profissionais e especialistas na área de processamento de língua natural fazer com que os programadores, projetistas e demais envolvidos no processo da criação de aplicativos de processamento de linguagem estejam cientes dos problemas que este tipo de processamento pode causar. Já se conhece o suficiente sobre os efeitos colaterais desta área para que o processo de formação de recursos humanos seja necessariamente acompanhado instruções sobre o posicionamento ético dos envolvidos, da mesma forma como outras áreas que afetam a saúde e o bem-estar humano também já tratam durante a formação de profissionais do posicionamento ético frente a questões regularmente enfrentadas pela área.

#### *Desafios para o processamento do Português*

Quase tudo que foi mencionado acima, tanto na descrição do estado atual do processamento de língua natural, quanto na descrição dos desafios enfrentados pela área até o momento, omitiu quase que por completo o idioma específico em que esse tipo de processamento ocorre.

Na realidade, em se tratando de problemas dependentes de grandes quantidades de dados, há um enorme desbalanço na quantidade de ferramentas e na qualidade dessas, dependendo da quantidade de recursos linguísticos disponíveis para cada uma das línguas. Nesse cenário, línguas como o inglês e o chinês despontam como dominantes e outras, devido ao número de falantes, vêm logo a seguir, como espanhol e francês. Também há trabalhos que combinam recursos multilínguas, como é o caso da arquitetura Bert, para a qual a um pré-treinamento utilizando 104 línguas em contextos autógrafos extraídos da Wikipédia (Pires et al., 2019).

Embora o português seja uma dentre estas 104 línguas, em muitos casos ele ainda é tratado, devidamente, como uma linguagem de baixos recursos linguísticos, especialmente para o desenvolvimento de ferramentas baseadas em Big Data, com diversos trabalhos aceitos para conferências sobre línguas com baixos recursos (Salvatore et al., 2019).

Esse quadro não é tão crônico quanto o de outras línguas, sendo que para o português já foi organizado um corpus geral na linha de utilizar a web como fonte. Trata-se do corpus BrWaC (The Brazilian Portuguese Web as Corpus)

(Wagner Filho et al., 2018), o que já permite uma série de pesquisas linguísticas e computacionais com suas 2,7 bilhões de instâncias de palavras em português brasileiro. Inclusive, baseado nesse corpus foi treinado uma versão para o português brasileiro da arquitetura pré-treinada BERT, chamado de BERTimbau (Souza et al., 2020).

Não obstante essa realização recente, há um número muito grande de variantes pertencentes à área da Bertologia que estão surgindo em ritmo acelerado, e para que possamos atingir um nível de desenvolvimento no processamento de língua natural em português que nos remova definitivamente do rol das línguas com baixa quantidade de recursos linguísticos, é necessário um esforço dedicado à produção de recursos para o processamento do português. Tampouco um único corpus de textos em português brasileiro baseado na web é capaz de suprir todas as necessidades da pesquisa em linguística em geral, e linguística computacional em particular. Essas tarefas de geração de recursos e produção de um pipeline de processamento foram assumidas pelo núcleo de processamento de língua natural em português do recém-inaugurado Center for Artificial Intelligence (C4AI), sediado na Universidade de São Paulo e no momento financiado por um projeto IBM Fapesp de centro de engenharia.

Não se trata apenas de continuarmos a produzir corpus gerais bem como corpus etiquetados para serviço de base para o processamento do português, mas também de produzir uma linha de geração, um pipeline, para o treinamento de novas arquiteturas e novos aplicativos que permitam estender ao português os desenvolvimentos já obtidos em outros idiomas e, quem sabe, promover alguns novos desenvolvimentos originários em nossa língua.

## **Conclusão**

Após descrevermos os imensos avanços experienciados pela área de processamento de língua natural em prazos recentíssimos, bem como enumerarmos alguns dos enormes desafios enfrentados pela área no momento, é justo perguntar se todas essas realizações nos trazem algum conhecimento a mais sobre o fenômeno humano da linguagem.

Pode-se argumentar que todas essas realizações tecnológicas, não obstante a geração de produtos para o mercado e de facilitar uma série de serviços na era da informática, parecem não ter trazido nenhuma informação substancial sobre o processo humano de reproduzir e se comunicar por meio da linguagem. Os produtos do processamento de língua natural certamente ajudaram a alterar a forma de trabalho humano, alteração essa que foi imposta pela pandemia e que, ao menos em parte, já transformou de forma perene a maneira que estávamos acostumados a trabalhar. Seguindo essa linha de raciocínio, o processamento de língua natural teria se dissociado do estudo de linguagem.

Um segundo ponto de vista, bastante mencionado nos corredores e salas de café, é que a tecnologia acabará por matar o estudo tradicional da linguagem, relegando o estudo da linguística a um passado pré-tecnológico.

Nossa visão, em particular, considera que ambas estas visões são exageradas. A linguística é absolutamente fundamental para a área de processamento de língua, uma vez que essa tarefa computacional não explica a língua, não ajuda a prever nem a explicar as evoluções naturais das línguas. O processamento se concentra em o que fazer e como fazer, mas não tem muito a dizer sobre o porquê das coisas. Com o passar do tempo, todo o “oba-oba” se dissipará e o que restar poderá então ser apreciado sobre a ótica da racionalidade, e o que sobrar desse processo de filtragem será incorporado como parte da ciência.

Agradecimentos – O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001. Este trabalho foi executado no Centro de Inteligência Artificial (C4AI-USP) com apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo Fapesp 2019/07665-4) e da IBM Corporation. O autor recebeu apoio parcial dos projetos Fapesp 2020/06443-5 (Spira) e do CNPq 303609/2018-4 (PQ).

## Notas

- 1 Estamos dando preferência ao termo “língua natural” como uma tradução melhor da expressão *natural language*.
- 2 Testes mostram que aplicação popular de IA ainda tem uma compreensão pobre da realidade. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/2020/08/22/1007539/gpt3-openai-language-generator-artificial-intelligence-ai-opinion>>, acessado em 22.2.21.

## Referências

- AHO, A. V. et al. *Compilers: principles, techniques, and tools*. New York: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. 1986.
- AIZERMAN, M. A. et al. Theoretical Foundations of the Potential Function Method in Pattern Recognition Learning. *Automation and Remote Control*, n.25, p.821-37, 1964.
- ANDERSON, D.; BURNHAM, K. *Model Selection and Multi-Model Inference*. 2.ed. New York: Springer, 2004.
- BAHDANAU, D. et al. Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate. 2016. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1409.0473>>.
- BARTLETT, P. L. et al. Almost Linear Vc-Dimension Bounds for Piecewise Polynomial Networks. *Neural Comput.*, v.10, n.8, p.2159-73, 1998. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/neco/neco10.html#BartlettMM98>>.
- BENDER, E. M.; KOLLER, A. Climbing Towards NLU: On Meaning, Form, and Understanding in the Age of Data. In: PROCEEDINGS OF THE 58TH ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, p.5185-98. 2020. Online: Association for Computational Linguistics. Disponível em: <<https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.463>>.
- BENTHEM, J. van. *Language in Action*. s. l.: MIT Press, 1995.

- BLEI, D. M. Latent Dirichlet Allocation. *J. Mach. Learn. Res.*, v.3, p.993-1022, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1162/jmlr.2003.3.4-5.993>>.
- BROWN, T. B. et al. Language Models Are Few-Shot Learners. 2020. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2005.14165>>.
- BUCHANAN, B. G. A (Very) Brief History of Artificial Intelligence. *AI Magazine*, v.26, n.4, p.53, 2005.
- CARPENTER, B. *Type-Logical Semantics*. Cambridge: The MIT Press, 1997.
- CHARNIAK, E. *Statistical Language Learning*. Cambridge: The MIT Press, 1993.
- CHOMSKY, N. *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge: The MIT Press, 1965. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Aspects-Theory-Syntax-Noam-Chomsky/dp/0262530074>>.
- CLARK, A.; LAPPIN, S. Unsupervised Learning and Grammar Induction. *The Handbook of Computational Linguistics and Natural Language Processing*, n.57, 2010.
- DAMERAU, F. J. *Markov Models and Linguistic Theory*. De Gruyter Mouton, 1971. Disponível em: <<https://doi.org/doi:10.1515/9783110908589>>.
- DEVLIN, J. et al. BERT: Pre-Training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. 2019. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1810.04805>>.
- DWIVEDI, V. P. et al. Benchmarking Graph Neural Networks. 2020. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2003.00982>>.
- HARRELL, F. E. *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic Regression, and Survival Analysis*. Springer, 2001.
- HOCHREITER, S. et al. Gradient Flow in Recurrent Nets: The Difficulty of Learning Long-Term Dependencies. In KREMER, S. C.; KOLEN, J. F. (Ed.) *A Field Guide to Dynamical Recurrent Neural Networks*. s.l.: IEEE Press, 2001.
- HOPCROFT, J. E.; ULLMAN, J. D. *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation*. s. l.: Addison-Wesley Publishing Company, 1979.
- HORNIK, K. et al. Multilayer Feedforward Networks Are Universal Approximators. *Neural Networks*, v.2, n.5, p.359-66, 1989. Disponível em: <[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0893-6080\(89\)90020-8](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0893-6080(89)90020-8)>.
- JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. New York: Prentice Hall PTR, 2000.
- KOEHN, P. *Statistical Machine Translation*. s. l.: Cambridge University Press, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/CBO9780511815829>>.
- LAMBEK, J. The Mathematics of Sentence Structure. *American Mathematical Monthly*, v.65, p.154-69, 1958.
- LIU, Y. et al. RoBERTa: A Robustly Optimized Bert Pretraining Approach, 2019. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1907.11692>>.
- LUONG, M.-T. et al. Effective Approaches to Attention-Based Neural Machine Translation. 2015. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1508.04025>>.
- MAASS, W. et al. A Comparison of the Computational Power of Sigmoid and Boolean Threshold Circuits. In: ROYCHOWDHURY, V. et al. (Ed.) *Theoretical Advances in*

- Neural Computation and Learning*. Boston, MA: Springer US, 1994. p.127-50. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2696-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2696-4_4)>
- MANNING, C. D.; SCHÜTZE, H. *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. Cambridge, MA: MIT Press, 1999.
- MARTIN, L. et al. CamemBERT: A Tasty French Language Model. In: PROCEEDINGS OF THE 58TH ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, 2020. p.7203-19. Disponível em: <<https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.645>>.
- MIKOLOV, T. et al. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. 2013. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1301.3781>>.
- MIKOLOV, T. et al. Distributed Representations of Words and Phrases and Their Compositionality. In: BURGESS, C. J. C et al (Ed.) *Advances in Neural Information Processing Systems*. Curran Associates, Inc., 2016. v.26. Disponível em: <<https://proceedings.neurips.cc/paper/2013/file/9aa42b31882ec039965f3c4923ce901b-Paper.pdf>>.
- MINSKY, M.; PAPERT, S. *Perceptrons*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1969.
- MOORTGAT, M. Categorical Type Logics. In: BENTHEM, A. van; MEULEN, A. T, (Ed.) *Handbook of Logic and Language*. Elsevier North-Holland: The MIT Press. 1997.
- NEWELL, A.; SIMON, H. A. GPS, a Program That Simulates Human Thought. In: FEIGENBAUM, E. A.; FELDMAN, J. (Ed.) *Computers and Thought*. s. l.: McGraw-Hill, 1963. p.279-93.
- NOVIKOFF, A. B. On Convergence Proofs on Perceptrons. In: PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON THE MATHEMATICAL THEORY OF AUTOMATA, 12, p.615-22. Polytechnic Institute of Brooklyn, New York, 1962.
- OCH, F. J.; NEY, H. 2002. Discriminative Training and Maximum Entropy Models for Statistical Machine Translation. In: PROCEEDINGS OF THE 40TH ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, p.295-302. 2002.
- PAPADIMITRIOU, H. *Computational Complexity*. s.l.: Addison-Wesley, 1994.
- PEREIRA, F. C. N.; SHIEBER, S. M. *Prolog and Natural-Language Analysis*. s.l.: Center for the Study of Language; Information, 1987.
- PIRES, T. et al. How Multilingual Is Multilingual Bert?. 2019. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1906.01502>>.
- ROSENBLATT, F. The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, v.65, n.6, p.386-408, 1958. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/h0042519>>.
- \_\_\_\_\_. *Principles of Neurodynamics*. New York: Spartan, 1962.
- RUMELHART, D. E. et al. Learning Internal Representations by Error Propagation. In: RUMELHART, D. E.; MCCLELLAND, J. L. *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1986a. v.1: Foundations, p.318-62.
- \_\_\_\_\_. Learning Representations by Back-Propagating Errors. *Nature*, v.323, n.6088, p.533-36, 1986b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/323533a0>>.

- SALVATORE, F. et al. A Logical-Based Corpus for Cross-Lingual Evaluation. In: *Deep Learning for Low-Resource Nlp Workshop at Emnlp 2019*. 2019.
- SANH, V. DistilBERT, a Distilled Version of Bert: Smaller, Faster, Cheaper and Lighter. 2020. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1910.01108>>.
- SCARSELLI, F. et al. The Graph Neural Network Model. *IEEE Transactions on Neural Networks*, v.20, n.1, p.61-80, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/TNN.2008.2005605>>.
- SOUZA, F. et al. BERTimbau: Pretrained Bert Models for Brazilian Portuguese. In: CERRI, R.; PRATI, R. C. (Ed.) *Intelligent Systems*. Cham: Springer International Publishing, 2020. p.403-17.
- SUTSKEVER, I. et al. Sequence to Sequence Learning with Neural Networks. 2014. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1409.3215>>.
- VAPNIK, V. N. *The Nature of Statistical Learning Theory*. New York: Springer-Verlag Inc., 1995.
- VASWANI, A. et al. Attention Is All You Need. 2017. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1706.03762>>.
- WAGNER FILHO, J. A. et al. The BrWaC Corpus: A New Open Resource for Brazilian Portuguese. In: PROCEEDINGS OF THE ELEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON LANGUAGE RESOURCES AND EVALUATION (LREC 2018). Miyazaki, Japan: European Language Resources Association (ELRA). 2018. Disponível em: <<https://www.aclweb.org/anthology/L18-1686>>.
- YANG, Z. et al. XLNet: Generalized Autoregressive Pretraining for Language Understanding. 2020. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1906.08237>>.

*RESUMO* – Neste artigo apresentamos um posicionamento sobre a área de processamento de língua natural em português, seus desenvolvimentos desde o princípio até a explosão de aplicações modernas baseadas em aprendizado de máquina. Exploramos os desafios que a área necessita enfrentar no momento, tanto de natureza técnica quanto de natureza ética e moral, e concluímos com a inabalável associação do processamento de língua natural com os estudos linguísticos.

*PALAVRAS-CHAVE*: Processamento de língua natural, Redes neurais, Contexto linguístico, Português brasileiro.

*ABSTRACT* – This is a position paper on the current state of the field of natural language processing (NLP) in Portuguese, its developments from the beginning, and the explosion of recent applications based on machine learning. We explore the challenges that the field is currently facing, of both technical and ethical and moral nature, and conclude with the unwavering association between natural language processing and linguistic studies.

*KEYWORDS*: Natural language processing, Neural networks, Linguistic context, Brazilian Portuguese.

*Marcelo Finger* é professor titular do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, e pesquisador principal

do USP-Fapesp-IBM Center for Artificial Intelligence (C4AI), onde coordena a área de Processamento de Língua Natural em Português. @ – mfinger@ime.usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-1391-1175>.

Recebido em 2.3.2021 e aceito em 9.3.2021.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística, São Paulo, Brasil.

# Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino<sup>1</sup>

ROSA MARIA VICARI<sup>1</sup>

“Todo o conhecimento provem da experiência: causalidade e necessidade.”  
(David Hume)<sup>2</sup>

## Introdução

A INTELIGÊNCIA Artificial (IA) tem se transformado no decorrer de seus anos de existência. Afirmado sua origem multidisciplinar, em vez de uma só escola, temos hoje mais de cinco linhas para entender a IA, e a possibilidade de as misturar num único caminho. Isso é uma enorme vantagem, sobretudo se não se for dogmático. Dentro desse contexto, o presente artigo apresenta uma visão dessas mudanças, em particular para a IA aplicada a sistemas educacionais.

No seu início, a IA invadiu a Filosofia, a Matemática (Lógica) e a Linguagem, importando ideias sem uma interação de mão dupla com essas disciplinas. Hoje em dia, a multidisciplinaridade cedeu lugar à interdisciplinaridade (Ciência Cognitiva) (Kotseruba; Tsotsos, 2018), levando a IA a conversar com as neurociências para poder ler o cérebro (de forma geral, esses estudos são baseados em Ressonância Magnética Funcional por Imagem [fMRI]). Essa conversa entre áreas permitiu a Aprendizagem Profunda (*Deep Learning*) com alguns êxitos. Entretanto, depois de se atingir um alvo, é desejável que se vá além, usando a criatividade e a imaginação para inovar ainda mais.

A ciência está mais forte, os coletivos disciplinares se constituem para enfrentar a complexidade. Isso não quer dizer que se conheça muito; como dizia Garcia de Orta,<sup>3</sup> “o que ainda não conhecemos, amanhã saberemos descobrir”.

Com base nos anos de trabalho em aplicações da IA em sistemas educacionais – em particular, com trabalhos em modelos simbólicos, que estão na origem da disciplina –, é necessário reconhecer que foi na Aprendizagem de Máquina (Machine Learning – ML), sendo treinada com muitos dados, com mecanismos de representação do conhecimento, e raciocínio baseados nas Redes Neurais e nos modelos estatísticos (híbridos ou não), que a IA teve seus maiores avanços atuais. Isso se torna evidente se o foco for a máquina: primeiro objeto de estudo da IA. Algumas das vantagens das máquinas – até os dias de hoje – são o cálculo matemático e a velocidade de processamento. Ainda, o armazenamento

e o processamento em nuvens tornaram possível lidar com grandes quantidades de dados e compartilhar processadores; a IA vem se beneficiando dessas outras tecnologias da computação, da engenharia e da comunicação. Esses avanços trouxeram escalabilidade aos sistemas de IA.

Nem tudo na IA é ML. Ela emerge e se apoia em diferentes tecnologias. Na pesquisa e no desenvolvimento de sistemas educacionais, simular processos mentais (aprendizagem humana e emoções humanas) sempre foi o foco maior. Nessa simulação, estão presentes a representação do conhecimento, o raciocínio, a ML e a tomada de decisão. Até pouco tempo, esse trabalho esteve suportado por modelos adaptados da filosofia (BDI) (Rao, 1995), em modelos com influência da Biologia (Algoritmos Genéticos) (Galafassi et al., 2020), em modelos híbridos (Redes Probabilísticas e Redes Neurais) (Pearl; Mackenzie, 2018; Be-sold et al., 2006; Viccariet al., 2003). Atualmente têm surgido novas propostas, inspiradas nas neurociências, como a arquitetura *Agent-Zero* (Epstein, 2016). Se a IA tem causado mudanças de paradigmas e até disrupção em muitas áreas, isso não aconteceu – ainda – nas aplicações educacionais. A pesquisa em bases de patentes e a revisão de literatura têm permitido apontar as mudanças de paradigmas e vislumbrar como serão as aplicações futuras da IA e de outras tecnologias da computação e da comunicação, na educação.

### **A mudança de paradigma**

No início (1956), a IA era vista de forma isolada (como imitação), buscando conhecimentos em outras disciplinas e construindo sistemas capazes de mostrar alguma inteligência. Hoje se conhece muito mais da cognição e da relação do conhecimento com a complexidade.

A interdisciplinaridade entre a IA e as outras disciplinas tinha um sentido predominante; havia sempre uma disciplina que ganhava. Agora há um círculo virtuoso com a neurociência – por exemplo – onde cada uma ganha com a outra.

Até pouco tempo, a IA tratava de módulos, peças que montavam a arquitetura dos sistemas; hoje procura integrar mecanismos para construir arquiteturas híbridas. A procura desses mecanismos é crucial para o desenvolvimento de teorias. Por exemplo, a inteligência pode emergir de um conjunto de mecanismos intencionais, causais e funcionais e desdobrar-se em modelos, como os da causalidade, o que significa raciocinar com relações.

Por exemplo, o pensamento crítico, tão necessário à educação, que pode ser construído com palavras, imagens e formas, para compreender (as relações entre ideias), determinar a importância de argumentar, reconhecer padrões, identificar inconsistências e erros de raciocínio, ou resolver problemas de forma sistemática.

Dentro desse contexto, as primeiras mudanças aconteceram com a influência dos modelos das neurociências na ML (Pereira; Mitchell; Botvinick, 2009; Raedt et al., 2016) com os modelos de redes neurais convolucionais.<sup>4</sup> Esses permitiram o aprendizado profundo e necessitaram de hardware que os supor-

tasse, e a Intel foi das primeiras empresas a responder a essa demanda, com novas gerações de chips que suportaram as necessidades demandadas.

Seguiram-se modelos de interface baseadas em estimulação cerebral profunda, e alguns resultados dessa interdisciplinaridade já chegaram às aplicações educacionais por meio de aparatos que recebem e emitem sinais ao cérebro para manter a atenção do aluno nas aulas. As apostas no futuro da IA pela sua interação com hardware e robótica, em particular, podem ser encontradas em Marcus (2020).

Para melhor entendimento desse movimento de mudança de paradigma na pesquisa e no desenvolvimento de aplicações da IA, apresenta-se a seguir um *roadmap* (Figura 1) que busca apontar essas tendências.

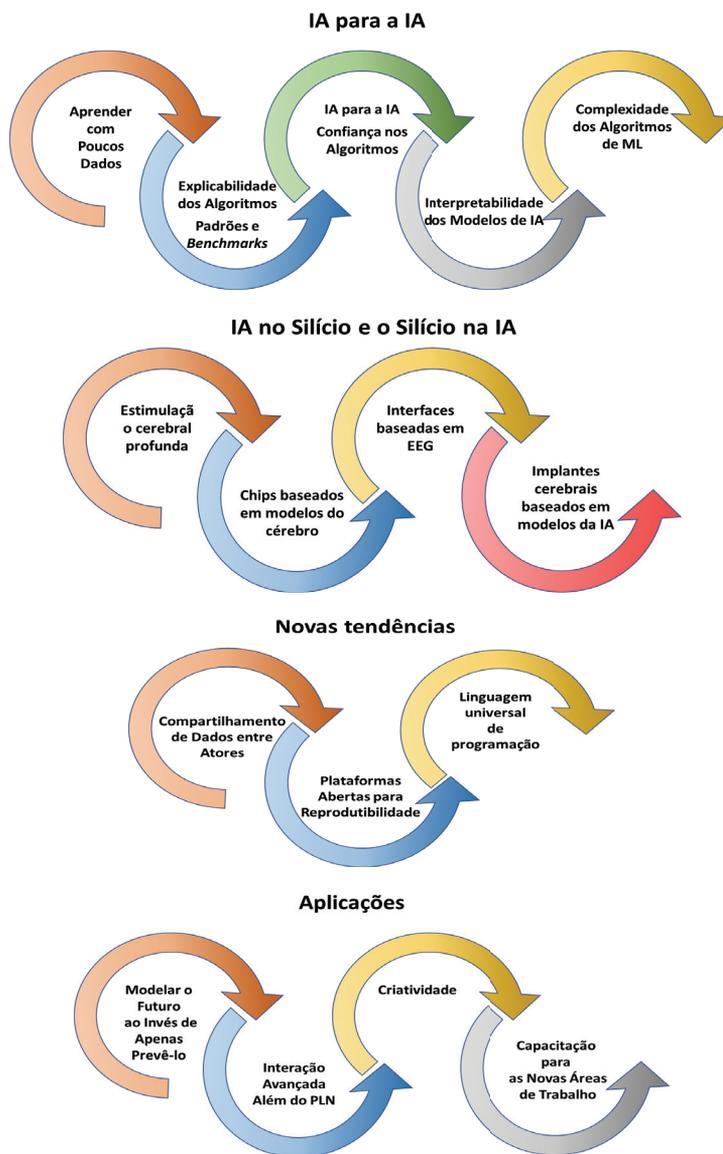
As bases para a sua construção foram obtidas, principalmente, de dados, como entre 2013 e 2018, quando a IA gerou aproximadamente 170 mil patentes registradas em todo o mundo. Esse número representa metade do total de todas as patentes relacionadas à IA registradas até então, de acordo com dados do World Intellectual Property Organization (Wipo, 2019).

As empresas que mais registraram patentes, nesse período, nos Estados Unidos da América, foram, respectivamente, a IBM, a Google, a Microsoft e a Amazon. No Japão, a Sony, e na Coreia do Sul, a Samsung, conforme dados obtidos na base U.S. Patent and Trademark Office (Uspto).

Sabe-se que a China não fica atrás nesse processo. Embora, na base de registros Uspto ela apareça em quinto lugar, o jornal japonês *Nikkei*, em artigo de 2019 (Okoshi, 2019), afirmou que a China ultrapassou os Estados Unidos no número de patentes relacionadas à IA em 2015. O artigo também mencionou que a China registrou mais de 30 mil patentes relacionadas à IA, em 2018, o que corresponde a 2,5 vezes o número de patentes relacionadas à IA registrados nos Estados Unidos. A China possui sua base de registros de patentes, a Chinese State Intellectual Property Office (Sipo). Embora os métodos de estudo por trás dos números publicados pelo *Nikkei* não tenham sido revelados, eles mostram o rápido crescimento nas atividades de IA, na China. Nessa mesma linha, segundo Sagar (2020), o número de registros de patentes, em IA, da China, cresceu 190% nos últimos cinco anos.

É importante também citar que a pesquisa em bases de patentes é bem difícil de ser realizada. As palavras-chave nem sempre estão relacionadas com os termos utilizados pela IA. Quando a compatibilidade ocorre, referem-se a tecnologias, como Redes Neurais, *Machine Learning*, Reconhecimento de Padrões, e ao termo genérico Inteligência Artificial.

Era esperado que, até o final de 2020, 77% das aplicações computacionais estivessem utilizando algum algoritmo de IA e o mercado global estivesse em torno de US\$ 60 bilhões para 2025.<sup>5</sup> Desse total, o esperado para o período de 2018 a 2023, para aplicações educacionais da IA, é de US\$ 3.68 bilhões.<sup>6</sup> Esse crescimento é creditado a três tecnologias: ML, PLN e *Big Data*.



Fonte: Elaboração própria

Figura 1 – *Roadmap* da pesquisa e desenvolvimento em Inteligência Artificial, para os próximos cinco anos.

O *roadmap* está dividido em linhas temáticas. A primeira linha apresenta o que se chamou de IA para a IA, ou seja, são objetivos de pesquisa para fortalecer a área. Nela temos a situação atual, onde os algoritmos necessitam de muitos dados para aprender. Esse fato traz complexidade aos algoritmos e dificuldade de sua explicação. Fatores como esses, além de alguns usos que se vêm fazendo de *Learning Analytics* (a Ciência de Dados, comunica-se com a IA) e da tomada de decisão autônoma, trouxeram insegurança aos usuários de IA. Logo, a necessidade de se tratar do assunto.

A segunda linha aporta as ligações da IA com a engenharia, com a nanotecnologia e com a neurociência. Nela temos a influência, recente, que modelos da neurociência têm gerado no design de chips, na conexão entre humanos e chips, sensores, fios conectores fruto nanotecnologia, equipamentos vestíveis etc.

A terceira linha aponta os aspectos da ética e da governança dessas novas pesquisas e desses novos produtos. Ela se apresenta com a necessidade de se evitar o aprendizado como preconceito e de se regular a tomada de decisão autônoma, por parte dos algoritmos, e como aspectos da ética e de governança estão sendo considerados.

A quarta linha apresenta novas tendências, que envolvem compartilhamento de dados para treinamento e reprodução de algoritmos (reproduzir um processo gera segurança no seu resultado), o uso de plataformas abertas para o desenvolvimento de produtos e até uma proposta da Organização das Nações Unidas (ONU), para que se desenvolva uma linguagem de programação universal para a área. Iniciativas como essas poderão fazer que a IA se desenvolva com maior rapidez.

Da mesma forma, a IA tem interagido com outras áreas da computação, como computação gráfica (reconhecimento de imagens), Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA), dentre outras, com resultados em áreas como a saúde, identificação de pessoas em várias circunstâncias e a educação (incluindo pessoas portadoras de deficiências).

A IA também tem interagido com ela mesma. São exemplos os sistemas de Processamento de Linguagem Natural (PLN) (Tanenhaus, 1995), que integram aspectos do reconhecimento e geração de emoções, de ML (com aplicações em interfaces humano computador – o mercado esperado para 2023, para *chatbots* é de US\$ 8 bilhões [Sagar, 2020] – e tradução automática. Em muitos casos, essas interfaces vêm embarcadas em hardware), e raciocínio e decisão (tão discutida em aplicações como decisões jurídicas [Costa; Coelho, 2019], carros autônomos, *drones*, aplicações na área da saúde e sistemas de crédito financeiro). Enfim, existem verdadeiros ecossistemas compostos de produtos da IA, da computação, da comunicação e da engenharia.

Todas essas aplicações que surgem rapidamente levaram a uma outra discussão filosófica a respeito de que IA e de quão seguras, para os humanos, são algumas dessas aplicações. Russel (2020) aborda o tema chamando a atenção para a ligação entre a IA e as pessoas – *Human Compatible Artificial Intelligence – The Problem of Control*. Questões como essas têm gerado novos debates para os pesquisadores da IA, como a adoção de padrões éticos, boas práticas de desenvolvimento e uso de sistemas de IA. Também é importante ter cuidado para que a regulação não iniba a pesquisa.

Dentro desse contexto, instituições como a Unesco<sup>7</sup> e a Unicef<sup>8</sup> têm chamado a atenção para a necessidade de se educar para o uso consciente da IA, em

particular para a infância, adolescência e pessoas idosas. Esses segmentos podem estar mais expostos a aplicações não benevolentes, dentre elas, algumas que utilizam IA. No Brasil, temos duas Leis fundamentais (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. Lei n.13.709 de 2018 e, também, aspectos do Marco Civil da Internet. Lei n.12.965 de 2014), para tratar de parte desses possíveis maus usos. No entanto, essas leis não abordam a necessidade de se evitar o aprendizado dos sistemas com possíveis vies e também o uso de *Analytics* para não apenas prever o comportamento futuro dos usuários, mas para direcionar suas escolhas: o que se conhece genericamente como a utilização de *persona*. Nesse caso, seu uso pode ser eticamente questionado como aconteceu com a empresa britânica Cambridge Analytica e o Brexit (ver reportagens nos jornais *The Guardian* e *The New York Times*).

### **Como serão as próximas gerações dos sistemas educacionais?**

Existem várias aplicações da IA, que possuem potencial utilização ou que já estão sendo utilizadas em sistemas educacionais, mas de forma dispersa. Uma das aplicações que – de certa forma – unifica as tecnologias são os chamados Sistemas Tutores Inteligentes (STI) (Giraffa; Móra; Viccari, 1999), que visam o ensino personalizado. A IA consegue bons resultados quando o foco é apenas um indivíduo e ainda não apresenta resultados significativos para, por exemplo, o ensino colaborativo.

Exemplos de tecnologias da IA que vêm sendo aplicadas na educação, na maioria dos casos de forma isolada, são os resultados do PLN, como tradução, análise e interpretação de textos, voz etc. Nessa categoria, existem várias tecnologias que podem ler textos, vídeos, apresentações *power point* e resumi-las para facilitar o estudo aos alunos. Tais sistemas motivam os alunos a escrever redações criativas; produtos que geram livros texto, em tempo real, de acordo com o perfil de aprendizagem de cada aluno – os *smartbooks*, e sistemas de tradução de voz em tempo real. Em geral, aplicações do PLN vêm associadas ao reconhecimento de emoções (Picard, 1998). Na base Uspto, dentre as tecnologias apresentadas neste artigo, PLN conjuntamente com computação afetiva são as com maior número de registro de patentes, nos últimos três anos.

A tradução simultânea, tanto de texto quanto de voz, já está – em muitos casos – integrada em aplicações para a educação, como Learning Management Systems (LMS), Massive Open Online Courses (MOOC) e STI. Os STI, por possuírem o “modelo do aluno”, componente de sua arquitetura, que mantém o registro do estilo de aprendizagem, desempenho e do estado emocional do aluno relacionado com o conteúdo educacional. Essa integração permite a geração automática de livros texto. Dentro dessa mesma linha, os sistemas de recomendação de conteúdos pedagógicos estão sendo usados em diferentes LMS.

Os *smartbooks* abordam o conteúdo que o STI ensina (por exemplo equações de primeiro grau) e conseguem apresentar diferentes desafios educacionais para cada aluno; sem, contudo, sair do conteúdo. Esse, em geral, tem origem

em bases que passaram por um processo de curadoria; portanto, livres de erros. Esse tipo de integração é lento e os *smartbooks* ainda são raros. Um exemplo é o STI Albert.<sup>9</sup>

Outra área de pesquisa da IA que será foco nos próximos anos e que ajuda a pensar os futuros sistemas educacionais é a criatividade. A Criatividade Computacional (Veale; Cardoso, 2019) vem sendo explorada há algumas décadas, mas, até então, com aplicações mais restritas ao campo das artes. Estudos apontam que essa área tende a receber maior interesse dos pesquisadores de IA – em geral e em particular dos pesquisadores de IA aplicada à educação.

Na área das artes, onde a criatividade computacional apresentou seus primeiros resultados, aplicações recentes utilizam uma proposta similar à do modelo do aluno, presente nos STI, para criar o modelo do seu usuário. O algoritmo de ML é treinado a partir das características do usuário, em particular no seu modelo emocional. O “Pintor IA” é um exemplo de resultado que foi apresentado, em outubro de 2020, no *arXiv*.<sup>10</sup> A inovação está no fato de que o Pintor IA realiza uma conversa face a face com o seu usuário para aprender mais sobre suas qualidades e seus sentimentos. Em seguida, usa essas informações para criar retratos.

Entretanto, a IA tem avançado pouco em resultados práticos escaláveis quando se fala em acompanhar o raciocínio do aluno durante a solução de problemas; esse aspecto é fundamental para o sucesso dos sistemas educacionais. Nosso grupo de pesquisa tem obtido resultados satisfatórios em situações de ensino de lógica proposicional. A estratégia utilizada é, por um lado, o STI resolver o mesmo problema do aluno, em tempo real, utilizando a mesma linha de raciocínio do aluno e verificar a adequação das fórmulas de reescrita utilizadas, através do interpretador Prolog (Gluz et al., 2013). Por outro lado, a estratégia é a geração de todas as possíveis soluções, para cada exercício, com o uso de algoritmos genéticos (Galafassi et al., 2020). Nessa última abordagem, o STI possui a solução do aluno, dentre as possibilidades geradas pelo algoritmo genético.

Ainda, como ocorre com a IA, de forma geral, nas aplicações educacionais em particular, outras áreas da computação têm sido utilizadas, como a RV, RA, reconhecimento facial e ciências de dados. A ciência de dados traz os temas *Big Data e Learning Analytics*. Essas duas tecnologias vêm sendo aplicadas para analisar vídeos gravados de professores ministrando aulas presenciais. A análise dos conteúdos permite apontar pontos em que o professor precisa explicar de forma mais detalhada o conteúdo. Outros usos envolvem previsão do comportamento futuro de determinados alunos, com base nos seus comportamentos passados. Isso permite que tanto os sistemas educacionais quanto os professores humanos se preparem para as necessidades de cada aluno, em particular.

Das neurociências, os primeiros resultados, voltados para aplicações educacionais, são tecnologias vestíveis que visam manter a atenção dos alunos direcionada para o professor, durante as aulas. Tiaras utilizadas por alunos possuem

sensores que recebem sinais do cérebro, do tipo Eletro Encéfalo Grama (EEG), e também emitem sinais ao cérebro, para monitorar a atenção do aluno. Os equipamentos vestíveis, em geral, estão conectados à internet e apontam um dos caminhos para a Internet das Coisas (Internet of Things – IoT), em aplicações educacionais. O mercado esperado para equipamentos vestíveis que utilizam IA é de US\$ 180 bilhões para 2023 (Sagar, 2020). Ainda, aplicações educacionais costumam demandar largura de banda; logo as redes 5G também vão agregar poder de transmissão aos sistemas educacionais.

Esses aparatos todos ainda não conseguiram ter resultados significativos em sistemas educacionais como já possuem em atividades lúdicas. Aplicações lúdicas são ótimos exemplos; nelas, grande parte dessas tecnologias já é utilizada de forma integrada, imperceptível e agradável ao usuário.

A educação precisa usar a curiosidade, que é um fator motivador para os alunos. A curiosidade leva à descoberta, ao novo, e ativa áreas do cérebro responsáveis pela aprendizagem. Esse processo convoca a imaginação, a criatividade, a capacidade de investigar e analisar para se obter respostas ou novas perguntas que alimentam o ciclo. Esse circuito é essencial para um estudante se mobilizar e ganhar uma motivação própria ao longo dos estudos.

Essas constatações associadas ao levantamento bibliográfico, que apresenta os principais temas de pesquisa do momento, e os dados obtidos do registro de patentes realizado por empresas de tecnologia conhecidas e por *startups* inovadoras permitem vislumbrar como serão os ambientes educacionais nos próximos anos.

Essas informações apontam para ecossistemas educacionais que vão incluir tecnologias da IA, da computação, da comunicação e da robótica resultando em sistemas com interoperabilidade proporcionada pelo protocolo IoT, para ligar objetos às aplicações (como visto, muitas tecnologias para interfaces inteligentes já estão disponíveis, falta a sua integração, em larga escala, com propósitos educacionais).

Cabe ressaltar que um ambiente educacional é mais do que uma interface que facilita seu uso – por um lado – e que obtém informações sobre os estudantes, por outro. Ele precisa motivar os alunos e mantê-los interessados no processo educacional. Isso envolve soluções mais complexas do que *gamificação* ou mesmo jogos sérios (como são chamados os jogos educacionais) embora essas tecnologias sejam relevantes.

Talvez o caminho siga o modelo dos *Fab-lab*, os quais são laboratórios físicos que estão integrados a plataformas colaborativas de software. Logo, aparecem do ponto de vista tecnológico, dois “problemas”: laboratórios físicos e grupos de pessoas que colaboram para a solução de um mesmo desafio. Ou seja, ambientes voltados para a solução de problemas e para a aprendizagem baseada em projetos. Os alunos estão aprendendo a encontrar a solução um problema real e desenvolvem autonomia para buscar as possíveis formas de solução. Para

tratar do primeiro caso, temos algumas tecnologias que podem ajudar, como IoT, 5G, e *glasses*, que utilizam RV, RA e internet.

Tratar do segundo caso é um desafio para a IA. A interação humana é muito mais complexa do que a IA consegue dar conta atualmente. A IA, como visto, tem fornecido resultados aceitáveis para apoiar o ensino personalizado. Ou seja, quanto mais individualizado, melhor o resultado dos sistemas de IA, mas adaptar esse sistema para um grupo de indivíduos que necessitam colaborar ainda é um desafio para a IA. Vários trabalhos de pesquisa acadêmica têm sido realizados nesse sentido, porém, até o momento, não surgiu uma aplicação que convença. Os principais resultados ainda estão restritos a algoritmos de recomendação de conteúdo educacional, que ajudam na formação de grupos ou que gerenciam diálogos, apontando quem não colaborou ou relembrando questões em aberto.

No âmbito global, algumas das principais empresas que oferecem soluções educacionais, que utilizam tecnologias da IA de alguma forma, são: IBM (EUA), Microsoft (EUA), Bridge-U (UK), DreamBox Learning (EUA), Fishtree (EUA), Jellynote (França), Google (EUA), AWS (EUA), Carnegie Learning (EUA), Century-Tech (UK), Liulishuo (China), Nuance Communications (EUA), Pearson (UK), Third Space Learning (UK) e Quantum Adaptive Learning (EUA). Nessa lista podemos observar a predominância dos Estados Unidos nessa área. Os principais produtos comercializados por essas empresas são Facilitadores Digitais, LMS, STI, sistemas de distribuição de conteúdos, e sistemas de detecção de riscos educacionais (evasão) e de fraudes (plágio).

### **Conclusão**

Observar a área traz uma visão das tendências do momento e de um futuro próximo para a ciência e a tecnologia. No entanto, quando se trata de tecnologia, a quebra de paradigmas e a disrupção podem mudar a tendência a qualquer momento. Quando as mudanças acontecem, as pessoas precisam estar preparadas para, de forma autônoma, assumir a necessidade da aprendizagem ao longo da vida, para se manterem produtivas.

Após seus 27 anos de existência, a IA aplicada à educação está sendo chamada para dar respostas a questões como: Qual a tendência da tecnologia educacional: personalizar a educação e ser assertiva com seus usuários, ou avançar no desafio de construir tecnologias que considerem a interação social, com resultados aceitáveis para a educação? Ainda, uma composição dessas duas possibilidades? Onde estará a disrupção nos sistemas educacionais? Como esses sistemas irão desenvolver as habilidades e as competências necessárias para os nossos dias, onde a IA e a robótica oferecem soluções que substituem pessoas em postos de trabalho?

Essas indagações apontam para vários aspectos; dentre eles, que são necessárias mudanças para se migrar do modelo de “educação se for o caso”, em que determinados conteúdos são úteis em algum processo de avaliação formal, do

século passado. Se mudanças na educação são necessárias, a forma de se avaliar a educação também precisa mudar.

Essas são algumas perguntas que ficam em aberto para os pesquisadores de IA e para os educadores.

## Notas

- 1 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001.
- 2 David Hume foi um filósofo, historiador e ensaísta britânico nascido na Escócia.
- 3 Garcia de Orta foi médico português que viveu na Índia, no século XVI. Foi autor pioneiro na área de botânica, medicina e farmacologia.
- 4 No contexto da IA e ML, uma rede neural convolucional (Convolutional Neural network CNN ou ConvNet) é uma classe de rede neural que vem sendo aplicada com sucesso no processamento e análise de imagens. As redes convolucionais são inspiradas em processos biológicos. Nelas, o padrão de conectividade entre os neurônios é inspirado na organização do córtex visual dos animais. Os neurônios corticais individuais respondem a estímulos em regiões restritas do campo de visão conhecidas como campos receptivos. Os campos receptivos de diferentes neurônios se sobrepõem parcialmente de forma a cobrir todo o campo de visão.
- 5 Disponível em: <<https://www.gminsights.com/industry-analysis/artificial-intelligence-market>>..
- 6 Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/ai-in-education-market200371366.html#:~:text=The%20global%20AI%20in%20education,forecast%20period%202018%20till%202023>>.
- 7 Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373434>>.
- 8 Disponível em: <<https://www.unicef.org/globalinsight/featured-projects/ai-children>>.
- 9 Disponível em: <<https://www.go.nmc.org/mralbert>>.
- 10 Disponível em: <<https://arxiv.org>>.

## Referências

- BESOLD, T. R. et al. Reasoning in non-probabilistic uncertainty: Logic programming and neural-symbolic computing as examples. *Minds and Machines*, v.27, n.1, p.37-77, 2006.
- COSTA, A. R.; COELHO, H. Interactional Moral Systems: A model of social mechanisms for the moral regulation of exchange processes in agent societies. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, v.6, n.4, p.778-96, 2019.
- EPSTEIN, J. M. *Agent-Zero and Generative Social Sciences*, Princeton Press, 2016. Disponível em: <[https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasssite/documents/webpage/dbasse\\_175078.pdf](https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasssite/documents/webpage/dbasse_175078.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2020.
- GALAFASSI, C. et al. EvoLogic: Intelligent Tutoring System to Teach Logic. *Lecture Notes in Computer Science*, v.12319, p.110-21, 2020.

- GIRAFFA, L.; MÓRA, M.; VICCARI, R. Modelling an interactive ITS using a MAS approach: from design to pedagogical evaluation. In: IEEE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND MULTIMEDIA APPLICATIONS 1999, v.3. IEEE, New Delhi, 1999.
- GLUZ, J. C. et al. Heraclito: a Dialectical Tutor for Logic. In: PORTUGUESE CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, EPIA, 2013, Açores/Portugal. 16th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, EPIA 2013, Proceedings. New York: Springer, v.8154, p.1-2, 2013.
- KOTSERUBA, J.; TSOTSOS, J. K. 40 years of cognitive architectures: core cognitive abilities and practical applications. *Artificial Intelligence Review*, v.53, p.17-94, 2018.
- MARCUS, G. The Next Decade in AI: Four Steps Towards Robust Artificial Intelligence Robust AI. Cornell University, 2020. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2002.06177>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- OKOSHI, Y. China Overtakes US in AI Patent Rankings. *NIKKEI*, 2019. Disponível em: <<https://asia.nikkei.com/Business/Business-trends/China-overtakes-US-inAI-patent-rankings>>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- PEARL, J.; MACKENZIE, D. *The book of why: the new science of cause and effect*. New York: Basic Books, 2018.
- PEREIRA, F.; MITCHELL, T.; BOTVINICK, M. Machine learning classifiers and fMRI: a tutorial overview. *Neuroimage*, v.45, S199–S209. doi: 10.1016/j.neuroimage.2008.11.007,2009.
- PICARD, R. *Affective Computing*. 2.ed. Cambridge: Mit Press Hardcove, 1998.
- RAEDT, L. D. et al. Statistical relational artificial intelligence: Logic, probability, and computation. *Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning*, v.10, n.2, p.1-189, 2016.
- RAO, G. BDI Agents: From theory to Practice. In: First International Conference on Multiagents Systems I. *Anais...* California: AAI, 1995. p.312-319.
- RUSSELL S. Q & A: The future of artificial intelligence. Carnegie Council for Ethics in International Affairs, 2020. Disponível em: <<https://people.eecs.berkeley.edu/~russell/research/future/>>. Acesso em: 18 set. 2020.
- SAGAR, P. R. Top 5 Latest Advancements in Artificial Intelligence, oct. 2020. *Ynorhistory*, Disponível em: <<https://yourstory.com/mystory/top-five-latest-advancements-artificial-intelligence>>. Acesso em: 31 nov. 2020.
- TANENHAUS, M. K. et al. Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science*, v.268, n.5217, p.1632-1634, 1995.
- VEALE, T. CARDOSO, A. (Ed.) *Computational Synthesis and Creative Systems*, Springer, ISSN 2509-6575, ISBN 978-3-319-43608-1, p.1-397. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-43610-4>, 2019.
- VICCARI, R. M. et al. A Multi-Agent Intelligent Environment for Medical Knowledge. Artificial Intelligence in Medicine. *Elsevier Science B. V.*, v.27, p.335-66, 2003.
- WIPO - World Intellectual Property Organization. WIPO Technology Trends 2019 -Artificial Intelligence. Disponível em: <<https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4386>>, 2019. Acesso em: 24 jun. 2020.

*RESUMO* – Após 64 anos de seu surgimento, a Inteligência Artificial (IA) enfrenta o complexo e o incerto dos nossos dias. Nesse período de sua existência, podem-se destacar dois “invernos” (1980 e 1993) em que as aplicações eram interessantes, mas a IA não conseguiu dar respostas adequadas: na compreensão da linguagem e no diagnóstico médico. Por outro lado, a IA apresentou duas décadas de progressos (2000 e 2010), em que as aplicações se mantiveram, mas as respostas da IA apresentaram avanços na tradução automática (Google), no reconhecimento de imagens (a primeira a utilizar a tecnologia foi a Apple, no iPhone 10), diagnóstico do câncer (IBM Watson) e carros autônomos (dentre outras, a Tesla). Este texto é fruto da revisão sistemática da literatura e da experiência da autora na área.

*PALAVRAS-CHAVE:* Inteligência Artificial, Inteligência Artificial na educação, Ambientes virtuais de aprendizagem.

*ABSTRACT* – Sixty-four years after its emergence, Artificial Intelligence (AI) faces the complexity and uncertainty of our day. During this period, two “winters” (1980 and 1993) can be highlighted where applications were interesting, but AI was not able to provide adequate responses, for example, in understanding language and in medical diagnosis. On the other hand, AI enjoyed two decades of progress (2000 and 2010), where the applications remained, but AI responses advanced in automatic translation (Google), image recognition (Apple was the first to use the technology, on its iPhone X), cancer diagnosis (IBM’s Watson) and autonomous cars (among others, Tesla). This text is the result of a systematic review of the literature and of the author’s experience in the area.

*KEYWORDS:* Artificial Intelligence, Artificial Intelligence in education, Virtual learning environments.

*Rosa Maria Vicari* é professora titular do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, coordenadora da Cátedra Unesco em Tecnologias da Comunicação e Informação da UFRGS. PhD em Engenharia Eletrotécnica e Computadores pela Universidade de Coimbra Portugal (1990). @ – [rosa@inf.ufrgs.br](mailto:rosa@inf.ufrgs.br) / <http://orcid.org/0000-0002-6909-6405>.

Recebido em 6.11.2020 e aceito em 15.1.2021.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

# Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências

TERESA BERNARDA LUDERMIR<sup>1</sup>

## O sucesso da Inteligência Artificial

**E**STAMOS vivenciando uma nova revolução industrial. Essa revolução tem sido impulsionada pelo desenvolvimento de tecnologias avançadas como a Inteligência Artificial (IA). As máquinas não estão somente fazendo trabalhos manuais, mas também trabalhos racionais, tarefas que requerem o uso do que se considera inteligência.

As máquinas estão aprendendo a dirigir automóveis. Já existem carros que podem se mover sem motorista, como os carros do Google e da Tesla. A liberação do uso de alguns desses carros, de forma totalmente autônoma e independente, está aguardando legislação adequada e a realização de mais testes em ambientes reais, assim como em situações excepcionais de alto risco. Tais sistemas devem ser robustos o suficiente para lidar com situações para as quais não tenham sido treinados, assim como situações que possam colocar as vidas dos motoristas e pedestres em risco (Feng et al., 2021).

Uma área de crescente aplicação da automação é a de diagnósticos automáticos. Hoje já contamos com diagnósticos automáticos que são corretos e precisos, às vezes até mais precisos que os diagnósticos feitos pelos profissionais de saúde. A empresa iFlytek criou um robô que passou no exame nacional para licenciamento de médicos da China (Saracco, 2017). O “Médico Assistente robô” registra os sintomas dos pacientes, analisa as imagens de tomografia computadorizada e faz o diagnóstico inicial. O robô não se destina a substituir médicos. Em vez disso, tem como objetivo ajudá-los e aumentar sua eficiência.

Outra aplicação de sucesso que faz uso da Inteligência Artificial são os tradutores automáticos, como os tradutores do Google, que fazem traduções com precisões cada vez melhores. O processo de tradução de texto é feito com sucesso em razão da quantidade de textos, isto é, dados que existem disponíveis. A área da Inteligência Artificial que lida com a tradução e manipulação de textos é conhecida por Processamento de Linguagem Natural (Torfi et al., 2020; Otter et al., 2021).

Os sistemas de Visão Computacional são hoje bem eficientes. Em 2012, uma Rede Neural (técnica de Inteligência Artificial) teve o melhor desempenho na competição chamada ImageNet Challenge,<sup>1</sup> que consiste no reconhecimento

de diferentes classes de objetos em uma base de dados com aproximadamente 14 milhões de imagens. Em 2012 o ganho na qualidade do reconhecimento das imagens nessa competição foi de menos de 1% em comparação com outros sistemas, usando a Rede Neural Profunda *AlexNet* (erro 15,3%). Em 2014 o erro de classificação das imagens dos sistemas utilizando técnicas de Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina foi de 7,3%, e em 2016 foi de 3,6%, o que supera o desempenho humano obtido na base do ImageNet, que foi de 5,1%. Outro exemplo de sucesso em reconhecimento de padrão é o DeepFace,<sup>2</sup> um sistema de reconhecimento facial do Facebook, que também utiliza Redes Neurais Profundas. O DeepFace identifica rostos humanos em imagens digitais e consegue detectar quem são as pessoas que estão nas fotos independentemente do ângulo.

Os bons Sistemas de Recomendação, como o da Amazon (recomendação de livros e produtos em geral), Netflix (recomendação de filmes e séries), Spotify (recomendação de músicas) e muitos outros, também são consequências do avanço das técnicas de IA. Hoje as recomendações fornecidas por esses sistemas estão de acordo com as preferências dos usuários.

A IA tem sido utilizada com sucesso nos sistemas financeiros, por exemplo, nas bolsas de valores. Vale ressaltar a importância de que os sistemas sejam desenvolvidos corretamente. Em agosto de 2012, por um erro do sistema, o agente financeiro do Knight Capital Group perdeu 460 milhões de dólares na bolsa de valores de Nova York em um único dia,<sup>3</sup> sendo considerado um dos piores erros (*bugs*) de programação da história.

Hoje computadores já ganham competições de campeões mundiais como foi o caso com o jogo *Go*. Em 2017, o AlphaGo<sup>4</sup> Master, da empresa DeepMind, ganhou do campeão mundial, Ke Jie, no jogo de *Go*. AlphaGo aprendeu a jogar *Go* por treinamento, isto é, vendo muitos exemplos de bons jogos. Assistiu milhares de jogos dos campeões e depois jogou milhares de vezes, como fazem os humanos quando querem se tornar bons jogadores em algum jogo específico.

Não é possível programar o computador para ser campeão em jogos como o *Go*, nem para desempenhar as inúmeras tarefas que os computadores estão desempenhando bem atualmente. É por meio do Aprendizado de Máquina que o computador está adquirindo novas habilidades. As técnicas de Aprendizado de Máquina permitem que o computador aprenda por exemplos, ou seja, aprenda por meio dos dados. O Aprendizado de Máquina tornou-se chave para colocar conhecimento nos computadores.

### **O que as soluções de sucesso usando IA têm em comum?**

Foram mencionadas as soluções com sucesso de vários problemas complexos utilizando técnicas de IA. O que esses problemas têm em comum para justificar o uso de IA? Não existem soluções algorítmicas para esses problemas, isto é, não se sabe como escrever programas para resolvê-los. Mas existem muitos dados (informações) para esses problemas, o que possibilita o treinamento de algoritmos e uso do aprendizado de máquina.

Os humanos têm muito conhecimento intuitivo, que não conseguem expressar verbalmente com facilidade. Não se tem acesso consciente a esse conhecimento intuitivo. Sem uma compreensão formal desse conhecimento intuitivo não é possível escrever programas para representá-lo. Então qual é a solução? A solução é a máquina aprender esse conhecimento por si mesma, de maneira similar a como os seres humanos aprendem.

### **Qual foi a grande mudança nos últimos anos?**

Algumas técnicas de IA foram definidas nos anos 1950. Por que então somente agora se está conseguindo solucionar esses problemas com IA, se algumas das técnicas de IA são antigas?

As técnicas de IA que fazem sucesso hoje precisam de muito poder computacional e de muitos exemplos (dados), que não estavam disponíveis até pouco tempo. Agora com as GPU (Graphic Processing Unit), maior poder computacional e muitos dados, as técnicas de IA conseguem resolver problemas cada vez mais complexos.

Hoje estão disponíveis muitos dados: dados das empresas, dados das pessoas, dados dos equipamentos (por exemplo, oriundos do uso de Internet das Coisas).

O aumento da capacidade dos computadores atuais é parcialmente em razão das técnicas de Aprendizado de Máquina. Entretanto, não é de hoje que se deseja fazer que o computador aprenda. Por exemplo, Alan Turing, o pai da computação, desenvolveu um teste, conhecido como teste de Turing, para saber se os computadores eram capazes de aprender. De maneira simples podemos dizer que o teste de Turing consiste em um humano conseguir saber se ele está conversando com outro humano ou com uma máquina. Se o humano não conseguir descobrir se ele está conversando com uma máquina, é um indicativo de que o sistema é inteligente e passou no Teste de Turing (Turing, 1950). Hoje muitos sistemas de IA passam no teste de Turing, mas a capacidade de aprender dos computadores ainda não é igual à capacidade de aprender dos humanos.

Ainda não se sabe como fazer os computadores aprenderem como os humanos aprendem. Nem sequer se sabe exatamente como os humanos aprendem, mas já existem alguns algoritmos eficientes em “ensinar” algumas tarefas específicas aos computadores.

### **Tipos de Inteligência Artificial**

A IA pode ser caracterizada em três tipos: IA Focada, IA Generalizada e IA Superinteligente.

A IA Focada, também conhecida como IA Fraca, consiste de algoritmos especializados em resolver problemas em uma área e/ou um problema específico. Aqui os sistemas armazenam uma grande quantidade de dados e os algoritmos são capazes de realizar tarefas complexas, porém sempre focadas no objetivo para o qual foram desenvolvidos. Os Sistemas Especialistas e Sistemas de Recomendação são exemplos de sistemas de IA focada.

Na IA Generalizada, também conhecida como IA Forte, os algoritmos desenvolvidos se tornam tão capazes quanto humanos em várias tarefas e, em geral, os algoritmos usam técnicas de Aprendizado de Máquina como ferramenta. Em algumas tarefas os algoritmos têm desempenho semelhante aos humanos, por exemplo, em Visão Computacional. O nível atual da IA é de IA Generalizada.

Na IA Superinteligente, os algoritmos são significativamente mais capazes que humanos em praticamente todas as tarefas. Ainda não existem sistemas com IA Superinteligente e não se sabe se existirão sistemas mais inteligentes que os humanos desenvolvidos com técnicas de IA.

### **Aprendizado de Máquina e tipos de Aprendizado de Máquina**

O objetivo do Aprendizado de Máquina (AM) é a construção de programas que melhorem seu desempenho por meio de exemplos (Mitchell, 1997). Para isso é necessária uma grande quantidade de exemplos para gerar o conhecimento do computador, que são hipóteses geradas a partir dos dados.

As técnicas de AM são orientadas a dados, isto é, aprendem automaticamente a partir de grandes volumes de dados. Os algoritmos de AM geram hipóteses a partir dos dados.

A inferência indutiva é um dos principais métodos utilizados para derivar conhecimento novo e prever eventos futuros em Aprendizado de Máquina. A generalização pode não ser feita de maneira correta na inferência indutiva. As chances de as generalizações serem corretas aumentam de acordo com a qualidade dos dados. O mesmo fenômeno acontece com AM, dados mais precisos levam a generalizações mais precisas.

Existem três tipos principais de Aprendizado de Máquina: Supervisionado, Não Supervisionado e por Reforço.

No Aprendizado Supervisionado, para cada exemplo apresentado ao algoritmo de aprendizado é necessário apresentar a resposta desejada (ou seja, um rótulo informando a que classe o exemplo pertence, no caso de um problema de classificação de imagens, por exemplo, como distinguir imagens de gatos e de cachorros). Cada exemplo é descrito por um vetor de valores (atributos) e pelo rótulo da classe associada. O objetivo do algoritmo é construir um classificador que possa determinar corretamente a classe de novos exemplos ainda não rotulados. Para rótulos de classe discretos, esse problema é chamado de classificação e para valores contínuos como regressão. Esse método de aprendizado é o mais utilizado.

No Aprendizado Não Supervisionado, os exemplos são fornecidos ao algoritmo sem rótulos. O algoritmo agrupa os exemplos pelas similaridades dos seus atributos. O algoritmo analisa os exemplos fornecidos e tenta determinar se alguns deles podem ser agrupados de alguma maneira, formando agrupamentos ou *clusters*. Após a determinação dos agrupamentos, em geral, é necessária uma análise para determinar o que cada agrupamento significa no contexto problema sendo analisado.

No Aprendizado por Reforço, o algoritmo não recebe a resposta correta mas recebe um sinal de reforço, de recompensa ou punição. O algoritmo faz uma hipótese baseado nos exemplos e determina se essa hipótese foi boa ou ruim. Aprendizado por Reforço é bastante utilizado em jogos e robótica, e foi a técnica utilizada no AlphaGo.

O uso de Aprendizado de Máquina para solucionar problemas nem sempre é fácil e precisa de alguns pré-requisitos. Precisa de um bom conjunto de exemplos. Muitas vezes a base de exemplos precisa ser construída e atualizada constantemente. Como os dados nem sempre são bons, faz-se necessário o uso de técnicas que melhorem a qualidade dos dados. Nem todo algoritmo de AM resolve todo tipo de problema, então é preciso fazer a seleção dos conjuntos de algoritmos apropriadas para o problema que se precisa resolver. Uma vez escolhidos os algoritmos, precisa-se definir os parâmetros dos algoritmos (por exemplo, o número de camadas de uma Rede Neural). Depois do treinamento precisa-se saber se o algoritmo está resolvendo o problema e com que precisão o problema está sendo resolvido. Por fim, o sistema precisa ser atualizado, porque mudanças nos dados podem fazer com que os sistemas deixem de funcionar.

### **Redes Neurais Artificiais**

Uma das técnicas de Aprendizado de Máquina que tem tido sucesso em resolver muitos problemas são as Redes Neurais Artificiais (RNA). As RNA são modelos matemáticos que se inspiram nas estruturas neurais biológicas e que têm a capacidade computacional adquirida por meio de aprendizado. O processamento da informação em RNA é feito nos neurônios artificiais, conhecidos como neurônio McCulloch e Pitts (ou modelo MCP) (McCulloch; Pitts, 1943).

O modelo mais simples de aprendizado com Redes Neurais, o Perceptron, foi definido em 1957 por Frank Rosenblatt e resolve problemas simples que são linearmente separáveis (Rosenblatt, 1957). O Perceptron é composto por uma estrutura com uma única camada, tendo como unidades básicas neurônios MCP e uma regra de aprendizado. O algoritmo de aprendizagem do Perceptron utiliza a correção de erros (diferença entre a resposta desejada e a resposta da rede) como base. Para fazer o aprendizado da Rede Neural existe uma fase de treinamento e uma fase de teste do algoritmo. Na fase de treinamento os exemplos rotulados são apresentados ao algoritmo. Os parâmetros da rede (pesos) são modificados a cada apresentação de um novo exemplo à rede. Depois do ajuste dos parâmetros, na fase de teste, o sistema é avaliado.

Para resolver problemas mais complexos são necessárias redes de Perceptrons organizadas em múltiplas camadas MLP (do inglês, Multi-Layer Perceptrons). O algoritmo mais utilizado para treinar as MLP chama-se Backpropagation (Rumelhart et al., 1986) e resolveu muitos problemas mas a solução dos problemas não é garantida (problemas de mínimos locais) e outras técnicas, SVM (do inglês Support Vector Machines) (Cortes; Vapnik, 1995), por exemplo, começaram a apresentar melhores resultados que Redes Neurais na solução

de vários problemas, como no reconhecimento de imagens, até que o uso de Redes Neurais com muitas camadas escondidas, que são chamadas de Redes Neurais Profundas (do inglês, Deep Neural Networks) (LeCun et al., 2015) começassem a ser utilizadas largamente.

Redes Neurais Profundas foram inspiradas pela sensibilidade local e orientação seletiva do cérebro. Essas redes foram projetadas para que implicitamente extraíam características relevantes da entrada. São as Redes Neurais Profundas que estão resolvendo a maioria dos problemas satisfatoriamente.

Nas Redes Neurais Profundas, em geral, as redes deixam de ter estruturas totalmente conectadas (um neurônio se conecta a todos os neurônios da camada anterior). Em vez disso, cada neurônio passa a se conectar com um conjunto limitado de neurônios da camada anterior, restringindo a conexão entre neurônios a janelas limitadas (também conhecidas como filtros ou *kernels*). Camadas que utilizam esse tipo de mecanismo são chamadas de camadas de convolução. Tais camadas são definidas como um conjunto de filtros (*kernels*) que, por sua vez, são matrizes que definem uma determinada característica visual que se deseja detectar na imagem. As Redes Profundas têm também uma camada de *Pooling*, uma grade de unidades, que sumarizam de alguma forma as ativações dos neurônios com que se conectam.

### **Impactos da Inteligência Artificial**

O uso da IA está mudando o cotidiano das pessoas e para um uso responsável dessas técnicas, fazem-se necessários estudos sobre impactos sociais e éticos da IA, assim como estudos sobre seus riscos, seus impactos, seus benefícios – evitando receios infundados e problemas reais.

A IA pode gerar impactos bons e ruins. A IA pode evitar que o ser humano se exponha a tarefas perigosas, tarefas que já podem ser realizadas por máquinas. A IA pode eliminar a necessidade de tarefas automáticas serem executadas por humanos e, com isso, sobrar tempo para que os humanos lidem com tarefas mais instigantes e prazerosas.

O uso da IA vem trazendo muitos benefícios, tais como: melhorias nos serviços de saúde; Processamento de Linguagem Natural: voz para texto, tradução; melhorias na educação; energia limpa e barata; detecção de fraudes; meios de transportes mais seguros (aplicativos de transporte), rápidos (rota otimizadas) e limpos.

A IA também tem impactos negativos. Perda de vagas de trabalho é um desses impactos negativos. Vagas de empregos menos qualificados que aumentam as desigualdades sociais. Serão necessários planejamento e ações de governo para minimizar os impactos negativos da IA.

Além das preocupações sociais, o uso de IA envolve inúmeras questões éticas e morais, entre elas: a possibilidade de uso de armas poderosas e automáticas, a invasão da nossa privacidade, a falta de transparência de como as nossas informações estão sendo utilizadas, a falta de explicações de como os sistemas de

IA chegam as suas conclusões. Alguns desses problemas já estão sendo tratados mundialmente com os códigos de privacidade de dados, mas ainda estão longe de serem resolvidos.

O Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), a Association for Computing Machinery (ACM), a Comunidade Comum Europeia, entre outros, já têm diretrizes para um uso responsável da IA (Hagendorff, 2020). No Brasil temos projetos de lei na câmara dos deputados (Projetos de Lei n.21/20 e 240/20, que remetem ao cumprimento da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)) e outros no senado federal (Projetos de Lei n.5051/2019 e 5691/2019).

Um aspecto legal que precisa ser resolvido é quem será responsabilizado pelos erros e acertos dos algoritmos de IA em sistemas críticos, como na utilização de carros autônomos. Serão os desenvolvedores ou os usuários dos sistemas?

### **Desafios da Inteligência Artificial**

Tem havido um interesse crescente de pesquisadores e profissionais em desenvolver e implantar modelos e algoritmos de Aprendizado de Máquina que não são apenas precisos, mas são também explicáveis, justos, que preservam a privacidade, são causais e robustos. Essa ampla área de pesquisa é comumente referida como Aprendizado de Máquina Confiável.

Os sistemas de IA precisam ser explicáveis porque as pessoas devem entender as soluções sugeridas pelos modelos. As explicações dos modelos de IA também servem para se descobrir possíveis erros no próprio modelo, por exemplo, talvez uma das variáveis utilizadas não esteja ajudando na solução ou até esteja atrapalhando. Algumas pesquisas estão sugerindo explicar os modelos complexos de IA pelo uso de modelos mais simples. Outras pesquisas estão usando Técnicas de Explicações Definidas *a Posteriori* (do inglês, Post Hoc Explanations Techniques), mas as explicações obtidas com essas soluções ainda não são confiáveis.

Como mencionado anteriormente, parte do sucesso da IA é oriunda da quantidade de dados disponíveis atualmente e do poder computacional das máquinas modernas. Em relação à quantidade e complexidade dos dados, as máquinas precisam de uma quantidade muito maior de exemplos que os humanos para aprender. Não se sabe ainda quantos exemplos são necessários para a máquina aprender uma tarefa complexa. É também necessário reduzir a necessidade de tantos exemplos nos algoritmos de Aprendizado de Máquina porque com dados mais complexos, máquinas melhores serão necessárias. Por outro lado, os humanos aprendem também por correlação com o que já sabem para resolver novos problemas, um mecanismo semelhante a esse dos humanos precisa ser desenvolvido para as técnicas de IA.

Na área de Processamento de Linguagem Natural, para reduzir o tempo de treinamento dos algoritmos, foram desenvolvidos sistemas pré-treinados, como Bert (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) e GPT (Gene-

ative Pre-Training Transformer), que foram treinados com enormes conjuntos de dados de linguagem geral, como por exemplo o Corpus da Wikipédia, e podem ser ajustados para tarefas de linguagens específicas (Devlin et. al., 2019).

Existem pesquisas que utilizam Aprendizado Autossupervisionado (do inglês, Self-Supervised Learning) para realizar o aprendizado com um menor número de exemplos (Ravanelli et. al, 2020).

Além da necessidade de muitos exemplos no processo de treinamento, alguns exemplos das tarefas reais podem ser letais e a experiência, limitada e custosa. Não existem disponíveis bons simuladores da vida real para gerar dados de treinamento, e muitos conceitos de alto nível e o conhecimento sobre o mundo são fornecidos por seres humanos, que rotulam dados de treinamento que serão apresentados aos algoritmos de Aprendizado de Máquina. Os conjuntos de treinamento fornecidos aos algoritmos podem não ser uma boa representação do mundo real, e as amostras podem estar enviesadas. Por exemplo, um sistema pode ser desenvolvido para distinguir gatos de cachorros, mas no conjunto de treinamento apresentado ao algoritmo, todos os cachorros são pretos e todos os gatos são brancos, então o sistema pode aprender a distinguir preto de branco e não gato de cachorro. Nesses casos, é necessária a experiência dos humanos para descobrir e solucionar o problema.

Outro aspecto relacionado aos dados é que muitos problemas reais são dinâmicos e dados são gerados continuamente, como por exemplo no gerenciamento de transportes e monitoramento por redes de sensores. Para resolver problemas dinâmicos são necessárias técnicas de aprendizado em ambientes dinâmicos de fluxos contínuos de dados (Gama, 2012).

A resolução de problemas complexos utilizando técnicas de AM necessita do design automático, eficiente e correto do sistema. Escolhas eficientes de pré-processamento dos dados, seleção da família de algoritmos apropriados, escolha dos hiperparâmetros dos algoritmos, seleção de atributos e pós-processamento. Para uma maior aplicabilidade das técnicas de AM, a resolução dos problemas com AM precisa ser mais automática. Uma possibilidade é usar Meta-Aprendizado (Hospedales et al., 2020). No meta-aprendizado temos algoritmos que aprendem quais algoritmos e que valores de parâmetros devem ser utilizados para se alcançar bons desempenhos de forma automática.

Um desafio importante de longo prazo é descobrir princípios simples e poderosos que expliquem a inteligência humana. Esses princípios simples e poderosos ajudarão na construção das máquinas inteligentes, da mesma forma que a descoberta das leis de aerodinâmica trouxe o avanço na aviação.

## **Conclusões**

Máquinas estão bem longe de aprender a dominar muitos aspectos do nosso mundo, embora o sucesso da IA seja inegável e esteja impactando nossas vidas. As questões éticas e sociais oriundas do uso IA precisam ser avaliadas e resolvidas ao menos parcialmente em um curto espaço de tempo.

A utilização e o desenvolvimento científico em IA têm oportunidades de pesquisa e trabalho em muitas áreas, não somente em Aprendizado de Máquina, mas em outras subáreas, como representação de conhecimento e tomada de decisão. Nos próximos anos haverá o aperfeiçoamento de muitas aplicações que já estão sendo resolvidas parcialmente, tais como: Análise de Sentimentos; personalização de ensino, saúde, lazer, investimentos; robôs domésticos, veículos autônomos; detecção de posicionamento; captura de ironia, humor, sarcasmo; interpretação de tom e intenção de fala.

## Notas

- 1 Imagenet database. IMAGENET. Disponível em: <<http://www.image-net.org>>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- 2 DeepFace. From Wikipedia, the free encyclopedia. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/DeepFace>>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- 3 Knight Capital perde US\$440 milhões por falha em robô. Exame.com, 2012. Disponível em: <<https://exame.com/invest/mercados/knight-capital-perde-us-440-milhoes-por-falha-em- robo/>>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- 4 AlphaGo. DeepMind. Disponível em: <<https://deepmind.com/research/case-studies/alphago-the-story-so-far>>. Acesso em: 7 fev. 2021.

## Referências

- CORTES, C.; VAPNIK, V. Support-vector networks. *Machine Learning*, v.20, p.273-97,1995. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF00994018>>.
- DEVLIN, J. et al. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. arXiv:1810.04805, 2019. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1810.04805>>. Acesso em: 7. fev. 2021.
- FENG, S. et al. Intelligent driving intelligence test for autonomous vehicles with naturalistic and adversarial environment. *Nat Commun*, v.12, p.748, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41467-021-21007-8>>
- GAMA, J. A survey on learning from data streams: current and future trends. *Progress in Artificial Intelligence*, v.1, n.1, p.45-55, 2012.
- HAGENDORFF, T. The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines. *Minds & Machines*, v.30, p.99-120, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8>>.
- HOSPEDALES, T. et al. A. Meta-Learning in Neural Networks: A Survey. arXiv:2004.05439, 11 Abr. 2020. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2004.05439>>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- LECUN, Y. et al. Deep learning. *Nature* v.521, p.436-44, 2015.
- MCCULLOCH, W.S.; PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, v.5, p.115-33, 1943. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02478259>>.

MITCHELL, T. *Machine Learning*. S. l.: McGraw Hill, 1997.

OTTER, D. W. et al. A survey of the usages of deep learning for natural language processing. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, v.32, n.2, p.604-24, 2020. Disponível em: <[https://doi.org/ DOI: 10.1109/tnnls.2020.2979670](https://doi.org/10.1109/tnnls.2020.2979670)>.

RAVANELLI, M. et al. Multi-task self-supervised learning for robust speech recognition. In: ICASSP 2020-2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Barcelona, 2020. p.6989-93.

ROSENBLATT, F. The Perceptron – A perceiving and recognizing automaton. Report 85-460-1. Cornell Aeronautical Laboratory, November 1957.

RUMELHART, D. E. et al. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, v.323, p.533-6, 1986.

SARACCO, R. Congrats Xiaoyi. You are now a medical doctor. IEEE Future Directions. 2017. Disponível em: <<https://cmte.ieee.org/futuredirections/2017/12/02/congrats-xiaoyi-you-are-now-a-medical-doctor/>>. Acesso em: 7 fev. 2021.

TORFI, A. et al. Natural language processing advancements by deep learning: A survey. *arXiv preprint arXiv:2003.01200* (2020). Acesso em: 16 fev. 2021.

TURING, A. M. Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX, v.236, p.433-460, doi:10.1093/mind/LIX.236.433, ISSN 0026-4423, October 1950.

*RESUMO* – A área de Inteligência Artificial demonstrou avanços extraordinários nos últimos anos e, atualmente, é utilizada para solucionar inúmeros problemas tecnológicos e econômicos. Como boa parte do sucesso atual da Inteligência Artificial se deve às técnicas de Aprendizado de Máquina, particularmente às Redes Neurais Artificiais, neste artigo falamos dessas áreas, estado atual, desafios e oportunidades de pesquisas. Vamos também mencionar preocupações com impactos sociais e questões éticas.

*PALAVRAS-CHAVE*: Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, Ética em Inteligência Artificial.

*ABSTRACT* – The field of Artificial Intelligence has advanced extraordinarily in recent years, and nowadays it is used to solve numerous technological and economic problems. Because much of the current success of Artificial Intelligence derives from Machine Learning techniques, particularly Neural Networks, this article will discuss these areas of research as well as the current state, challenges and research opportunities of AI. We will also mention concerns about social impacts and ethical issues.

*KEYWORDS*: Artificial Intelligence, Machine Learning, Ethics in Artificial Intelligence.

*Teresa Bernarda Ludermir* é professora titular do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, membro da Ordem Nacional do Mérito Científico, membro da Academia Pernambucana de Ciências e diretora da Rede Nordeste de Inteligência Artificial (Iane). @ – [tbl@cin.ufpe.br](mailto:tbl@cin.ufpe.br) / <https://orcid.org/0000-0002-8980-6742>.

Recebido em 16.2.2021 e aceito em 18.2.2021.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática, Recife, Pernambuco, Brasil.

# Contribuições de aprendizado por reforço em escolha de rota e controle semafórico

ANA L. C. BAZZAN<sup>1</sup>

## Introdução

**A** CRESCENTE demanda por mobilidade é uma das características da nossa sociedade. Por exemplo, de acordo com a empresa Inrix, o custo dos congestionamentos nos Estados Unidos em 2017 foi de 305 bilhões de dólares, um aumento de 10 bilhões em relação a 2016. No Brasil, de 2004 a 2014, o número de veículos para 1.000 habitantes aumentou de 119,7 para 206,0. Sabe-se que os investimentos na infraestrutura da rede de transporte não acompanham o crescimento da frota veicular; portanto, os congestionamentos são um fenômeno sempre presente que representa grande desafio para a mobilidade urbana. O impacto direto e indireto dos congestionamentos em áreas urbanas e interurbanas é imenso e resulta em custos que podem atingir até 1% do PNB.

Segundo especialistas, tais custos são de vários tipos: o tempo ocioso das pessoas no trânsito (conhecido em economia como custo de oportunidade), e os gastos pecuniários impostos à sociedade, como os gastos referentes ao consumo de gasolina e diesel, bem como o impacto dos poluentes na saúde da população e o aumento no custo do transporte de carga. Por fim, o impacto negativo também se faz sentir na estrutura econômica do país, na saúde, na qualidade de vida e no bolso do cidadão. “Soluções” como pedágios urbanos, rodízio de placas etc., praticadas atualmente no Brasil, são impopulares. O cidadão necessita ver o retorno do seu sacrifício, seja ele monetário ou não. Dessa forma, existe uma grande demanda por soluções que envolvam inteligência e informação como forma de oferecer uma contrapartida à população.

Do ponto de vista prático, a questão sobre como se deslocar de A até B de maneira eficiente é um tema que está na agenda da maioria dos habitantes das cidades do planeta, haja vista o número de aplicativos para auxiliar na escolha de uma rota ou de um transporte público. Uma maneira popular de mitigar esse problema é melhor usar a infraestrutura existente. Felizmente, os avanços científicos e tecnológicos nos permitem, hoje, sermos otimistas em relação a essa tarefa. Pelo lado científico, recentes avanços na pesquisa em Inteligência Artificial (IA) e Aprendizado de Máquina (AM) as colocam como poderosas ferramentas, na medida em que permitem ou alargam os horizontes no que tange à otimiz-

ção do uso dos recursos existentes. Isso vai desde um controle semafórico mais inteligente, até serviços que não apenas indicam rotas menos congestionadas para os usuários do sistema de transporte, mas o fazem de modo a aliviar o uso de certas vias arteriais, balanceando o uso do recurso viário como um todo.

É nesse contexto que surge a agenda em torno de cidades inteligentes, onde um dos focos é o da mobilidade urbana inteligente (uso racional dos diversos meios de transporte, integrando-os e adaptando-os à demanda). O Brasil já tem tecnologias e infraestrutura para iniciar a implementação de uma agenda nesse sentido. Entretanto, não exploramos ainda todas as possibilidades em relação ao uso de AM e sua relação com comunicação interveicular, entre veículos e a infraestrutura viária, e dentro a própria infraestrutura viária.

Nesse contexto, diversos pesquisadores apontam para um cenário onde a internet chegará aos carros e substituirá, ao menos em parte, a internet como a conhecemos hoje. Por exemplo, em *Reinventing the Automobile*, Mitchell et al. (2010) afirmam que a chamada *mobility internet* possibilitará aos veículos o mesmo a internet atualmente possibilita aos computadores: troca de uma enorme quantidade de informação georreferenciada, em tempo real, o que permitirá integrar veículos à internet das coisas (IoT). Isso potencialmente influenciará o modo como se gerenciam e otimizam as viagens em uma rede viária. Entretanto, muitos desses serviços têm objetivos conflitantes quando estudados em nível de componente do sistema. Por exemplo, sabe-se que a simples difusão do *mesmo tipo de informação* para cada motorista pode ter consequências negativas (Wahle et al., 2000; Wahle; Bazzan; Klügl, 2002). Um segundo exemplo refere-se ao gerenciamento de semáforos (ainda que inteligentes), onde o desempenho de cada um está fortemente atrelado a padrões que estão ocorrendo em cruzamentos adjacentes.

Embora o cenário imaginado por Mitchell e colegas não seja ainda visível no mundo real, ele já é trabalhado em laboratórios de pesquisa como o MAS-Lab, o laboratório do grupo de sistemas multiagente do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Nele, há mais de duas décadas, a autora propõe, desenvolve e aplica técnicas de IA a diversos problemas ligados à questão da mobilidade urbana como um dos fatores subjacentes ao desenvolvimento de políticas públicas que levem a cidades mais inteligentes. Citando Martin Wachs (IEEE 2011 *forum on integrated sustainable transportation systems*), “*mobility is perhaps the single greatest global force in the quest for equality of opportunity because it plays a role in offering improved access to other services*”,

Dessa forma, o objetivo deste texto é discutir os diversos trabalhos realizados pela autora no decorrer de sua trajetória. No presente artigo, o foco é no uso de aprendizado por reforço, uma das vertentes do AM. Tais trabalhos objetivam tanto otimizar a oferta (por exemplo, com controle inteligente de semáforos) quanto distribuir a demanda (com a disseminação não trivial de informações e recomendações aos viajantes).

A sequência do texto joga luz em alguns aspectos a respeito de como a IA vem contribuindo e como seu papel se torna cada vez mais decisivo. Assim, um verdadeiro trânsito inteligente resultará de indivíduos, semáforos e veículos conectados e trabalhando em conjunto. Nessa visão, semáforos inteligentes são alimentados com informação a respeito do estado da rede de tráfego, sobre os semáforos vizinhos, eventos imprevistos, e outras informações.

### **Referencial teórico e estado do conhecimento**

O problema de como se deslocar de A até B de maneira eficiente parece ficar cada vez mais complexo e está entre as principais preocupações do cidadão urbano típico. Como chegamos a esse cenário? Colocando de forma simples: toda vez que a demanda excede a oferta, ocorrem congestionamentos.

Pelo caráter multidisciplinar desses tópicos, nesta seção são apresentados de forma sucinta alguns conceitos fundamentais que embasam os trabalhos discutidos na seção que segue. Uma explicação mais detalhada sobre sistemas de transporte e simulação de tráfego pode ser encontrada em Bazzan e Klügl (2007, 2013a,b), Klügl e Bazzan (2012); uma visão sobre a tecnologia baseada em agentes e sobre IA distribuída pode ser consultada em Bazzan (2010) e Bittencourt (2001). As próximas que seguem abordam questões diretamente relacionadas ao objetivo do usuário do sistema viário: como ir de A até B, o que envolve mobilidade urbana, sistemas inteligentes de transporte, e o problema de como alocar viagens à infraestrutura existente, bem como a ideia geral por trás de AR. Na sequência, as subseções “Trabalhos relacionados: controle semafórico” e “Trabalhos relacionados: escolha de rota” elencam o estado-do-conhecimento nas áreas de controle semafórico e navegação guiada, respectivamente.

#### ***Sistemas inteligentes de transporte***

Os profissionais e técnicos que atuam na área de engenharia de transportes e tráfego há muito tempo já trabalham com ferramentas computacionais que permitem estimar demandas e adequar a oferta de infraestrutura. A área de Intelligent Transportation Systems (ITS) tem um caráter multidisciplinar e surgiu justamente para, entre outros objetivos, fomentar o uso de novas tecnologias. Entre essas, nos últimos anos, a IA tem revolucionado a área de ITS, permitindo aumentar o desempenho de processos de otimização e controle.

São objetivos de ITS desenvolver sistemas de controle disponíveis, corretos, seguros, escaláveis, persistentes e ubíquos. Entretanto, sistemas de controle de tráfego não podem, sozinhos, resolver os problemas acima mencionados.

#### ***O problema da alocação de tráfego***

Em uma rede de transporte tem-se uma série de pares Origem-Destino (OD) e diversos caminhos conectando cada um desses pares. O problema da alocação do tráfego (Traffic Assignment Problem – TAP) consiste em alocar as viagens na rede urbana de forma ótima, dadas restrições de capacidade, entre

outras. Em geral cada usuário conhece o melhor caminho entre um par OD, assumindo-se que os caminhos estejam livres de congestionamento. Em situações corriqueiras como hora de pico, o padrão de tráfego muda e rotas que antes eram não ótimas podem passar a ser alternativas atraentes. Os motoristas familiarizados com as condições da rede, como *commuters*, tendem a realizar um processo individual de otimização baseado na sua própria experiência. Em uma situação na qual cada usuário encontrou a rota que tem menor tempo de viagem, nenhum tem incentivo para mudar de rota, o que consiste no estado denominado equilíbrio do usuário (ou de Nash) formulado por Wardrop (1952): nenhum usuário pode melhorar seu desempenho mudando de rota, o que equivale a dizer que todas as rotas têm custo igual (Wardrop's First Principle). Esse equilíbrio é mantido, assumindo-se que nem a demanda e nem a rede mude.

### *Aprendizado por reforço*

Técnicas de AM têm encontrado mais e mais aplicações no contexto de transportes. Em particular, Aprendizado por Reforço (AR) é uma das técnicas mais utilizadas pois permite que as diversas classes de agentes (por exemplo, semáforos, veículos) aprendam a se adaptar ao estado do tráfego mediante a construção de um modelo que diz ao agente que ação realizar em cada estado observado. Dessa forma, o projetista do sistema não precisa dotar o agente de modelos que exigem conhecimento do domínio e/ou instâncias de treinamento que são de difícil obtenção. Há duas grandes variantes das técnicas de AR: baseadas em modelos e independentes de modelos. No primeiro caso, o agente é dotado de um modelo que lhe diz como o ambiente deve se comportar, e qual recompensa esperar. No segundo caso, o agente tem que aprender tal modelo.

No campo do AR independente de modelo, um dos algoritmos mais populares é o chamado Q-learning (Watkins; Dayan, 1992). Esse algoritmo calcula uma aproximação do valor do par estado-ação, denotado  $Q(s,a)$ , ou seja, o valor da ação  $a$  quando o agente a realiza no estado  $s$ . No limite de um conjunto infinito de observações de transições de estados, a convergência (para o valor ótimo  $Q^*$ ) é garantida, desde que todos os pares estado-ação  $(s,a)$  sejam visitados infinitamente e frequentemente e que algumas restrições em relação à taxa de aprendizado sejam obedecidas.

Tais garantias valem para o caso de um único aprendiz agindo no ambiente. Entretanto, quando tal aprendiz é colocado em um cenário multiagente, ele não estará mais aprendendo a partir de exemplos vindos de um conjunto fixo. Logo, tal aprendizado deixa de ser trivial.

Diversas soluções para esse problema já foram propostas para o caso monoagente e a “solução” mais popular tem sido a de fazer que os agentes aprendam de forma individual ou independente, isto é, desconsiderando a presença dos demais agentes. Essa abordagem é simples, mas é preciso ter em conta que pode ser ineficiente ou até mesmo ineficaz.

### ***Trabalhos relacionados: controle semafórico***

Algoritmos e técnicas de controle semafórico existem há várias décadas e derivam principalmente de técnicas de pesquisa operacional e da área de controle. Aqui são estudados controle em tempo real, bem como otimização *offline*. Mais recentemente, técnicas de IA, IA distribuída e de sistemas multiagentes têm sido empregadas.

Uma abordagem clássica é a sincronização dos semáforos (em modo centralizado) de forma que os veículos possam atravessar uma via arterial em um sentido, com uma velocidade específica, sem paradas (a chamada “onda verde”). Os métodos mais conhecidos aparecem em *softwares*, em geral comerciais, como Transyt (Robertson, 1969), Scoot (Hunt et al., 1981), Scats (Lowrie, 1982), e, mais recentemente, TUC (Diakaki et al., 2003).

O problema do controle semafórico também pode ser abordado do ponto de vista de AR. Na maioria dos trabalhos baseados em AR, o aprendizado é utilizado pelos semáforos a fim de aprender uma política que mapeia os estados (normalmente as filas nas interseções) para ações. Em razão do número de trabalhos que empregam AR no controle semafórico, sugere-se consultar os *surveys* de Bazzan (2009); Mannion; Duggan; Howley (2016); Wei et al. (2019); Yau et al. (2017).

Poucos trabalhos envolvem AR, tanto no controle semafórico quanto nos motoristas, como nosso trabalho apresentado adiante. De fato, essa integração, tão óbvia quanto importante, tem recebido pouca atenção na literatura. No trabalho de Wiering (2000), motoristas e semáforos aprendem simultaneamente. Os controladores semafóricos obtêm informações específicas sobre as rotas dos motoristas (por exemplo, o destino) para calcular uma estimativa do tempo de espera, o que pode ser uma suposição muito forte. Além disso, o modelo subjacente não é totalmente microscópico. O trabalho de Taale, van Kampen e Hoogendoorn (2015) não utiliza AR, mas sim uma estratégia baseada em *back-pressure* para integrar semáforos e influenciar ou substituir a escolha da rota. A abordagem proposta foi testada utilizando apenas o modelo de simulação macroscópico.

### ***Trabalhos relacionados: escolha de rota***

Entender como se comporta o motorista em termos de escolha de rota é fundamental em um sistema de recomendação de rotas. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos nessa área, como Adler e Blue (1998); Ben-Akiva; Palma; Kaysi (1991); Bonsall (1992); Mahmassani e Chen (1991). Porém, nesses, a resposta do usuário a tais sistemas não é considerada. Isso somente é possível quando se passa ao nível de simulação microscópica baseada em agentes.

Conforme mencionado anteriormente, é fundamental balancear os custos global e individuais. Uma forma de fazer isso é pelo controle de tráfego utilizando sistemas de pedágio especialmente constituídos para penalizar vias com maior tráfego visando melhorar a eficiência da rede pela busca de um equilíbrio no que se refere à distribuição do tráfego. Trabalhos nesse sentido incluem: Arnott, Palma e Lindsey (1990); Kobayashi e Do (2005), Buriol et al. (2010), Sharon

et al. (2017). Porém, pedágios são impopulares e, via de regra, injustos. Uma alternativa busca atingir resultados similares pela disseminação de informação aos usuários. Não são muitos os trabalhos que consideram IA nesse contexto. Redes neurais são utilizadas em Dia e Panwai (2014) para prever a escolha de rota dos motoristas. Entretanto, os autores focam apenas no impacto das mensagens e relegam a segundo plano o impacto da distribuição do tráfego e tempo de viagem. Redes neurais também são utilizadas em Barthélemy e Carletti (2017), onde os parâmetros da rede são determinados em uma fase preliminar de treinamento. A saída da rede neural é a ação a ser realizada pelo agente: permanecer ou modificar o trajeto, a fim de evitar vias congestionadas.

O trabalho de Dias et al. (2014) utiliza um algoritmo da colônia de formigas. A diferença é que, ao invés de usar o feromônio para atrair as formigas, ele inverte esse efeito, repelindo-as. A abordagem proposta por Claes, Holvoet e Weyns (2011) também se baseia em colônia de formigas, combinada com previsão de tráfego na rede viária. No entanto, aqui também os agentes possuem informações centralizadas.

Dessa forma, nota-se que existem claras lacunas na literatura. A próxima seção apresenta métodos propostos no sentido de endereçar, ao menos parcialmente, tais lacunas.

## **Métodos e resultados**

Esta seção está organizada da seguinte forma. As duas primeiras subseções descrevem os principais métodos propostos que lidam, respectivamente, com controle semafórico inteligente e com navegação guiada e escolha de rotas pelos usuários da rede viária (motoristas). A maior parte desses métodos utiliza AR. Uma vez que, no mundo real, tanto os controladores semafóricos quanto os motoristas aprendem simultaneamente, isto leva ao problema de coaprendizado. A subseção posterior discute trabalhos que abordam esse cenário.

### *Controle semafórico inteligente usando aprendizado de máquina e outras técnicas de IA*

As abordagens clássicas descritas na subseção anterior “Trabalhos relacionados: controle semafórico” (Transyt etc.) apresentam algumas desvantagens. Na tentativa de saná-las, a seguir são descritas as principais abordagens propostas e desenvolvidas pela autora.

#### **• Coordenação de semáforos via Teoria dos Jogos**

Na sua tese de doutorado, a autora propôs a primeira abordagem para formação de ondas verdes onde cada semáforo é modelado como um agente que aprende. Esse trabalho foi posteriormente publicado em Bazzan (2005). Cada semáforo possui planos predefinidos para sincronização/coordenação com agentes adjacentes em diferentes sentidos de acordo com a situação do tráfego. Essa abordagem utiliza técnicas de AR e teoria dos jogos evolucionária e foi testada em uma via arterial, obtendo desempenho melhor que uma abordagem centralizada clássica.

### • Abordagem de AR baseado em modelo

Ao lidar com ambientes não estacionários, onde o fluxo de veículos não é constante, tanto as abordagens de AR independentes de modelo quanto as baseadas em modelo apresentam problemas. Especificamente, quando o ambiente muda, ambas precisam reaprender a partir do zero, uma vez que a política calculada para um dado ambiente deixa de ser válida após uma mudança na dinâmica do fluxo de veículos. Isso faz que os algoritmos de AR apresentem quedas de desempenho durante a fase de reaprendizado, e também forçam o algoritmo a reaprender políticas mesmo para dinâmicas que já tenham sido previamente experimentadas. Além disso, os métodos de AR assumem a existência de um número fixo de modelos de comportamento do ambiente. Uma vez que essa suposição nem sempre é realística, uma opção é a construção incremental de modelos para descrever o comportamento da rede viária.

Um método com essa característica foi proposto em Silva et al. (2006) onde controlador semafórico é capaz de particionar o conhecimento de forma que cada modelo automaticamente trata de um tipo de fluxo. A cada modelo, associa-se uma política ótima, que consiste em um mapeamento entre condições de tráfego e o correspondente plano semafórico a ser escolhido.

Além do melhor desempenho obtido quando comparado com métodos livres de modelo, este método é ainda hoje amplamente citado, tendo aberto novos rumos na pesquisa de métodos de AR baseados em modelo.

### • Abordagens baseadas em controle hierárquico

A literatura indica que redes viárias com muitos controladores semafóricos apresentam um desafio para métodos de AR. Para lidar com esse problema de redes viárias de larga escala, em Bazzan, Oliveira e Silva (2010) foi proposta uma abordagem que explora a organização dos agentes em grupos, cada qual sob supervisão de um agente-gerente. Esse gerente faz um controle de várias intersecções, a fim de implementar ações conjuntas e não apenas locais. Essas, por sua vez, tentam balancear as ações recomendadas pelo gerente com as ações que levam ao desempenho ótimo do ponto de vista local. Nessa mesma direção, Abdoos, Mozayani e Bazzan (2013) propõem o uso de um sistema multiagente holônico para modelar uma rede viária particionada em regiões (holons). O diferencial desse método foi a extensão do método Q-learning para o nível de região. Em ambos os casos, a principal vantagem obtida foi uma aceleração significativa no aprendizado, o que equivale a dizer que os semáforos se adaptam muito mais rapidamente às novas condições de fluxo.

### *Ajudando o motorista a navegar*

Enquanto a seção anterior tratou de controle semafórico, esta subseção aborda o lado da demanda, focando naquilo que permeia a questão básica de todos os usuários da rede viária: como ir de A até B de forma ótima (menor tempo, menor custo etc.)? Esse problema tem tido diversas abordagens, segundo as possíveis tecnologias disponíveis na época em questão. No caso da pesquisa mais

recente, o foco é em: disseminação de informação, comunicação veicular, como aprender a escolher rotas, efeito de mudanças de comportamento da parte dos motoristas na presença de informação, e como disseminar informação de modo a garantir um determinado nível de desempenho do sistema.

Para atingir tais objetivos, a autora tem proposto diversos métodos, alguns pioneiros ao abordar a disseminação de informação via dispositivos móveis quando o *smartphone* não existia como o conhecemos hoje. Outros métodos – descritos nas subseções seguintes – envolvem e envolveram: teoria de jogos, comunicação C2C, escolha de rota via AR, e efeito de recomendação de rotas para alinhamento do equilíbrio do usuário ao ótimo do sistema, em oposição à imposição de pedágios.

- **Ser humano no Loop: modelando a escolha de rotas através do uso de teoria dos jogos**

A disseminação de novas tecnologias visando informar o motorista traz consigo a necessidade de considerar o ser humano no laço de controle e alocação de tráfego, o chamado *human-in-the-loop*. No passado, essa questão havia sido de certa forma deixada em segundo plano pela impossibilidade de tratá-la computacionalmente. Com o aumento do poder computacional dos processadores, o advento da modelagem baseada em agentes, e também de diversos projetos multidisciplinares, diversas tentativas de modelar o problema de escolha de rotas foram feitas, incluindo as realizadas pela autora, que levam em conta a heterogeneidade de tais decisões; afinal cada agente tem sua forma particular de tomar decisão. Para tanto foi necessário desenvolver alguns modelos referentes ao comportamento do motorista, como o uso de um modelo do estado mental (por exemplo as crenças, intenções e desejos do motorista) usando lógica BDI (Beliefs, Desires, Intentions). Podem-se considerar como componentes desses modelos: desejos relacionados a maximizar o tempo de tráfego, e crenças acerca do estado e custo de cada rota ou parte da malha viária usada pelo agente. Uma aplicação pode ser encontrada em Bazzan, Wahle e Klügl (1999), que trouxe o diferencial de poder modelar agentes de forma individual, considerando, portanto, a heterogeneidade da população.

Um dos problemas encontrados foi o fato de que ainda não se têm modelos precisos de como funciona o processo do raciocínio humano subjacente à decisão sobre rotas. A fim de investigar esse processo, uma ferramenta útil é a teoria de jogos experimental. Enquanto a teoria de jogos clássica fornece várias ferramentas para modelar *congestion games*, em experimentos com humanos, é possível observar se e como esses desviam dos resultados da teoria clássica.

Em um projeto com participação da autora, coordenado pelos professores M. Schreckenberg e R. Selten (projeto Survive), projetamos experimentos onde humanos escolhem entre duas rotas de forma iterativa, a partir de informações sobre as escolhas anteriores. O objetivo principal foi estudar o efeito da disseminação de tipos de informações aos viajantes através de dispositivos móveis.

Ressalta-se que essa ideia original antecedeu o efetivo emprego desses dispositivos – que só viriam ao mercado em 2008 – e dos aplicativos de trânsito, somente disponibilizados anos depois. Os dados coletados nesse experimento foram a base para a formulação de heurísticas para escolha iterativa de rotas publicadas em Klügl e Bazzan (2004a,b), onde uma forma simples de AR simulava as escolhas de fato realizadas pelos humanos.

Esse trabalho teve implicações importantes, pois, até alguns anos atrás, os meios típicos de difusão de informação sobre o estado do trânsito eram rádio e TV ou painéis de mensagens variáveis. Não apenas não eram feitas recomendações explícitas de rota, como também essas informações não atingiam a totalidade dos usuários. Entretanto, atualmente são empregados outros meios baseados em comunicação, internet e geoposicionamento, mediante serviços como Waze e similares. Esses, de posse da localização de uma massa significativa de usuários do serviço, recomendam uma rota para o usuário. Um problema aqui é que a recomendação, se for a mesma para todos os usuários, pode levar ao colapso da rota recomendada caso a maioria dos usuários siga a recomendação. Simulações desse tipo de cenário aparecem em Bazzan, Fehler e Klügl (2006); Bazzan e Klügl (2005); Klügl e Bazzan (2004a).

Essas são questões conhecidas na teoria de jogos. Em problemas ligados a *minority games*, como em Bazzan e Klügl (2005), é sabido que em sistemas onde cada participante tenta otimizar seu desempenho de forma individual e gulosa, o desempenho global é ruim. No caso de redes de transportes, assumindo-se que veículos tentem evitar uma rota A optando por uma rota B, essa última terá perda drástica de desempenho, podendo haver inclusive situações de oscilação e deterioração para todos os participantes, como em Wahle et al. (2000). Especificamente, essa é uma questão que fundamenta o chamado paradoxo de Braess, originalmente apresentado em Braess (1968), que representa um fenômeno contra intuitivo: em uma malha viária, quando é adicionada uma nova rota, de baixo custo, conectando dois pontos, é possível que haja não redução no tempo de percurso, mas sim um aumento. Isso ocorre pois cada decisão dos motoristas (baseada em sua estimativa de custo) ignora os efeitos das decisões de outros motoristas sobre o cenário global. Ou seja, os motoristas, ao tentarem reduzir seus tempos de tráfego individualmente, de maneira gulosa, acabam aumentando o tempo de tráfego global. O objetivo global se opõe aos objetivos individuais de alguns motoristas.

Conforme mostrado em Bazzan e Klügl (2005), o uso de AR faz que os motoristas se adaptem e aprendam a evitar rotas ineficazes, melhorando o desempenho do sistema como um todo.

- **Aprendendo a escolher rotas**

Nos artigos mencionados na subseção anterior, AR foi usado de forma simplificada, sem considerar fatores como mudança de rota durante as viagens, o arrependimento dos agentes por escolhas ineficazes, a granularidade da simu-

lação (se microscópica ou macroscópica), e a busca pelo desempenho ótimo do sistema.

Esses pontos foram abordados no MASLab por métodos como Ramos e Grunitzki (2015) (uso do formalismo *learning automata*); em Bazzan e Grunitzki (2016) (modelagem como jogo estocástico, onde o agente pode alterar sua rota a cada cruzamento, a fim de navegar até seu destino; em Ramos, Bazzan e Silva (2018) (escolha de rotas considerando o arrependimento em escolhas passadas); e em Cagara, Scheuermann e Bazzan (2015); Bazzan (2019). No caso desses dois últimos trabalhos, o objetivo é alinhar o ótimo do sistema ao equilíbrio do usuário. Esse problema, conforme mencionado na subseção anterior, está ligado ao paradoxo de Braess, onde a adição de recursos aos sistemas degrada seu desempenho. Para mitigar esse problema, Cagara, Scheuermann e Bazzan (2015) propuseram o uso de um algoritmo genético distribuído. No modelo de “ilhas”, cada veículo, pela comunicação veicular, troca soluções com veículos que encontra na via. No caso de Bazzan (2019), um algoritmo genético troca informações com um processo de AR que é executado no nível dos agentes motorista/veículo. Essa sinergia permite que ambos enviem as soluções, um do outro, não apenas acelerando a convergência dos aprendizados, como também levando a soluções mais eficientes em nível do sistema (ótimo global).

### *Integrando controle inteligente e navegação Guiada*

As subseções “Controle semafórico inteligente usando aprendizado de máquina e outras técnicas de IA” e “Ajudando o motorista a navegar” apresentaram diversos métodos propostos e desenvolvidos no MASLab para abordar questões de controle inteligente de semáforos e escolha de rotas, respectivamente. Entretanto, no mundo real, essas duas tarefas ocorrem de forma não apenas simultânea, como também altamente acoplada. Claramente, o aprendizado dos controladores semafóricos afeta o aprendizado dos motoristas e vice-versa. Assim sendo, é importante considerar a adaptação simultânea das duas classes de agentes.

Em Bazzan et al. (2008) foram lançadas as bases para o AR nas duas classes. Porém, o modelo de simulação não era plenamente microscópico. Dessa forma, em Lemos e Bazzan (2019) e Lemos, Bazzan e Pasin (2018) a tarefa de aprendizado simultâneo das duas classes de agentes foi estendida para o ambiente de simulação microscópica, o que levou a vários desafios. Em primeiro lugar, o problema de termos duas classes de agentes representando a oferta e a demanda adaptando-se simultaneamente torna o problema mais complexo, computacionalmente falando, pois diversas garantias de convergência perdem sua validade. Em segundo lugar, a tarefa de aprendizado torna-se mais complexa pois as ações dos agentes são altamente acopladas. Um outro desafio é o fato de que a natureza dessas tarefas de aprendizado é diferente; o objetivo de um motorista é minimizar seu tempo de viagem individual; o objetivo de um controlador semafórico é reduzir as filas localmente.

Assim sendo, em Lemos e Bazzan (2019) e Lemos, Bazzan e Pasin (2018) foi proposta uma abordagem baseada em jogos repetidos (para a classe motorista) e jogos estocásticos (para os semáforos). Enquanto a primeira tarefa de aprendizado baseia-se em episódios não sincronizados (em nível dos agentes motoristas), os semáforos têm horizonte infinito de aprendizado. Por fim, o modelo de simulação é microscópico, um aspecto inovador desse trabalho.

Os experimentos foram realizados utilizando um simulador microscópico e uma rede viária em grade com 32 semáforos. Foi mostrado que o coaprendizado apresentou melhores resultados em termos do tamanho das filas de veículos nos semáforos, bem como que os tempos de viagem foram reduzidos.

### Conclusão

O tema mobilidade urbana é uma das prioridades do gestor público. Neste trabalho foram elencados alguns dentre os diversos aspectos da questão, focando em controle semaforico e navegação guiada. Foi mostrado que é possível melhorar a eficiência global do sistema por meio de novos métodos e tecnologias ligadas à inteligência artificial em geral, e, em particular, ao aprendizado de máquina e aprendizado por reforço.

Foram apresentados métodos baseados em aprendizado de máquina, que evidenciam os ganhos em termos de tempo de viagem e eficiência do sistema como um todo. Um foco importante desses trabalhos tem sido o estudo do impacto da disseminação de informação ao usuário. Além disso, o tema da disseminação de informação para navegação guiada começa a ser investigado de forma integrada ao uso de aprendizado por reforço para controle semaforico. Tais tecnologias, quando aliadas aos trabalhos em desenvolvimento pela comunidade de engenharia de tráfego, tendem a ajudar o gestor público a melhorar a qualidade do serviço provido ao cidadão, levando a uma melhora da qualidade de vida nas metrópoles do país.

### Referências

- ABDOOS, M.; MOZAYANI, N.; BAZZAN, A. L. Holonic multi-agent system for traffic signals control. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v.26, n.5-6, p.1575-87, 2013.
- ADLER, J. L.; BLUE, V. J. Toward the Design of Intelligent Traveller Information Systems. *Transportation Research Part C*, v.6, p.157-72, 1998.
- ARNOTT, R.; PALMA, A. de; LINDSEY, R. Departure Time and Route Choice for the Morning Commute. *Transportation Research B*, v.24, p.209-28, 1990.
- BARTHÉLEMY, J.; CARLETTI, T. A dynamic behavioural traffic assignment model with strategic agents. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v.85, p.23-46, 2017.
- BAZZAN, A. L. C. A Distributed Approach for Coordination of Traffic Signal Agents. *Autonomous Agents and Multiagent Systems*, v.10, n.1, p.131-64, March 2005.

BAZZAN, A. L. C. Opportunities for Multiagent Systems and Multiagent Reinforcement Learning in Traffic Control. *Autonomous Agents and Multiagent Systems*, v.18, n.3, p.342-75, June 2009.

\_\_\_\_\_. IA Multiagente: mais inteligência, mais desafios. In: MEIRA JUNIOR, W.; CARVALHO, A. C. P. L. F. de (Ed.). *Atualizações em informática 2010*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2010. p.111-59.

\_\_\_\_\_. Aligning individual and collective welfare in complex socio-technical systems by combining metaheuristics and reinforcement learning. *Eng. Appl. of AI*, v.79, p.23-33, 2019.

BAZZAN, A. L. C.; FEHLER, M.; KLÜGL, F. Learning To Coordinate In a Network Of Social Drivers: the role of information. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON LEARNING AND ADAPTATION IN MAS (LAMAS 2005), 2006. *Proceedings*. . . S.l.: s.n., 2006. n.3898, p.115-28. (Lecture Notes in Artificial Intelligence).

BAZZAN, A. L. C.; GRUNITZKI, R. A multiagent reinforcement learning approach to en-route trip building. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS (IJCNN), 2016., 2016. *Anais*. . . s.l.: s.n., 2016. p.5288-95.

BAZZAN, A. L. C.; KLÜGL, F. Case Studies on the Braess Paradox: simulating route recommendation and learning in abstract and microscopic models. *Transportation Research C*, v.13, n.4, p.299-319, August 2005.

\_\_\_\_\_. Sistemas Inteligentes de Transporte e Tráfego: uma abordagem de tecnologia da informação. In: KOWALTOWSKI, T.; BREITMAN, K. K. (Ed.). *Anais das Jornadas de Atualização em Informática*. s.l.: SBC, 2007.

\_\_\_\_\_. *Introduction to Intelligent Systems in Traffic and Transportation*. s.l.: Morgan and Claypool, 2013a. 1-137p. n.3. (Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning, v.7).

\_\_\_\_\_. A review on agent-based technology for traffic and transportation. *The Knowledge Engineering Review*, v.29, n.3, p.375-403, 2013b.

BAZZAN, A. L. C.; OLIVEIRA, D. de; KLÜGL, F.; NAGEL, K. Adapt or not to adapt – Consequences of adapting driver and traffic light agents. In: TUYLS, K.; NOWÉ, A.; GUESSOUM, Z.; KUDENKO, D. (ed.). *Adaptive agents and multi-agent systems III*. [S.l.]: Springer-Verlag, 2008, v.4865, p.1-14. (Lecture Notes in Artificial Intelligence).

BAZZAN, A. L. C.; OLIVEIRA, D. de; SILVA, B. C. da. Learning in Groups of Traffic Signals. *Eng. Applications of Art. Intelligence*, v.23, p.560-8, 2010.

BAZZAN, A. L. C.; WAHLE, J.; KLÜGL, F. Agents in Traffic Modelling - from Reactive to Social Behavior. In: ADVANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1999, Berlin/Heidelberg. *Anais*...Springer, 1999. n.1701, p.303-6. (Lecture Notes in Artificial Intelligence). Extended version appeared in Proc. of the U.K. Special Interest Group on Multi-Agent Systems (UKMAS), Bristol, UK.

BEN-AKIVA, M.; PALMA, A. de; KAYSI, I. Dynamic Network Models and Driver Information Systems. *Transp. Res. A*, v.25, n.5, p.251-66, 1991.

BITTENCOURT, G. *Inteligência Artificial: ferramentas e teorias*. 2.ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

- BONSALL, P. W. The Influence of Route Guidance Advice on Route Choice in Urban Networks. *Transportation*, v.19, n.1, 1992.
- BRAESS, D. Über ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung. *Unternehmensforschung*, v.12, p.258, 1968.
- BURIOL, L. S. et al. A biased random-key genetic algorithm for road congestion minimization. *Optimization Letters*, v.4, p.619-33, 2010.
- CAGARA, D.; SCHEUERMANN, B.; BAZZAN, A. L. Traffic optimization on Islands. In: IEEE VEHICULAR NETWORKING CONFERENCE (VNC 2015), 7., 2015, Kyoto, Japan. *Anais. . . IEEE*, 2015. p.175-82.
- CLAES, R.; HOLVOET, T.; WEYNS, D. A decentralized approach for anticipatory vehicle routing using delegate multiagent systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v.12, n.2, p.364-73, March 2011.
- DIA, H.; PANWAI, S. *Intelligent Transport Systems: neural agent (neugent) models of driver behaviour*. s.l.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014.
- DIAKAKI, C. et al. Extensions and New Applications of the Traffic Signal Control Strategy TUC. In: ANNUAL MEETING OF THE TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 82., 2003. *Proceedings. . . s.l.: s.n.*, 2003. p.12-16.
- DIAS, J. C. et al. An Inverted Ant Colony Optimization approach to traffic. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v.36, n.0, p.122-33, 2014.
- HUNT, P. B. et al. *A Traffic Responsive Method of Coordinating Signals*. Berkshire: Transport and Road Research Laboratory, 1981. TRRL Lab. Report. (1014).
- KLÜGL, F.; BAZZAN, A. L. C. Route Decision Behaviour in a Commuting Scenario. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, v.7, n.1, 2004a.
- \_\_\_\_\_. Simulation Studies on Adaptive Route Decision and the Influence of Information on Commuter Scenarios. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, v.8, n.4, p.223-32, October/December 2004b.
- \_\_\_\_\_. Agent-based modeling and simulation. *AI Magazine*, v.33, n.3, p.29-40, 2012.
- KOBAYASHI, K.; DO, M. The Informational Impacts of Congestion Tolls upon Route Traffic Demands. *Transportation Research A*, v.39, n.7-9, p.651-670, August-November 2005.
- LEMOS, L. L.; BAZZAN, A. L. C. Combining adaptation at supply and demand levels in microscopic simulation: a multiagent learning approach. *Transportation Research Procedia*, v.37, p.465-72, 2019. Selected and peer-reviewed from the 21st EURO Working Group on Transportation (EWGT) meeting.
- LEMOS, L. L.; BAZZAN, A. L. C.; PASIN, M. Co-Adaptive Reinforcement Learning in Microscopic Traffic Systems. In: IEEE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, CEC 2018, RIO DE JANEIRO, BRAZIL, JULY 8-13, 2018, 2018., 2018. *Anais. . . s.l.: s.n.*, 2018. p.1-8.
- LOWRIE, P. The Sydney Coordinate Adaptive Traffic System - Principles, Methodology, Algorithms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROAD TRAFFIC SIGNALLING, 1982, Sydney, Australia. *Proceedings. . . s.l.: s.n.*, 1982.

- MAHMASSANI, H. S.; CHEN, P. S. Comparative Assessment of Origin-based and en route Real-time Information under Alternative user Behavior Rules. *Transportation Research Record*, v.1306, p.69-81, 1991.
- MANNION, P.; DUGGAN, J.; HOWLEY, E. An Experimental Review of Reinforcement Learning Algorithms for Adaptive Traffic Signal Control. In: MCCLUSKEY, L. T. et al. (Ed.). *Autonomic Road Transport Support Systems*. s.l.: Springer, 2016. p.47-66.
- MITCHELL, W. J.; BORRONI-BIRD, C. E.; BURNS, L. D. Reinventing the Automobile. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.
- RAMOS, G. de. O.; BAZZAN, A. L. C.; SILVA, B. C. da. Analysing the impact of travel information for minimising the regret of route choice. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v.88, p.257-71, Mar 2018.
- RAMOS, G. de. O.; GRUNITZKI, R. An Improved Learning Automata Approach for the Route Choice Problem. In: KOCH, F.; MENEGUZZI, F.; LAKKARAJU, K. (Ed.). *Agent Technology for Intelligent Mobile Services and Smart Societies*. s.l.: Springer Berlin Heidelberg, 2015. p.56-67. (Communications in Computer and Information Science, v.498).
- ROBERTSON, D. I. *TRANSYT*: a traffic network study tool. London: Road Res. Lab., 1969. Rep. LR. (253).
- SHARON, G. et al. Real-time Adaptive Tolling Scheme for Optimized Social Welfare in Traffic Networks. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS (AAMAS 2017), 16., 2017, São Paulo. *Proceedings*. . . IFAAMAS, 2017. p.828-36.
- SILVA, B. C. d. et al. Dealing with Non-Stationary Environments using Context Detection. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE LEARNING ICML, 23., 2006. *Proceedings*. . . New York: ACM Press, 2006. p.217-24.
- TAALE, H.; VAN KAMPEN, J.; HOOGENDOORN, S. Integrated signal control and route guidance based on back-pressure principles. *Transportation Research Procedia*, v.10, p.226-35, 2015.
- WAHLE, J.; BAZZAN, A. L. C.; KLÜGL, F. The Impact of Real Time Information in a Two Route Scenario using Agent Based Simulation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v.10, n.5-6, p.73-91, 2002.
- WAHLE, J. et al. Decision Dynamics in a Traffic Scenario. *Physica A*, v.287, n.3-4, p.669-81, 2000.
- WARDROP, J. G. Some theoretical aspects of road traffic research. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Part II, v.1, n.36, p.325-62, 1952.
- WATKINS, C. J. C. H.; DAYAN, P. Q-learning. *Machine Learning*, Hingham, v.8, n.3, p.279-92, 1992.
- WEI, H. et al. A Survey on Traffic Signal Control Methods. *CoRR*, v.abs/1904.08117, 2019.
- WIERING, M. Multi-Agent Reinforcement Learning for Traffic Light Control. In: SEVENTEENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE LEARNING (ICML 2000), 2000. *Proceedings*. . . s.l.: s.n., 2000. p.1151-8.
- YAU, K.-L. A. et al. A Survey on Reinforcement Learning Models and Algorithms for Traffic Signal Control. *ACM Comput. Surv.*, v.50, n.3, 2017.

*RESUMO* – A área de sistemas inteligentes de transporte há muito investiga como empregar tecnologias da informação e comunicação a fim de melhorar a eficiência do sistema como um todo. Isso se traduz basicamente em monitorar e gerenciar a oferta (rede viária, semáforos etc.) e a demanda (deslocamentos de pessoas e mercadorias). A esse esforço, mais recentemente, estão sendo adicionadas técnicas de inteligência artificial. Essa tem o potencial de melhorar a utilização da infraestrutura existente, a fim de melhor atender a demanda. Neste trabalho é fornecido um panorama focado especificamente em duas tarefas onde a inteligência artificial tem contribuições relevantes, a saber, controle semafórico e escolha de rotas. Os trabalhos aqui discutidos objetivam otimizar a oferta e/ou distribuir a demanda.

*PALAVRAS-CHAVE:* Inteligência artificial, Aprendizado de máquina, Aprendizado por reforço, Sistemas inteligentes de transporte, Mobilidade urbana.

*ABSTRACT* – The field of intelligent transportation systems has long investigated how to employ information and communication technologies to improve the efficiency of the system as a whole. This basically means to monitor and manage both supply (traffic network, traffic signals etc.) and demand (vehicles, people and goods). More recently, artificial intelligence techniques are being added to this effort, as they have the potential to improve the usage of existing infrastructure to meet the corresponding demand. In this paper, an overview is given, focusing specifically on two tasks where artificial intelligence has made relevant contributions, namely, traffic signal controls and route choices. The works discussed here aim at optimize the supply and/or distribute the demand.

*KEYWORDS:* Artificial intelligence, Machine learning, Reinforcement learning, Intelligent transportation systems, Urban mobility.

*Ana L. C. Bazzan* é professora do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). @ – [bazzan@inf.ufrgs.br](mailto:bazzan@inf.ufrgs.br) / <https://orcid.org/0000-0002-2803-9607>.

Recebido em 26.1.2021 e aceito em 18.2.2021.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

# A Inteligência Artificial e os desafios da Ciência Forense Digital no século XXI

RAFAEL PADILHA,<sup>I</sup> ANTÔNIO THEÓPHILO,<sup>II</sup>  
 FERNANDA A. ANDALÓ,<sup>III</sup> DIDIER A. VEGA-OLIVEROS,<sup>IV</sup>  
 JOÃO P. CARDENUTO,<sup>V</sup> GABRIEL BERTOCCO,<sup>VI</sup>  
 JOSÉ NASCIMENTO,<sup>VII</sup> JING YANG,<sup>VIII</sup> e ANDERSON ROCHA<sup>IX</sup>

## Introdução

A CIÊNCIA FORENSE DIGITAL (CFD) é o ramo da Ciência Forense que trata da análise e investigação de conteúdos associados a dispositivos digitais (Casey, 2011), desde equipamentos de grande porte, como servidores e roteadores de empresas globais, até dispositivos móveis, como celulares e *wearables*.

Juntamente ao desenvolvimento da computação pessoal desde a década de 1970, a CFD tem enfrentado diversos desafios, pela própria evolução das tecnologias digitais e do seu material alvo, e.g., mídias, dados e *posts*. Contudo, nenhum desafio foi tão intenso quanto o surgimento das mídias sociais e os avanços da Inteligência Artificial (IA) nos últimos anos.

Até pouco tempo atrás, as análises feitas por um especialista forense se baseavam predominantemente em provas adquiridas durante investigações, relatos e conteúdo de TV e jornais. Atualmente, o cenário é diferente. Com a popularização de dispositivos móveis, qualquer pessoa pode registrar informações relacionadas a um acontecimento – seja um protesto, seja um atentado, seja um evento de entretenimento. Da mesma forma, pessoas em qualquer parte do mundo podem interagir e propagar essas informações.

Uma análise forense que anteriormente se limitava a um conjunto reduzido de fontes hoje em dia precisa lidar com a infinitude de dados compartilhados nas redes sociais. Eventos de alcance regional produzem milhares de *posts* e imagens, como a recente explosão em Beirute, que gerou mais de 150 milhões de *tweets* e mais de 17 mil imagens e vídeos. A situação é ainda mais proeminente em eventos de escala global, como a recente pandemia provocada pelo coronavírus. Diversos conjuntos de dados já estão disponíveis, alguns contando com 920 milhões de documentos (Chen; Lerman; Ferrara, 2020), permitindo inclusive a análise da pandemia sob o aspecto da desinformação (Cinelli et al., 2020).

Tal volume de dados gera inúmeros desafios nas etapas do processo forense (Padilha et al., 2020). Uma vez que os dados referentes a um evento – como imagens, vídeos e texto – tenham sido coletados, a primeira etapa consiste em filtrar as informações relevantes. Parte do conteúdo compartilhado sobre um evento é composta não só pelas informações relevantes, mas também por *memes*, montagens e opiniões de usuários que nem sempre retratam a realidade. Filtrar as informações relevantes, a partir de um conjunto praticamente infinito de dados, é uma etapa essencial para garantir a confiança de análises posteriores.

A etapa seguinte procura organizar semanticamente os dados relevantes. A natureza da organização pode variar segundo as características do evento, geralmente envolvendo sincronização cronológica e espacial dos dados. Esse processo é crucial, pois traça relações entre as informações, fornecendo uma visão geral do evento, e permite que o analista forense foque em determinados atores ou momentos que sejam pertinentes.

Na última etapa, o papel do perito é reconstruir a narrativa do evento a partir dos dados organizados, de modo a compreender o que aconteceu, quais foram os agentes que participaram, e sob quais condições o evento se desencadeou. Para isso, é necessário relacionar as informações disponíveis entre si, tarefa que é dificultada pelo volume de dados que supera em muito a capacidade humana de análise, mesmo depois de filtrados.

Além da massiva disponibilidade de dados digitais, a evolução dos algoritmos de IA e o desenvolvimento de plataformas de computação paralela mais acessíveis desempenham um papel importante. O mais recente e surpreendente avanço são as *Deep Fakes* (Chesney; Citron, 2019), modelos de IA baseados em redes de aprendizado profundo (*Deep Learning*) capazes de gerar áudios e vídeos falsos de pessoas reais com alto grau de realismo. Essa nova e assustadora realidade motivou a agência de defesa americana Darpa a lançar o programa *SemaFor*<sup>1</sup> para atualizar os esforços do programa anterior *MediFor*<sup>2</sup> que abordava apenas os cenários de manipulação tradicionais, como a inclusão pontual de elementos artificiais em textos, áudios ou imagens.<sup>3</sup> A União Europeia possui esforços similares através do Projeto *Reveal*,<sup>4</sup> com foco no conteúdo compartilhado em mídias sociais.

Até mesmo desafios recentes e aparentemente desconexos com a CFD, como a detecção de notícias falsas (as chamadas *Fake News*), podem ser vistos como problemas dessa área (Ferreira et al., 2019). Quando milhares de notícias são publicadas sobre um evento, parte delas expõe uma visão falsa ou levemente manipulada dos fatos, geralmente na tentativa de reformular o que ocorreu ou desviar o foco. Uma análise *post-factum* pode responder a diversas perguntas: em que fatos a notícia suspeita se baseia, quem a escreveu, que outros textos estão relacionados. Em Omezi e Jahankhani (2020), os autores analisam o processo atual de checagem de fatos (*fact-checking*) e como ele pode ser alinhado com procedimentos forenses já consagrados, como o ACPO Forensic Guide-

lines (Sammes; Jenkinson, 2007). Outro trabalho (Middleton; Papadopoulos; Kompatsiaris, 2018) propõe a integração e o uso de ferramentas de análise forense digital por jornalistas, como um processo rápido e de baixo custo para a checagem de notícias.

Essa mesma realidade que desafia a CFD também indica o caminho para enfrentá-la. Os problemas mencionados anteriormente são abordados pela comunidade científica com métodos modernos de IA. No que tange à coleta e filtragem de dados publicados *online*, diversas técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN) e visão computacional são imprescindíveis para processar as informações em tempo hábil. Durante a análise dos dados, essas técnicas são ainda mais importantes, uma vez que tiram proveito da imensa quantidade de dados disponíveis para encontrar padrões capazes de complementar a análise forense.

Entretanto, as soluções ainda apresentam questões-chave que precisam ser tratadas. Uma delas é interpretabilidade dos métodos, ou XAI (*eXplainable Artificial Intelligence*) (Gunning et al., 2019). À medida que os modelos se tornam mais poderosos e descritivos, perdemos a capacidade de interpretar seu fluxo de decisão. Essa limitação no entendimento desses modelos “caixa-preta” pode restringir o uso em problemas reais. Na CFD é necessário identificar o motivo pelo qual um modelo tomou uma decisão, especialmente se essa análise for utilizada em investigações e processos judiciais.

Outro desafio para a aplicação de técnicas de IA no contexto da CFD é a mitigação de vieses. Modelos de aprendizado de máquina aprendem complexas funções de decisão a partir de dados reais. Por serem um recorte de nossa sociedade, muitas vezes esses dados contêm vieses que não devem ser reproduzidos. Exemplos recentes incluem a tendência de sistemas de tradução automática de texto, como o Google Tradutor, em reproduzir vieses de gênero (Prates; Avelar; Lamb, 2019). Palavras como *doctor* e *engineer* eram comumente associadas a artigos, pronomes e sufixos masculinos (“o médico”, “o engenheiro”), enquanto *nurse* e *baker* eram relacionadas a termos femininos (“a enfermeira”, “a confeitadeira”). Identificar e mitigar esses vieses é um problema atual não só para a CFD, mas para toda a comunidade de IA.

Este artigo tem como objetivo apresentar e discutir como o advento das mídias sociais e os avanços da IA impactaram a CFD nos últimos anos. Sobre o pano de fundo da análise forense de eventos – seja ele no mundo físico, seja no digital – abordamos as etapas e os métodos utilizados para coletar, filtrar, organizar semanticamente e analisar os dados disponíveis. Na segunda seção, discutimos o protocolo de análise forense de eventos, detalhando cada etapa e seus objetivos. Em seguida, examinamos sua aplicação e os principais desafios que surgem ao analisar eventos no mundo físico (terceira seção) e virtual (quarta seção), abordando trabalhos da literatura relevantes para o problema. Apesar da divisão aparente entres os dois mundos, discutimos na quinta seção como a

análise conjunta de ambos é fundamental para a reconstrução e compreensão de um evento. Finalmente, detalhamos na sexta seção alguns dos desafios do uso de métodos de IA em contextos sensíveis, como a CFD.

### **Ciência Forense na era das mídias sociais e da Inteligência Artificial**

O “Princípio da Transferência”, cunhado por Edmond Locard no início do século XX, de que “todo contato deixa rastros” serviu de base para o desenvolvimento da Ciência Forense moderna (Chisum; Turvey, 2000). Ele estabelece que toda interação entre dois agentes – pessoas, objetos e lugares – deixa algum tipo de evidência que pode ser encontrada e analisada para se compreender o contexto que a envolve. Apesar de Locard se referir a rastros deixados no mundo físico, a mesma ideia vale para o mundo virtual. Onde anteriormente havia pistas como impressões digitais, pegadas ou sangue, hoje também entram em cena fotos, clipes de áudio/vídeo, *posts* em redes sociais, transações bancárias, registros de localização (GPS), entre outros. Essas novas fontes de informações implicaram uma reformulação de várias áreas forenses, como a Ciência Forense Social (Mcfarland; Lewis; Goldberg, 2016) e a Medicina Forense (Lefèvre, 2018). Como previsto por (Pollitt, 2010), a análise forense deixou de ser um processo linear de recuperação de evidências e se tornou um processo integrado de organização de informações que exige de seus especialistas abordagens multidisciplinares para se extrair relações do enorme volume de dados.

De forma semelhante, a CFD também precisou ser reformulada para se encaixar nessa nova realidade. Até pouco tempo atrás, eventos que ocorriam no mundo físico eram analisados com procedimentos tradicionais da Ciência Forense (e.g., entrevista de testemunhas, coleta de impressões digitais, entre outros). Contudo, dada a onipresença das mídias sociais em nossas vidas, é muito provável que fotos, vídeos e relatos de um evento tenham sido disponibilizados nessas mídias. Esse fluxo de informações – que surge tanto durante o acontecimento como também posteriormente, à medida que as informações são disseminadas entre usuários e mídias – superam a capacidade humana de análise. Os métodos de IA se mostram como ferramentas necessárias para superar essas limitações, buscando reduzir o escopo em um conjunto de dados relevantes e organizá-los de modo que a experiência e o conhecimento do perito possam ser mais bem aproveitados (Pollitt, 2010).

Um exemplo do uso dessas ferramentas ocorreu durante as investigações sobre a invasão do Capitólio nos Estados Unidos (janeiro, 2021). Incentivados por um discurso do ex-presidente Donald Trump, milhares de seus apoiadores invadiram o prédio do governo e entraram em confronto com a polícia. Além de ser noticiado pela mídia tradicional, o ato foi documentado por meio de imagens e vídeos compartilhados ao vivo pelos próprios invasores. Apesar de os vídeos capturarem os invasores à medida que adentravam as salas do Capitólio, seria necessário um esforço considerável para recuperar suas identidades. Dessa forma,

investigadores utilizaram algoritmos de reconhecimento facial para identificar possíveis suspeitos, associando os vídeos produzidos com fotos disponíveis na internet.<sup>5</sup> Assim como, em um primeiro momento, os dados auxiliaram na busca dos suspeitos, uma análise mais profunda também pode ajudar os investigadores a responder diversas questões acerca da invasão. Por exemplo, como os manifestantes se organizaram, que tipos de armas portavam, quais notícias falsas foram compartilhadas sobre o evento, entre outras.

Para que análises aprofundadas possam ser realizadas, no entanto, é necessário assegurar que as informações necessárias para entender o que aconteceu sejam recuperadas e organizadas, de modo que o perito chegue a conclusões verdadeiras. Dessa forma, é essencial estabelecer um rigoroso protocolo de análise, como o mostrado na Figura 1, cujas etapas são:

**Coleta de dados:** para um evento de interesse em particular, é realizada a aquisição de dados disponíveis publicamente por meio de fontes variadas, como mídias sociais, veículos tradicionais de jornalismo e sistemas de vigilância. Nessa etapa, busca-se pela diversidade de modalidades e fontes que possam fornecer às etapas seguintes pontos de vista complementares sobre o evento.

**Sanitização e filtragem de relevância:** apesar da enorme disponibilidade, nem todo dado coletado é relevante para uma análise forense. Entre o conteúdo adquirido, há todo o tipo de informação irrelevante, como *memes*, fotos manipuladas, opiniões textuais e informações de eventos passados. Além disso, há uma enorme redundância nos dados, muitas vezes com sutis modificações no conteúdo original, aumentando o custo computacional em processá-los. O propósito dessa etapa é reduzir os dados a um subconjunto relevante para a análise, a partir de uma descrição feita por um especialista forense do que é importante.

**Organização semântica:** quanto mais um dado é difundido pela rede, mais difícil se torna rastrear o seu ponto de origem, as modificações que sofreu durante os compartilhamentos e a relação semântica com outros dados. Nessa etapa, esses laços são recuperados, buscando sincronizar as informações cronológica e geograficamente em relação ao evento, agrupando dados semanticamente semelhantes, e elencando potenciais atores, objetos, lugares e momentos de destaque dentro do acontecimento.

**Mineração do conteúdo:** a partir de uma organização coerente, analisa-se quais conhecimentos podem ser extraídos dos dados. As análises dessa etapa variam consideravelmente, dependendo da natureza do evento alvo. Por exemplo, no caso de um atentado terrorista, pode ser importante detectar pessoas e objetos de interesse, acompanhando suas trajetórias no espaço e no tempo pelo evento.

Eventos do mundo físico são, geralmente, registrados em fotos e vídeos, que são prontamente compartilhados nas redes, junto com relatos do que aconteceu. Esses dados requerem uma atenção especial durante sua organização, para que sejam sincronizados espacial e cronologicamente em relação ao evento e possam auxiliar o entendimento do que realmente ocorreu. Por sua vez, eventos

no mundo virtual nascem geralmente de *posts* e discussões em mídias sociais. As análises desse tipo de evento visam compreender como ele se originou e como repercutiu no mundo virtual. À medida que as informações se propagam pelas redes, elas são modificadas pelas interações com os usuários, que incorporam a sua visão pessoal a cada compartilhamento. Nesse contexto, buscamos verificar como se deram essas interações, traçar relações entre comentários que surgiram a partir do evento, identificar os principais atores, possíveis focos de desinformação e também qual a percepção sobre o evento em diferentes *bolhas* (grupos isolados de usuários com a mesma orientação política) pela rede.

Apesar de os mundos físico e virtual, na teoria, estarem separados pelas telas de dispositivos eletrônicos, na prática, todo evento no mundo real produz sua contraparte digital, na forma de notícias compartilhadas e discussões entre usuários de redes sociais. De forma semelhante, eventos originários do mundo virtual podem ecoar no mundo real, a partir de boatos, notícias falsas, entre outros. Por exemplo, em 2014, uma mulher foi morta por vizinhos em Guarujá (SP) por causa de boatos em mídias sociais.<sup>6</sup> Após relatos mentirosos de sequestros que aconteciam na região, vizinhos consideraram que a mulher se parecia com um retrato falado divulgado na rede social e a lincharam. Nesses casos, a análise conjunta de ambos os mundos é essencial para recuperar informações complementares para a compreensão total do acontecimento.

Impulsionada pela disponibilidade massiva de dados, a comunidade científica de CFD e IA exploraram as particularidades desse novo cenário de diferentes formas. Nas próximas seções, apresentamos e discutimos os desafios e oportunidades existentes nas análises de mundo físico e virtual.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 1 – O protocolo de análise forense busca guiar a análise no contexto atual das mídias sociais. Algoritmos e modelos de IA têm o papel de auxiliar o perito, automatizando processos em todas as etapas apresentadas.

## **Análise do mundo físico**

Nesta era digital, praticamente tudo o que ocorre no mundo real vira *bit* e é compartilhado. Especialmente quando a atenção global se volta para eventos de grande escala, o volume de dados compartilhados é surpreendente. Um exemplo é o atentado à maratona de Boston, quando duas bombas explodiram na linha de chegada, em 2013. O Twitter foi inundado por mais de 700 mil menções ao ataque em menos de duas horas, incluindo imagens e vídeos capturados no evento.<sup>7</sup>

É possível supor que esses dados sejam uma rica fonte de informações para entendermos melhor o mundo físico, permitindo a checagem de fatos e investigações. Para isso, a análise de conteúdo possibilita a estruturação dos itens compartilhados e posterior ligação ao evento físico. Os passos dessa análise (Figura 1) são realizáveis por meio de técnicas de IA, já que a complexidade excede a capacidade humana, especialmente em curto prazo.

O fogo que destruiu a Grenfell Tower, em Londres, é um exemplo de evento físico cuja análise, a partir dos itens digitais, levou a um melhor entendimento do ocorrido. Em 2017, o incêndio que devastou o prédio residencial foi compartilhado ao vivo por diversos transeuntes e pela mídia. Um estudo<sup>8</sup> aplicou uma variação das etapas mencionadas para organizar os itens digitais em um mesmo sistema de coordenadas, permitindo uma visão geral da tragédia.

Mas mesmo que esse tipo de análise já tenha sido realizado com sucesso, ainda restam as perguntas de como pode ser aplicado a outros tipos de evento e quais técnicas podem ser utilizadas. Considerando dois eventos recentes e completamente distintos – o incêndio do Museu Nacional no Rio de Janeiro e a invasão do Capitólio americano – vamos analisar as etapas, considerações específicas e possíveis técnicas.

### **Coleta e filtragem de dados**

Em 2018, o Museu Nacional, edifício histórico no Rio de Janeiro, foi extremamente danificado por um incêndio de grandes proporções, que levou consigo quase todo o seu acervo. As imagens e os vídeos do evento são focados no prédio e capturados durante aproximadamente sete horas, mostrando a evolução do fogo e suas consequências na fachada, além da movimentação de pessoas. Já na recente invasão ao Capitólio americano, apesar de muitas informações estarem focadas no prédio em si, grande parte do evento se desenrola nos arredores e dentro do prédio, tornando a análise ainda mais desafiadora. O objetivo do entendimento dos dois eventos também é distinto. No primeiro caso, procura-se compreender a dinâmica da destruição do prédio pelo fogo e como foi combatido. No segundo, procura-se identificar suspeitos e falhas de segurança.

Apesar da discrepância entre os dois eventos, as técnicas de coleta e filtragem de dados são agnósticas às diferenças. O objetivo principal é coletar e filtrar itens que são *representativos*, i.e., relevantes ao evento sendo analisado, rejeitando os *não-representativos* (Figura 2).

Nesse sentido, redes sociais são uma boa fonte de conteúdo, contendo materiais tanto de veículos de mídia quanto de pessoas que registraram fotos e vídeos por meio de seus dispositivos móveis. A coleta desses dados pode ocorrer por meio de API (interfaces programáveis de aplicações) fornecidas pelas próprias redes ou por meio de raspagem (*crawling*). Em termos gerais, a segunda abordagem apresenta melhores resultados, pois é independente de restrições impostas pelas redes, como a vazão da coleta (número de itens coletados em um determinado período de tempo) (Hernandez-Suarez et al., 2018).

### Invasão do Capitólio



### Incêndio do Museu Nacional



(a) Imagens representativas capturam o local de interesse do evento durante ou logo após o acontecimento.



(b) Imagens não representativas podem conter memes, montagens, desenhos, fotos de outros locais ou até mesmo do local de interesse, porém fora da duração do evento.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 – Exemplos de imagens representativas e não-representativas para os dois eventos estudados.

Independentemente da abordagem da coleta, apenas uma fração dos dados coletados é representativa, pois muitos itens são cópias, montagens ou não são relacionados (Gupta; Lamba; Kumaraguru, 2013). Para a detecção e posterior remoção de duplicatas ou duplicatas próximas, a aplicação de *hashing* de imagens é uma técnica eficaz. Mas, dado que a remoção de imagens não representativas é um problema fundamentalmente de classificação, a utilização de redes neurais convolucionais (Convolutional Neural Network - CNN) é mais apropriada.

O *hashing* de imagens para detecção de imagens que são aproximadamente cópias pode ser feito por meio de Perceptual Hash (Schneider; Chang, 1996) ou Wavelets Hash (Venkatesan et al., 2000). Tendo sido identificado um par de imagens como duplicatas próximas, definir qual deve ser mantida no conjunto de imagens relevantes é um problema em aberto (Padilha et al., 2021). Já as CNN podem ser aplicadas de variadas formas. Dois exemplos encontrados na literatura são: combinação de diferentes redes, sendo cada uma especializada em identificar uma característica diferente (como pessoas, lugares, ou objetos), e a filtragem baseada na combinação desses aspectos (Rodrigues et al., 2019); e filtragem em três passos: uma rede filtra imagens que são inerentemente irrelevantes (e.g., desenhos), depois imagens duplicadas são removidas por Perceptual Hashing e, por fim, as imagens restantes tem sua relevância avaliada por outra rede (Nguyen et al., 2017).

Esses algoritmos normalmente necessitam que alguns exemplos de imagens representativas (*sementes*) sejam fornecidos. Porém, a rotulagem manual não é uma tarefa simples. Por exemplo, no caso de o evento ser um protesto de rua, uma imagem de outro protesto ocorrido no mesmo lugar poderia ser atribuída como relevante. Por essa razão, a experiência do perito é fundamental, tanto na forma de análise de alguns dados isoladamente, como fornecendo as sementes.

## Divisão em Intervalos Fixos



## Divisão em Subeventos

Fonte: Elaboração própria.

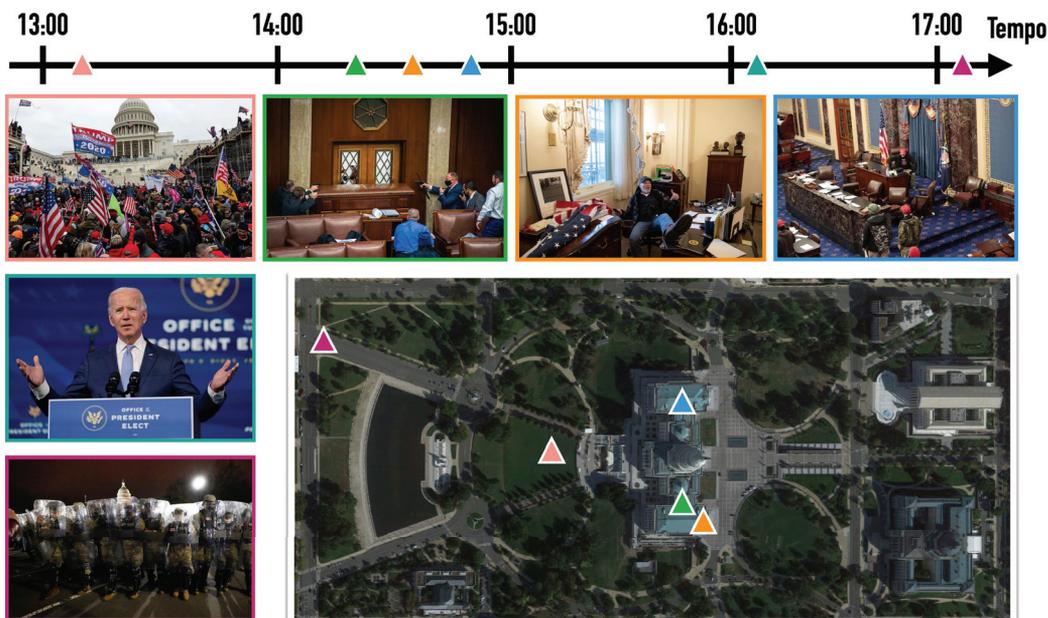
Figura 3 – Divisão do incêndio no Museu Nacional em intervalos fixos de uma hora ou em subeventos. A organização por intervalos é flexível e exige pouco conhecimento sobre o evento. No segundo caso, é necessário entender o evento para definir os subeventos, mas a abordagem facilita a organização das imagens devido às características mais marcantes entre os subeventos.

### Organização semântica

Essa etapa tem como objetivo estruturar os dados já coletados e filtrados, a fim de encontrar uma ligação entre eles, bem como com o evento sendo analisado. A ideia é construir uma visão geral do evento e poder recontar a história a partir do que foi compartilhado previamente.

Um exemplo de estruturação relevante aos dois eventos estudados é a organização temporal dos itens coletados. Porém, essa tarefa precisa ser realizada levando-se em consideração as características de cada evento.

Para o incêndio do Museu Nacional, pode-se considerar o problema de organização temporal sob duas ópticas (Figura 3). A primeira é classificar as imagens em intervalos de tempo fixos que se estendem pela duração total do evento. Sabe-se que o incêndio teve início por volta das 19h30, apenas sendo controlado às 2h da madrugada do dia seguinte. Após esse período, os bombeiros continuaram no local combatendo outros focos de fogo. Há muitas imagens capturadas no dia seguinte ao incêndio, mostrando a estrutura danificada do prédio. Todo esse período de tempo pode ser dividido em intervalos de, por exemplo, uma hora, e métodos de IA serem utilizados para classificar as diferentes imagens nesses intervalos. Um agravante é que a maioria das imagens é noturna, dificultando a análise visual pela diminuição das dicas temporais, como mudança de luminosidade. Não obstante, métodos de IA podem se guiar por outras dicas, como a evolução do fogo ou ainda a degradação da fachada do prédio ao longo do tempo.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4 – Exemplo de visualização para a invasão ao Capitólio, com as organizações espacial e temporal. O objetivo é fornecer ao perito uma visão geral do evento que permita análises posteriores.

A segunda opção é a divisão do evento em subeventos significativos: do início do incêndio até a chegada do Corpo de Bombeiros, o aumento do dano na fachada pelo fogo, desabamento de parte do teto, controle do incêndio, e fogo completamente extinto. Método similar foi utilizado na organização do incêndio da Catedral de Notre-Dame (Padilha; Andaló; Rocha, 2020), no qual o evento foi subdividido em subeventos marcados por mudanças na estrutura da catedral e um classificador foi treinado para classificar imagens nesses subeventos.

Já a invasão do Capitólio americano ocorre em diferentes cenários: tem início nos arredores do prédio, logo após ocorre a invasão e há subeventos em diferentes partes internas. Nesse sentido, pode-se considerar a mesma técnica usada na análise da explosão na Maratona de Boston (Pinheiro et al., 2019; Lameri et al., 2014). O objetivo é sincronizar temporalmente vídeos do mesmo evento capturados por diferentes câmeras. O aspecto forense importante é poder estimar quais quadros de quais vídeos contêm informação sobre um subevento importante. Assim, é possível observar o mesmo subevento sob diferentes pontos de vista. O método em Pinheiro et al. (2019) extrai assinaturas características de cada vídeo, por meio de uma CNN, e compara essas assinaturas a fim de detectar sequências que se sobrepõem.

Um outro exemplo de estruturação relevante é a organização espacial. No evento do Capitólio, pode ser interessante para um investigador saber, por exemplo, qual fachada ou parte interna do prédio está em foco a cada intervalo

de tempo ou subevento. Semelhantemente a Padilha et al. (2021), é possível treinar um classificador para identificar o cenário ou fachada sendo representado em cada imagem. Com as organizações temporal e espacial realizadas, pode-se representar todo o evento em um mesmo sistema de coordenadas, ou visualização. Por exemplo, os itens podem ser apresentados em um mapa dinâmico, com a localização de cada item ao longo do tempo (Figura 4).

### **Mineração de conteúdo**

Ao lidar com problemas forenses, uma pergunta importante é “quem participou do evento?”. Na invasão do Capitólio nos Estados Unidos, por exemplo, a principal investigação foi a busca pelos suspeitos que apareceram nas imagens e vídeos compartilhados.<sup>9</sup> Nesse sentido, podem-se utilizar os itens já organizados semanticamente para encontrar pessoas, objetos e lugares envolvidos e, ainda, propor alguns candidatos para investigação posterior.

Uma possível técnica para responder às perguntas forenses é a de reidentificação de pessoas por meio de agrupamento (Zhai et al., 2020; Song et al., 2020), com a qual se busca reconhecer a mesma pessoa em diferentes momentos e locais do evento, de forma a criar uma análise do seu comportamento ao longo tempo.

Para a reidentificação, é necessário primeiramente detectar, em cada imagem do evento, o maior número de pessoas possível e aplicar um modelo de extração de características para obter uma representação vetorial para cada indivíduo. No entanto, os itens compartilhados estão sujeitos a diferentes condições (como iluminação, posição, resolução), o que pode gerar uma representação significativamente diferente para a mesma pessoa. Durante a invasão ao Capitólio, por exemplo, as pessoas estavam, inicialmente, ao redor do prédio e, portanto, poderiam estar sendo filmadas por câmeras de segurança externas. Após a invasão, passam a ser monitoradas pelas câmeras internas sob condições de iluminação e plano de fundo diferentes. Para ser possível casar a representação vetorial da mesma pessoa fora do Capitólio com suas respectivas imagens internas, é primordial a utilização de modelos com alto grau de descrição semântica. Nesse sentido, como em outras etapas já mencionadas, CNN podem ser aplicadas.

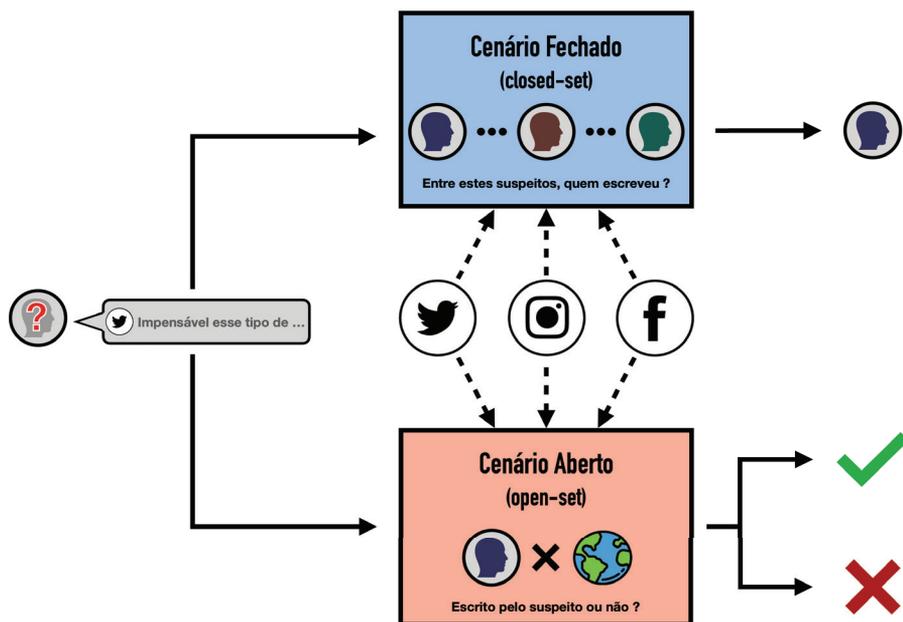
É desejável que o treinamento das CNN seja feito sem a exigência de que todas as pessoas sejam previamente rotuladas. Nesse sentido, as técnicas de transferência de conhecimento e as de adaptação entre domínios (*Domain Adaptation*) são uma alternativa promissora. Mas como o conhecimento do modelo provém de uma base de dados potencialmente distinta do evento estudado, é natural que muitos grupos ruidosos sejam detectados (Yang et al., 2020; Ester et al., 1996). Assim, é necessário realizar um processo de filtragem de grupos, mantendo apenas aqueles de maior confiança, e de extração de novas representações vetoriais para esses grupos. Esse processo de adaptação é aplicado de forma iterativa, gerando, ao final, um modelo melhor em agrupar pessoas no evento de interesse. Este mesmo processo pode ser estendido para objetos.

Uma vez obtidos os grupos de interesse, o evento pode ser estudado por meio do entendimento conjunto desses diversos grupos. No caso da invasão do Capitólio, podem-se identificar grupos de pessoas próximas entre si ao longo da invasão e obter informações de objetos que possam ter sido utilizados, como veículos, mochilas, ou armas. No incêndio do Museu Nacional, pode-se entender a dinâmica do combate ao incêndio a partir da identificação das pessoas ao redor do prédio.

### Análise do mundo virtual

O desenvolvimento tecnológico e o crescimento das mídias sociais ocorridos nos últimos anos promovem, cada vez mais, o surgimento de cenários que envolvem apenas o mundo virtual e que também demandam tratamento da CFD. Crimes como racismo, misoginia, *bullying*, *phishing*, plágio, desinformação e manipulação da opinião pública em larga escala<sup>10</sup> ocorrem frequentemente no ambiente virtual, fornecendo vestígios digitais que precisam ser utilizados para elucidá-los.

Esta seção apresenta alguns exemplos de cenários do mundo virtual (frequentemente envolvendo a presença de mídias sociais) onde a CFD tem contribuído para endereçar os problemas e crimes mencionados anteriormente, quase sempre lançando mão de modernas técnicas de IA.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5 – Diferentes cenários de atribuição de autoria em mídias sociais. No cenário *fechado*, uma mensagem precisa ser atribuída a um dos suspeitos. No cenário *aberto*, temos um único suspeito e precisa-se decidir se a mensagem foi escrita por ele ou por outra pessoa desconhecida. Em ambos os casos, modelos de autoria baseados em IA são treinados usando dados de mídias sociais.

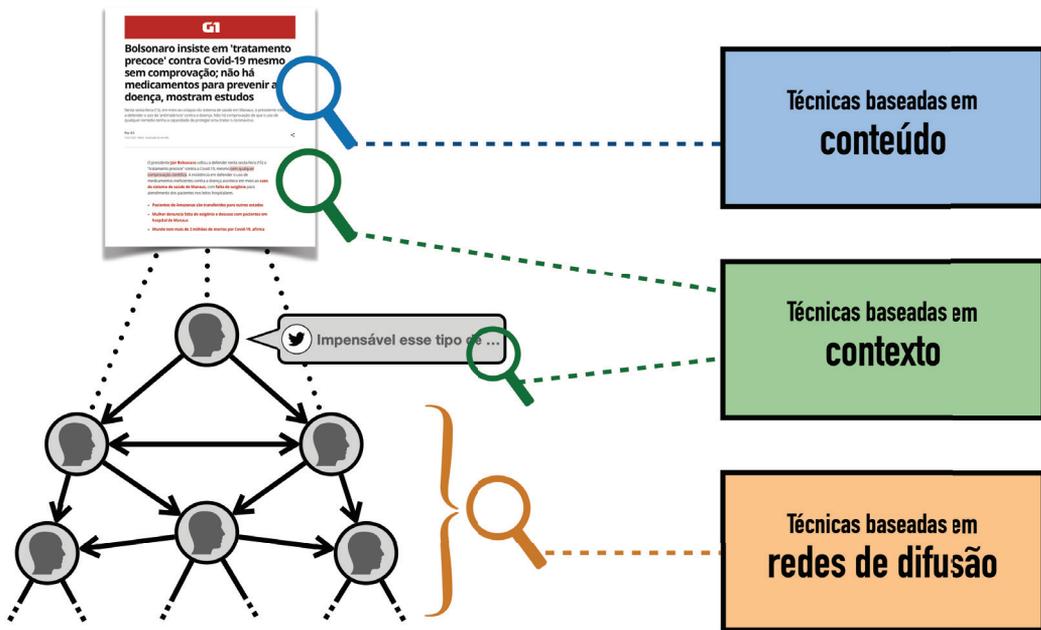
## Atribuição de autoria em mídias sociais

Atualmente, grande parte da informação que consumimos diariamente advém das mídias sociais, tanto proveniente de perfis associados aos grandes veículos de comunicação como também de perfis menos conhecidos. Essa nova realidade, apesar de mais democrática, abre espaço para o fortalecimento de muitos dos crimes mencionados no início desta seção pelo uso de perfis falsos e/ou anônimos. Calcula-se que, no Twitter, aproximadamente 50 milhões de perfis (15% do total) são robôs projetados para simular pessoas reais (Varol et al., 2017), enquanto no Facebook, são mais 60 milhões segundo a própria empresa.<sup>11</sup> Uma das mais graves consequências dessa nova realidade é que, no Brasil e em diversos outros países, mídias sociais têm sido utilizadas com o intuito de manipular eleições nacionais.<sup>12</sup>

Nesse contexto, uma tarefa fundamental da CFD é a atribuição de autoria de mensagens curtas. Ela consiste em responder perguntas sobre a atribuição de um texto, usando apenas o conteúdo textual, ignorando qualquer outra informação como a autoria indicada pela mídia social, ou o grafo de relacionamentos com outros usuários. Vários são os possíveis cenários para essa tarefa, indo desde a atribuição de uma mensagem a um conjunto finito de suspeitos conhecidos (cenário *closed-set*), até a verificação de autoria em um cenário aberto (*open-set*), onde se precisa decidir se uma mensagem foi escrita por um suspeito ou por um desconhecido (Figura 5). No contexto de mídias sociais, a atribuição de autoria de mensagens curtas tem o potencial de identificar publicações e citações suspeitas.

No contexto apresentado na Figura 1, a etapa fundamental e mais desafiadora para o problema de atribuição de autoria de mensagens curtas é a de Mineração de Conteúdo. Nela está o desenvolvimento das técnicas de IA para a solução do problema baseados nos dados coletados nas mídias sociais.

O problema de atribuição de autoria têm sido estudado há bastante tempo no contexto de textos longos, como romances e artigos (Juola, 2008; Stamatatos, 2009; Koppel; Schler; Argamon, 2009). Contudo, o contexto de mídias sociais apresenta características novas e desafiadoras, como: mensagens muito curtas; maior variedade de símbolos (e.g., *emojis* e *emoticons*); gírias e erros de grafia (intencionais ou não); além de termos específicos das plataformas como menções a usuários e *hashtags*. Esse cenário tem sido recentemente endereçado, mas ainda sem resultados definitivos. Em Rocha et al. (2017), os autores apresentam uma revisão do problema e do uso de técnicas de IA nesse contexto. Atualmente, o estado da arte para o problema consiste no uso de modernos modelos de IA discriminativos como CNN (Theóphilo; Pereira; Rocha, 2019; Ruder; Ghaffari; Breslin, 2016; Shrestha et al., 2017), mas ainda com amplo espaço para melhora (Theóphilo; Pereira; Rocha, 2019).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6 – As técnicas de detecção automática de notícias falsas se baseiam em: verificação do *conteúdo* textual e visual da matéria; análise do *contexto* da notícia, como comentários e perfis de usuários que a compartilham; e análise da *rede de difusão* da notícia suspeita, investigando como ela se espalha pelas mídias sociais.

### Desinformação e fake news

A detecção de *fake news* pode ser vista e modelada como uma tarefa de forense em que uma análise *post-factum* pode auxiliar para entender parte das visões falsas ou manipuladas dos fatos sobre um evento de interesse.

Um exemplo recente são os rumores difundidos sobre a pandemia do novo coronavírus (Covid-19). Informações imprecisas e falsas tais como recomendações médicas e teorias de conspiração estão se difundindo muito rapidamente. Como dito pelo presidente da Organização Mundial da Saúde (Ball; Maxmen, 2020): “Não estamos apenas combatendo uma epidemia, mas combatendo uma infodemia. Notícias falsas se espalham mais rápido e mais facilmente do que o vírus, e são igualmente perigosas”. O problema de detecção de notícias falsas tem sido um dos tópicos mais discutidos recentemente pela comunidade científica. Para aproveitar essas informações, vários estudos propuseram e utilizaram *posts* de mídias sociais como fonte de dados para a detecção de notícias falsas. Os estudos podem ser divididos em pesquisas baseadas no conteúdo, contexto e na interconexão ou rede de difusão (Figura 6).

Nas técnicas *baseadas em conteúdo*, alguns trabalhos estão se concentrando no aproveitamento de informações textuais e visuais do conteúdo de notícias (Khattar et al., 2019; Zhou; Wu; Zafarani, 2020). Por exemplo, técnicas foren-

ses são úteis para detectar se uma determinada imagem ou vídeo foi manipulado ou se foi gerado artificialmente.

Outra abordagem utilizada é a adição de mais informações *baseadas no contexto*, tais como comentários e perfis de usuários. Em Jin et al. (2017), os autores propuseram uma abordagem de fusão multimodal que utiliza não apenas o conteúdo de texto e imagem de um *tweet*, mas o contexto social, incluindo *hashtags*, menções e *retweets*. Em um trabalho recente, Cui, Wang e Lee (2019) apresentaram uma abordagem que leva em conta os sentimentos dos usuários como possível contexto. A hipótese dos autores é que os sentimentos dos usuários em relação ao conteúdo da notícia pode indicar o grau de veracidade das mesmas. Em Schwarz, Théophilo e Rocha (2020), os autores propõem um método de detecção de notícias falsas que utiliza três fontes de informação: postagens, comentários e notícias relacionadas. Em Wu e Rao (2020), os autores apresentaram uma solução adaptável entre postagens de notícias e comentários para detectar notícias falsas. Ao aproveitar informações de contexto social, os métodos de detecção de notícias falsas podem ser mais robustos do que os métodos baseados em conteúdo.

Além disso, estudar como as notícias falsas se espalham nas redes sociais também atraiu a atenção da comunidade científica. Foram propostas pesquisas analisando a *interconexão e redes de difusão* para entender os mecanismos virais de conteúdos suspeitos. No trabalho de Jang et al. (2018), foram estudados os padrões na divulgação de notícias verdadeiras e falsas. Em Shu, Wang e Liu (2019), os autores definiram o processo de divulgação de notícias como a tríplice relação entre o conteúdo da notícia enganosa, o veículo de difusão e seus usuários.

Finalmente, ainda persistem muitos desafios no processo forense (Figura 1) para a detecção de notícias falsas. A etapa de Coleta de Dados é um passo importante para que as técnicas baseadas em interconexão e difusão possam detectar padrões, como as comunidades e os propagadores mais influentes na rede. A etapa de Sanitização e Filtragem desempenha um papel importante para que as técnicas baseadas no conteúdo e no contexto possam caracterizar os tópicos de desinformação utilizando as informações relevantes para a análise. Por último, o grande desafio se encontra na etapa de Mineração de Conteúdo, que hospeda a difícil tarefa de determinar se uma notícia é falsa e a correspondente checagem.

### **Desinformação em artigos científicos**

Como forma de impulsionar o conhecimento científico e se aproximar do público leigo, as redes sociais estão sendo cada vez mais usadas para a divulgação de artigos científicos. Como efeito colateral desse uso, esse tipo de publicação está sendo livremente interpretado pelo público, que por vezes acaba distorcendo as evidências, chegando a conclusões irreais pela ausência de rigor em suas interpretações (Scheirer, 2020; Scheufele; Krause, 2019). Em um caso noticiado pela BBC,<sup>13</sup> políticos norte-americanos e chineses disseminaram informações

não comprovadas sobre a origem do vírus causador da pandemia Covid-19. Em suas mensagens, eles se basearam em publicações não revisadas por pares que futuramente foram removidas pelos próprios autores.

Em 2005, com o objetivo de testar o sistema de revisão de publicações de algumas conferências, um grupo de cientistas do Massachusetts Institute of Technology (MIT) desenvolveu um software chamado *Sci-GEN*<sup>14</sup> capaz de gerar artigos que visam imitar esteticamente uma publicação científica. Desse modo, os artigos produzidos por essa ferramenta foram aceitos em conferências como *World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI)* e em revistas do editorial da *IEEE* e *Springer*,<sup>15</sup> mostrando, desde aquele período, uma problemática tanto para o processo de revisão de artigos quanto para a possibilidade da geração automática de publicações científicas.

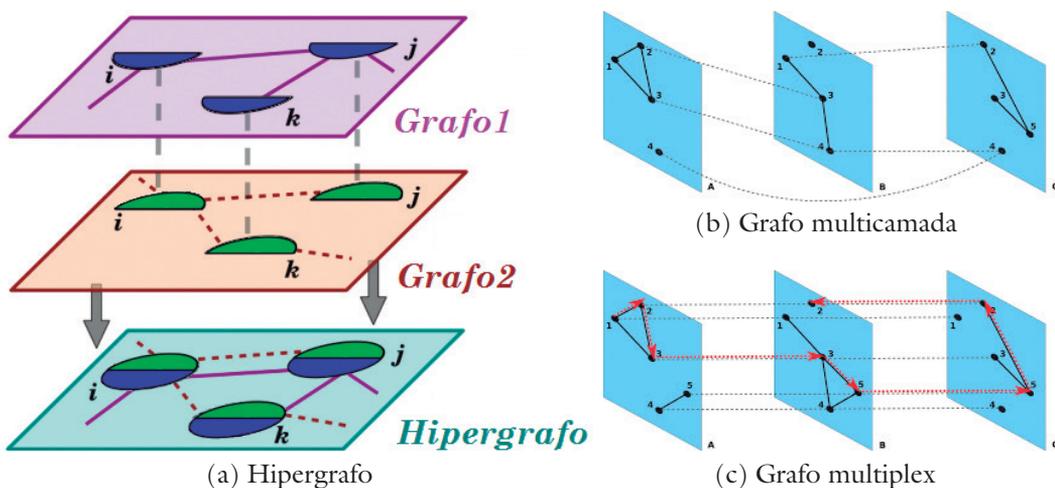
Tal problemática vem se agravando com o crescimento das fábricas de artigos (*paper mills*) e seu aperfeiçoamento de produção em massa. Qi, Zhang e Luo (2020) apresentam um avanço das técnicas de geração artificial de imagens científicas mediante sistemas de IA. Nessa pesquisa, imagens da área de biomedicina foram artificialmente geradas e mostradas para pesquisadores e especialistas da área, que não foram capazes de distinguir se as imagens eram artificiais ou reais. Marra et al. (2019) mostram que esses modelos de IA deixam artefatos no conteúdo de cada imagem gerada, que podem ser usados para identificar a origem sintética dessa imagem, possibilitando uma solução forense para esse problema.

O cenário atual da análise da integridade de artigos científicos ainda consiste na análise de suspeitas de fraudes isoladas, normalmente reportadas por leitores ou editores de conteúdo científico para organizações especializadas em integridade científica (e.g., *The Office of Research Integrity*<sup>16</sup>). Porém, com o crescimento de repositórios científicos abertos (e.g., ArXiv<sup>17</sup>), onde não há uma revisão sistemática das publicações, a análise de integridade científica está se direcionando para técnicas de IA de larga escala, visando minimizar que artigos fraudulentos desses repositórios sejam fontes de desinformação. Dessa forma, dentro do protocolo apresentado na Figura 1, os esforços mais recentes da área se concentram nas etapas de Filtragem e Mineração de Conteúdo. Na etapa de Filtragem, elementos suspeitos das publicações (i.e. textos e imagens) são selecionados por ferramentas capazes de processar milhares de artigos (Acuna; Brookes; Kording, 2018) que, durante a etapa de Mineração, são analisados por algoritmos treinados para detectar inconsistências ou plágio em seus conteúdos (Xiang; Acuna, 2020; Bucci, 2018).

Assim, os desafios futuros para se preservar a integridade científica, mitigar a expansão de mais fábricas de artigos e inibir que publicações falsas ecoem nas redes sociais dependerão de soluções forenses capazes de lidar com uma enorme quantidade de artigos publicados e que consigam identificar manipulações em imagens e textos científicos cada vez mais sofisticadas.

## Quando o físico encontra o virtual

Os conteúdos digitais compartilhados, como imagens e *posts*, estão conectados entre si de diversas formas. Tais relações podem ser semânticas (por exemplo, o conjunto de *tweets* comentando a mesma notícia), mas também temporais e espaciais (por exemplo, todas as fotos capturadas na área externa do prédio do Capitólio no período da tarde). Na Figura 1, a etapa de organização semântica busca recuperar, a partir do conteúdo, algumas dessas informações e relações que podem acabar se perdendo à medida que os dados são compartilhados. Uma vez recuperadas, elas nos permitem explorar relações entre os dados que são fundamentais para auxiliar na compreensão do evento. Ao avaliar, por exemplo, como evoluíram a frequência e o número de publicações durante o evento da invasão do Capitólio, é possível reconstruir uma linha do tempo de como as pessoas se movimentaram pelas áreas próximas do prédio.<sup>18</sup>



Fonte: Elaboração própria.

Figura 7 – (a) Uma rede de informação heterogênea que combina informações de duas camadas; (b) Um grafo multicamadas com links heterogêneos intra/inter camadas; (c) Um grafo multiplex com nós conectados com sua contraparte nas camadas adjacentes. A linha vermelha mostra um caminho possível para uma caminhada aleatória no grafo.

Apesar da importância de se explorar tais relações, essa não é uma tarefa trivial. Dados do mundo real, com atributos espaciais e temporais, têm propriedades diferentes em comparação com fontes não-relacionais de captura virtual (Atluri; Karpatne; Kumar, 2018), como imagens, vídeos, *posts*, *memes*, ou *hashtags* compartilhados sobre um evento. As instâncias não são independentes e distribuídas de forma idêntica, o que significa que, além da ligação com regiões espaciais e momentos no tempo, suas relações podem ser não estacionárias, ou seja, cada dado pode pertencer a diferentes populações ou classes que variam no tempo e no espaço.

Nesse contexto em que os dados provêm de fontes heterogêneas com dependência semântica, temporal ou espacial, a aplicação de abordagens tradicionais de mineração pode levar a um desempenho baixo e a interpretações incorretas (Jiang et al., 2015). Representações baseadas em grafos podem ser ferramentas úteis para a análise dessas relações (Boers et al., 2019; Ferreira et al., 2020). Entretanto, ainda há poucos estudos na CFD analisando dados multimodais, suas relações e a combinação de informações físicas e virtuais.

Dentre as abordagens existentes, os grafos multicamadas são ferramentas abrangentes, capazes de incorporar explicitamente múltiplos tipos de relações em uma modelagem adequada para se analisar fenômenos do mundo real e virtual (Boccaletti et al., 2014; Rossetti; Cazabet, 2018). Cada camada pode representar um conceito do mundo real ou virtual – como relações semânticas, momentos no tempo ou ligações espaciais – cujos nós podem representar instâncias de dados ou mesmo atores de interesse. Cada nó possui diferentes tipos de conexões e diferentes vizinhos em cada camada (Figura 7a), modelando relações a cada camada. Em uma rede social, podemos considerar, ao longo do tempo, as mudanças de relações entre *posts*, usuários e atores do evento à medida que são compartilhados (Figura 7c). Outras camadas podem representar a proximidade espacial dos dados compartilhados com pontos de interesse e de infraestrutura de uma cidade mostrando como o evento evoluiu espacialmente no mundo físico (Figura 7b).

Ainda que pouco exploradas pela comunidade de CFD, as modelagens em grafo tem potencial para complementar a análise individual do conteúdo dos dados gerados sobre um evento.

## **Desafios**

Os métodos de IA apresentados atuam em etapas que precisam lidar com um grande volume de dados e automatizam processos intermediários que não necessitam da atenção exclusiva do perito. Entretanto, a inclusão dessas técnicas na análise forense também introduz desafios que acompanham a comunidade científica de IA nos últimos anos.

## **Interpretabilidade dos métodos**

Os avanços da última década na área de aprendizado profundo (*Deep Learning*) impulsionaram o desenvolvimento de modelos estatísticos poderosos, geralmente baseados em redes neurais artificiais. Porém, à medida que a complexidade desses modelos aumentou – pela disponibilidade de dados e melhorias em hardware e nas técnicas utilizadas –, também se tornou mais difícil interpretar quais fatores influenciam suas decisões.

Essa limitação na interpretabilidade dos modelos reduz consideravelmente a sua aplicação em casos reais. Em contextos sensíveis – como cenários jurídicos, financeiros ou médicos – é essencial que as decisões de um algoritmo sejam transparentes e fundamentadas em uma lógica similar à humana. Nessa linha, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil, inspirada pela Regulação Ge-

ral de Proteção de Dados (GDPR) da União Europeia, confere a um usuário o direito obter informações claras a respeito dos critérios e dos procedimentos utilizados no processo decisório de um algoritmo.<sup>19</sup> Sendo assim, para que os modelos sejam aplicáveis na prática, é fundamental que o seu fluxo de decisão seja interpretável não apenas para especialistas de IA, mas também usuários leigos.

A partir dessa necessidade, surgiu a área de Explainable Artificial Intelligence (XAI), levando pesquisadores a desenvolver formas de interpretar o que modelos complexos aprendem e como eles tomam suas decisões (Adadi; Berrada, 2018; Gilpin et al., 2018). Em Xie et al. (2020), os autores apresentam três vertentes principais de trabalhos voltados à interpretabilidade de redes neurais profundas. Os *métodos baseados em visualização* buscam apontar quais características dos dados de entrada – por exemplo, regiões de uma imagem ou palavras de um texto – tem influência na decisão do modelo (Selvaraju et al., 2017; Sundararajan; Taly; Yan, 2017). No contexto de análise de eventos, Padilha, Andaló e Rocha (2020) exploraram o uso dessas técnicas de visualização na organização cronológica de imagens do incêndio da Catedral de Notre-Dame. Os autores apontam que o modelo se baseia na evolução do incêndio e em detalhes estruturais da catedral para estimar quando cada foto foi tirada. Uma segunda linha de pesquisa alcança interpretabilidade a partir da *destilação de modelos*. Essa técnica envolve treinar modelos auxiliares que copiem as decisões de um modelo complexo feitas sobre um dado de entrada. Ao utilizar um modelo inerentemente interpretável como auxiliar – por exemplo, modelos lineares (Ribeiro; Singh; Guestrin, 2016), árvores de decisão (Frosst; Hinton, 2017), ou autômatos finitos (Hou; Zhou, 2020), procura-se imitar as decisões e qualidades do algoritmo mais complexo, porém de forma transparente e explicável. Finalmente, diversos trabalhos propõem *modelos intrinsecamente interpretáveis* que produzem uma explicação juntamente com a decisão tomada. Para isso, Zellers et al. (2019) e Hendricks et al. (2016) incluem uma tarefa adicional de produzir uma explicação textual que é otimizada simultaneamente à tarefa alvo do modelo.

Assegurar a interpretabilidade de modelo complexos de IA é um passo fundamental para que as decisões automatizadas ocorram de forma transparente e justa, permitindo que a sociedade aproveite os benefícios que esses modelos podem proporcionar.

### **Viés em dados e modelos**

Os modelos complexos de IA são capazes de aprender diretamente de um grande volume de dados quais são as características mais eficientes para o problema em questão. Consequentemente, a sua qualidade está diretamente ligada à qualidade dos dados disponíveis. Como esses últimos são um recorte da nossa sociedade, muitas vezes eles acabam reproduzindo vieses indesejáveis de gênero, étnicos, econômicos, entre outros. Em razão de sua capacidade de aprendizado, os modelos acabam por capturar esses vieses, levando-os em consideração durante sua execução.

São vários os exemplos de sistemas reais que apresentam vieses com poder de impactar injustamente a vida das pessoas, como negar ofertas de emprego com base no sexo do candidato, aumentar o custo de um seguro de saúde de forma injusta, ou até mesmo influenciar juízes em decisões penais a partir da etnia do réu (Nelson, 2019). Em um episódio recente, foi constatado que um software utilizado no sistema penal americano para avaliar o risco de pessoas condenadas voltarem a cometer crimes apresentava claros indícios de viés contra pessoas negras.<sup>20</sup> No trabalho de Datta, Tschantz e Datta (2015), os autores apresentam um exemplo real em que um sistema de anúncios do Google sugeria menos vagas de empregos com altos salários para mulheres em comparação com homens.

Poderíamos afirmar que modelos enviesados podem existir desde que a decisão final seja sempre de um especialista humano. Contudo, a própria existência do resultado de um modelo que confirme vieses indesejados pode influenciar a decisão desse especialista e contribuir para a perpetuação do viés, reforçando o que Kahneman (2011) chama de “heurística de disponibilidade”: exemplos que vêm de maneira natural e fácil em nossas mentes, têm o poder de inconscientemente influenciar decisões que são tomadas de forma aparentemente diligente.

Esses vieses podem se manifestar nos dados de diversas formas, como em atributos pessoais como a raça ou sexo de um indivíduo. A simples remoção desses atributos não garante a extinção do viés visto que eles podem estar fortemente correlacionados com outros atributos. Por exemplo, nos Estados Unidos e em diversos outros países, bairros têm alta correlação com a etnia de seus moradores e o uso desse atributo pode gerar modelos que tomam decisões considerando indiretamente a raça de uma pessoa.<sup>21</sup> Outra forma de manifestação diz respeito à representatividade dos diferentes grupos. O processo de coleta e anotação dos dados utilizados para treinamento dos modelos de IA pode gerar diferentes tipos de vieses: vieses de seleção, informação e detecção (Ntoutsi et al., 2020). O resultado pode ser a falta ou o excesso de representatividade de determinados grupos de pessoas que coincide com grupos sociais historicamente discriminados e que se reflete nas decisões desses modelos (Calders; Žliobaite, 2013).

A busca pela mitigação de vieses juntamente ao desenvolvimento de modelos mais interpretáveis, conforme detalhado antes, são desafios atuais e essenciais para a comunidade de IA e, de forma mais ampla, para a sociedade. Esses desafios não estão completamente desassociados, visto que modelos interpretáveis podem auxiliar no processo de busca por correções em modelos enviesados.

Vieses existem em nossas sociedades há muito tempo. Eles não foram criados pela tecnologia e nem serão resolvidos unicamente por ela. A solução para esse problema é bem mais ampla e exige um esforço multidisciplinar de todos nós, sem acreditar na panaceia de que, sozinha, a tecnologia tem a resposta para esta questão. O papel da tecnologia nesse caminho é auxiliar na identificação desses vieses e em sua mitigação.

## Conclusões

O surgimento das mídias sociais na última década alterou a forma como nossa sociedade interage entre si, aumentando o alcance e a velocidade de propagação das informações. Todo acontecimento de grande visibilidade – como atentados terroristas e eventos de entretenimento – é registrado de inúmeras formas e instantaneamente compartilhado com o resto do mundo.

Nesse novo contexto, as informações provenientes de mídias sociais fornecem à CFD fontes de dados que, no geral, ultrapassam em volume as fontes tradicionais (e.g., veículos de rádio e televisão, testemunhas oculares). Em meio ao conteúdo propagado, há uma profusão de informações manipuladas e falsas, que influenciam a opinião das pessoas, além de ofuscar o real entendimento do que aconteceu. Aliados à imensa disponibilidade de dados, os avanços recentes em IA impulsionam o desenvolvimento de métodos capazes de gerar conteúdo realista automaticamente. Vivemos na era da pós-verdade; ao mesmo tempo em que não se pode confiar em tudo que é compartilhado, estamos envoltos em um oceano de informações que dificulta o rastreamento de dados e fontes confiáveis sobre um acontecimento. Em meio a notícias falsas e desinformação, a análise forense se tornou mais complexa e desafiadora.

Neste artigo, discutimos como a popularização das mídias sociais e as inovações recentes em IA impactaram o processo de análise da CFD. Discutimos um protocolo forense adaptado a esse novo cenário que consiste na coleta de dados, sanitização e filtragem de relevância, organização semântica, e, por fim, mineração do conteúdo disponível. Essas etapas têm por objetivo recuperar e organizar os dados relevantes, de modo a permitir que o conhecimento e a experiência do perito sejam melhor aproveitados durante a análise.

Em razão do volume de informações que inviabiliza análises manuais em um tempo hábil, os métodos modernos de IA se tornaram ferramentas essenciais no arsenal do perito. A comunidade científica tem explorado com sucesso técnicas de aprendizado de máquina, visão computacional, e PLN em praticamente todas as etapas do processo de análise. Pela capacidade dos métodos em reconhecer e traçar relações entre os dados, sua aplicação complementa os esforços de um especialista, independente se o evento ocorreu no mundo físico, virtual, ou em ambos.

Apesar de serem ferramentas valiosas no processo forense, o uso dessas técnicas também traz consigo desafios que precisam ser discutidos para que sua aplicação seja viável em casos reais, especialmente em contextos sensíveis da CFD. Apesar de poderosos, modelos complexos existentes ainda são em grande parte “caixas-pretas” que não podem ser facilmente explicados. A interpretabilidade e transparência sobre o fluxo decisório desses modelos é uma característica essencial para seu uso na prática. Além disso, é necessário mitigar os vieses que muitas vezes são embutidos nos modelos durante o treinamento, para que suas decisões não os reproduzam.

Agradecimentos – Os autores agradecem os apoios financeiros da Fapesp (Proc. 2017/12646-3, DéjàVu), do CNPq (Proc. 304497/2018-5) e do Google Lara.

## Notas

- 1 Disponível em: <<https://www.darpa.mil/program/semantic-forensics>>.
- 2 Disponível em: <<https://www.darpa.mil/program/media-forensics>>.
- 3 Disponível em: <[https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/jornal/paginas/ju\\_578\\_paginacor\\_06e07\\_web.pdf](https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/jornal/paginas/ju_578_paginacor_06e07_web.pdf)>.
- 4 Disponível em: <<https://revealproject.eu/>>.
- 5 Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2021/01/09/technology/facial-recognition-clearview-capitol.html>>.
- 6 Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/09/veja-o-passo-a-passo-da-noticia-falsa-que-acabou-em-tragedia-em-guaruja.shtml>>.
- 7 Disponível em: <<https://abcnews.go.com/blogs/technology/2013/04/boston-marathon-bombing-the-waves-of-social-media-reaction>>.
- 8 Disponível em: <<https://forensic-architecture.org/investigation/the-grenfell-tower-fire>>.
- 9 Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/world-us-canada-55578092>>.
- 10 Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2015/06/07/magazine/the-agency.html>>.
- 11 Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/facebook-raises-duplicate-fake-account-estimates-q3-earnings-2017-11>>.
- 12 Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45666742>>. Disponível em: <<https://money.cnn.com/interactive/media/the-macedonia-story/>>.
- 13 Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/world-52224331>>.
- 14 Disponível em: <<https://pdos.csail.mit.edu/archive/scigen>>.
- 15 Disponível em: <<https://news.mit.edu/2015/how-three-mit-students-fooled-scientific-journals-0414>>.
- 16 Disponível em: <<https://ori.hhs.gov/>>.
- 17 Disponível em: <<https://arxiv.org>>.
- 18 Disponível em: <<https://www.nytimes.com/interactive/2021/01/12/us/capitol-mob-timeline.html>>.
- 19 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm)>.
- 20 Disponível em: <<https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>>.
- 21 Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/graphics/2016-amazon-same-day/>>.

## Referências

- ACUNA, D. E.; BROOKES, P. S.; KORDING, K. P. *Bioscience-scale automated detection of figure element reuse*. Cold Spring Harbor Laboratory, fev. 2018.
- ADADI, A.; BERRADA, M. Peeking inside the black-box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI). *IEEE Access*, v.6, p.52138-60, 2018.
- ATLURI, G.; KARPATNE, A.; KUMAR, V. Spatio-temporal data mining: A survey of problems and methods. *ACM Comput. Surv.*, v.51, n.4, p.1-83, ago. 2018.
- BALL, P.; MAXMEN, A. The epic battle against coronavirus misinformation and conspiracy theories. *Nature*, v.581, n.7809, p.371-4, 2020.
- BOCCALETTI, S. et al. The structure and dynamics of multilayer networks. *Physics Reports*, v.544, n.1, p.1-122, 2014.
- BOERS, N. et al. Complex networks reveal global pattern of extreme-rainfall teleconnections. *Nature*, v.566, n.7744, p.373, 2019.
- BUCCI, E. M. Automatic detection of image manipulations in the biomedical literature. *Cell Death & Disease*, Springer Science and Business Media LLC, v.9, n.3, mar. 2018.
- CALDERS, T.; ŽLIOBAITE, I. Why unbiased computational processes can lead to discriminative decision procedures. In: *Discrimination and privacy in the information society*. s.l.: Springer, 2013. p.43-57.
- CASEY, E. *Digital evidence and computer crime: Forensic science, computers, and the internet*. s.l.: Academic Press, 2011.
- CHEN, E.; LERMAN, K.; FERRARA, E. Tracking social media discourse about the covid-19 pandemic: Development of a public coronavirus twitter data set. *JMIR Public Health and Surveillance*, v.6, n.2, p.e19273, 2020.
- CHESNEY, B.; CITRON, D. Deep fakes: a looming challenge for privacy, democracy, and national security. *California Law Review*, v.107, n.6, p.1753-820, 2019.
- CHISUM, W. J.; TURVEY, B. Evidence dynamics: Locard's exchange principle & crime reconstruction. *Journal of Behavioral Profiling*, v.1, n.1, p.1-15, 2000.
- CINELLI, M. et al. The covid-19 social media infodemic. *arXiv preprint*, arXiv:2003.05004, 2020.
- CUI, L.; WANG, S.; LEE, D. Same: sentiment-aware multi-modal embedding for detecting fake news. In: *IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)*. s.l.: s.n., 2019. p.41-8.
- DATTA, A.; TSCHANTZ, M. C.; DATTA, A. Automated experiments on ad privacy settings. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, v.2015, n.1, p.92-112, 2015.
- ESTER, M. et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Kdd.*, v.96, n.34, p.226-31, 1996.
- FERREIRA, A. et al. Counteracting the contemporaneous proliferation of digital forgeries and fake news. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.91, n.1, p.e20180149, 2019.
- FERREIRA, L. N. et al. Spatiotemporal data analysis with chronological networks. *Nature Communications*, v.11, n.1, p.1-11, 2020.

- FROSST, N.; HINTON, G. Distilling a neural network into a soft decision tree. *arXiv preprint*, arXiv:1711.09784, 2017.
- GILPIN, L. H. et al. Explaining explanations: An overview of interpretability of machine learning. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA SCIENCE AND ADVANCED ANALYTICS (DSAA)*. s.l.: s.n., 2018. p.80-9.
- GUNNING, D. et al. XAI—Explainable artificial intelligence. *Science Robotics*, v.4, n.37, 2019.
- GUPTA, A.; LAMBA, H.; KUMARAGURU, P. \$1.00 per rt #bostonmarathon #prayforboston: Analyzing fake content on twitter. In: *2013 APWG eCrime Researchers Summit*. s.l.: s.n., 2013. p.1-12.
- HENDRICKS, L. A. et al. Generating visual explanations. In: *EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTER VISION (ECCV)*. s.l.: s.n., 2016. p.3-19.
- HERNANDEZ-SUAREZ, A. et al. A web scraping methodology for bypassing twitter API restrictions. *arXiv preprint*, arXiv:1803.09875, 2018.
- HOU, B.-J.; ZHOU, Z.-H. Learning with interpretable structure from gated RNN. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, v.31, n.7, p.2267-79, 2020.
- JANG, S. M. et al. A computational approach for examining the roots and spreading patterns of fake news: Evolution tree analysis. *Computers in Human Behavior*, v.84, p.103-13, 2018.
- JIANG, Z. et al. Focal-test-based spatial decision tree learning. *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, v.27, n.6, p.1547-59, 2015.
- JIN, Z. et al. Multimodal fusion with recurrent neural networks for rumor detection on microblogs. In: *ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA*. s.l.: s.n., 2017. p.795-816.
- JUOLA, P. Authorship attribution. *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, v.1, n.3, p.233-334, 2008.
- KAHNEMAN, D. *Thinking, fast and slow*. s.l.: Macmillan, 2011.
- KHATTAR, D. et al. Mvae: Multimodal variational autoencoder for fake news detection. In: *THE WORLD WIDE WEB CONFERENCE (WWW)*. s.l.: s.n., 2019. p.2915-21.
- KOPPEL, M.; SCHLER, J.; ARGAMON, S. Computational methods in authorship attribution. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, v.60, n.1, p.9-26, 2009.
- LAMERI, S. et al. Who is my parent? reconstructing video sequences from partially matching shots. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING (ICIP)*. s.l.: s.n., 2014.
- LEFÈVRE, T. Big data in forensic science and medicine. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, v.57, p.1-6, 2018.
- MARRA, F. et al. Do GANs leave artificial fingerprints? In: *IEEE CONFERENCE ON MULTIMEDIA INFORMATION PROCESSING AND RETRIEVAL (MIPR)*. s.l.: s.n., 2019.
- MCFARLAND, D. A.; LEWIS, K.; GOLDBERG, A. Sociology in the era of big data: The ascent of forensic social science. *The American Sociologist*, v.47, n.1, p.12-35, 2016.

- MIDDLETON, S. E.; PAPADOPOULOS, S.; KOMPATSIARIS, Y. Social computing for verifying social media content in breaking news. *IEEE Internet Computing*, v.22, n.2, p.83-9, 2018.
- NELSON, G. S. Bias in artificial intelligence. *North Carolina Medical Journal*, v.80, n.4, p.220-2, 2019.
- NGUYEN, D. T. et al. Automatic image filtering on social networks using deep learning and perceptual hashing during crises. *arXiv preprint*, arXiv:1704.02602, 2017.
- NTOUTSI, E. et al. Bias in data-driven artificial intelligence systems—an introductory survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, v.10, n.3, p.e1356, 2020.
- OMEZI, N.; JAHANKHANI, H. Proposed forensic guidelines for the investigation of fake news. In: *Policing in the Era of AI and Smart Societies*. s.l.: s.n., 2020. p.231-65.
- PADILHA, R. et al. Unraveling the notre dame cathedral fire in space and time: an x-coherence approach. In: *A ser publicado em Crime Science and Digital Forensics: A Holistic View*. s.l.: CRC Press, 2021.
- PADILHA, R.; ANDALÓ, F. A.; ROCHA, A. Improving the chronological sorting of images through occlusion: A study on the notre-dame cathedral fire. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING (ICASSP)*. s.l.: s.n., 2020. p.2972-6.
- PADILHA, R. et al. Forensic event analysis: From seemingly unrelated data to understanding. *IEEE Security and Privacy*, v.18, n.6, p.23-32, 2020.
- PINHEIRO, G. et al. Detection and synchronization of video sequences for event reconstruction. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING (ICIP)*. s.l.: s.n., 2019.
- POLLITT, M. A history of digital forensics. In: *International Conference on Digital Forensics (IFIP)*. s.l.: s.n., 2010. p.3-15.
- PRATES, M. O.; AVELAR, P. H.; LAMB, L. C. Assessing gender bias in machine translation: a case study with Google Translate. *Neural Computing and Applications*, p. 1-19, 2019.
- QI, C.; ZHANG, J.; LUO, P. Emerging concern of scientific fraud: Deep learning and image manipulation. Cold Spring Harbor Laboratory, nov. 2020.
- RIBEIRO, M. T.; SINGH, S.; GUESTRIN, C. “Why should I trust you?” Explaining the predictions of any classifier. In: *ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING*. s.l.: s.n., 2016. p.1135-144.
- ROCHA, A. et al. Authorship attribution for social media forensics. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, v.12, n.1, p.5-33, 2017.
- RODRIGUES, C. M. et al. Image semantic representation for event understanding. In: *IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS)*. s.l.: s.n., 2019. p.1-6.
- ROSSETTI, G.; CAZABET, R. Community discovery in dynamic networks: A survey. *ACM Comput. Surv.*, v.51, n.2, fev. 2018. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3172867>>.

- RUDER, S.; GHAFARI, P.; BRESLIN, J. G. Character-level and multi-channel convolutional neural networks for large-scale authorship attribution. *arXiv preprint*, arXiv:1609.06686, 2016.
- SAMMES, T.; JENKINSON, B. *Forensic computing*. s.l.: Springer, 2007.
- SCHEIRER, W. A pandemic of bad science. *Bulletin of the Atomic Scientists*, Informa UK Limited, v.76, n.4, p.175-84, 2020.
- SCHEUFELE, D. A.; KRAUSE, N. M. Science audiences, misinformation, and fake news. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.116, n.16, p.7662-9, jan. 2019.
- SCHNEIDER, M.; CHANG, S. A robust content based digital signature for image authentication. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING (ICIP). s.l.: s.n., 1996. v.3, p.227-30, v.3.
- SCHWARZ, S.; THEÓPHILO, A.; ROCHA, A. Emet: Embeddings from multilingual-encoder transformer for fake news detection. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING (ICASSP). s.l.: s.n., 2020. p.2777-81.
- SELVARAJU, R. R. et al. Grad-cam: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization. In: *IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. s.l.: s.n., 2017. p.618-26.
- SHRESTHA, P. et al. Convolutional neural networks for authorship attribution of short texts. In: *Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: Volume 2, Short Papers*. s.l.: s.n., 2017. p.669-74.
- SHU, K.; WANG, S.; LIU, H. Beyond news contents: The role of social context for fake news detection. In: *ACM International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM)*. s.l.: s.n., 2019. p.312-20.
- SONG, L. et al. Unsupervised domain adaptive re-identification: Theory and practice. *Pattern Recognition*, v.102, p.107-73, 2020.
- STAMATATOS, E. A survey of modern authorship attribution methods. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, v.60, n.3, p.538-56, 2009.
- SUNDARARAJAN, M.; TALY, A.; YAN, Q. Axiomatic attribution for deep networks. In: *International Conference on Machine Learning (ICML)*. s.l.: s.n., 2017. p.3319-28.
- THEÓPHILO, A.; PEREIRA, L. A.; ROCHA, A. A needle in a haystack? Harnessing onomatopoeia and user-specific stylometrics for authorship attribution of micro-messages. In: *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. s.l.: s.n., 2019. p.2692-6.
- VAROL, O. et al. Online human-bot interactions: Detection, estimation, and characterization. *arXiv preprint*, arXiv:1703.03107, 2017.
- VENKATESAN, R. et al. Robust image hashing. In: *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. s.l.: s.n., 2000. p.664-6.
- WU, L.; RAO, Y. Adaptive interaction fusion networks for fake news detection. *arXiv preprint*, arXiv:2004.10009, 2020.
- XIANG, Z.; ACUNA, D. E. Scientific image tampering detection based on noise inconsistencies: A method and datasets. *arXiv preprint*, arXiv:2001.07799, 2020.

- XIE, N. et al. Explainable deep learning: A field guide for the uninitiated. *arXiv preprint*, arXiv:2004.14545, 2020.
- YANG, F. et al. Asymmetric co-teaching for unsupervised cross-domain person re-identification. In: *AAAI*. s.l.: s.n., 2020. p.12597-604.
- ZELLERS, R. et al. From recognition to cognition: Visual commonsense reasoning. In: *IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. s.l.: s.n., 2019. p.6720-31.
- ZHAI, Y. et al. Ad-cluster: Augmented discriminative clustering for domain adaptive person re-identification. In: *IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. s.l.: s.n., 2020. p.9021-30.
- ZHOU, X.; WU, J.; ZAFARANI, R. Safe: Similarity-aware multi-modal fake news detection. *arXiv preprint*, arXiv:2003.04981, 2020.

*RESUMO* – A Ciência Forense Digital surgiu da necessidade de tratar problemas forenses na era digital. Seu mais recente desafio está relacionado ao surgimento das mídias sociais, intensificado pelos avanços da Inteligência Artificial. A produção massiva de dados nas mídias sociais tornou a análise forense mais complexa, especialmente pelo aperfeiçoamento de modelos computacionais capazes de gerar conteúdo artificial com alto realismo. Assim, tem-se a necessidade da aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para tratar esse imenso volume de informação. Neste artigo, apresentamos desafios e oportunidades associados à aplicação dessas técnicas, além de fornecer exemplos de seu uso em situações reais. Discutimos os problemas que surgem em contextos sensíveis e como a comunidade científica tem abordado esses tópicos. Por fim, delineamos futuros caminhos de pesquisa a serem explorados.

*PALAVRAS-CHAVE*: Ciência forense digital, Inteligência Artificial, Aprendizado de máquina, Mídias sociais, Fake news.

*ABSTRACT* – Digital Forensics emerged from the need to perform forensic tasks in the digital age. Its most recent challenges are related to the popularization of social media and were intensified by the advance of Artificial Intelligence. The generation of massive social media data made forensic analyses more complex, mainly due to improvements in computational models able to artificially create highly realistic content. Because of this, Artificial Intelligence techniques have been studied and used to process the massive volume of information. This paper discusses the challenges and opportunities associated with such methods and provides real case examples, as well as the problems that arise when using these approaches in sensitive contexts and how the scientific community has approached these topics. Finally, it draws future research paths to be explored.

*KEYWORDS*: Digital forensics, Artificial Intelligence, Machine learning, Social media, Fake news.

*Rafael Padilha* é doutorando do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Contribuiu igualmente no desenvolvimento do artigo.  
@ – rafael.padilha@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0003-1944-5475>.

*Antônio Theóphilo* é doutorando do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Contribuiu igualmente no desenvolvimento do artigo.  
@ – antonio.theophilo@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0003-1408-0745>.

*Fernanda A. Andaló* é pesquisadora colaboradora do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). @ – feandalo@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0002-5243-0921>.

*Didier A. Vega-Oliveros* é pesquisador de pós-doutorado do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). @ – davo@unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0001-9569-3775>.

*João P. Cardenuto* é doutorando do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). @ – phillipe.cardenuto@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0002-8370-6329>.

*Gabriel Bertocco* é doutorando do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). @ – gabriel.bertocco@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0002-7701-7420>.

*José Nascimento* é doutorando do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). @ – jose.nascimento@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0003-3450-6029>.

*Jing Yang* é doutorando do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). @ – jing.yang@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0002-0035-3960>.

*Anderson Rocha* é professor associado do Instituto da Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). @ – anderson.rocha@ic.unicamp.br / <https://orcid.org/0000-0002-4236-8212>.

Recebido em 22.2.2021 e aceito em 1º.3.2021.

<sup>1-IX</sup> Universidade Estadual de Campinas, Instituto da Computação, Campinas, São Paulo, Brasil.

# O fim do trabalho. Entre a distopia e a emancipação

RICARDO ABRAMOVAY <sup>1</sup>

## Emprego e abundância

FORAM IMENSAS as diferenças de opinião e de método entre Karl Marx e John Stuart Mill.<sup>1</sup> No entanto, para ambos, as tecnologias da revolução industrial aumentariam a tal ponto a produtividade do trabalho, que seria cada vez menor o esforço humano para satisfazer as necessidades sociais. Essa abundância permitiria, para Mill, que, no futuro, a sociedade deixasse de se organizar em torno da busca da riqueza e buscasse objetivos mais nobres (Valadão de Mattos, 1998). Em Marx o desenvolvimento das forças produtivas criaria as condições objetivas para que a produção social não se organizasse mais em torno da busca do lucro privado. Com isso a própria sociabilidade humana deixaria de ter como eixo central as trocas mercantis e assim o trabalho assalariado poderia tornar-se resquício de uma era passada (Abramovay, 2009). Claro que em ambos os casos, o pressuposto de tais utopias são transformações radicais (mesmo que, no caso de Mill, graduais) na própria organização social. Em Mill, essas transformações se exprimem no estado estacionário; em Marx, no comunismo.<sup>2</sup>

Durante o século XX esperança e desalento acompanharam algumas das mais importantes reflexões em torno da necessidade cada vez menor do trabalho para a oferta dos bens necessários à vida humana. Em 1930, John Maynard Keynes (1930) publica sua conferência sobre “As possibilidades econômicas para nossos netos”, em que define o desemprego tecnológico como aquele “devido a nossas descobertas dos meios de economizar o uso do trabalho, que ultrapassam o ritmo ao qual podemos encontrar novos usos para o trabalho”. Mas esse descompasso é apenas temporário. Na verdade, ele exprime o fato de que a “*espécie humana está resolvendo seu problema econômico*” (grifado no original). Resolver o problema econômico significa enfrentar questões bem diferentes daquelas pelas quais é definida, convencionalmente, a própria economia como ciência, ou seja, a alocação de recursos escassos entre fins alternativos.

A semelhança com relação a John Stuart Mill e sobretudo a Marx é notável. Mas Keynes (1930) exprime preocupação ausente dos clássicos do século XIX: “pela primeira vez desde sua criação, o homem enfrenta seu real e permanente problema: como usar sua liberdade com relação à pressão dos cuidados econômicos, como ocupar o tempo livre... para viver bem, de forma sábia e agradável”.

É notável também a proximidade entre o texto de Keynes e as reflexões de Hannah Arendt (1983). No prólogo de *The Human Condition* (publicado

em 1958), ela comenta o lançamento do Sputnik, em 1957, como a tentativa de emancipar o homem da natureza terrestre, da quintessência de sua própria condição, daquilo que vincula o homem a “todos os outros organismos vivos” e, em última análise, aos limites naturais que definem a própria vida. A reflexão lhe serve de mote para um “acontecimento não menos ameaçador”: “a chegada da automatização que, em algumas décadas provavelmente esvaziará as fábricas e libertará a humanidade de seu fardo mais antigo e natural, o fardo do trabalho, a sujeição à necessidade” (Arendt, 1983, p.37).

Essa libertação é ilusória, já que as sociedades modernas glorificam o trabalho. E isso conduz a um decisivo paradoxo: “é uma sociedade de trabalhadores que será libertada das amarras do trabalho e esta sociedade nada sabe sobre as atividades mais altas e enriquecedoras pelas quais valeria a pena ganhar esta liberdade” (Arendt, 1983, p.37).

Em 1964, o presidente Lyndon Johnson convoca a Comissão Ad Hoc sobre a Tríplíce Revolução (a cibernética, a das armas de confronto militar e a dos direitos humanos – cybation, weaponry, human rights), que conta com um notável grupo de intelectuais, como os prêmios Nobel Gunnar Myrdal e Linus Pauling. A ênfase da Comissão é sobre a “revolução cibernética” que se encontra em seus primórdios e é um fenômeno ainda fundamentalmente norte-americano, mas que deverá, segundo a Comissão, ampliar-se mundo afora. Nessa época, o desemprego nos Estados Unidos era alto, ainda que contrabalançado pela demanda pública derivada dos gastos militares. Nesse contexto, a chamada revolução cibernética é uma ameaça, pois ela “invalida o mecanismo geral até aqui empregado para garantir os direitos das pessoas como consumidoras. ... No desenvolvimento do sistema cibernético, é potencialmente ilimitado o produto que pode ser alcançado pelos sistemas de máquinas que vão requerer escassa cooperação dos seres humanos”.<sup>3</sup>

Tanto os clássicos do pensamento social acima mencionados como o relatório encomendado pelo governo Lyndon Johnson levantam questões atuais quanto ao sentido do trabalho e sua relação com o progresso técnico. No entanto, a previsão de um mundo sem trabalho nem de longe se realizou durante o século XX. Mas e agora, com a revolução digital, será que os termos do debate alteram-se qualitativamente, e o temor (ou a utopia) de um mundo em que o trabalho humano tem importância decrescente é nosso horizonte mais provável?

Não existe resposta consensual a essa pergunta, mesmo entre os especialistas do tema. Vale a pena expor o pensamento de alguns dos mais importantes estudiosos contemporâneos para que se tenha uma ideia dos termos do debate.

### **Necessidades e desejos**

Se a produtividade amplia, por definição, o produto por trabalhador, e se a economia do século XX é marcada por fantástico aumento na produtividade, por que razão o sistema econômico contemporâneo ainda é tão dependente de trabalho? Por que razão a previsão de Keynes (Skidelsky; Skidelsky, 2012, p.23)

de que a geração de seus netos aumentaria de quatro a oito vezes a riqueza econômica (aí sua bola de cristal funcionou razoavelmente) reduzindo-se a jornada a algo em torno de quinze horas semanais (patamar que não foi alcançado nem mesmo pelos mais avançados Estados de bem-estar social)?

Um dos mais importantes pressupostos da profecia do fim do trabalho é que, uma vez satisfeitas as necessidades em que se apoia uma vida social civilizada em termos materiais e culturais, num ambiente de avanço tecnológico, reduz-se brutalmente a quantidade de trabalho útil que a economia é capaz de absorver. No já citado texto de Keynes, ele faz uma clara distinção entre necessidades absolutas e necessidades relativas, ou seja, as “que sentimos somente se sua satisfação nos eleva acima, faz-nos sentir superiores aos outros”. Luigino Bruni e Stefano Zamagni (2007) mostram que essas necessidades são satisfeitas pelo que chamam de “bens posicionais”, cuja demanda tende ao infinito: uma vez alcançados, eles perdem imediatamente o valor, em virtude da propensão a que se deseje mais bens dessa natureza.

É compreensível que no século XIX e na primeira metade do século XX, os bens posicionais ocupassem um lugar pouco relevante no raciocínio dos economistas. Assim, a ideia de que uma vez satisfeitas as necessidades humanas, num contexto de elevação da produtividade a demanda por trabalho tenderia a zero torna-se verossímil. Essa ideia é, porém, contestada por ao menos duas importantes vertentes do pensamento econômico mais recente.

A primeira delas encontra-se nos trabalhos de Daron Acemoglu e seus colaboradores. Trabalho de Acemoglu em coautoria com Pascual Restrepo sustenta a ideia de que “a história da tecnologia não versa apenas sobre o deslocamento do trabalho humano por tecnologias de automação. Se assim fosse, estaríamos confinados a um estreito conjunto de velhas tarefas e trabalho com um nítido declínio da participação do trabalho na renda nacional” (Acemoglu; Restrepo, 2019a). Na verdade, o próprio avanço tecnológico acaba criando tanto novas oportunidades de consumo (borrando a distinção entre bens necessários e posicionais) como sobretudo novos produtos. Acemoglu e Restrepo mostram, por exemplo, que entre 1980 e 2015, metade do crescimento do emprego nos Estados Unidos veio de ocupações ou tarefas não existentes antes desse período.

Isso não quer dizer, alertam os autores, que toda melhoria tecnológica tenha por consequência aumento de emprego. Tudo vai depender da capacidade de criação de novas ocupações e de quanto essas novas ocupações dependem de trabalho. Situações de lenta evolução da produtividade têm também a consequência de desacelerar a criação de novos postos de trabalho. E nos Estados Unidos, nos últimos trinta anos, apesar das inovações tão disruptivas trazidas pela revolução digital, o avanço da produtividade foi extremamente lento.

Pior: o formato da evolução tecnológica estimulou muito mais a adoção de técnicas que substituem o trabalho do que daquelas que o tornam mais produtivo. A automação tornou-se barata (inclusive por meio de incentivos gover-

namentais), e desestimulou a adoção de técnicas que ampliem, de forma mais produtiva, o uso do trabalho. Além disso, o despreparo da força de trabalho para as tarefas que exigem os conhecimentos típicos da era digital também inibiu a criação de novos postos de trabalho.

A conclusão de Acemoglu e Restrepo não consiste em fazer apologia acrítica do progresso tecnológico, como se esse, seja qual for seu conteúdo, tivesse o condão de gerar novas atividades e, portanto, multiplicar os empregos. Tudo depende do tipo de tecnologia que cada sociedade vai adotar. É nesse sentido que o importante estudo de Carl Benedict Frey (2019) distingue tecnologias que substituem daquelas que abrem caminho a (*enable*) trabalho.

Essa distinção é tão importante que, em *paper* escrito também em 2019 Acemoglu e Restrepo levantam a hipótese de a sociedade norte-americana estar adotando uma espécie equivocada de inteligência artificial: “muitas novas tecnologias – as chamadas *tecnologias de automação* (sublinhado no original) – não aumentam a produtividade do trabalho, mas são explicitamente voltadas a deslocar (*replace*) o trabalho substituindo capital barato (máquinas) num conjunto de tarefas desempenhadas por humanas” (Acemoglu; Restrepo, 2019b). A consequência é que, com essa modalidade de progresso técnico, a participação dos salários na distribuição da renda nacional vai declinando.

É completamente ilusória a ideia de que a atuação das forças de mercado conduzirá os empresários a adotar as melhores tecnologias, ou seja, as que aumentam simultaneamente a produtividade e têm incidência positiva sobre a demanda de trabalho. O alerta lançado por Acemoglu e Restrepo é tanto mais importante que eles estão entre os mais prestigiados e citados economistas do século XXI. Ao se perguntarem por que razão estão sendo adotadas as modalidades erradas de inteligência artificial, eles afirmam: “os economistas tendem a colocar grande confiança na habilidade do mercado em alocar recursos da maneira a mais eficiente. Mas a maior parte dos experts reconhece que a estrela do mercado não reluz de forma tão brilhante, quando se trata de inovação” (ibidem).

As inovações trazem externalidades e, com imensa frequência, respondem aos interesses e à cultura das empresas que dominam a vida econômica. A hipótese de Acemoglu e Restrepo é que as empresas do Vale do Silício oferecem prêmios excessivos à automação e prestam insuficiente atenção a outros usos das tecnologias de fronteira. A automação que elimina trabalho é muito menos que uma decorrência espontânea da evolução tecnológica. Ela é, isso sim, o resultado de uma opção, de um caminho que beneficia antes de tudo os gigantes que dominam o mundo digital. Há aí o que Acemoglu e Restrepo não hesitam em chamar de distorção.

A segunda vertente de contestação à ideia de que o aumento da produtividade faz que a demanda de trabalho tenda a zero vem do historiador Joel Mokir et al. (2015), num fascinante *paper* sobre a história da “ansiedade tecnológica” (em coautoria com Chris Vickers e Nicolas Ziebarth). Eles partem, como

Acemoglu e Restrepo, da ideia de que a mecanização da era industrial acabou criando novas necessidades (tanto na produção como no consumo) e, com isso, novos postos de trabalho. Referindo-se ao século XIX, eles mostram que “o progresso tecnológico também assumiu a forma de inovação de produto, e criou assim setores inteiramente novos para a economia, um desenvolvimento que escapava à discussão dos economistas desta época” (Mokir et al, 2015, p.36).

Mokir e seus colaboradores não endossam a ideia de que as tecnologias digitais do século XXI são necessariamente destruidoras de empregos. Para eles as tecnologias digitais estão trazendo e vão trazer novos produtos, e com eles novas ocupações. Mas seu artigo já adianta duas tendências claras e preocupantes. A primeira é a diferenciação social nas oportunidades de emprego, na própria remuneração dos trabalhadores e na maneira como usam o tempo livre. Trabalhadores que não completaram a *high school* (correspondente a nosso ensino médio), nos Estados Unidos, tiveram ampliado seu tempo de lazer entre 1965 e 2003 em dez horas semanais, tempo que passou a ser dedicado basicamente à televisão. Já entre os diplomados do curso superior esse aumento no tempo de lazer foi de apenas uma hora. A mecanização vem atingindo tarefas rotineiras, justamente as executadas por quem se encontra na base da pirâmide.

A segunda tendência apontada por Mokir e seus colaboradores é a maior flexibilidade do trabalho e, com ela, maior incerteza para os trabalhadores. Quase metade dos trabalhadores em tempo parcial nos Estados Unidos tem conhecimento de seu calendário de trabalho com menos de uma semana de antecedência. Kalil Filho (2019) mostrou os impactos destrutivos do poder das empresas-plataforma como Uber ou Amazon Turk sobre a vida cotidiana dos trabalhadores. O que Mokir e seus colaboradores antecipam é um mundo em que necessidades básicas serão quase que universalmente preenchidas, mas onde provavelmente os segmentos que se encontram na base da pirâmide social terão que ser objeto de transferências públicas para não cair na miséria absoluta.

Os trabalhos de Acemoglu e Restrepo, bem como os de Mokir e seus colaboradores são expressivos de uma vertente do pensamento econômico contemporâneo que recusa frontalmente a ideia de que a revolução digital significa o fim do trabalho. Mas em ambos os casos, esse otimismo é ao menos parcialmente contrabalançado pela tendência à polarização social contida no horizonte mais próximo da revolução digital. No caso de Acemoglu e Restrepo está em jogo, mais que isso, o próprio formato das tecnologias digitais atualmente predominantes.

### **Desta vez é diferente**

A ideia de que a revolução digital trará rupturas no mercado de trabalho prejudiciais à própria coesão social pode ser sintetizada na obra de três autores de grande prestígio internacional.

O livro de Robert J. Gordon foi escolhido como um dos mais importantes de 2016 pelo *Financial Times*. Gordon rejeita o tratamento econômico conven-

cional, segundo o qual a inovação sempre acaba por traduzir-se em aumento da riqueza e do bem-estar. Algumas inovações são mais impactantes que outras. Portanto, a inovação deve ser avaliada sob o ângulo de seu real efeito sobre as condições de vida. As inovações que marcaram a sociedade norte-americana no que Gordon chama de o “Século Especial” (sobretudo sua segunda metade, entre 1920 e 1970) reúne inovações que revolucionaram a vida cotidiana dos Estados Unidos tornando, quando comparados com qualquer período anterior, irreconhecíveis a forma como as pessoas se alimentavam, se vestiam, se deslocavam, se comunicavam, bem como a carga do trabalho tanto para o mercado como dentro dos domicílios.

Foi nesse período que se alcançou o acesso aos bens e serviços que permitiram que, entre 1870 e 1970, a expectativa de vida média norte-americana passasse de 45 para 72 anos. Na raiz dessas transformações revolucionárias encontram-se as cinco grandes redes que romperam com o isolamento do domicílio tradicional: a eletricidade, a água encanada, o saneamento básico, o telefone, o rádio (e, posteriormente, a televisão). Além dessas, a generalização do acesso ao motor a explosão interna e a substituição do cavalo pela força mecânica não só permitem melhorar a higiene das cidades, como, sobretudo, ampliam de forma inédita a mobilidade das pessoas dando lugar à instalação da classe média na periferia das grandes aglomerações urbanas. Por fim, a descoberta dos antibióticos e dos mais importantes tratamentos contra o câncer completa um quadro social em que os ganhos de produtividade eram paralelos a conquistas massivas nas condições de vida e de trabalho.

Essas inovações não exigiam dos trabalhadores conhecimentos e habilidades que estivessem acima daquilo que os sistemas de educação e formação profissional ofereciam. Elas eram neutras, sob o ângulo das habilidades exigidas dos trabalhadores, para sua integração ao mercado de trabalho. Essa neutralidade é uma das razões da redução das desigualdades nos países desenvolvidos entre o final da crise de 1929 e o início dos anos 1970. As inovações concentravam-se naquilo que determinava melhoria nos padrões de vida e as técnicas para a oferta desses bens e desses serviços eram exigentes em conhecimentos que estavam à altura das habilidades dos trabalhadores. O resultado é que os lucros cresciam numa tendência praticamente paralela ao crescimento dos salários, o que contribuiu decisivamente para a redução da desigualdade de renda.

O grande problema das inovações que marcam a revolução digital é que elas são enviesadas (*biased skill*), ou seja, exigem dos trabalhadores habilidades para as quais apenas a minoria entre eles está verdadeiramente preparada. Daí a forte propensão a uma espécie de dualização do mercado de trabalho, dividido entre os poucos que exercem atividades criativas e bem remuneradas e a massa que beira permanentemente a irrelevância.

A crescente irrelevância do trabalho nos países desenvolvidos é também o tema do livro que recebeu em 2016 o prêmio de melhor livro de negócios do

ano, atribuído pela McKinsey e pelo *Financial Times*. Seu autor, Martin Ford, não tem dúvida: desta vez é diferente. *A ascensão dos robôs* (título de seu livro) dá lugar à radical e inédita dissociação entre o aumento da riqueza e os ganhos sociais a que o crescimento econômico esteve ligado desde a Revolução Industrial. De 1950 a 2010 a produtividade do trabalho nos Estados Unidos aumenta 254% e os salários (excetuando os de direção), apenas 113%. O fosso entre as duas curvas começa em 1973 e não se interrompe mais. Essa distância entre salários e produtividade se torna mais grave quando se constata que a economia americana do século XXI praticamente não criou novos empregos, contrariando a tendência, desde a crise de 1929, de aumento em 20% da ocupação assalariada a cada década. Como cerca de um milhão de pessoas entram no mercado de trabalho anualmente, a década perdida do início do século XXI significou dez milhões de empregos faltantes na economia norte-americana. Em 2013 o setor privado norte-americanos consumiu o mesmo número de horas trabalhadas que em 1998, apesar de a riqueza ter aumentado 42% e a população 40% (Ford, 2015).

Essa dissociação entre abundância e sua distribuição social está na raiz do avanço da desigualdade de renda que, nos Estados Unidos, voltou ao nível anterior ao da crise de 1929. O que está em jogo é nada menos que o próprio contrato social que envolveu a emergência das mais importantes democracias no mundo. Claro que para esse processo foi grande a influência das políticas econômicas que privilegiaram os ganhos de capital ou o aniquilamento do movimento sindical, que abrigava um terço dos trabalhadores em 1950 e hoje não reúne mais que 7% dessa força de trabalho declinante, nos Estados Unidos.

Mas o fundamental para entender a economia do século XXI é que a ascensão dos robôs é o vetor mais importante do que Ford chama de futuro sem emprego. Desde que foi inventado, em 1958, o poder computacional do circuito integrado dobrou 27 vezes. Com isso as máquinas e os algoritmos não substituem apenas as tarefas repetitivas, mas ganham uma capacidade interpretativa que já lhes permite redigir textos e operar de forma precisa na organização de estoques ou na preparação de refeições em restaurantes de *fast-food*. Os *fast-food* estão entre os segmentos de maior expectativa quanto à criação de empregos nos Estados Unidos. E com o barateamento dos robôs e, mais que isso, com a ampliação do acesso a seus softwares, muitos dos quais estão disponíveis gratuitamente nas nuvens, sua generalização será muito mais rápida do que habitualmente se imagina. Só o McDonald's empregava, ao final da segunda década do milênio, 1,8 milhão de pessoas em 34 mil lojas ao redor do mundo.

Não é difícil vislumbrar os impactos devastadores da robotização de suas atividades, o que foi acentuado pela atual pandemia (Barret, 2020). Luxo de país desenvolvido? O maior usuário de robôs no mundo é a China, com 25% dos quase 230 mil robôs vendidos no mundo só em 2014. Aliás, um dos trabalhos citados no livro de Ford mostra que a dissociação entre os imensos ganhos na

produtividade e a remuneração dos trabalhadores é até mais acentuada hoje na China que nos Estados Unidos.

Martin Ford é cético com relação às chances de que a educação consiga reverter essa tendência e estimule o aumento do emprego na era digital. Seu livro é importante não só pela força da demonstração e dos dados, mas também pela proposta em torno da qual, na sua opinião, se pode refazer o pacto social das sociedades contemporâneas: só a garantia de renda a todos os cidadãos, que terão cada vez mais dificuldade em buscar seus meios de vida no mercado de trabalho, poderá manter a coesão de sociedades onde a riqueza se concentra cada vez mais e a própria sobrevivência está permanentemente ameaçada.

Muito próximo ao que André Gorz (2003) havia proposto em 1988 em *Metamorfoses do trabalho* (mas, infelizmente, sem citá-lo), Ford preconiza um sistema de renda básica universal que se volte a melhorar a formação dos trabalhadores, a promover a alternância entre períodos de trabalho e períodos de formação e a valorização de atividades socialmente úteis, mas que o mercado não necessariamente reconhece.

O terceiro autor que exprime ceticismo quanto às possibilidades de as inovações tecnológicas atuais conduzirem à multiplicação dos empregos é Roberto Mangabeira Unger. Tanto em seu livro *A economia do conhecimento* (Mangabeira Unger, 2018), como no relatório que ele dirigiu para a Fundação britânica Nesta, Mangabeira Unger (2019) mostra que a economia do conhecimento, mesmo nas sociedades mais ricas e educadas, tornou-se um arquipélago de ilhas alheias ao teor principal da vida econômica que as cerca. Essa não é, porém, uma fatalidade e sim o resultado de uma escolha.

Em quase todo o mundo, as políticas de inovação voltam-se aos interesses das maiores e mais poderosas empresas. Há um abismo entre as comunidades acadêmicas e de políticas públicas que estudam e concebem mecanismos de incentivo à inovação e as voltadas à luta contra as desigualdades. É fundamental, argumentam Mangabeira Unger e seus colaboradores, que esse abismo seja suprimido. É completamente distópico conformar-se com um horizonte que considere inevitável essa concentração de riqueza e poder e proponha como compensação uma renda básica de cidadania. Democratizar a economia do conhecimento exige que se ampliem radicalmente as chances de a grande maioria da população tornar-se sujeito de seus potenciais criativos.

Combater as desigualdades não é apenas um imperativo ético em torno de valores centrais como a liberdade, a autonomia e a dignidade humana. Esse combate é também o meio mais promissor de estimular a inovação e colocar a economia do conhecimento a serviço do desenvolvimento sustentável.

## **Conclusões**

O lugar do trabalho na coesão das sociedades contemporâneas envolve uma discussão filosófica fundamental: o que é trabalho, o que é emprego, mas, mais que isso, como podemos hoje fazer que nossa capacidade de cooperação

resulte em vida melhor para todos e não em formas indignas e pouco valorizadas de atividades para a esmagadora maioria, ao lado de atividades criativas e edificantes para uma pequena minoria. A situação atual faz do trabalho um puro instrumento de sobrevivência, de obtenção de renda, para a grande massa da população e não só nos países em desenvolvimento. A solução para isso nos mais importantes clássicos do pensamento social (nomeadamente Keynes, Marx, mas também Stuart Mill) é a própria abolição do trabalho, resultado do próprio crescimento econômico e do aumento da produtividade.

A luta contra o aumento das desigualdades nas sociedades contemporâneas não passa pela proteção aos empregos. Seu pressuposto básico é o fortalecimento da inovação pela base da sociedade, recuperando as ambições dos criadores da internet, por uma sociedade livre, aberta e em que o avanço tecnológico sirva para melhorar a vida humana e não para tornar as pessoas irrelevantes.

## Notas

- 1 Este artigo apoia-se na apresentação que fiz, a convite do professor Nelson Mannrich, no VIII Congresso Internacional promovido pela Academia Brasileira de Direito do Trabalho, em 2018. Agradeço as críticas do parecerista de *Estudos Avançados* e as sugestões de Octavio de Barros.
- 2 Marx, cientista que era, dedicou sua obra ao estudo do capitalismo. No entanto, a superação do capitalismo não era, para ele, uma possibilidade, e sim uma necessidade lógica decorrente das contradições inerentes à própria mercadoria, ainda que ele não tenha se aventurado na antecipação do que poderia vir a ser essa nova organização social.
- 3 Disponível em: <<https://www.marxists.org/history/etol/newspape/isr/vol25/no03/adhoc.html>> Acesso em: 2 mar. 2021.

## Referências

- ABRAMOVAY, R. A economia ecológica e os desafios para os economistas de esquerda. *Estudos Avançados*, v.23, n.66, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142009000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142009000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- ACEMOGLU, D.; RESTREPO, P. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*, v.33, n.2, p.3-30, 2019a. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.33.2.3>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- \_\_\_\_\_. The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand. *National Bureau of Economic Research*. Working Paper 25682, 2019b. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w25682>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- ARENDET, H. *Condition de l'homme moderne*. Paris: Calman-Lévy, 1983.
- BARRET, B. The Future of McDonald's Is in the Drive-Thru Lane. *Wired*. 11 set. 2020. Disponível em: <<https://www.wired.com/story/mcdonalds-drive-thru-mymcdonalds-app/>>. Acesso em: 2 mar. 2021.

- BRUNI, L.; ZAMAGNI, S. *Civil Economy – Efficiency, Equity, Public Happiness*. s. 1.: Peter Lang Publishing, 2007.
- FORD, M. *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*. Philadelphia: Basic Books, 2015.
- FREY, C. B. *The Technology Trap: Capital, Labor, and Power in the Age of Automation*. Princeton: Princeton University Press, 2019.
- GORDON, R. *The Rise and Fall of American Growth*. The U. S. Standard of Living Since the Civil War. Princeton: Princeton University Press, 2016.
- GORZ, A. *Metamorfoses do trabalho*. Crítica da Razão Econômica. São Paulo: Annablume, 2003.
- KALIL FILHO, R. *Capitalismo de Plataforma e Direito do Trabalho: crowdwork e trabalho sob demanda por meio de aplicativos*. São Paulo, 2019. Tese (Doutorado) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2138/tde-07082020-133545/pt-br.php>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- KEYNES, J. M. Economic Possibilities for our Grandchildren. In: *Essays in Persuasion*. New York: W. W. Norton & Co, 1930. p.358-73. [https://www.aspeninstitute.org/wp-content/uploads/files/content/upload/Intro\\_and\\_Section\\_I.pdf](https://www.aspeninstitute.org/wp-content/uploads/files/content/upload/Intro_and_Section_I.pdf) Acesso em 2 mar. 2021
- MANGABEIRA UNGER, R. *A economia do conhecimento*. São Paulo: Autonomia Literária, 2018.
- MANGABEIRA UNGER, R. et al. Imagination unleashed. Democratising the knowledge economy. *Nesta*, 2019. Disponível em: <<https://www.nesta.org.uk/report/imagination-unleashed/>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- MOKIR, J.; VICKERS, C.; ZIEBARTH, N. The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? *Journal of Economic Perspectives*, v.29, n.3, p.31-50, 2015. Disponível em: < <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.29.3.31>>. Acesso em: 2 mar. 2021.
- SKIDELSKI, R.; SKIDELSKY, E. *How Much Is Enough? Money and the good life*. New York: Other Press, 2012.
- VALADÃO DE MATTOS, L. *Economia política e mudança social: a filosofia econômica de John Stuart Mill*. São Paulo: Edusp; Fapesp, 1998.

*RESUMO* – O fim dos empregos é anunciado como tendência incontornável ao menos desde o século XIX. A previsão e suas conseqüências ocuparam algumas das melhores mentes do pensamento social desde então. A revolução digital trouxe novo alento a essa profecia. Este artigo procura mostrar que, embora as formas mais avançadas da revolução digital (a Inteligência Artificial, a Aprendizagem de Máquinas e a Internet das Coisas) já estejam substituindo boa parte dos trabalhos atualmente existentes, não é aí que reside sua maior ameaça. O problema maior da revolução tecnológica do século XXI é que ela está fortalecendo uma polarização social do mercado de trabalho que vai na contramão do que foram as bases do próprio Estado de bem-estar do século XX.

*PALAVRAS-CHAVE:* Trabalho, Emprego, Crescimento econômico, Automação, Polarização social, Tecnologia.

*ABSTRACT* – The end of jobs is heralded as an inescapable trend at least since the 19<sup>th</sup> century. The prediction and its aftermath have occupied some of the best minds in social thinking since then. The digital revolution has given new impetus to this prophecy. This article seeks to show that, although the more advanced forms of the digital revolution (artificial intelligence, machine learning and the Internet of Things) are already replacing many of the jobs that currently exist, this is not where greatest threat lies. The biggest problem with the technological revolution of the 21<sup>st</sup> century is that it is exacerbating the social polarization of the labor market that goes against the very foundations of the welfare state of the 20<sup>th</sup> century.

*KEYWORDS:* Work, Jobs, Economic growth, Automation, Social polarization, Technology.

*Ricardo Abramovay* é professor sênior do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da USP. @ – [abramov@usp.br](mailto:abramov@usp.br) / <https://orcid.org/0000-0003-1836-5991>.

Recebido em 25.2.2021 e aceito em 8.3.2021.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Energia e Ambiente, São Paulo, Brasil.

Ensino superior

# Por uma tipologia do ensino superior brasileiro: teste de conceito

SIMON SCHWARTZMAN,<sup>I</sup> ROBERTO LOBO SILVA FILHO<sup>II</sup>  
e ROONEY R. A. COELHO<sup>III</sup>

## Contexto: das universidades de elite ao ensino superior de massas

O ENSINO SUPERIOR, que no passado se resumia a um número pequeno de universidades, hoje envolve milhões de pessoas em todo o mundo, e uma grande diversidade de instituições com objetivos, recursos, formas de governança e orientações muito distintas, atendendo públicos também altamente diferenciados. Essa realidade, bastante óbvia, nem sempre é levada em consideração pelas pessoas envolvidas e responsáveis pelas políticas públicas para o setor, que tendem muitas vezes a ter como referência um modelo ideal ou implícito de “universidade” que é utilizado como sinônimo de educação superior, e consideram todos os desvios em relação a esse modelo como problemas, erros ou defeitos que precisariam ser corrigidos. Essa visão é reforçada pela elaboração de *rankings* em que indicadores são selecionados e pesos atribuídos a eles pelos seus autores. É como uma profecia autorrealizável: existe uma ideia, *a priori*, de quais são as melhores instituições, e se escolhem os indicadores onde elas se sobressaem.

Na verdade, esse modelo ideal de universidade nunca existiu, porque há pelos menos três ou quatro raízes bem distintas das instituições de ensino superior ocidentais contemporâneas, oriundos sobretudo de Alemanha, França, Reino Unido e Estados Unidos, com seus desdobramentos e adaptações em outros países. Todas têm em comum uma função central, que é a de formar e certificar pessoas para o exercício das chamadas “profissões cultas”, ou “profissões liberais”, e para isso contam com um conjunto de professores devidamente qualificados; mas variam muito quanto à sua autonomia administrativa e acadêmica em relação ao Estado, à Igreja e a grupos empresariais, aos alunos que recebem, às formas em que são geridas e financiadas, se desenvolvem outras atividades além do ensino – pesquisa, extensão – e como combinam objetivos educativos mais gerais com a certificação profissional propriamente dita.

Desse conjunto de possibilidades, o Brasil adotou inicialmente uma versão aproximada do modelo napoleônico, com escolas profissionais de direito, medi-

cina e engenharia administradas e controladas pelo governo central. A primeira legislação sobre educação superior, de 1931, estabelecia que as universidades seriam formadas por conjuntos de faculdades isoladas que incluíssem também uma faculdade de educação, para a formação de professores do ensino médio. A primeira universidade criada de acordo com essa lei foi a de São Paulo, em 1934, que colocou a educação dentro de uma faculdade mais ampla de Filosofia, Ciências e Letras, como um espaço para a pesquisa acadêmica de seus professores, trazidos da Europa. A esse modelo se sobrepõe, a partir da reforma de 1968, o modelo americano das “graduate schools” com a criação dos programas de pós-graduação, departamentos e institutos de pesquisa, que passam a conviver com as faculdades profissionais que haviam se juntado para compor as primeiras universidades. Desde o início, a legislação admitia a existência de instituições privadas, desde que capazes de se autofinanciar e submetidas ao controle estrito do setor público.

Antes da reforma de 1968, com poucas exceções, os professores do ensino superior viviam sobretudo de suas atividades profissionais como médicos, advogados e engenheiros, o que tornava o custo das instituições muito baixo. A partir da reforma de 1968, as universidades públicas começaram a contratar professores em regime de tempo integral e dedicação exclusiva com *status* de funcionários públicos federais, aumentando seus custos e limitando a capacidade de trazer novos alunos. Uma consequência não antecipada foi retirar esses professores da experiência prática do exercício profissional, o que tornou o ensino demasiadamente acadêmico, desmotivando muitos estudantes, especialmente nos primeiros anos de curso.

Essa reforma coincidiu com a grande expansão da demanda por educação superior ocorrida sobretudo a partir da segunda metade do século XX em todo o mundo e também no Brasil (Calderon 2018). Essa demanda se explica, entre outras razões, pela expansão dos modernos estados de bem-estar social, pela demanda crescente por serviços profissionais complexos nas áreas de direito, administração, saúde e engenharia, e pelos maiores rendimentos e prestígio social associados às profissões de nível superior. No Brasil, o adicional de renda trazido pelo diploma de nível superior, de 274% em relação ao ensino médio, na média, pelos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad Contínua) de 2018, é um dos mais altos do mundo.

Em muitos países da América Latina, a demanda foi atendida pela ampliação do acesso às universidades públicas, que fizeram que instituições como a Universidad de Buenos Aires e a Universidad Nacional Autónoma de México chegassem a centenas de milhares de alunos, entre as maiores do mundo. Nos Estados Unidos, que desde o século XIX vinha ampliando o acesso ao ensino superior, a abertura se deu pela criação de uma ampla rede de faculdades locais e escolas profissionais comunitárias (os “land grant” e “community colleges”). Em muitos países da Europa e Ásia, o caminho foi a criação de uma rede paralela de educação técnica e profissional.

No Brasil, o alto custo e a seletividade das universidades públicas e a falta de alternativas de formação pós-secundária fizeram que a demanda fosse atendida por uma grande ampliação da educação superior privada, como ocorreu também no Chile e na Colômbia. A opção por manter o sistema público relativamente pequeno e fechado, e abrir espaço para o setor privado, se explica em parte pelas dificuldades financeiras trazidas pelo fim do ciclo de expansão econômica ocorrido no Brasil ao final da década de 1970, mas também por opções políticas e ideológicas mais ou menos explícitas, como ocorreu no resto do mundo (Buckner 2017; Levy 2006).

A expansão do ensino superior privado no Brasil começou com um número relativamente reduzido de universidades religiosas e pequenas faculdades familiares, e hoje inclui grandes empresas e conglomerados com centenas de milhares de estudantes (Andrés 2017; Sampaio 2000). O sistema público também se expandiu, pela criação de muitas universidades estaduais, a ampliação do sistema federal e a elevação de dezenas de institutos federais de educação profissional para o *status* universitário em 2008, mas continuou minoritário. Em 2018, 75,7% das matrículas no ensino superior brasileiro eram privadas, 47% ocorriam em instituições não universitárias, 44% estudavam à noite, e 24% em cursos a distância. Dentro de cada um desses grandes agrupamentos existem importantes diferenças sobre como e o que é ensinado, a existência ou não de atividades de pesquisa e pós-graduação, as características dos estudantes, e seu destino profissional.

A expansão da educação superior brasileira se fez com um aumento progressivo dos financiamentos governamentais, tanto para o setor público quanto para o setor privado, esse na forma de isenções fiscais, associado ao programa Prouni, e de crédito educativo subsidiado e garantido pelo governo federal. O sistema de crédito estudantil (Fies), criado em 1999, se expandiu enormemente a partir de 2011. Segundo dados do Ministério da Fazenda, as matrículas do setor privado financiadas pelo sistema de crédito estudantil passaram de 5% a 39% entre 2009 e 2015 (Ministério da Fazenda 2017), e a estimativa é de que a taxa de inadimplência seja da ordem de 50% (Andrés, 2017, p.189 nota 53).

A redução do financiamento público a partir de 2015 levou grande parte do ensino privado a fazer uso cada vez mais intenso da educação a distância, como forma de baratear seus custos. A mensalidade média dessa modalidade do setor privado se reduziu em 30% de 2012 a 2018 (Lajolo 2018), e faculdades privadas de pequeno porte, de origem muitas vezes familiar, estão fechando ou perdendo estudantes ano a ano. Somente em 2018, 72 instituições privadas solicitaram o encerramento de suas atividades ao Conselho Nacional de Educação. Com a crise econômica e financeira criada pela epidemia da Covid-19 em 2020, é provável que concentração do sistema privado se acentue ainda mais.

Com a massificação do setor privado, e a expansão do setor público nos últimos anos, o perfil socioeconômico dos dois setores se tornou bastante pa-

recido, ainda que bem diferenciado do perfil da população brasileira como um todo, invalidando a ideia que prevalecia até recentemente de que as pessoas mais ricas iam para as universidades públicas, e a mais pobres, para as privadas.

Não se poderia esperar que instituições extremamente diferentes em termos de tamanho, carreiras que oferecem e características de professores e alunos pudessem prover o mesmo tipo de formação e desenvolver as mesmas atividades. Algumas instituições podem dar prioridade ao ensino de alto nível para estudantes selecionados por critérios rigorosos e que estudam em tempo integral, e outras podem dar prioridade ao ensino minimamente adequado para alunos que chegam com uma formação precária e precisam trabalhar enquanto estudam. Classificar não é o mesmo que avaliar, mas, dentro de cada classe ou tipo de instituição, é possível e necessário ter indicadores que possam dizer se estão ou não cumprindo de forma adequada os objetivos a que se propõem. Um bom sistema de classificação é, assim, condição necessária para um bom sistema de avaliação.

### **Antecedentes dos sistemas de classificação**

A tendência das instituições educacionais a se perfilarem conforme um modelo único, conhecida na literatura como “academic drift”, ou deriva acadêmica, não é um problema só brasileiro, e não só das instituições privadas (Jaquette 2013; Neave 1979; Tight 2015). Como observou Ernest Lynton (1987, p.13), tempos atrás, referindo-se ao contexto norte-americano,

[...] a existência de um molde muito estreito para todas as instituições de educação superior não é o mais adequado para atender às necessidades da nova sociedade baseada no conhecimento. Um grande número de instituições está realizando menos do que poderiam porque seu sistema de valores, prioridades, aspirações e modos tradicionais de ensino estão voltados a uma clientela que está encolhendo e uma pesquisa básica para a qual não existem mais recursos abundantes. Por acreditarem ser o que não são, nem serão, estas instituições não são capazes de serem boas naquilo que poderiam ser. (tradução nossa)

A preocupação com a necessidade de uma classificação ou tipologia das instituições de educação superior, que permita identificar com mais clareza seus reais objetivos e potencialidades, tem sido há muitos anos objeto da atenção dos que estudam o tema, desde os trabalhos pioneiros de Martin S. Trow (1973, 2007) e Burton R. Clark (1978) sobre a massificação da educação superior e o processo de diferenciação que traz, dentro dos países e internacionalmente.

Para a América Latina, um documento de estratégia do Banco Interamericano de Desenvolvimento de 1998, elaborado por Claudio de Moura Castro e Daniel Levy (1997), identifica um conjunto de funções que as instituições de educação superior podem ou não implementar em diferentes graus: liderança acadêmica, caracterizada pela ênfase em pesquisa, pós-graduação e formação

profissional de alta qualidade; educação profissional, voltada para a formação de estudantes para as profissões que requerem uma formação formal avançada, como as chamadas “profissões liberais”; educação vocacional, voltada para cursos curtos práticos e orientados mais diretamente para o mercado de trabalho; e a educação superior geral, como os “colleges” de quatro anos dos Estados Unidos, que não possuem similar no Brasil.

A União Europeia classifica as instituições de educação superior em duas grandes categorias, universitárias e não universitárias. A educação universitária se dá em universidades públicas, universidades e instituições privadas, e em instituições de educação artística avançada. As não universitárias são classificadas em programas de treinamento vocacional avançado, formação profissional em artes e design avançados, e formação vocacional. A necessidade de um sistema mais sofisticado de classificação para a União Europeia, baseado no desenvolvimento de indicadores empíricos apropriados e associados a uma metodologia de avaliação que tome em conta a diversidade de objetivos, recursos e formatos institucionais, foi objeto de um ambicioso projeto liderado inicialmente pela Universidade de Twente, que continua (Karvounaraki et al., 2020; Van Vught et al., 2010a/b; Van Vught; Ziegele, 2012).

Existe nos Estados Unidos uma classificação não oficial de instituições de ensino superior que tem servido de inspiração para outras iniciativas. Não há, naquele país, um sistema nacional único de avaliação, e essa classificação tem servido como principal referência para estudos que buscam entender as características e as transformações que vêm ocorrendo na educação superior americana, fazendo que as próprias instituições identifiquem com mais clareza os espaços que ocupam ou desejariam ocupar. Conhecida como “Carnegie Classification”, ela foi criada em 1970 pela Carnegie Foundation for Advancement of Teaching, e é hoje administrada pelo Centro de Pesquisas sobre educação pós-secundária da Universidade de Indiana. Ela agrupa as mais de 4 mil instituições de educação superior norte-americanas conforme os títulos que outorgam (doutorado, mestrado, bacharelado e certificados profissionais e as especializadas em determinadas áreas (Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 2011; McCormick, 2013).

No Brasil, João Steiner, em 2006, tomou como referência o sistema de Carnegie para propor uma classificação de três tipos principais de instituições, as universidades de pesquisa e doutorado, as universidades de mestrado e as instituições de graduação, divididas em diversificadas, intermediárias, estritas e especializadas, e também em públicas, privadas com e sem fins de lucros, gerando uma tipologia nominal de 36 tipos dos quais identificava 17 (Steiner 2005, 2006). Uma das dificuldades em aplicar critérios similares aos da Classificação Carnegie ao Brasil é que, diferentemente do que ocorre nos Estados Unidos, todas as instituições de ensino superior brasileiras podem outorgar títulos de todos os níveis, ainda que, na prática, não o façam.

## Os dados disponíveis

Neste trabalho, procuramos chegar a menos categorias, combinando, entre outras, informações sobre cursos de graduação e pós-graduação, a partir dos dados disponíveis.

### Graduação

A principal fonte de informações sobre os cursos de graduação de nível superior no Brasil é o Censo da Educação Superior realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (Inep) com dados sobre instituições, cursos, alunos e professores, obtidos diretamente das Instituições de Ensino Superior (IES) reconhecidas pelo Ministério. O censo da Educação Superior de 2018 identifica 8.451 mil alunos de cursos de graduação matriculados em 2.537 instituições, que são classificadas pelo Inep como públicas (federais, estaduais ou municipais) ou privadas (com e sem fins de lucro), por um lado, e universidades, centros universitários e faculdades isoladas, por outro. Na Tabela 1 distinguimos entre as privadas sem fins lucrativos, as instituições comunitárias e confessionais, por um lado, e as mantidas pelas instituições de formação profissional (Sesi, Senai, Senac), reunidas com sob a denominação de “Sistema S”.

Tabela 1 – Número de Instituições e matrículas nos cursos de graduação (2018)

	Universidades		Centros Universitários		Faculdades		Institutos e Centros Federais de Educação Tecnológica		Total	
	IES	matrículas	IES	matrículas	IES	matrículas	IES	matrículas	IES	matrículas
Públicas Federais	63	1.123.691	2	2.276	5	1.553	40	197.506	138	1.325.026
Públicas Estaduais	40	578.898	2	1.578	86	80.690			142	661.166
Municipais	4	32.765	6	12.228	26	21.600			44	66.593
Privadas com fins de lucro	26	1.703.001	111	1.298.180	1.169	1.234.498			1.442	4.235.679
Privadas sem fins	51	736.709	97	509.384	679	482.932			1.011	1.729.025
Confessionais	21	293.366	11	71.545	74	48.920			116	413.831
Sistema S			1	11.147	29	9.281			31	20.428
Total	205	4.468.430	230	1.906.338	2.068	1.879.474	40	197.567	2.924	8.451.748

Fonte: Inep, Microdados da Censo da Educação Superior, 2018, elaboração própria.

Os dados do Inep têm algumas limitações importantes, que não desmerecem sua qualidade como um todo. A primeira é que eles não incluem os estudantes de pós-graduação nem informações sobre atividades de pesquisa e extensão, que, pela legislação, deveriam ser indissociáveis do ensino de graduação. Depois, a distinção entre universidades e centros universitários é meramente formal. Legalmente, os centros universitários seriam instituições equivalentes às universidades, mas com foco na qualidade do ensino e não na pesquisa, com as mesmas re-

galias de autonomia para criação de cursos e abertura de matrículas. No entanto, sabemos que na maioria das universidades a pesquisa é extremamente reduzida, o que faz que elas praticamente não se diferenciem dos centros, que por sua vez, não passam por uma avaliação rigorosa da qualidade de seus cursos. As Faculdades de Tecnologia (Fatec), como as do Sistema Paula Souza (SP), dedicadas a cursos profissionais curtos (“tecnológicos”) são englobadas na categoria geral de “faculdades”. Finalmente, muitas instituições aparecem no Censo como isoladas quando, na realidade, fazem parte de grandes sistemas de ensino com diferentes graus de integração – em alguns casos são universidades autônomas sob a coordenação de um governo estadual ou Ministério, em outros IES nominalmente separadas, mas administradas centralizadamente por grandes grupos do setor privado. Uma outra informação que falta é sobre os recursos recebidos e gastos pelas instituições. A base de dados do Censo da Educação Superior traz dados de tipo financeiro, mas são incompletos, sobretudo para o setor privado e não incluem informações sobre fontes extra orçamentárias, e não são utilizados nas sinopses anuais publicadas pelo Inep.

Outras fontes de dados são a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua do IBGE (Pnad) e a Relação Anual de Informações Sociais do Ministério da Economia (Rais). A Pnad traz informações sociais e econômicas de pessoas matriculadas na educação superior já formada, e a Rais, sobre a população com no mercado de trabalho informal. A Pnad permite distinguir entre matriculados na rede pública ou privada, mas nenhuma das duas bases de dados traz informações sobre as instituições nem sobre as áreas de estudo das pessoas. Informações sobre características de emprego e rendimento dos formados conforme as áreas de estudo podem ser obtidas do Censo Populacional Decenal, o último dos quais ocorreu em 2010, e não existem informações sobre o destino profissional dos estudantes por instituição.

### **Pós-graduação e pesquisa**

A reforma do ensino superior de 1968 criou a exigência de que todos os professores universitários tivessem doutorado, mas, como o país não tinha condições de formar doutores em quantidade suficiente, foram criados programas acadêmicos de mestrado, como uma espécie de “minidoutorado”. A orientação acadêmica da pós-graduação brasileira, com seus cursos “estrito censo”, abriu espaço para surgimento de um amplo setor não regulado de especialização pós-universitária pelo setor privado, sobretudo na área de administração e negócios, os Master of Business Administration (MBA) o que levou o Ministério da Educação, tardiamente, a criar as categorias de doutorados e mestrados profissionais sob supervisão da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Em 2018, dos cerca de 378 mil estudantes de pós-graduação em cursos “estrito censo” reconhecidos pela Capes, 56 mil estavam em cursos de mestrado profissional, sobretudo nas ciências sociais aplicadas, saúde e engenharia, e praticamente nenhum em doutorados profissionais, que não saíram do papel.

As informações sobre a pós-graduação estrito senso são disponibilizadas pela “Plataforma Sucupira” da Capes, que tem um sistema de consulta on-line, o *Geocapes*, e permite também que os microdados sobre cursos, professores, alunos, características dos programas e produção acadêmica sejam baixados para análise, tal como os microdados do Inep.<sup>1</sup> Mas a Capes não utiliza o mesmo código de instituições adotado pelo Inep, o que dificulta a integração das duas bases de dados, nem a mesma classificação das áreas de conhecimento, e seus arquivos têm muitos problemas de registro, porque não são submetidos a um processo de verificação e preparação para análise.

A Plataforma Sucupira inclui também listas da produção intelectual e técnica dos cursos de pós-graduação, mas não em um formato que permita sua análise estatística. Existem sistemas de registro privados, internacionais, que incluem as publicações de autores brasileiros em revistas indexadas, e podem ser analisados por diferentes critérios. As principais bases de dados de publicações científicas são o Web of Science, da empresa Clarivate,<sup>2</sup> e a Scopus, da editora Elsevier.<sup>3</sup> Os dados da Scopus por país e instituição para a América Latina, com uma série de indicadores de qualidade e impacto, estão disponíveis em um *ranking* desenvolvido por uma plataforma específica, *Scimago Journal and Country Ranks*,<sup>4</sup> mantida pela Universidade de Granada, na Espanha, que utilizamos aqui.

A Tabela 2 permite ver um pouco melhor a situação das matrículas nos cursos de pós-graduação estrito senso no país a partir dos dados da Capes. São cerca de 380 mil estudantes em cerca de 410 instituições, das quais 82 são institutos e centros de pesquisa que não aparecem nas estatísticas da educação superior do Inep. Cerca de metade destas instituições são universidades, que concentram 91% da matrícula.<sup>5</sup> Os dados da Capes incluem tanto alunos matriculados quanto titulados no ano de 2018. A grande maioria dos alunos está em programas acadêmicos, com concentração nos cursos de mestrado. Dos doutorados, 95% estão em universidades, quase todas públicas, o que confirma que a formação de alto nível, tanto quanto a pesquisa (como será visto mais adiante) está concentrada em um número bastante pequeno de instituições.

A comparação dos dados do Inep e Capes com os oriundos da pesquisa domiciliar do IBGE (Pnad) mostram importantes discrepâncias (Tabela 3). O número de estudantes em cursos de graduação das duas fontes é semelhante, mas os números de pós-graduação são muito distintos. O IBGE identifica um grande contingente de mais de um milhão de estudantes em cursos de especialização que estão fora do radar do Ministério da Educação, e os números de estudantes matriculados em cursos de mestrado e doutorado são também substancialmente maiores. Parte da explicação pode estar relacionada com o conceito de matrícula – estudantes que não terminaram suas teses ou dissertações podem ter sido desligados formalmente das instituições, mas continuam se considerando como cursando. E pode ser também que muitos estudantes que declaram estar

fazendo mestrado estão de fato em cursos de especialização, como os MBA, que trazem o “mestrado” no título. De toda forma, trata-se de um segmento muito significativo do ensino superior brasileiro, que ocorre sobretudo no setor privado, e que é ignorado pelo Ministério da Educação.

Tabela 2 – Instituições e alunos em programas de pós-graduação estrito senso

		Pública Federal	Pública Estadual	Municipal	Privada com fins lucrativos	Privada sem fins lucrativos	Confessionais	Total
Universidades	Matrículas	207.356	93.185	1.434	5.260	16.402	20.830	344.467
	Instituições	62	35	4	19	47	21	188
Centros Universitários	Matrículas	390	163		2.117	3.000	383	6.053
	Instituições	1	1		20	24	5	51
Faculdades	Matrículas	1.060	484	64	1.072	4.061	224	6.965
	Instituições	2	3	1	14	30	3	53
Institutos e Centros Federais	Matrículas	5.102						6.355
	Instituições	37						37
Instituto ou Centro não universitário	Matrículas	7.786	1.133		726	4.883		14.528
	Instituições	28	11		4	39		82
Total	Matrículas	221.694	94.965	1.498	9.175	28.346	21.437	378.368
	Instituições	130	50	5	57	140	29	411

Fonte: Capes, Plataforma Sucupira, microdados, elaboração própria.

Tabela 3 – Matrículas em educação superior, 2108 – Comparação dos dados do MEC e IBGE

	MEC		IBGE	
	Total	% público	Total	% público
Graduação	8.451.748	24,6%	8.299.590	25,2%
Especialização			1.119.477	14,3%
Mestrado	175.220	85,0%	299.405	63,5%
Doutorado	115.028	87,8%	166.254	76,8%
Total	8.741.996		9.884.726	

Fontes: Microdados do Censo da Ensino Superior, Plataforma Sucupira, e Pnad Contínua 2018, elaboração própria.

## **Proposta de classificação**

Esta proposta busca chegar a um número menor de categorias do que as apresentadas por Steiner em 2006, combinando dados de graduação e pós-graduação e outras informações disponíveis. De 2006 para cá, o ensino superior brasileiro cresceu e se transformou em muitos aspectos, sobretudo com o surgimento dos grandes sistemas privados com fins de lucro. Diferentemente da classificação Carnegie, que não toma em conta a natureza legal das instituições, consideramos a separação entre instituições públicas e privadas, e, dentre essas, as com e sem fins de lucro. A diferença entre instituições públicas e privadas é importante por causa da maneira totalmente distinta em que os dois setores são financiados e do regime de trabalho de seus professores, o que tem consequências muito diretas sobre as atividades que podem desenvolver. A diferença entre instituições privadas com e sem fins lucrativos, nos extremos, é clara, com as grandes empresas de ensino por um lado e universidades confessionais ou comunitárias por outro. Mas existe uma grande área cinzenta, em que instituições com fins de lucro se mantêm legalmente como sem fins lucrativos por mera conveniência.

Um critério importante nessa classificação é o porte das instituições, que é a soma das matrículas em cursos de graduação e de pós-graduação. Instituições grandes podem desempenhar uma pluralidade de funções distintas, enquanto instituições pequenas tendem a se dedicar a um número mais limitado de objetivos. Usando estes critérios, chegamos a nove categorias, indicadas na Tabela 4. A expectativa, que buscamos verificar na terceira parte deste trabalho, é que esses diferentes grupos de instituições difiram quanto ao tipo de alunos que atendem, as modalidades de ensino que oferecem, o nível e as áreas de formação que proporcionam, e as atividades de pesquisa que eventualmente desempenham.

### **Instituições privadas com fins de lucro de grande porte**

Essa categoria inclui 19 instituições, sua maioria com o *status* de universidade, com mais de 30 mil alunos e que, sozinhas, são responsáveis por cerca de 26,4% da matrícula total da educação superior brasileira (Tabela 5). Elas se dedicam quase exclusivamente ao ensino de graduação, com metade das matrículas em cursos de bacharelado e outra metade dividida entre licenciaturas, para a formação de professores da educação básica, e cursos vocacionais, curtos e orientados mais diretamente para o mercado de trabalho, que no Brasil recebem a denominação inapropriada de “tecnológicos”.

### **Universidades de grande porte com pós-graduação alta**

Este grupo inclui 16 universidades públicas com mais de 30 mil estudantes e têm mais de 15% de seus alunos em cursos de pós-graduação (Tabela 6). São as que mais se aproximam, no país, do modelo das “research universities”. Em seu conjunto, elas atendem a 712 mil estudantes, ou cerca de 8,1% da matrícula total do país. Menos de 20% dos alunos estão em licenciaturas, e praticamente não têm alunos em cursos vocacionais.

Tabela 4 – Classificação preliminar das Instituições Brasileiras de Educação Superior

	Número de instituições	alunos em graduação e pós	% em cursos de pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
1. Instituições privadas de grande porte	19	2.330.202	0,19	25,68	23,53
2. Instituições públicas de grande porte com pós-graduação alta	16	712.488	24,49	17,47	0,52
3. Instituições públicas de pequeno porte com pós-graduação alta	18	223.802	19,97	17,85	1,59
4. Instituições privadas diferenciadas	78	659.436	5,13	9,29	5,35
5. Instituições pública de ensino	124	1.306.957	6,87	32,86	5,49
6. Universidades e centros privados	225	1.670.452	0,73	10,05	10,16
7. Faculdades isoladas	1.795	2.738.335	0,14	11,46	7,04
8. Instituições de educação vocacional	220	171.731	0,30	4,60	82,36
9. Instituições especializadas em pesquisa e pós-graduação	85	20.302	0,00	23,19	18,54
Total	2.580	8.829.916	4,29	18,48	12,46

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

Tabela 5 – Instituições privadas com fins de lucro de grande porte

	Total de matrículas	% pós-graduação	% licenciaturas	% vocacionais
Universidade Paulista	431.744	0,08	18,90	17,02
Universidade Pitágoras Unopar	343.585	0,00	40,48	19,24
Universidade Estácio de Sá	236.691	0,23	11,98	25,40
Centro Universitário Leonardo Da Vinci	205.020	0,00	41,68	28,29
Centro Universitário Internacional	185.710	0,07	35,33	36,35
Universidade Nove de Julho	162.166	0,58	12,04	20,57
Universidade Anhanguera (Uniderp)	157.705	0,08	32,21	29,22
Centro Universitário de Maringá (Unicesumar)	103.543	0,26	25,49	37,64
Universidade Anhembi Morumbi	68.542	0,41	6,68	24,79
Universidade Cruzeiro do Sul	62.721	0,46	26,83	25,29
Universidade Cidade de São Paulo	61.594	0,35	36,71	26,36
Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas	55.168	0,30	10,50	18,43
Universidade de Franca	51.005	0,51	47,89	19,37
Centro Universitário Estácio de Ribeirão Preto	45.177	0,00	22,29	38,64
Universidade Salgado de Oliveira	34.279	0,60	13,05	2,00
Universidade Potiguar	31.607	0,00	7,15	16,10
Universidade Salvador	31.471	0,95	5,89	16,86
Universidade Tiradentes	31.264	1,38	15,43	9,15
Centro Universitário do Norte	31.210	0,00	12,54	13,29
Total	2.330.202	0,19	25,68	23,53

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

Tabela 6 – Universidades de grande porte e pós-graduação alta

	Número de alunos	% em cursos de pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
Universidade de São Paulo	92.375	32,62	7,60	0,00
Universidade Federal do Rio de Janeiro	69.063	33,79	13,79	0,00
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	53.627	25,43	18,47	0,00
Universidade de Brasília	45.886	20,70	15,92	0,00
Universidade Federal da Bahia	44.867	17,46	10,92	1,02
Universidade Federal do Pará	44.539	17,02	42,71	0,44
Universidade Federal de Minas Gerais	42.884	26,32	11,67	0,60
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	42.338	28,89	13,48	0,00
Universidade Federal de Pernambuco	40.466	21,36	19,35	0,00
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	37.051	17,61	38,24	0,00
Universidade Federal do Ceará	36.329	18,47	18,66	0,55
Universidade Federal do Paraná	35.469	21,07	9,76	4,48
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	33.137	19,17	18,00	0,87
Universidade Federal da Paraíba	33.066	16,63	25,58	1,01
Universidade Federal de Goiás	30.942	18,89	19,79	0,00
Universidade Estadual de Campinas	30.449	39,07	10,71	1,28
Total	712.488	24,49	17,47	0,52

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

### **Instituições públicas de menor porte e pós-graduação alta**

São 18 instituições, atendendo a 223 mil alunos, em sua maioria universidades federais ou estaduais de porte médio (Tabela 7). Diferentemente das do grupo 2, elas tentem a ser mais especializadas em áreas como saúde, engenharia ou agricultura.

### **Instituições privadas diferenciadas**

Esse grupo inclui 78 instituições privadas sem fins de lucro e com orientação confessional ou comunitária, e instituições pequenas com forte ênfase na pós-graduação (Tabela 8). Não existe um levantamento formal de instituições deste tipo no Brasil, mas a Associação Brasileira das Instituições Comunitárias de Educação Superior<sup>6</sup> tem cerca de 63 filiadas, com 600 mil matrículas, e um levantamento a partir dos dados do Censo do Ensino Superior revela a existência de 106 instituições confessionais, a maioria de orientação católica, com 435 mil estudantes. Esse grupo inclui as principais universidades e centros universitários dos dois grupos, além de uma seleção de faculdades isoladas sem fins lucrati-

vos com mais de 10% dos alunos em cursos de pós-graduação. Trata-se de um grupo heterogêneo, que inclui, em uma ponta, 16 universidades com mais de 15 mil estudantes, e na outra, 17 faculdades isoladas. A suposição é que essas instituições se diferenciem das demais não lucrativas pela ênfase nas atividades filantrópicas e comunitárias, seja pela orientação religiosa, seja pelos vínculos comunitários mais efetivos, o que precisaria ser verificado na prática. A Tabela 9 lista as maiores instituições deste grupo.

Tabela 7 – Instituições públicas de menor porte e pós-graduação alta

	Total de matrículas	% em cursos de pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
Universidade Federal de Uberlândia	26.952	15,26	9,86	0,00
Universidade Federal de Santa Maria	25.433	19,61	19,05	5,10
Universidade Estadual de Maringá	21.514	18,33	29,58	1,53
Universidade Federal de Pelotas	20.507	15,06	20,46	3,50
Universidade Federal de São Carlos	17.686	26,55	17,18	0,03
Universidade Federal de Viçosa	17.454	21,34	13,92	0,60
Universidade Federal de São Paulo	16.406	30,27	8,66	0,82
Universidade Estadual de Londrina	16.167	19,56	19,51	0,00
Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina	14.613	15,72	16,88	1,60
Universidade Federal de Lavras	13.306	19,23	16,53	0,00
Universidade Estadual do Oeste do Paraná	11.737	19,08	23,33	1,88
Universidade Federal do Rio Grande	11.171	15,66	18,74	2,64
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro	4.956	26,37	47,48	0,00
Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	3.515	28,22	0,00	6,46
Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto	1.017	34,22	0,00	0,00
Instituto Militar de Engenharia	874	44,62	0,00	0,00
Escola Nacional de Ciências Estatísticas	334	21,26	0,00	0,00
Faculdade de Ciências Humanas e Sociais de Serra Talhada	160	38,75	0,00	0,00
Total	223.802	19,97	17,85	1,59

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

Tabela 8 – Instituições privadas diferenciadas

	Número de Instituições	Total de matrículas	% em pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
Privada com fins lucrativos	5	14.479	3,2	1,8	9,7
Privada sem fins lucrativos	40	258.551	4,7	7,3	6,4
Privada confessional	33	386.406	5,5	10,9	4,5
Universidades	41	530.982	5,6	7,8	5,6
Centros Universitários	20	113.995	1,1	16,8	4,6
Faculdades	17	14.459	18,6	3,7	3,2
Total	78	659.436	5,1392	9,2995	5,4

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

Tabela 9 – Universidades comunitárias e confessionais com mais de 15 mil alunos

	Total de matrículas	% em pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	46.154	3,64	3,65	0,89
Universidade Luterana do Brasil	34.180	1,20	21,68	13,83
Universidade Presbiteriana Mackenzie	33.049	4,24	3,82	4,06
Centro Universitário Claretiano	25.391	0,00	49,69	7,05
Universidade do Vale do Rio dos Sinos	23.907	9,22	8,26	13,65
Pontifícia Universidade Católica do Paraná	23.153	7,50	7,89	2,35
Pontifícia Universidade Católica de Goiás	22.201	3,21	7,68	0,95
Universidade de Caxias do Sul	20.424	3,68	7,82	5,82
Universidade do Sul de Santa Catarina	20.403	1,61	5,14	13,24
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	19.990	12,43	5,42	2,24
Universidade do Vale do Itajaí	19.228	4,44	7,22	6,03
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	16.642	26,67	1,68	0,59
Universidade Metodista de São Paulo	16.277	2,57	12,88	21,37
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	16.030	22,13	4,09	0,00
Pontifícia Universidade Católica de Campinas	15.524	2,63	7,18	1,27
Universidade de Passo Fundo	15.373	6,28	12,48	6,85

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

## Instituições públicas de ensino

Este grupo inclui 124 instituições públicas dedicadas predominantemente ao ensino de graduação, que atendem a 1,3 milhões de estudantes, ou 14.8% do total das matrículas em todos os níveis (Tabela 10). São, em sua maioria, universidades federais ou estaduais. Cerca de um terço dos alunos está em cursos de licenciatura para o magistério, que chega a quase 50% nas instituições estaduais. O grupo inclui também os Institutos e Centros Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, que diferem das demais por terem, além dos cursos de graduação, cursos técnicos de nível médio, mas poucos alunos em cursos de vocacionais de tecnologia, o que os colocaria em outro grupo.

Tabela 10 – Instituições Públicas de Ensino

	número de instituições	matricula total	% em cursos de pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
Federal	79	861.821	8,13	27,43	6,78
Estadual	32	390.890	4,61	47,84	2,97
Municipal	13	54.246	2,84	10,94	3,13
Universidade	77	1.103.424	7,58	33,78	2,16
Centro Universitário	11	23.135	0,92	7,50	2,92
Instituto ou Centro Federal de Educação, Ciência e Tecnologia	36	180.398	3,25	30,40	26,16
Total	124	1.306.957	10,09	32,85	5,49

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

## Universidades e centros universitários privados

São 225 instituições privadas de porte intermediário, atendendo a 1,7 milhões estudantes, cerca de 19% da matrícula total (Tabela 11). Cerca de 80% da matrícula se dá em cursos de bacharelado, sobretudo nas profissões sociais. O fato de as instituições serem universidades ou centros universitários, com ou sem fins de lucro, não parece fazer muita diferença em suas características gerais.

Tabela 11 – Universidades e centros universitários privados

	número de instituições	matricula total	% em cursos de pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
Universidades	38	540.212	1,64	13,08	8,32
Centros Universitários	187	1.130.240	0,32	8,69	11,19
Privada com fins lucrativos	112	910.362	0,46	6,61	12,63
Privada sem fins lucrativos	113	760.090	1,07	14,18	7,43
Total	225	1.687.933	0,75	9,99	9,28

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

## Faculdades isoladas

São 1.795 instituições, em sua grande maioria privadas, com mil alunos em média, em alguns casos muito menos, que se dedicam sobretudo ao ensino de graduação em uma ou poucas carreiras, sobretudo em bacharelados nas profissões sociais (Tabela 12). Elas atendem a 1,7 milhões de alunos, o que corresponde a 19,5% de toda a matrícula.

Tabela 12 – Faculdades isoladas

	número de instituições	matricula total	% em cursos de pós-graduação	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais
Federal	3	668	0,00	34,28	12,57
Estadual	13	4.919	2,76	56,43	5,53
Municipal	47	38.847	0,16	24,39	1,98
Privada com fins lucrativos	1.065	1.199.569	0,05	10,42	7,82
Privada sem fins lucrativos	594	444.944	0,35	12,73	5,91
Privada Confessional	72	48.799	0,27	10,62	2,33
Sistemas S	1	589	0,00	0,00	19,35
Total	1,795	1.738.335	0,14	11,46	7,04

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

## Instituições de educação vocacional

São instituições com 50% ou mais da matrícula dedicada ao ensino superior curto, que no Brasil recebe a denominação formal de “tecnológico”, embora estes cursos sejam, em grande maioria, de serviços (Tabela 13). O termo internacionalmente usado para esses cursos pós-secundários é “vocacional”. São 220 instituições de pequeno porte, atendendo a 171 mil estudantes. Das 73 instituições estaduais, 69 fazem parte do sistema Paula Souza do Estado de São Paulo, com a denominação de Faculdade de Tecnologia (Fatec). Do sistema federal de institutos federais, só quatro entram nesse grupo, já que grande a maioria se dedica ao ensino de graduação e a cursos técnicos de nível médio.

Tabela 13 – Instituições de ensino vocacional

	Número de Instituições	Total de matrículas	% em cursos tecnológicos	% em pós-graduação	% em licenciaturas
Pública Federal	4	23.463	56,9	2,3	22,66
Pública Estadual	73	75.683	100,0	1,6	0
Privada com fins lucrativos	72	40.887	78,6	0,1	1,83
Privada sem fins lucrativos	41	11.796	91,3	0,0	1,33
Privada confessional	1	63	63,5	0,0	6,55
Sistema S	29	10.839	96,3	0,0	0,16
Centros Universitários	5	18.319	60,2	0,0	3,83
Faculdades	211	129.949	90,6	0,0	0,79
Instituto ou centro de tecnologia	4	23.463	53,9	2,1	26,23
Total	220	171.731	83,35	0,3	4,59

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

### Instituições especializadas em pós-graduação

Trata-se de um conjunto heterogêneo de 85 pequenas instituições com metade ou mais dos alunos em cursos de pós-graduação (Tabela 14). Faz parte desse grupo o Instituto Tecnológico da Aeronáutica, com 1.811 alunos, e duas pequenas faculdades privadas, uma religiosa, a Escola Superior de Teologia e Espiritualidade Franciscana e outra na área da saúde, o Instituto Latino-americano de Pesquisa e Ensino Odontológico. As demais não constam do Censo da Educação Superior do Inep, mas aparecem nas estatísticas da Capes e de produção científica, e incluem os centros de pesquisa associados ao Ministério de Ciência e Tecnologia, como o Instituto de Matemática Pura e Aplicada, e estaduais, sobretudo do Estado de São Paulo, como o Instituto Butantã e o Instituto Agrônomo de Campinas.

Tabela 14 – Instituições especializadas em pós-graduação

	Número de Instituições	% em pós-graduação	% em licenciaturas
Federal	29	9,397	93,38
Estadual	11	1,133	100,00
Privada sem fins de lucro	5	811	96,55
Privada com fins de lucro	40	5,172	99,27
Total	85	16,513	95,83

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

## **Características institucionais e de desempenho: indicadores**

Instituições com objetivos tão distintos – ensino de graduação em diferentes áreas, ensino presencial, a distância, cursos de pós-graduação, cursos vocacionais, pesquisa acadêmica – também devem ser muito distintas em relação aos recursos que dispõem, às características de seus alunos dos diversos níveis, e em relação a suas atividades de pesquisa. Dentro de cada grupo, elas também devem ser distintas em relação ao desempenho – em que medida conseguem cumprir os seus objetivos explícitos ou implícitos.

Os dados disponíveis permitem examinar algumas dessas diferenças, com três limitações importantes, que são sua eficiência no uso de recursos, a qualidade da educação que proporcionam, e a inserção profissional de seus alunos. É possível obter dados de tipo financeiro das organizações públicas, de fontes governamentais, mas não do setor privado, e os dados financeiros que constam do censo da educação superior são incompletos e de qualidade incerta. Sobre a qualidade da educação, o dado disponível seria o do resultado dos alunos na prova trianual do Enade, mas, como esses resultados são padronizados para cada área de conhecimento, eles não podem ser agregados para uma estimativa geral da qualidade dos cursos da instituição. Além disso, como não existem padrões de desempenho mínimo, regular ou bom dentro de cada área de conhecimento, mas somente *rankings*, a interpretação desses resultados não é clara. O Ministério da Educação produz alguns indicadores “preliminares” agregando esses dados com outros, mas a confiabilidade desses resultados é altamente questionável, como evidenciado pelo recente relatório da OECD sobre o sistema brasileiro de avaliação da educação superior (OECD, 2018). E, finalmente, não existe no Brasil informação sobre o desempenho dos estudantes de nível superior no mercado de trabalho, em termos de rendimento e outras dimensões, a não ser de forma agregada, através da Pnad ou da Relação Anual de Informações Sociais (Rais).

### **Recursos pedagógicos e características dos professores**

O Censo do Ensino Superior de 2018 identifica 384 mil funções docentes em atividade exercidas por 341 mil professores, o que significa que 45 mil lecionam em mais de uma instituição. A esses se somam 4.832 professores ativos nos cursos de pós-graduação da Capes que não figuram nas estatísticas do Inep. Nesta análise, trabalhamos com as funções docentes, o que dá uma média de 23,7 alunos por professor. Este número é próximo da média dos países da OECD, de 21 alunos por professor nas instituições públicas e 20 nas privadas (OECD, 2019, p. 376).

A variação entre tipos de instituição é, no entanto, extremamente alta. Chama a atenção o número altíssimo de alunos por professor entre as instituições de tipo 1, privadas de grande porte, e o número extremamente baixo nas instituições públicas, de pesquisa ou não. As mesmas diferenças se observam no número de alunos por pessoal técnico. As instituições de tipo 2 e 3 são as que

mais têm professores doutores e em regime de trabalho integral ou dedicação exclusiva, que se explica pela ênfase em atividades de pós-graduação e, presumivelmente, de pesquisas. Essas são também as que mais têm acesso ao portal de periódicos mantido pela Capes, um recurso essencial para pesquisadores, mas de menor relevância para atividades mais rotineiras de ensino. Nas instituições públicas de ensino, do tipo 5, há uma proporção bem maior de professores e em regime de trabalho integral do que doutores, o que pode ser um indicador de excesso de professores nesta modalidade, a não ser que haja uma grande prioridade na formação avançada, multidisciplinar e em tempo integral dos alunos, como nos “liberal arts colleges” dos Estados Unidos (Breneman, 1994), que não parece ser o caso. Nas instituições privadas predominam professores sem doutorado, e contratados em tempo parcial ou como horistas.

Tabela 15 – Recursos pedagógicos e características dos professores

Classificação	alunos por técnicos	alunos por docentes	% de professores doutores	% de professores em dedic exclusiva ou ntegral	% de professores horistas	professores em tempo parcial	% de alunos com acesso a biblioteca integrada	% de alunos com acesso ao portal Capes
1	84,4	109,5	28,6	41,2	26,5	32,2	75,6	53,6
2	9,7	14,9	84,5	89,9	0,2	10,0	62,7	94,3
3	12,3	12,1	80,4	91,2	0,1	8,8	44,9	100,0
4	18,3	18,7	39,3	33,4	28,7	37,9	65,6	89,4
5	12,8	13,5	54,9	87,9	2,6	9,5	57,6	96,2
6	25,8	27,6	26,6	29,1	30,2	40,6	64,3	54,4
7	21,3	18,9	20,0	21,5	30,7	47,7	74,6	24,5
8	16,5	14,5	26,9	39,6	29,0	31,3	71,6	29,3
9	11,1	3,0	85,8	86,5	10,3	3,2	100,0	85,4
Total	21,3	22,7	43,3	54,1	17,8	28,1	68,0	61,0

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

O que os alunos das instituições de tipo 1 perdem pela dificuldade de acesso personalizado aos professores é compensando em parte pelo acesso informatizado às bibliotecas, que já é bastante generalizado, mas ainda bem menor nas demais instituições tanto privadas quanto públicas. A Figura 1 mostra os perfis contrastantes de quatro tipos de instituições em relação a estas variáveis.

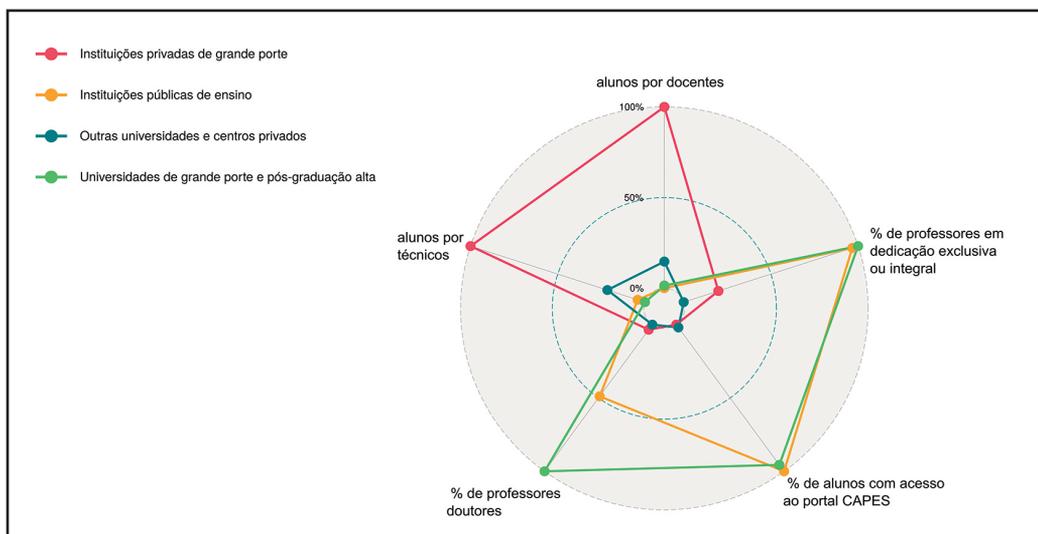


Figura 1 – Recursos pedagógicos e características dos professores, grupos e variáveis selecionadas.<sup>7</sup>

### Características dos estudantes de graduação

Sobre os alunos de graduação (Tabela 16), chama atenção a alta porcentagem de alunos em cursos noturnos (44%) e a distância (24,3); as grandes diferenças socioeconômicas entre os alunos de diferentes tipos de instituição; e a concentração de diferentes tipos de instituições em determinadas áreas e tipos de formação.

Nas instituições privadas de grande porte, 66% da matrícula em 2018 já ocorria em cursos a distância, que recentemente vieram a substituir os cursos noturnos, que ainda predominam nas demais instituições privadas. As licenciaturas, de formação de professores, se dão predominantemente nas instituições públicas com baixa ênfase em pós-graduação, o tipo 5, que inclui a maioria das universidades estaduais e institutos federais de ciência e tecnologia. Os cursos vocacionais, por outra parte, se concentram em instituições específicas, como o Centro Paula Souza, do estado de São Paulo, mas também no setor privado, e têm uma presença muito pequena no setor público em geral.

A condição socioeconômica dos alunos é avaliada por cinco indicadores: idade média, renda familiar, educação do pai, raça ou cor, e se estudaram em escola pública ou privada. Os dados da renda, educação dos pais, raça ou cor e tipo de escola provêm do questionário respondido pelos estudantes que participaram do Enade entre 2015 e 2017. O dado de renda está em uma escala em que 3 corresponde a uma renda entre 1,5 e 3 salários mínimos mensais, e 5 a uma renda entre 4,5 e 6 salários mínimos. No total, 64% dos participantes do Enade estavam no nível 4 ou abaixo. A educação do pai está representada em uma escala em que 5 corresponde ao ensino médio completo, e 6 ao curso superior. Na média, os pais dos estudantes de nível superior no Brasil estão próximo ao

nível 4, correspondente ao Fundamental I, uma indicação de grande mobilidade social que a educação superior representa para estes estudantes.

As variações de todos esses indicadores são coincidentes: os alunos das instituições de tipo 2 são mais jovens, têm maior renda familiar, pais mais educados, vêm em maior proporção de escolas particulares e são em maior proporção brancos ou orientais; e os das instituições de tipo 1, 6 e 7 são o oposto. Jovens de nível socioeconômico mais alto tendem a entrar no nível superior quando terminam o ensino médio, enquanto pessoas com menos condições muitas vezes só conseguem começar a estudar anos mais tarde, quanto já trabalham e têm maiores responsabilidades financeiras. Os dados sobre a proporção de alunos pardos, pretos e indígenas, assim como de alunos provenientes de escola pública, seguem o mesmo padrão, apesar das políticas de ação afirmativa adotadas nos últimos. É provável que os estudantes que chegam à prova do Enade, do qual esses dados foram extraídos, tenham condições socioeconômicas melhores do que os demais. Nas universidades federais, em 2018, 33,3% dos alunos matriculados haviam ingressado por alguma regra de reserva de vagas, mas entre os formados, eram somente 19,2% (menos de 60% de probabilidade de se formar em relação aos não cotistas). Além disso, existe uma forte seleção socioeconômica entre os alunos cotistas, dado pelo fato de que os alunos provenientes de escolas federais, geralmente seletivas, entram nas cotas, e todos têm que atingir os elevados níveis de corte do Enem/Sisu para serem admitidos nas universidades federais.

Para avaliar a persistência dos alunos ao longo do curso, tomamos como base o estudo de fluxo dos estudantes de educação superior feito pelo Inep dos estudantes que ingressaram no ensino superior em 2010, que foram acompanhados individualmente até 2016, o que permitiu o cálculo das taxas de permanência, conclusão e abandono por curso entre 2011 e 2016.<sup>8</sup> Essas taxas dependem, entre outras coisas, da duração esperada do curso, que pode variar entre 4 e 5 anos para os bacharelados e licenciaturas. Para calcular e atualizar a informação até 2018, adicionamos, para cada instituição, o número de concluintes em 2017 e 2018 que haviam ingressado em 2010, com dados dos respectivos Censos do ensino superior.

O que se observa é que somente 41,1% dos estudantes que ingressaram no ensino superior em 2010 havia concluindo seus cursos em 2018. É uma indicação de que o sistema funciona de forma extremamente ineficiente, com grande prejuízo para o setor público, que poderia estar formando o dobro de estudantes com os mesmos investimentos, se todos terminassem, e para os milhões que gastam seus recursos pagando uma educação privada que nunca se completará. A situação é um pouco melhor nas universidades públicas de pesquisa, com taxas de conclusão um pouco acima de 50%, entre outras razões por que já recebem alunos em condições educacionais e socioeconômicas melhores, e extremamente preocupante nas grandes instituições privadas, nas faculdades isoladas e nas instituições voltadas para a educação vocacional.

Tabela 16 – Características dos estudantes de graduação, por tipo de instituição

Classificação	% em cursos noturnos	% em cursos à distância	% em licenciaturas	% em cursos vocacionais	% mulheres	renda familiar mediana	educação mediana do pai	% conclusão	idade média	% de escola pública	% não brancos
1	22,6	65,7	25,7	23,6	60,0	3,7	3,8	37,7	30,0	69,6	30,1
2	27,0	4,1	23,1	0,7	51,1	4,5	5,0	54,9	25,3	41,1	37,0
3	25,3	6,6	22,3	2,0	54,0	4,4	5,0	52,1	24,8	52,5	18,5
4	52,7	9,7	9,8	5,6	55,5	4,6	4,8	40,2	25,5	54,1	15,4
5	34,0	10,9	35,3	5,9	52,5	3,5	4,3	43,3	26,3	60,5	44,7
6	56,6	12,8	10,1	10,3	58,9	3,9	4,5	39,3	26,9	60,6	28,8
7	71,9	4,2	11,5	7,1	58,8	3,6	4,1	41,0	27,1	69,0	32,4
8	58,1	9,7	4,6	82,6	38,2	4,0	4,5	37,8	27,7	66,2	23,9
9	4,1	0,0	0,0	4,1	14,1	6,8	5,8	50,6	23,5	22,8	29,2
Total	44,3	24,3	19,3	13,0	57,0	3,8	4,3	41,1	27,5	63,1	31,3

Fonte: Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

A Figura 2 mostra os perfis contrastantes de quatro tipos de instituições em relação a seus alunos de graduação.

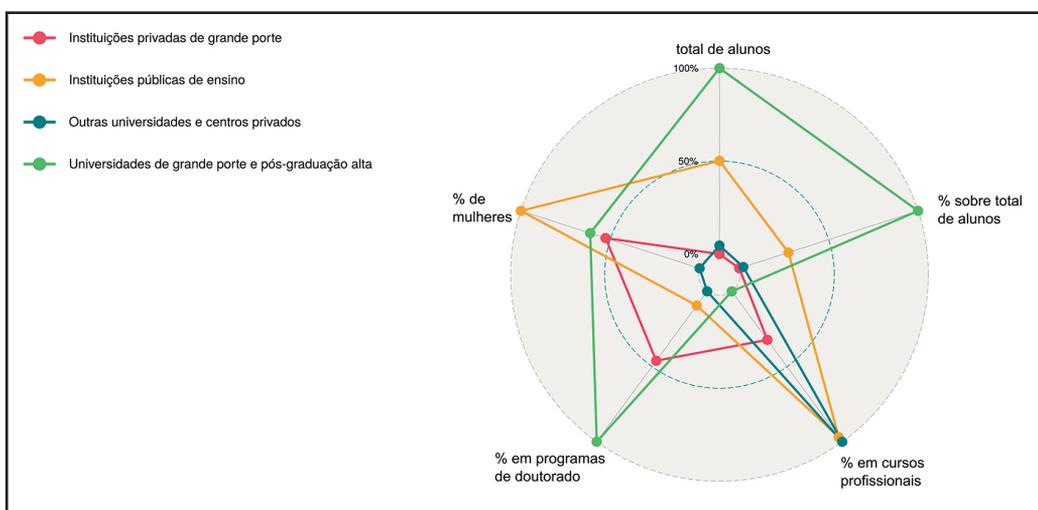


Figura 2 – Características dos alunos de graduação, grupos e variáveis selecionadas.

Quase 40% dos alunos estão matriculados em cursos de negócios, administração e direito, que predominam praticamente em todas as instituições privadas (Tabela 17). A segunda área, com 14% das matrículas, é educação, que predomina nas instituições públicas. As instituições públicas de grande porte se diferenciam por abrir mais espaço para as artes e humanidades, por um lado,

e para as engenharias, por outro, e para medicina e odontologia, junto com as demais instituições públicas. A maioria dos estudantes, em cursos tanto de graduação quanto de pós-graduação, são mulheres, mas existem áreas em que seu predomínio supera os 70%, como ciências sociais e saúde e bem-estar, enquanto em outras, como computação e engenharia, elas são minoritárias. Como se pode ver em áreas como administração e negócios, ciências exatas e medicina, onde também predominam mulheres, a antiga separação entre profissões “masculinas” e “femininas” já desapareceu em grande parte, mas ainda persiste na área tecnológica, por um lado, e da educação e ciências sociais por outro.

Tabela 17 – Distribuição dos alunos de graduação por áreas de conhecimento

Classificação	artes e humanidades	educação	ciências sociais, jornalismo e informação	negócios administração e direito	ciências naturais matemática e estatística	computação e TIC	engenharia, produção e construção	agricultura e veterinária	saúde e bem estar	medicina e odontologia	serviços
1	4,1	20,4	4,0	36,0	0,3	4,2	9,8	1,2	15,8	1,0	3,1
2	10,1	19,3	8,1	12,1	6,6	3,3	17,5	4,2	11,3	3,5	0,8
3	4,5	16,0	5,5	9,3	10,2	3,7	15,5	7,3	15,9	7,3	0,6
4	5,4	7,8	8,8	36,5	0,8	2,6	15,7	2,5	15,0	4,2	0,9
5	6,8	27,5	4,5	13,8	3,5	5,6	17,3	8,3	7,0	2,7	2,2
6	2,1	8,0	5,8	33,9	0,5	3,0	16,7	3,9	21,5	2,8	1,8
7	4,6	15,9	4,1	40,4	0,2	2,0	10,5	2,3	16,6	2,5	0,8
8	4,6	1,1	0,1	40,2	0,9	20,9	20,5	2,2	2,9	0,0	6,5
9	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	33,3	0,0	0,0
Total	4,5	14,0	4,1	37,5	0,7	4,3	12,8	2,8	15,1	2,4	1,6
% mulheres	62,4%	71,2%	67,8%	54,9%	48,6%	13,2%	33,4%	49,5%	73,7%	59,0%	61,8%

Fonte: Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

### Indicadores dos alunos de pós-graduação

São 378 mil estudantes de pós-graduação *estricto sensu* com informações registradas no banco de dados da Capes, que corresponde a 4.2% das matrículas de nível superior (Tabela 19). Desse total, de 2018, 23% são titulados. Na média, os doutores titulados em 2018 se matricularam em 2013, e os titulados nos programas de mestrado em 2015, sem diferença entre os mestrados profissionais e acadêmicos. A média de idade dos alunos titulados em cursos de doutorado é de 37 anos, e, nos de mestrado, 31,8, ambas muito altas. Isso significa, provavelmente, que os cursos de pós-graduação *estricto sensu* funcionam sobretudo como uma qualificação adicional para pessoas, muitas delas maduras, que já estão no mercado de trabalho, e não como uma formação inicial avançada para quem está iniciando sua carreira.

A grande maioria, 80% desses estudantes, está em universidades públicas, e em programas de mestrado. O conceito médio dos cursos, na escala da Capes, é de 4,5, entre regular e bom, com as universidades públicas de grande porte tendo a média mais alta, de 5 (o conceito máximo para mestrados é 5, e, para os doutorados, 7, que supõe um padrão internacional de qualidade). São essas universidades também que têm a maior proporção de alunos em programas de doutorado, 24,5%.

Somente 15% dos alunos estão em programas profissionais, praticamente todos de mestrado, com as maiores proporções nas instituições privadas sem fins lucrativos e nas especializadas em educação tecnológica e em pós-graduação. A grande predominância de “mestrados acadêmicos” é uma anomalia conhecida da pós-graduação brasileira, uma reminiscência de quando praticamente não havia programas regulares de doutorado.

Tabela 18 – Características dos estudantes de pós-graduação *estricto sensu*

Classificação	total de alunos	% sobre total de alunos	conceito médio da Capes	% em programas de doutorado	% em cursos profissionais	% de estrangeiros	% de mulheres
1	4.480	0,2	4,2	28,3	16,1	0,3	52,5
2	174.483	24,5	5,0	44,2	8,1	1,9	53,2
3	44.694	20,0	4,5	33,4	15,8	1,0	54,2
4	33.890	5,1	4,5	20,0	39,3	0,4	46,3
5	89.755	6,9	3,8	17,5	32,2	0,8	56,3
6	12.260	0,7	3,7	14,8	32,9	0,2	48,2
7	2.465	0,1	3,4	10,2	29,3	0,4	58,9
8	516	0,3	3,1	0,0	85,7	0,0	50,3
9	15.825	95,8	4,5	17,6	52,2	1,5	50,9
Total	378.368	4,3	4,5	19,1	46,7	1,3	51,2

*Fonte:* Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

As principais áreas de estudos de pós-graduação são as das ciências humanas e sociais e letras, somando 27,7%, e da saúde, 21,2% (Tabela 19). As engenharias, ciências exatas e ciências biológicas restam fortemente concentradas nas instituições públicas de pesquisa e nos centros de pós-graduação especializados. Como nos cursos de graduação, a maioria dos estudantes é de mulheres, distribuídas desigualmente pelas áreas de conhecimento, e praticamente não existem estudantes estrangeiros na pós-graduação brasileira, uma anomalia considerando que se trata do maior sistema de ensino de pós-graduação da América Latina.

Tabela 19 – Distribuição dos alunos de pós-graduação por áreas de conhecimento

Classificação	agrárias	biológicas	exatas	humanas	sociais aplicadas	letras	engenharia	saúde	multidisciplinar
1	2,0	0,0	6,2	16,9	26,4	2,1	6,4	12,6	27,3
2	6,3	8,1	11,0	16,6	11,1	7,5	14,2	16,0	9,2
3	13,9	4,5	8,5	10,4	18,9	3,1	11,7	19,3	9,8
4	3,8	1,4	0,8	18,8	39,6	3,0	2,5	14,2	16,0
5	13,0	4,5	9,3	14,7	6,4	6,9	8,4	7,2	29,5
6	3,7	1,1	2,0	9,7	45,0	2,8	9,0	10,5	16,1
7	0,0	,0	0,0	2,3	41,6	4,2	4,8	25,7	21,4
8	0,0	0,0	3,4	8,6	0,6	0,0	6,5	0,0	80,9
9	8,9	8,7	6,7	11,4	12,1	0,0	8,2	23,4	20,7
Total	8,7	7,5	6,6	12,1	14,5	1,1	8,1	21,2	20,1
% mulheres	57,6	62,1	69,3	31,9	58,8	49,7	34,5	65,0	58,6

Fonte: Microdados do Censo da Educação Superior e Plataforma Sucupira, 2018, elaboração própria.

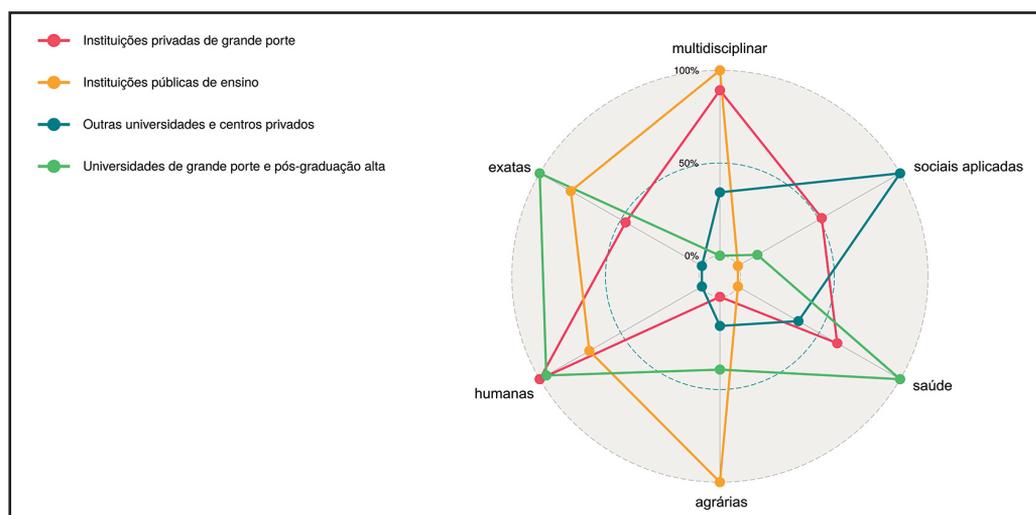


Figura 3 – Distribuição dos alunos de pós-graduação por área de conhecimento: grupos e áreas selecionadas.<sup>9</sup>

### Indicadores de produção acadêmica

Esses indicadores provêm do sistema Scimago, com base nas publicações indexadas no sistema Scopus, da editora Elsevier (Scimago, 2017) (Tabela 20).

A base de dados do Scimago de 2019 inclui 468 mil publicações dos últimos 5 anos com autores de 298 instituições brasileiras. A quase totalidade das

publicações indexadas e patentes registradas se dá nas universidades públicas, 52% nas 16 instituições do grupo 2, de instituições públicas de grande porte e pós-graduação alta. Esse grupo, e mais o grupo 3, das demais instituições públicas com pós-graduação alta, é também onde são mais altos os índices de publicações por doutor e por professor de tempo integral. As patentes, que são muito poucas, são distribuídas de forma semelhante.

Existem três medidas de qualidade das publicações na Tabela 20: sua qualidade, dada pelas publicações nas 25% das mais influentes revistas na área; excelência, dada pelas publicações nas 5% das mais influentes revistas na área; e uma medida de impacto normalizado, que obedece a uma fórmula complexa baseada no número de citações da instituição comparado com a média mundial.<sup>10</sup> Há também um índice de internacionalização, dado pela proporção de publicações da instituição feita em colaboração com autores de outros países. Em geral, as instituições que mais publicam são também as que têm melhores resultados nesses índices de qualidade, com um destaque para as instituições especializadas que constam da base de dados da Capes, sobre as quais faltam informações mais detalhadas sobre os professores.

Tabela 20 – Publicações indexadas e patentes

Classificação	número total de publicações	numero total de patentes	publicações por professor	publicações por doutor	publicações por professor de tempo integral	publicações em cooperação internacional	impacto normalizado das publicações	qualidade das publicações (25% mais influentes)	excelência das publicações (5% mais influentes)
1	5.516	33	0,26	0,54	0,62	26,31	0,62	30,49	7,41
2	245.722	1.378	5,15	5,79	5,93	31,64	0,74	39,76	10,17
3	72.790	381	3,92	4,29	4,82	35,31	0,77	39,31	10,73
4	26.032	152	0,74	2,02	1,69	33,31	0,62	34,91	8,46
5	107.795	673	1,11	1,35	1,81	35,31	0,66	35,82	9,31
6	9.091	8	0,15	0,49	0,49	30,66	0,48	25,77	6,14
7	818	0	0,01	0,07	0,09	31,16	0,47	28,55	5,00
9	484		0,10			41,33	0,54	18,71	9,52
Total	468.248	2.625	1,20	1,19	1,27	31,13	0,64	33,63	8,44

Fonte: Scimago 2017.

### Conclusões, implicações de política pública e próximos passos

A classificação das instituições brasileiras de ensino superior aqui proposta e a análise de suas diferenças em termos de seus professores, estudantes de graduação, estudantes de pós-graduação e pesquisa permitem ter uma visão abrangente da educação superior brasileira, assim como de suas limitações.

O que é mais notável, e precisaria ser analisado em profundidade, é que só cerca de 40% dos estudantes concluem seus cursos 8 anos depois de iniciado,

variando de um extremo de 38% nas grandes instituições privadas a 55% nas principais instituições públicas.

A grande maioria das instituições, públicas e privadas, se dedica primordialmente ao ensino. A pós-graduação e a pesquisa estão concentrados sobretudo nas 35 instituições públicas dos grupos 2 e 3, que concentram 70% de todas as matrículas em cursos de doutorado e publicam cerca de 70% de toda a produção científica indexada do país.

O setor privado está polarizado em um pequeno número de grandes empresas privadas de ensino que atendem a 26% de toda a matrícula, em um extremo, e, no outro, 1,8 mil faculdades isoladas atendendo a outros 31%. Existe um pequeno número de instituições privadas comunitárias, confessionais ou voltadas para o ensino de alto nível, sobretudo nas profissões sociais e de saúde, que só atendem a cerca de 700 mil estudantes.

Finalmente, a formação vocacional, voltada mais diretamente ao mercado de trabalho, que no Brasil recebe a denominação de “técnica”, no nível médio, e “tecnológica”, no nível superior, e que deveria ser a principal via de capacitação profissional para a grande maioria dos jovens que jamais entrarão ou concluirão um curso superior, se desenvolveu muito pouco, atendendo hoje 12% do total da matrícula, proporcionada sobretudo pelo setor privado.

Em termos de equidade social, o que se observa é que, apesar de que o perfil socioeconômico dos estudantes do setor público e do privado sejam semelhantes, as universidades públicas do grupo 2 e as privadas mais seletivas do grupo 4 atendem alunos de nível socioeconômico mais alto, enquanto as demais públicas, do grupo 3, e as faculdades isoladas, do grupo 9, atendem mais a estudantes de nível socioeconômico mais baixo.

Uma classificação como essa pode servir de referência para a formulação para importantes decisões de política pública sobre a educação superior brasileira, com uma série de questões a serem vistas:

- Seria desejável, e possível, ampliar o número de instituições do grupo 2?
- Como aumentar a cobertura em cursos vocacionais, do grupo 8?
- Como fazer com que as instituições públicas do grupo 5 focalizem mais seus recursos em sua atividade preferencial, que é a educação de nível de graduação?
- Como desenvolver políticas de equidade que ampliem o acesso ao ensino superior em seus diversos segmentos, garantindo a qualidade dos resultados?
- Como fazer uso de investimentos públicos na educação para garantir melhores resultados em suas diversas dimensões – qualidade da formação, pesquisa, acesso – associando financiamentos a resultados e focalizando os recursos onde eles possam dar melhores resultados em cada uma destes e outros objetivos?

- Como criar um sistema público de financiamento à educação superior que tenha como foco o estudante, e não a instituição em que se matricula?
- Como estimular as IES brasileiras a participar mais de programas de desenvolvimento regional e fazer com que suas atividades de pesquisa, ensino e extensão acelerem o desenvolvimento do país, melhorem o IDH e a produtividade no trabalho?
- Como aprimorar o ensino, a capacidade de avaliar sua qualidade e estimular bons professores em carreiras que valorizem esta atividade?
- Como introduzir sistemas de avaliação não burocráticos que se baseiem em objetivos estabelecidos e ajude as IES a alcançarem estas metas?

Para a implementação de políticas decorrentes deste estudo, além do reconhecimento formal da diferenciação das instituições, cada qual explicitando seus objetivos e as características do público que pretendem atender, são necessários melhores indicadores de desempenho. É importante, aqui, distinguir indicadores de características dos indicadores de desempenho. Ter ou não a maioria dos professores em tempo integral, ou ter uma proporção maior ou menor de estudantes em cursos a distância, são características das instituições que não nos dizem nada, em princípio, sobre sua qualidade. Por outro lado, o fato de que um grande número de estudantes abandone o curso antes de se formar, que os que se formam não consigam se profissionalizar adequadamente, ou que os institutos de pesquisa não produzam resultados teóricos ou práticos significativos, é indicador claro de qualidade.

A segunda é desenvolver e manter um sistema adequado e atualizado de informações sobre a trajetória acadêmica e profissional dos estudantes, desde o ensino médio, ou antes, até o mercado de trabalho. Nenhum sistema de avaliação da educação superior será adequado se não incluir informações sobre o destino profissional dos estudantes, a nível de instituição. Outra lacuna importante é a falta de dados financeiros consistentes, tanto das instituições públicas quanto privadas.

Finalmente, esse “teste de conceito” confirma que é necessário ter um sistema de avaliação das instituições de educação superior brasileira que tenha como referência seus perfis efetivos, obtidos a partir de uma classificação adequada das instituições, que faça uso dos melhores indicadores disponíveis e que possa ser constantemente atualizado e aperfeiçoado. Esse sistema deve contribuir para tornar transparente para o público, para os agentes públicos e para as próprias instituições, o que elas realmente fazem, e não o que, formalmente, deveriam fazer. Essa transparência deve levar as instituições a definir com mais clareza se são esses mesmos os seus objetivos institucionais, identificando seus nichos e suas vantagens comparativas; deve servir de base para um sistema atualizado de avaliação e acompanhamento de resultados; permitir que os estudantes, ao entrar em uma instituição de ensino superior, saibam o que esperar, além do

simples diploma; permitir que empregadores tenham uma ideia mais nítida dos perfis profissionais dos graduados de diferentes tipos de instituições; e servir de referência para políticas públicas orientadas para a equidade e a qualidade da educação superior em seus diferentes níveis e dimensões.

## Notas

- 1 Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>>.
- 2 Disponível em: <<https://clarivate.com/webofsciencgroup/solutions/web-of-science/>>.
- 3 Disponível em: <<https://www.scopus.com/home.uri>>.
- 4 Disponível em: <<https://www.scimagojr.com>>.
- 5 Os totais que aparecem nas tabelas são menores, pela falta de informações sobre diferentes variáveis.
- 6 Disponível em: <<https://www.abruc.org.br>>.
- 7 Perfis de grupos selecionados para os indicadores de maior variância.
- 8 Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/indicadores-educacionais>>.
- 9 Perfis de grupos selecionados para os indicadores de maior variância.
- 10 Os detalhes da elaboração dos índices estão disponíveis em: <<https://www.scimagoir.com/methodology.php>>.

## Referências

- ANDRÉS, A. Expansão da educação superior sob os Planos Nacionais da Educação: expectativas, fatos e perspectivas. In: Consultoria Legislativa, *Estudo Técnico*. Brasília: Câmara de Deputados. 2017.
- BRENEMAN, D. W. *Liberal arts colleges: thriving, surviving, or endangered?* Washington, D.C.: Brookings Institution, 1994.
- BUCKNER, E. The worldwide growth of private higher education: cross-national patterns of higher education institution foundings by sector. *Sociology of Education*, v.90, n.4, p.296-314, 2017.
- CALDERON, A. Massification of higher education revisited. *Melbourne: RMIT University*, 2018.
- CARNEGIE FOUNDATION FOR THE ADVANCEMENT OF TEACHING. *The Carnegie Classification of Institutions of Higher Education, 2010 edition*. Menlo Park: Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 2011.
- CASTRO, C. de M; LEVY, D. C. *La educación superior en América Latina y el Caribe: documento de estrategia*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, Unidad de Educación, 1997.
- CLARK, B. R. Academic Differentiation in National Systems of Higher Education. *Comparative Education Review*, v.22, n.2, p.242-58, 1978.
- JAQUETTE, O. Why Do Colleges Become Universities? Mission Drift and the Enrollment Economy. *Research in Higher Education*, v.54, n.5, p.514-43, 2013.

- KARVOUNARAKI, A. et al. *U-Multirank – A methodological review*. The European Commission Joint Research Center, 2020.
- LAJOLO, M. EAD: 1.6 milhão estuda à distância no Brasil. *Revista Veja*, (28 de julho), 2018.
- LEVY, D. C. The unanticipated explosion: Private higher education's global surge. *Comparative Education Review*, v.50, n.2, p.217-40, 2006.
- LYNTON, E. A. *New Priorities for the University: Meeting Society's Needs for Applied Knowledge and Competent Individuals*. Jossey Bass, 1987.
- MCCORMICK, A. C. Classifying Higher Education Institutions: Lessons from the Carnegie Classification. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación: Educacional Latinoamericana*, n.50, p.65-75, 2013.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA. Secretaria Do Tesouro Nacional. *Diagnóstico FIES*. Brasília: Ministério da Fazenda, 2017.
- NEAVE, G. Academic drift: Some views from Europe. *Studies in Higher Education*, v.4, n.2, p.143-59, 1979.
- OECD. *Rethinking Quality Assurance for Higher Education in Brazil*. Paris: OECD, 2018.
- OECD, *Education at a Glance*, Paris, OECD, 2019.
- SAMPAIO, H. *Ensino superior no Brasil - o setor privado*. São Paulo: Fapesp; Hucitec, 2000.
- SCIMAGO. SJR — SCImago Journal & Country Rank Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), University of Granada, Extremadura, Carlos III (Madrid) and Alcalá de Henares. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com>>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- STEINER, J. E. Qualidade e diversidade institucional na pós-graduação brasileira. *Estudos Avançados*, v.19, n.54, p.341-65, 2005.
- \_\_\_\_\_. Diferenciação e classificação das instituições de ensino superior no Brasil. In: STEINER, J. E.; MALNIC, G. *Ensino Superior. Conceito e dinâmica*, São Paulo: Edusp, 2006.
- TIGHT, M. Theory development and application in higher education research: the case of academic drift. *Journal of Educational Administration and History*, v.47, n.1, p.84-99, 2015.
- TROW, M. *Problems in the transition from elite to mass higher education*. Berkeley, CA: Carnegie Commission on Higher Education, 1973.
- \_\_\_\_\_. Reflections on the transition from elite to mass to universal access: Forms and phases of higher education in modern societies since WWII. In: *International handbook of higher education*, Dordrecht: Springer. 2007. p.243-80.
- VAN VUGHT, F. A. et al. *U-MAP - The European Classification of Higher Education Institutions*. Enschede: Cheps, 2010a.
- VAN VUGHT, F. A. et al. *The European classification of higher education institutions*. Enschede: Cheps, 2010b.
- VAN VUGHT, F. A.; ZIEGELE, F. *Multidimensional ranking: The design and development of U-Multirank*. Springer Science & Business Media, 2012.

*RESUMO* – Apesar de que a grande diferenciação que existe no ensino superior brasileiro seja amplamente conhecida, e que diferentes tipos de instituições tenham objetivos e produzam resultados também distintos, nas áreas de ensino de graduação, pós-graduação e pesquisa, essas diferenças não são reconhecidas com todas as suas implicações pela legislação nem pelo sistema de avaliação adotado pelo Ministério da Educação no Brasil. O público, formado por estudantes atuais e futuros, assim como por seus empregadores, tampouco é informado a respeito dessas diferenças. O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de classificação ou tipologia das instituições de educação superior brasileiras que identifique com clareza essas diferenças, e que possa servir de base para um sistema de informações e procedimentos de avaliação que tomem em conta essa variedade de características, objetivos e resultados. Isso é feito agrupando-se instituições que tenham perfis semelhantes, do ponto de vista de seu porte, natureza jurídica e envolvimento com atividades de ensino e pós-graduação, e verificando-se até que ponto essas diferenças de tipos correspondem também a diferenças em relação às características de professores, alunos, áreas de atuação e atuação. Na última parte discutimos algumas implicações dessa tipologia para o sistema de avaliação da educação superior e, mais amplamente, para a melhoria da qualidade e desempenho da educação superior do país como um todo.

*PALAVRAS-CHAVE:* Educação, Educação superior, Evolução do ensino superior brasileiro, Principais tipos de IES e suas características, Diversidade e classificação das IES brasileiras, Análise de dados disponíveis, Características institucionais dos diferentes grupos baseadas em indicadores, Sugestões para futuras ações.

*ABSTRACT* –Although the great differentiation that exists in Brazilian higher education is widely known, and even if different types of institutions have different objectives and produce different results in the undergraduate, graduate and research levels, the full implication of these differences is not recognized by the legislation or by the evaluation system adopted by the Ministry of Education in Brazil. Neither is the public, i.e., current and future students and their employers, informed of these differences. The objective of this work is to present a classification or typology proposal for Brazilian higher education institutions that clearly identifies these differences, and that can serve as a basis for a system of information and evaluation procedures that take into account this variety of characteristics, objectives and results. This is done by grouping institutions that have similar profiles, from the point of view of size, legal status and involvement with teaching and graduate activities, and assessing the extent to which differences in type correspond to differences in the characteristics of faculty, students, areas of activity and performance. In the final part, we discuss some implications of this typology for the higher education evaluation system and, more broadly, for improving the quality and performance of higher education in the country as a whole.

*KEYWORDS:* Education, Higher education, Evolution of Brazilian higher education, Types of HEI and their characteristics, Diversity and classification of Brazilian HEI, Analysis of available data, Institutional characteristics of the different groups based on indicators, Suggestions for future actions.

*Simon Schwartzman* é sociólogo e cientista político, pesquisador associado do Instituto de Estudos de Política Econômica /Casa das Garças, Membro da Academia Brasileira de Ciências. @ – sschwartzman@me.com / <https://orcid.org/0000-0002-2563-0792>.

*Roberto Lobo Silva Filho* foi reitor da USP, é professor sênior do Instituto de Estudos Avançados e presidente do Instituto Lobo de Pesquisa e Gestão Educacional.  
@ – robertolobo@usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-0713-2917>.

*Rooney R. A. Coelho* é doutor em Engenharia Elétrica, pós-doutorando na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. @ – rooneycoelho@usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-8792-6054>.

Recebido em 23.9.2020 e aceito em 18.11.2020.

<sup>I</sup> Instituto de Estudos de Política Econômica, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>II</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, São Paulo, Brasil.

<sup>III</sup> Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, Brasil.

# Agricultura urbana

# Agricultura urbana no município de São Paulo: considerações sobre produção e comercialização

ANDRÉ RUOPPOLO BIAZOTI,<sup>I</sup>

VITÓRIA OLIVEIRA P. DE SOUZA LEÃO,<sup>II</sup>

RAFAEL JUNQUEIRA BURALLI<sup>III</sup>

e THAIS MAUAD<sup>IV</sup>

## Introdução

**A**TUALMENTE, os sistemas alimentares enfrentam muitos desafios, como as ameaças de pragas agrícolas, as mudanças climáticas, a sustentabilidade dos processos produtivos, os custos financeiros e ambientais de transporte e o aumento do consumo de alimentos processados e ultraprocessados (Afshin et al., 2019; Willett et al., 2019). Principalmente nas zonas periféricas e menos abastadas das grandes cidades, nota-se destacada escassez de estabelecimentos alimentares, sobretudo que forneçam produtos *in natura*, sendo tais áreas caracterizadas como “desertos alimentares”. Nesses espaços, os desafios para a promoção de hábitos de vida mais saudáveis são maiores (Giatti et al., 2019; Borges et al., 2018).

Garantir a segurança alimentar e nutricional do Município de São Paulo (MSP), a maior cidade do Brasil, é um desafio imenso. Enquanto a falta de alimentos é um grave problema para as populações de menor renda, a falta de nutrientes essenciais, o sobrepeso, a obesidade e o sedentarismo podem afetar indivíduos de maior e menor renda, e resultar em um aumento de doenças crônicas e não-transmissíveis, como o diabetes, as doenças cardíacas, vasculares, entre outras (Swinburn et al., 2019; Willett et al., 2019).

Ainda que seja uma atividade reconhecidamente antiga (Nagib, 2016; Caldas; Jayo, 2019; Biazoti, 2020), a Agricultura Urbana (AU) tem sido apontada, mais recentemente, como elemento importante nos discursos e nas práticas que visam a soberania e a segurança alimentar e a proteção dos ecossistemas das cidades (Pessoa et al., 2006; Opitz et al., 2016). Diante da multiplicidade de formas que pode adquirir, o elemento central que define a AU é sua localização no interior e arredores das cidades e sua conexão íntima como o ecossistema

urbano (Mougeot, 2000). Neste artigo, tratamos especificamente da agricultura circunscrita ao MSP, sem distinguir as zonas administrativas urbanas e rurais.

Reconhecer as diferentes formas da agricultura no MSP é importante para uma análise da produtividade agrícola e sua comercialização. Essa diversidade se relaciona com a multifuncionalidade da agricultura tanto no meio rural quanto no urbano, em que outros aspectos passam a ser relevantes para além da produtividade voltada ao mercado convencional (Carneiro; Maluf, 2005). Diversas hortas presentes no município são dedicadas ao autoconsumo, outras têm papel pedagógico e ativista na promoção da segurança alimentar e nutricional, onde a produtividade é um aspecto secundário (Biazoti, 2020; Nagib, 2016). Ao mesmo tempo, estão presentes, no município, agricultores familiares, empreendimentos agrícolas e fazendas produtivas com foco na comercialização de alimentos, plantas ornamentais e produção de animais de médio e pequeno portes (Valdiones, 2013).

Diante disso, o artigo buscou analisar a agricultura existente no MSP a partir da produção agropecuária e sua comercialização, evidenciando sua contribuição para o abastecimento alimentar da metrópole.

### **Metodologia**

A metodologia deste artigo compreende a análise de dados secundários de pesquisas censitárias sobre a produção agrícola do MSP e de dados primários coletados em entrevistas semiestruturadas pelos autores com agricultores das diversas cadeias produtivas do município.

Realizou-se uma comparação da produção agrícola do MSP em bases de dados oficiais. Foram analisadas, principalmente, as informações contidas nos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuário do Estado de São Paulo (Lupa), desenvolvido pela Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (CDR/SAA). Outros levantamentos, como o Cadastro do Produtor Rural (CPR) e o Cadastramento do Projeto Ligue os Pontos, também foram pesquisados, buscando apresentar a diversidade de informações existentes e sugerir a amplitude da agricultura no município.

Há diferenças conceituais importantes entre esses levantamentos. A unidade de análise utilizada pelo Censo é o “estabelecimento agrícola” e corresponde a “toda unidade de produção dedicada, total ou parcialmente, à exploração agropecuária, florestal ou aquícola, independente do seu tamanho, de sua forma jurídica [...], de sua localização [...], tendo como objetivo a produção...” (IBGE, 2019, p.14). No Lupa, a Unidade de Produção Agropecuária (UPA) é definida como “conjunto de propriedades agrícolas contíguas e pertencentes ao mesmo proprietário; localizada dentro de um mesmo município; com área igual ou superior a 0,1 ha; e não destinada exclusivamente para lazer” (São Paulo, 2009, p.2). Dessa forma, para o Lupa, uma área de produção de um mesmo proprie-

tário desmembrada em diferentes lotes para mais de um agricultor é considerada como uma unidade de produção agropecuária.

A Prefeitura Municipal de São Paulo, por meio da sua Supervisão de Abastecimento (Abast), realizou um levantamento de produtores denominado Cadastro de Produtor Rural (CPR), por meio dos técnicos agrícolas da Supervisão e da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA). Apesar de ser o primeiro levantamento mais estruturado realizado em âmbito municipal sobre os agricultores existentes em São Paulo, ele é considerado um cadastramento informal e interno à prefeitura, pouco utilizado para a definição de políticas públicas.

O MSP ainda conta com o recente censo de agricultores da região sul, realizado em 2019 pelo projeto Ligue os Pontos, financiado pela *Bloomberg Philantropies*. O projeto surgiu com a vitória do MSP no Prêmio Mayor's Challenge Latin America 2016 e desenvolveu uma plataforma digital que pretende potencializar as políticas públicas relacionadas à cadeia de valor da agricultura local. Esse cadastro é considerado, hoje, o mais completo no que se refere ao perfil da agricultura realizada na região sul do MSP, evidenciando, principalmente, a agricultura realizada na zona rural.

A segunda frente metodológica do artigo concerne às informações acerca da comercialização. Parte dos dados apresentados neste artigo foi coletada ao longo da pesquisa de mestrado de Leão (2019) e corresponde a quatro entrevistas semiestruturadas realizadas com agricultores da zona leste do MSP durante os anos de 2018 e 2019. Além disso, em março de 2020 foram realizadas outras três entrevistas com enfoque na comercialização. Essas últimas escutas implicaram dois agricultores da zona norte, sendo um participante do Conselho de Desenvolvimento Rural Solidário e Sustentável de São Paulo e uma agricultora da zona sul, ativamente engajada com a agricultura da região.

É importante assinalar que as informações recolhidas junto aos agricultores não abarcam todos os canais de comercialização acessados pelas associações ou cooperativas em questão. O escoamento da produção familiar tende a ser dinâmico e diverso, adaptando-se às necessidades e às possibilidades dos agricultores, ante os entraves existentes no acesso aos mercados industrializados (Leão, 2019). Trata-se, portanto, de um recorte circunscrito a seu respectivo período de coleta e não pretende representar dados censitários. Essas informações são valiosas pois explicitam não só a falta de dados oficiais publicados sobre o tema, mas também as características dos canais de comercialização vinculados à AU e os papéis que desempenham para os produtores e consumidores das cidades.

Por fim, cabe ressaltar os apontamentos de Minayo (2017) acerca do estabelecimento de amostragem em pesquisas qualitativas. Segundo a autora, a sua construção deve levar em conta os objetivos da análise, tendo em vista o papel que os atores entrevistados desempenham em determinado grupo e a abrangência das informações que poderá passar. O presente artigo procurou tratar das ca-

racterísticas dos canais de comercialização acessados pelos agricultores em questão e não tem como objetivo retratar a totalidade de tais experiências no MSP.

### Levantamento da produção agrícola

No MSP, a agricultura pode ser caracterizada de várias formas e tipos. Essa diversidade representa as múltiplas formas de relação com natureza, bem como de apropriação do território urbano pelos cidadãos. O Quadro 1 sistematiza algumas tipologias de AU que podem ser descritas no MSP e que orientarão o levantamento e a análise de dados subsequente.

Quadro 1 – Tipos de agricultura urbana identificados do município de São Paulo

Tipo de agricultura urbana	Função primária ou orientação	Comercialização
Quintal produtivo (residencial)	Autoconsumo, recreação, paisagem, doação	Mínima
Loteamento	Autoconsumo, doação, venda de excedente, segurança alimentar e nutricional	Ocasional
Guerrilha	Ativismo, ocupação de espaços públicos, criação de paisagens comestíveis	Inexistente
Horta comunitária	Autoconsumo, ativismo, ocupação de espaços públicos, segurança alimentar e nutricional, comunidade.	Ocasional
Horta institucional	Autoconsumo, doação, educação, reabilitação, capacitação e treino, venda ocasional	Rara
Horta urbana	Autoconsumo, venda, segurança alimentar e nutricional, abastecimento	Frequente
Agricultura familiar	Autoconsumo, venda, abastecimento	Frequente
Empreendimento agrícola	Venda, abastecimento	Sempre

*Fonte:* Adaptado de Biazoti e Sorrentino (2018).

Conhecer os tipos de agricultura urbana presentes em São Paulo é importante para perceber padrões, desafios e potencialidades inerentes às diversas formas em que se estruturam essas iniciativas. Assim, ao analisar a agricultura paulistana sob o enfoque da produtividade e da comercialização, é preciso observar, principalmente, as práticas cujo enfoque se dá na produção para a comercialização e no abastecimento de alimentos, como “horta urbana”, “agricultura familiar” e “empreendimento agrícola”.

É importante destacar a ausência de dados acerca das outras tipologias de agricultura, relacionadas a práticas educativas, ativistas e de autoconsumo. Por sua baixa produtividade agrícola, pelo dinamismo das experiências e pela própria dificuldade na obtenção de dados, tais experiências são negligenciadas e invisibilizadas no território urbano. O reconhecimento público de todas as formas de agricultura realizadas, com suas nuances e peculiaridades ainda é um desafio encontrado por agricultores para se estabelecerem no território.

Por ser uma atividade de ainda pouca importância econômica quando comparado aos setores industrial e de serviços, pouca pesquisa foi destinada a

entender e analisar o setor agrícola paulistano. No entanto, existem diferentes levantamentos censitários ao longo das duas últimas décadas que nos fornecem um panorama histórico mais recente da agricultura em São Paulo (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de estabelecimentos agropecuários por estudo ou cadastro e ano

Base de dado	Número de estabelecimentos	Função primária ou orientação	Comercialização
Cadastro do Produtor Rural (2012)	446 unidades de produção		5.000 ha
Levantamento Unidades de Produção Agropecuária (Lupa – 2007/2008)	253 unidades de produção		3.000 ha
Levantamento Unidades de Produção Agropecuária (Lupa – 2016/2017)	323 unidades de produção	802 pessoas (proprietários, familiares e mensalistas)	4.388,40 ha
Censo Agropecuário – IBGE (2006)	193 estabelecimentos agropecuários	767 pessoas ocupantes	8.000 ha
Censo Agropecuário – IBGE (2017)	550 estabelecimentos agropecuários	1.945 pessoas ocupantes	10.954 ha
Cadastramento Projeto Ligue os Pontos – 2019	428 unidades de produção (apenas da Zona Sul e que comercializam)		

*Fonte:* Elaboração própria, adaptada de Biazoti (2020).

De acordo com o Lupa, em 2008, foram identificadas 253 UPA no MSP, atingindo uma área de cerca de 3.000 ha de produção agrícola. No Lupa realizado em 2016/2017, com dados preliminares divulgados apenas no final de 2019, foram identificadas 323 UPA, em sua maior parte com propriedades menores que 10 ha e com culturas temporárias, totalizando uma área de cerca de 4.388 ha no município e 802 pessoas envolvidas diretamente na produção, entre proprietários, familiares e mensalistas, conforme Tabela 2 (São Paulo, 2009; São Paulo, 2019).

A produção agrícola municipal, conforme o Lupa em comparativo entre os levantamentos de 2007/08 e 2016/2017, é apresentada na Tabela 3.

O Censo Agropecuário também traz dados interessantes. O Censo de 2006 indicava a presença de 193 estabelecimentos agropecuários no município, com 767 pessoas ocupantes e cerca de 193 produtores rurais, sendo 130 de agricultores familiares e 63 não familiares, com predominância de cultivo temporário (861 ha) e grande presença de áreas naturais (3.111 ha) e espaços construídos (1.836 ha).

Por sua vez, o Censo de 2017 indicou 550 estabelecimentos agropecuários com 1.945 pessoas ocupantes, com predominância de cultivo temporário (689 ha), áreas naturais destinadas à preservação (7.832 ha) e produção de flores (432 ha). Há um incremento de 65% do número de estabelecimentos em cerca de dez anos, além de um aumento de pouco mais que o dobro do número de ocupantes e de áreas naturais protegidas, conforme Tabela 4.

Tabela 2 – Estatísticas Agrícolas, Município de São Paulo, Estado de São Paulo, Lupa 2007/2008 e 2016/2017

Item	Número de Unidade de Produção Agropecuária (UPA)		Total de área (hectare)	
	2007/2008	2016/2017	2007/2008	2016/2017
Número UPA/Área total	253	323	2.936,0	4.388,4
Cultura perene	71	95	91,2	126,8
Cultura temporária	205	265	968,0	1.019,6
Pastagem	19	49	250,4	415,9
Reflorestamento	47	56	141,4	185,4
Vegetação natural	154	230	964,8	1.815,7
Descanso	156	177	342,4	588,2
UPA com (0, 1) ha	29	46	19,4	26,4
UPA com (1, 2) ha	36	41	58,9	66,6
UPA com (2, 5) ha	77	82	266,9	294,3
UPA com (5, 10) ha	35	42	267,6	324,6
UPA com (10, 20) ha	35	54	489,0	764,7
UPA com (20, 50) ha	30	41	928,7	1.259,5
UPA com (50, 500) ha	11	17	905,5	1.652,3

*Fonte:* Elaboração própria, a partir das tabelas em São Paulo (2009); São Paulo (2019).

Os dados apresentados, no que se refere às séries históricas do Censo Agropecuário e do Lupa, possibilitam observar que há um aumento na produção e no número de agricultores existentes no MSP nos últimos 15 anos. A agricultura tem se desenvolvido e sido ampliada, apresentando um crescimento de cerca de 22% no número de UPA e 33% em área de produção entre 2007/2008 e 2016/2017, segundo o Lupa. No que se refere às culturas temporárias, o Lupa apresenta um aumento no número de UPA (22% entre 2007 e 2016) e na área cultivada (apenas 5% entre 2007 e 2016), enquanto o Censo Agropecuário do IBGE apresenta um incremento de 58% no número de estabelecimento, porém uma redução de 25% da área destinada a esse tipo de lavoura. Em relação à lavouras permanentes, o Lupa indica crescimento de 25% no número de UPA e 28% na área produtiva, enquanto o Censo Agropecuário do IBGE indica aumento de 75% no número de estabelecimentos e 82% de crescimento em área.

Tabela 3 – Área Cultivada das principais culturas (ha), Município de São Paulo, Estado de São Paulo, 2007/2008 e 2016/2017, segundo dados do Lupa

Item	Número de Unidade de Produção Agropecuária (UPA)		Total de área (hectare)	
	2007/2008	2016/2017	2007/2008	2016/2017
Floricultura para corte	50	44	260,7	231,1
Alface	80	102	170,0	222,3
Braquiária	16	35	155,4	247,2
Chuchu	36	36	141,2	97,5
Eucalipto	40	48	134,3	170,2
Couve	84	93	110,0	94,5
Brócolis	58	65	89,1	77,3
Couve-flor	57	56	82,8	61,2
Repolho	35	56	67,6	76,2
Beterraba	52	55	60,8	46,5
Milho	12	28	50,3	78,1
Viveiro de flores e ornamentais	20	24	49,0	71,2
Mandioca	4	26	1,4	13,2
Horta doméstica	8	23	2,9	9,3
Banana	7	25	2,7	31,1
Pomar doméstico	28	51	18,5	20,9
Cenoura	19	28	17,9	19,2
Acelga	15	16	16,5	15,4
Cebolinha	35	43	14,7	16,6
Ervas medicinais e aromáticas	7	24	2,2	17,5
Abóbora	2	16	10,0	17,4

Fonte: Elaboração própria, a partir das tabelas em São Paulo (2009); São Paulo (2019).

Tabela 4 – Dados de produção de lavouras permanentes, temporárias e pastagens no município de São Paulo, segundo dados do Censo Agropecuário 2006 e 2017

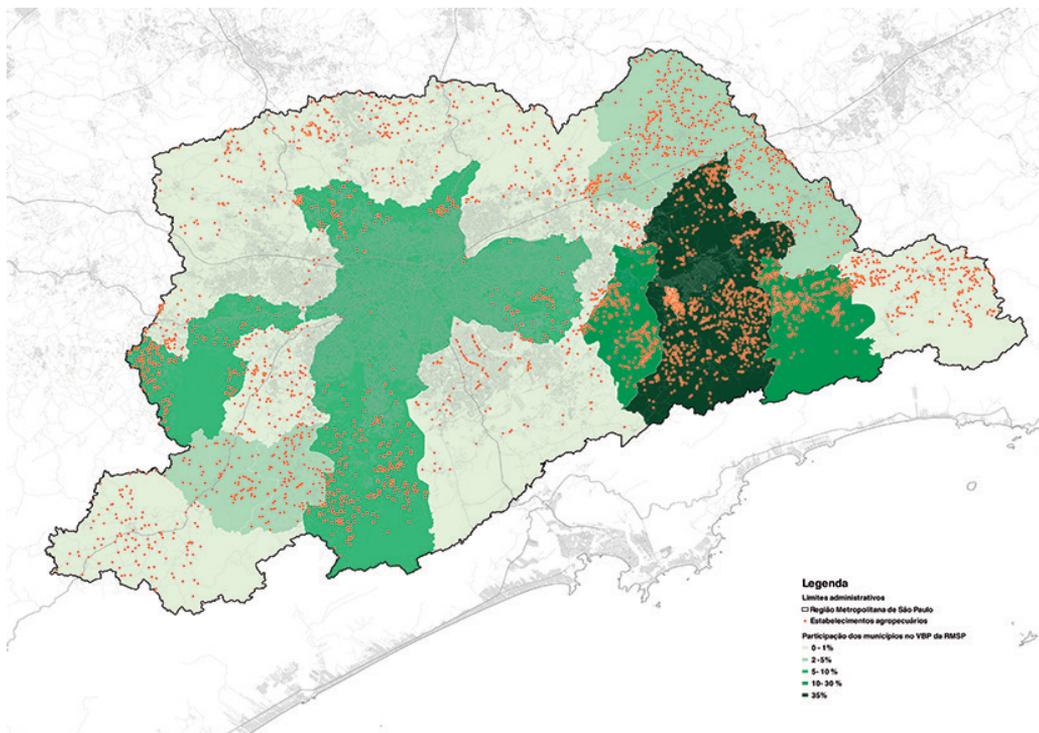
Tipo de lavoura	Número de estabelecimentos		Área destinada (ha)		Valor estimado da produção (R\$)	
	2006	2017	2006	2017	2006	2017
Lavoura permanente	46	184	60	343	438.000 (apenas banana)	1.520.000,00
Lavoura temporária	139	335	861	689	67.000 (mandioca, cana, feijão e milho)	371.000,00
Cultivo de flores	21	98	77	432		
Pastagens naturais	46	72	542	317		
Pastagens plantadas	15	24	110	143		

*Fonte:* Elaboração própria, com base nas tabelas em IBGE (2006; 2018).

Tabela 5 – Dados de produção mais relevantes no município de São Paul – Censo Agropecuário 2006 e 2017

Cultura	Número de estabelecimentos		Produção	
	2006	2017	2006	2017
Banana (ton)	17	41	371	293
Cana de açúcar (ton)	14	14	8	17
Feijão (ton)	28	32 (aprox.)	3	8
Mandioca (ton)	43	96	55	110
Milho (ton)	15	30	8	71
Abóbora (ton)		28		35
Galinhas (un)	43	168	3.000	7.000
Gado (un)	19	59	507	859
Gado (leite - litros)	19	39	69.000	202.000
Cabras (un)	4	20	60	322
Codornas (un)		6		120.031
Patos e Gansos (un)		40		919
Suínos (un)	39	51	4.000	1.500

*Fonte:* Elaboração própria, com base nas tabelas em IBGE (2006; 2018).



*Fonte:* Instituto Escolhas e Urbem (2020).

Figura 1 – Estabelecimentos agropecuários e participação dos municípios no Valor Bruto da Produção (VRP) da Região Metropolitana de São Paulo – Censo Agropecuário IBGE 2017.

Tabela 6 – Distribuição e área das Unidade de Produção Agrícola contidas no Cadastro do Produtor Rural (CPR) – 2012

Região	Número de Unidade de Produção Agropecuária (UPA)	Área total (ha)
Sul	312	4.642,20
Norte	42	184,15
Leste	48	134,71
Total	402	4.961,06

*Fonte:* Valdiones (2013).

Outro levantamento, o Cadastro do Produtor Rural, analisado por Valdiones (2013), identificou que, no município, existem aproximadamente 446 Unidades de Produção Agropecuária (UPA), ocupando uma área total de 5.000 ha e distribuídas principalmente nas periferias das regiões norte, sul e leste (Valdiones, 2013, p.87-90).

Conforme cadastramento realizado no âmbito do projeto Ligue os Pontos, o município de São Paulo possui cerca de 646 unidades de produção agropecuária, sendo 524 na zona sul, 61 na zona leste e 61 na zona norte. Em relação à zona sul, foram identificadas 1.469 pessoas envolvidas, segundo a base consolidada do projeto, com área total aproximada de 2.313,38 hectares.

A agricultura na região sul do MSP, onde a produção é mais expressiva, é tipicamente familiar, sendo 64% proprietários, 78% que moram nas propriedades e 65% com mão de obra exclusivamente familiar (São Paulo, 2020). Além disso, 79% das UPA cultivam frutíferas, apesar de apenas 16% de fato comercializarem essas frutas, e grande parte produz e comercializa folhosas, legumes, raízes e ervas aromáticas (65%). Também há uma vasta produção de plantas ornamentais (em 45% das UPA), mas apenas 19% de fato comercializa e acessa os mercados dessa cadeia produtiva. A produção animal também foi evidenciada em 218 UPA, com a produção para comercialização de galinhas e frangos (89%), de ovos (83%), de porcos (21%) e de mel (6%). No total, 54% das UPA têm renda bruta agrícola inferior a R\$1.000,00/mês e 4% possuem renda agrícola superior a R\$20.000,00/mês (São Paulo, 2020).

De acordo com o CPR e com o Lupa, a maioria das propriedades tem cerca de 0,1 a 5 ha, exceto na região sul, onde há fazendas que chegam a ser maiores que 50 ha. Valdiones (2013) demonstra que boa parte dos agricultores urbanos do município possui a propriedade da terra, muitos deles adquiridos por herança. Apenas na região norte e em São Mateus, na região leste, é que há outras formas de posse da terra, como o arrendamento e a contratação por comodato. Nos dados do Censo Agropecuário 2017, assim como no cadastramento do Ligue os Pontos, também há indicação de uma maioria proprietária nos estabelecimentos agropecuários (426 unidades).

Na zona norte (ZN), foram identificados 140 estabelecimentos no Censo Agropecuário 2017. Há predominância de produção de culturas temporárias que são comercializadas principalmente para atacadistas, feiras e diretamente para o consumidor final. Destaca-se na região a produção de animais realizada por mais da metade dos agricultores, onde a suinocultura e avicultura se destacam, apesar de enfrentarem problemas ambientais.

Na zona leste (ZL), foram identificados 99 estabelecimentos agropecuários no Censo Agropecuário 2017. Nessa região, é possível distinguir agricultores que cultivam em terrenos ociosos, em terrenos com linhas de transmissão de energia ou terrenos sobre adutoras de água e esgoto. A área produtiva total desse grupo tem destaque para a fruticultura (perene) e a produção de hortaliças (temporária) com comercialização direta ao consumidor final.

Na zona sul (ZS) se encontra a maior parte de unidades de produção agropecuária no município, chegando a 309 estabelecimentos conforme o Censo Agropecuário 2017 e 428 UPA conforme o credenciamento do Ligue os Pontos. As áreas de produção são mais extensas nessa região, apesar da maior parte ter tamanho de até 5 ha. Culturas temporárias, como a olericultura, são as mais presentes, com sistemas preponderantemente convencionais de produção. Também se destaca a produção de plantas ornamentais e a silvicultura, assim como a produção animal de frangos, galinhas, ovos e suínos.

Os dados existentes no CPR, no Censo Agropecuário, no Lupa e no cadastramento do Ligue os Pontos não são suficientes para possibilitar uma análise completa de todos os tipos de agricultura urbana do município. Hortas institucionais, comunitárias, quintais produtivos e outras práticas de menor escala permanecem invisibilizadas no retrato geral da agricultura da cidade, apesar de sua importância em diversas esferas da vida urbana. Na realidade, não há estudos que consigam apreender em sua totalidade as práticas de agricultura urbana, tendo em vista sua dinâmica e a flexibilidade de formas que pode assumir.

Para além dos levantamentos governamentais, também é digno de nota o mapeamento realizado por Baron (2017), consolidando diversas fontes de dados, governamentais ou não, e pesquisas acadêmicas, de forma a identificar hortas urbanas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). O autor identificou 412 hortas em onze municípios da RMSP, com destaque para os municípios de São Paulo, Diadema, Santo André e Embu. Assim, pode-se considerar um avanço no que diz respeito a identificar iniciativas que transcendem um olhar para agricultura urbana pautado apenas no que diz respeito ao abastecimento alimentar da metrópole (Baron, 2017).

### **Considerações acerca da comercialização**

O município de São Paulo é conhecido por acolher a maior central de abastecimento de frutas, legumes, verduras, flores, ovos, pescados e outros itens hortícolas da América Latina. Trata-se do Entrepasto Terminal de São Paulo (ETSP), da Companhia de Entrepastos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp), onde chegam produtos variados de mais de 1.500 municípios do Brasil e de 18 países (Ceagesp, 2020). As mais de 3,4 milhões de toneladas de alimentos frescos que passam anualmente pela Ceagesp (2020) são distribuídas nas 871 feiras livres cadastradas no município (São Paulo, 2020), direcionadas para os diversos estabelecimentos comerciais e de processamento de alimentos, além das casas dos consumidores que frequentam o mercado de varejo da Companhia.

A capital paulista ainda conta com 14 mercados municipais, 17 sacolões municipais (São Paulo, 2020) e outras centrais de distribuição de alimentos privadas, tais quais a do GPA e Grupo Carrefour, ambas localizadas na Região Metropolitana de São Paulo e vinculadas a 483 lojas na cidade (GPA, 2020; Carrefour, 2020). Além desses canais de distribuição e comercialização, a cidade também é abastecida por programas públicos, como o Programa Nacional

de Alimentação Escolar (PNAE), que forneceu 464,4 milhões de refeições em 2018 (São Paulo, 2018) para instituições municipais de ensino básico.

O MSP soma, portanto, números expressivos relacionados aos canais de distribuição e comercialização e é intensamente abastecida, ainda que de forma desigual tendo em vista as características e a qualidade dos alimentos. Por detrás de tantos números surpreendentes, encontram-se as diversas regiões do Brasil e afora, umas mais distantes, outras mais próximas, engajadas com a agricultura e a produção de alimentos que sustentam a metrópole paulista. A Região Metropolitana de São Paulo é uma delas e se destaca historicamente, pela produção de horticultura no chamado Cinturão Verde.

O acesso aos canais de comercialização desempenha um papel importante para a manutenção da agricultura no município, visto que garante parte da renda para os produtores, favorecendo a sua permanência na terra e a reprodução social da atividade agrícola como alternativa viável. Além disso, muitas vezes, esses canais suprem a demanda por alimentos frescos em áreas onde o seu acesso é mais escasso ou de menor qualidade ou ainda onde são vendidos a preços elevados, como é o caso dos produtos orgânicos (Leão, 2019). No entanto, não são poucos os desafios encontrados pelos agricultores em acessar o sistema de distribuição e comercialização do MSP, sobretudo para aqueles produtores familiares em menor escala. Seja pela escala da produção, pelo volume produzido, pelo preço vendido a agentes intermediários ou por questões logísticas, a entrada nos grandes canais de comercialização nem sempre é uma realidade para os agricultores.

Além de atividades sociais, educativas, esportivas, religiosas e aquelas voltadas ao turismo rural e à conservação ambiental, a produção agropecuária paulistana desenvolve inúmeras cadeias de produção e consumo. Dentre tais cadeias, é possível destacar a Cadeia de Horticultura e de Culturas Temporárias, a Cadeia de Flores e Plantas Ornamentais, a Cadeia da Suinocultura e a Cadeia de Avicultura. Há outras cadeias produtivas no município, associadas à produção de frutas e culturas perenes, à produção florestal e à piscicultura, que são de menor expressão.

A cadeia de Horticultura e Culturas Temporárias é a maior em termos de abrangência de mercados. Ela é caracterizada, principalmente, pela produção de banana, diversas culturas folhosas, tubérculos, Plantas Alimentícias Não Convencionais (Panc) entre outros produtos. O quadro a seguir sintetiza os canais de comercialização acessados pelos nossos interlocutores.

Tabela 7 – Relação de canais de comercialização: horticultura e culturas temporárias

AAZL - Zona Leste (2019)	Feira do Shopping Anália Franco, Feira Orgânica do Parque do Carmo, Feira Orgânica do Ceret (Tatuapé), Feira Orgânica de São Miguel, Instituto Feira Livre (Centro), Cestas do Sesc Itaquera, venda direta nas áreas de produção, venda em uma loja especializada em produtos orgânicos de uma das agricultoras na região.
Agroverde - Zona Norte (2020)	Ponto de venda no Jardim Damasceno, Jardim Paulistano e Jardim Antártica. Entrega de cestas com produtos selecionados para condomínios próximos, para mercados de bairro e venda de porta em porta nas ruas residenciais.
Cooperapas - Zona Sul (2020)	Pela Cooperativa: Feira do Parque Ibirapuera, Feira do Parque da Água Branca, Rede Sesc (diversas unidades), Restaurantes particulares (Pinheiros e Vila Madalena), empresas Google (Itaim Bibi) e Facebook (Itaim Bibi), Instituto Feira Livre (Centro), Instituto Chão (Pinheiros) e Instituto Baru (Butantã) e Subprefeitura de Parelheiros. Vendas particulares: feiras livres, venda direta na área de produção e revenda para sistemas de cestas.
Outros produtores da Zona Sul (2020)	Ceagesp, feiras livres e feirantes, mercados de bairro e Sacolões.

*Fonte:* Elaboração própria.

A Associação dos Agricultores da Zona Leste (AAZL) escoia sua produção majoritariamente para a ZL de São Paulo, isto é, mantém o alimento no território em que foi produzido. Isso se dá, também, em razão do custo de transporte constituir um fator limitante para esses agricultores, bem como as pequenas áreas que possuem para produzir, não permitindo a venda em escala maior para os programas de abastecimento, por exemplo. É importante citar que 11 agricultores da Associação compõem a Organização de Controle Social (OCS) Agricultores da Zona Leste. As OCS constituem uma das três formas de reconhecimento da agricultura orgânica previstas na Lei 10.831/2003.<sup>1</sup>

De forma sucinta, as OCS permitem o reconhecimento da qualidade orgânica por meio da relação de confiança estabelecida entre os produtores e os consumidores sem intermediários na comercialização de alimentos. Assim, as OCS preveem que os agricultores se organizem em processos de averiguação interna do cumprimento das normas da agricultura orgânica, o que lhes permite acessar circuitos curtos de proximidade, tendo reconhecimento oficial de qualidade orgânica. Além das feiras de produtores, os circuitos curtos de proximidade (CCP) compreendem os grupos de consumo responsável, programas públicos de abastecimento alimentar, entre outros (Darrot; Durant, 2010; Leão, 2019). A OCS Agricultores da Zona Leste é formada por cinco casais e um produtor autônomo e se organiza por meio das reuniões e visitas de averiguação que ocorrem ao longo do ano.

A Cooperativa Agroverde, responsável pela comercialização de parte dos agricultores da zona norte, também acessa canais de via direta aos consumidores, notadamente dos bairros do entorno das áreas de produção. Ainda que não esteja vinculada a mecanismos de reconhecimento da produção orgânica, o

manejo que realizam não inclui o uso de agrotóxicos. É importante acrescentar que a Cooperativa entregava, até 2016, seus produtos hortícolas para o PNAE atendendo os municípios de São Bernardo do Campo, Santo André, Suzano e São José dos Campos. Os outros produtores da zona norte também vendem seus produtos em feiras livres, pequenos mercados de bairro e diretamente na área de produção.

A Cooperapas possui uma gama de canais de escoamento maior e mais diversa, comparativamente à AAZL e à Cooperativa Agroverde, favorecendo a estabilidade de sua comercialização. Por outro lado, maior parte do alimento que fornece se desloca da zona sul (ZS) de São Paulo para as zonas mais centrais, onde os Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) são mais elevados e são diversos os pontos de abastecimento alimentar, incluindo Institutos de Economia Solidária, a Rede Sesc e feiras de produtores. Os agricultores da Cooperapas também têm a sua produção orgânica reconhecida pelas outras duas modalidades previstas na Lei: a certificação participativa (SPG) e a certificação por auditoria privada. Além desses, alguns agricultores possuem o Protocolo de Transição Agroecológica, emitido pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Por serem menos restritivas em relação aos mercados que as OCS, os agricultores podem acessar vias indiretas ao consumidor, sobretudo os restaurantes.

Os agricultores não cooperados da ZS vendem seus produtos na Ceagesp, em feiras livres ou para feirantes, em mercados locais e diretamente na área de produção. Trata-se de agricultores com maiores áreas, normalmente especializados em um tipo de cultura, com emprego de manejo convencional. Nota-se que produzem um volume mais expressivo e são mais adaptados aos mercados industrializados.

### **Considerações finais**

O presente artigo buscou apresentar e caracterizar a agricultura existente no município de São Paulo, discutindo sua estimativa de produção e os principais canais de comercialização que têm sido acessados pelos agricultores.

Os dados demonstraram que o MSP possui uma agricultura produtiva e diversa, que não só abastece parte da demanda da população por alimentos, como compõe o território e a produção do espaço urbano. Mesmo assim, é de fundamental importância reconhecer a dificuldade em termos de assertividade em relação à agricultura no município, tendo em vista sua dinâmica e a multiplicidade de formas que assumem. É importante aprimorar as bases de dados e garantir que ajudem compreender a diversidade agrícola encontrada no território.

As alterações observadas na série histórica, no entanto, não parecem oferecer um quadro adequado do real crescimento que o setor da agricultura teve no município. É preciso considerar que podem apresentar subnotificações, especialmente nos levantamentos antigos, uma vez que a agricultura no MSP apenas recentemente teve sua importância reconhecida. A distinção entre o urbano e o rural, a ausência de reconhecimento de que as cidades podem ter produção

agrícola dentro da malha urbana e as metodologias de pesquisas dos censos agropecuários são fatores que podem ter ocasionado subnotificações, impossibilitando estimar com precisão o crescimento da agricultura urbana no MSP. Mesmo assim, é possível sugerir que os dados mais recentes se aproximam mais da realidade encontrada no território.

Mesmo com dados subnotificados, observa-se um incremento na agricultura no MSP nos últimos 15 anos. A estruturação de políticas públicas para o setor,<sup>2</sup> a abertura de feiras orgânicas e espaços de comercialização, além do crescimento identificado na produção agrícola municipal demonstram que há de fato um aumento e uma valorização das atividades agropecuárias no município.

No que se refere à comercialização, é oportuno destacar a pouca disponibilidade de dados oficiais publicados sobre o tema. Tendo em perspectiva as informações colhidas junto aos agricultores, destacam-se algumas observações a seguir. Primeiramente, nota-se a relação entre a produção agrícola de menor escala e os circuitos curtos de proximidade no MSP. Além disso, os agricultores vinculados a associações e cooperativas tendem a diversificar os seus canais de comercialização, garantindo maior estabilidade no escoamento e na geração de renda. Cabe também ressaltar a particularidade do papel de agentes exteriores às associações e cooperativas de agricultores e de instituições engajados com a AU, notadamente na comercialização.

As feiras livres e feiras orgânicas desempenham um papel importante no abastecimento da cidade com alimento mais saudável e fresco, e traz outros benefícios para os espaços urbanos como redução dos impactos ambientais na produção, armazenamento e comercialização. Tais modelos de comercialização ainda existentes no MSP beneficiam os produtores na manutenção de sua atividade agrícola. O papel dos pequenos mercados se dá, juntamente a esses outros canais diretos, principalmente na retenção dos alimentos produzidos no território para a população local. Quanto ao acesso às políticas públicas, a participação de programas de abastecimento que incorporam a AU ainda é incipiente.

Em tempos presentes e certamente futuros, a segurança alimentar nas cidades pode ser ameaçada por diferentes tipos de crises ambientais e financeiras, levando a grandes desigualdades de acesso e enormes consequências ao bem-estar humano. Portanto, conhecer melhor e certamente fomentar o seu potencial produtivo é um poderoso fator de preparo para melhor lidar com incertezas futuras.

Financiamento – Esta pesquisa foi possível graças ao financiamento e concessão de bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo processo 2017/14301-3, e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo Programa de Excelência Acadêmica (Proex).

## Notas

- 1 A Lei n.10.831/2003 dispõe sobre a produção e comercialização de produtos orgânicos no Brasil.
- 2 Dentre as políticas públicas para a agricultura no município de São Paulo, podemos citar o Programa de Agricultura Urbana e Periurbana (Proaurp - Lei n.13.727/04 e Decreto n.51.801/10), o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, o Projeto Ligue os Pontos entre outros.

## Referências

- AFSHIN, A. et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, v.393, n.10184, p.1958-1972, 2019.
- BARON, B. C. *Agroecologia e urbanidade: uma investigação a partir da agricultura urbana na Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo, 2017. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- BLAZOTI, A. R. *Engajamento político na agricultura urbana: a potência de agir nas hortas comunitárias de São Paulo*. Piracicaba, 2020. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BLAZOTI, A. R.; SORRENTINO, M. Agricultura urbana no município de São Paulo: uma proposta de caracterização. *Conference Proceedings: Third International Conference on Agriculture and Food in an Urbanizing Society*. Porto Alegre: UFRGS/FAO, 2018.
- BORGES, C. A.; CABRAL-MIRANDA, W.; JAIME, P. C. Urban Food Sources and the Challenges of Food Availability According to the Brazilian Dietary Guidelines Recommendations. *Sustainability*, v.10, 4643, 2018; Special Issue Urban Food Deserts: Perspectives from the Global South, 2018.
- CALDAS, E. de L.; JAYO, M. Agriculturas urbanas em São Paulo: histórico e taxonomia. *Confins*, Paris, v.29, 2019.
- CARNEIRO, M. J.; MALUF, R. S. Multifuncionalidade da agricultura familiar. *Cadernos do CEAM*, p.43-58, 2005.
- CARREFOUR. *Localizador de Lojas*. Disponível em: <<https://www.carrefour.com.br/localizador-de-lojas>>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- CEAGESP. Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo. *Entrepostos: Capital – ETSP*. 2020. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/entrepostos/etsp/>>. Acesso em: 26 mar. 2020.
- DARROT, C.; DURANT, G. Référenciel central des circuits courts de proximité: mise en évidence et statut pour l’action. *Circuits courts: Contribution au développement régional*. Ouvrage collectif, INRA. Dijon: Educagri Éditions, 2010. 224p.
- GIATTI, L. L. et. al. Nexos de exclusão e desafios de sustentabilidade e saúde em uma periferia urbana no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. v.35, e00007918, 2019.

- GPA. Grupo Pão de Açúcar. *Onde estamos*. Disponível em: <<https://www.gpabr.com/pt/conheca-o-gpa/onde-estamos/>>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário 2006*. IBGE, 2006.
- \_\_\_\_\_. *Produção Agrícola Municipal 2016*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
- \_\_\_\_\_. *Censo Agropecuário 2017*. IBGE, 2018.
- \_\_\_\_\_. Censo agropecuário: resultados definitivos 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf). Acesso em: 10 fev. 2021.
- INSTITUTO ESCOLHAS E URBEM, *Cartografias*, Mais perto do que se imagina: os desafios da produção de alimentos na metrópole de São Paulo, 2020.
- LEÃO, V. O. P. S, *Organizações de Controle Social na Região Metropolitana de São Paulo: relações de proximidade e de confiança em foco*. Piracicaba, 2019. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- McCLINTOCK, N. Radical, reformist, and garden-variety neoliberal: coming to terms with urban agriculture’s contradictions. *Local Environment Journal*, v.19, n.2, p.147-71, 2014.
- MINAYO, M. C. S. Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v.5, n.7, p.1-12, abril 2017.
- MOUGEOT, L. J. A. Agricultura Urbana - conceito e definição. *Revista de Agricultura Urbana*, 1, Resource Centre on Urban Agriculture and Forestry - RUAF, 2000.
- NAGIB, G. *Agricultura urbana como ativismo na cidade de São Paulo: o caso da Horta das Corujas*. São Paulo, 2016. 434p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- OPITZ, I. et al. Contributing to food security in urban areas: differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agric Hum Values*, v.33, p.341, 2016.
- PESSOA, C.C.; SOUZA, M. de; SCHUCH, I. Agricultura urbana e Segurança Alimentar: estudo no município de Santa Maria – RS. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v.13, n.1, p.23-37, 2006.
- SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo. *Agricultores recebem certificado de orgânico*. Notícia veiculada em 21/7/2017. Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/sao\\_mateus/noticias/index.php?p=74336](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/sao_mateus/noticias/index.php?p=74336)>. Acesso em: 24 maio 2018.
- \_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de São Paulo. Cadastramento de Unidades Produtivas, 2019. *Projeto Ligue os Pontos*. Disponível em: <<https://ligueospontos.prefeitura.sp.gov.br/agricultura-familiar/cadastro/>>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. *Dados Abertos, Refeições Servidas - 2018*. Disponível em: <<http://dados.prefeitura.sp.gov.br/it/dataset/alimentacao-escolar-relatorio-de-refeicoes-servidas/resource/1b06fae-4964-4387-8583-c4f17827519b>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo. *GeoSampa - Mapa*, 2020. Disponível em: <[http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/\\_SBC.aspx](http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx)>. Acesso em: 11 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. *Projeto Ligue os Pontos, Relatório da fase 1*, 2018. Disponível em: <[https://gesta-ourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/RELAT%C3%93RIO\\_SITE\\_PTBR.pdf](https://gesta-ourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/RELAT%C3%93RIO_SITE_PTBR.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Trabalho. *Feira Maps*. Disponível em: <[https://www9.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/sdte/pesquisa/feiras/lista\\_completa.html](https://www9.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/sdte/pesquisa/feiras/lista_completa.html)>. Acesso em: 11 mar. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. *Projeto LUPA 2007/2008: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável, 2009.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. *Projeto LUPA 2016/2017: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável, 2019.

SWINBURN, B. A. et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: the Lancet Commission report. *The Lancet*, v.393, n.10173, p.791-846, 2019.

VALDIONES, A. P. G. *Panorama da agricultura urbana e periurbana no município de São Paulo*. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Mudança Social e Participação Política, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

WILLETT, W. et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, v.393, n.10170, p.447-92, 2019.

*RESUMO* – A Agricultura Urbana (AU) tem sido apontada, mais recentemente, como elemento importante nos discursos e nas práticas que visam à segurança alimentar urbana. O presente artigo procurou discutir a produção agrícola do Município de São Paulo (MSP) e seu escoamento, considerando a diversidade de perfis que a AU pode assumir. Para tal, foi avaliada a produção agrícola em bases de dados oficiais. No que se refere à comercialização, foram coletadas informações em sete entrevistas semiestruturadas com agricultores do MSP entre 2018 e 2020. Os principais resultados encontrados indicam que houve um crescimento das práticas agropecuárias no município, acessando uma ampla variedade de canais de comercialização. A abertura de novos mercados, o desenvolvimento de políticas públicas e o reconhecimento público foram essenciais para o crescimento da agricultura no MSP.

*PALAVRAS-CHAVE*: Agricultura urbana, Município de São Paulo, Produção agropecuária, Comercialização.

*ABSTRACT* – Urban agriculture (UA) has recently been pointed out as an important element in the discussion and practices of urban food security. This article seeks to discuss agricultural production and distribution in the city of São Paulo, considering the diversity of profiles that UA can assume. To this end, official databases were used to compute agricultural production. With regard to commercialization, information was collected from seven semi-structured interviews with farmers of the city of São Paulo between

2018 and 2020. The main findings indicate that there was an increase in agricultural practices in the city, encompassing a wide variety of commercialization channels. The opening of new markets, the development of public policies and public recognition were essential for the growth of agriculture in the city of São Paulo.

*KEYWORDS:* Urban agriculture, City of São Paulo, Agricultural production, Commercialization.

*André Ruoppolo Biazoti* é membro do Grupo de Estudos em Agricultura Urbana (GEAU), Instituto de Estudos Avançados (IEA), Universidade de São Paulo (USP). @ – andrebiazoti@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0001-7132-0376>.

*Vitória Oliveira P. de Souza Leão* é membro do Grupo de Estudos em Agricultura Urbana (GEAU), Instituto de Estudos Avançados (IEA), Universidade de São Paulo (USP). @ – vitorialeao.usp@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0003-3595-5002>.

*Rafael Junqueira Buralli* é consultor do Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública (DSASTE) do Ministério da Saúde e membro do Grupo de Estudos em Agricultura Urbana (GEAU), Instituto de Estudos Avançados (IEA), Universidade de São Paulo (USP). @ – rafael.buralli@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0001-7006-6177>.

*Thais Mauad* é professora associada do Departamento de Patologia, Faculdade de Medicina (FM), Universidade de São Paulo (USP). @ – tmauad@usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-3354-1466>.

Recebido em 10.9.2019 e aceito em 20.4.2020.

<sup>I, II, III</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, Grupo de Estudos em Agricultura Urbana, São Paulo, Brasil.

<sup>IV</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Patologia, São Paulo, Brasil.



# Multifuncionalidade da agricultura urbana e periurbana: uma revisão sistemática

ROBERTA MORAES CURAN<sup>I</sup>

e PAULO EDUARDO MORUZZI MARQUES<sup>II</sup>

## Introdução

**A**TUALMENTE, o número de pessoas que vivem com fome é alarmante, atingindo mais de 820 milhões em torno de todo o globo, além de mais de dois bilhões de pessoas em um estado de insegurança alimentar de moderado a severo (FAO, Ifad, Unicef, WFP, WHO, 2019). Essa população que sofre com a falta diária de acessibilidade e disponibilidade de alimentos frescos e nutritivos vive em geral nas áreas urbanas.

Dessa maneira, a valorização, o incentivo e a prática da Agricultura Urbana e Periurbana (AUP), notadamente aquelas baseadas nos princípios agroecológicos,<sup>1</sup> podem ser vistos como uma alternativa social, ambiental e economicamente sustentável para fazer parte da estratégia de solução do problema da fome, promovendo a produção e o abastecimento de alimentos para essas populações urbanas.

A propósito, uma dieta rica em micronutrientes pode ser obtida a partir de sistemas de produção de alimentos descentralizados, baseados em mercados locais. Renato Maluf apresenta uma ligação entre as questões de segurança alimentar e nutricional e modelos agroalimentares de produção quando considera que, “o atual status alimentar e nutricional da população brasileira, em relação com as diferenças sociais, está fortemente ligado à maneira como os alimentos são produzidos e distribuídos no país” (Maluf et al., 2015, p.2305).

Assim, a AUP desponta como uma maneira promissora de contribuir com o alcance da segurança alimentar e nutricional das populações urbanas, principalmente se praticada nas periferias. Nessas regiões, o acesso a alimentos saudáveis/agroecológicos, a promoção da mudança de hábitos alimentares e a troca de conhecimento em relação a espécies e receitas antes desconhecidas podem ser garantidos por meio da prática da agricultura que segue os princípios agroecológicos (Ribeiro; Bógus; Watanabe, 2015).

A AUP pode ser considerada também como uma ferramenta de promoção da saúde da população, uma vez que estimula a integração e o protagonismo

social, além de criação de ambientes favoráveis à saúde (Ribeiro; Bógus; Watanabe, 2015).

Ademais, terrenos abandonados nas cidades são, por muitas vezes, ocupados por atividades indesejadas pela população local. A utilização dessas áreas por atividades agrícolas pode gerar um impacto positivo nas comunidades, criando melhores condições ambientais e alimentares que contribuam para a melhora na sua saúde (Ribeiro; Bógus; Watanabe, 2015).

É pertinente também notar que muitas vezes a AUP é considerada pela sociedade como um modismo ou exercício temporário. No entanto, nota-se que o crescimento dessa prática, em sua informalidade, nos últimos trinta anos ocorreu principalmente devido à busca por segurança alimentar e geração de renda. Vale salientar, no entanto, que a prática da agricultura nas áreas urbanas vai para além de aspectos técnicos e produtivos, oferecendo oportunidade de desenvolver uma consciência social, comunitária e ambiental com vocação de transformar as formas de relações socioambientais (Duchemin; Wegmuller; Legault, 2009).

Entende-se, assim, a relevância de analisar a AUP como uma prática emergente que pode promover a resiliência das cidades e fortalecer os sistemas alimentares regionais por meio de suas múltiplas funções e potencialidades adaptativas, uma vez que contribui para a segurança alimentar das populações urbanas, reduz emissões de gases de efeito estufa devido à proximidade entre produtor e consumidor; proporciona ambientes mais saudáveis, entre outros.

A realização desta pesquisa se deu baseada no questionamento das diferentes funções já identificadas pela literatura que a agricultura urbana e periurbana pode assumir.

### **Metodologia**

A metodologia utilizada para esta pesquisa foi a revisão sistemática da literatura, que consiste em uma “investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis” (Galvão; Pereira, 2014, p.1). O procedimento deve ser bem definido e rigoroso de forma que a qualidade do resultado da pesquisa seja relevante, consistente e original.

O método de revisão sistemática consiste dos seguintes procedimentos e etapas: (i) formulação da questão de pesquisa; (ii) estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; (iii) seleção e acesso à literatura; (iv) avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão; e (v) análise, síntese e disseminação dos resultados (Cronin; Ryan; Coughlan, 2008; Galvão; Pereira, 2014).

Para este trabalho escolheu-se desenvolver a Tabela 1 com todas as etapas e desenvolvimento do processo afim de facilitar a operação prática e de apresentação da pesquisa.

Tabela 1 – Etapas e desenvolvimento da revisão sistemática da literatura

Etapas	Desenvolvimento
(i) Formulação da questão de pesquisa	Quais são as funções da agricultura urbana e periurbana e como são desempenhadas?
(ii) Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão	<p>Os critérios de inclusão e exclusão utilizados nas buscas da literatura existente obedeceram às seguintes delimitações para obter materiais:</p> <p>(a) busca nos itens “título”, “palavra-chave” e/ou “resumo”.</p> <p>(b) palavras chaves em português combinadas pelo operador booleano AND: “agricultura urbana” AND “multifuncionalidade” “agricultura urbana” AND “multifuncional”</p> <p>(c) palavras chaves em inglês combinadas pelo operador booleano AND: “urban agriculture” AND “multifunctionality” “urban agriculture” AND “multifunctional”</p> <p>(d) apenas artigos completos em periódicos (exclusão de resumos, resenhas, capítulos de livros, anais de eventos, editoriais, patentes etc.).</p> <p>(e) apenas artigos escritos em português e/ou inglês.</p> <p>(f) período de publicação – desde o início das publicações nas bases de dados até 30/01/2020.</p> <p>(g) Base de dados pesquisadas: Science Direct (Elsevier), Scientific Electronic Library (Scielo) e Portal de Periódicos Capes.</p>
(iii) Seleção e acesso à literatura	Considerou-se todos os resultados de busca nas bases de dados que apresentassem os termos de busca no título, resumo ou palavras-chave, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.
(iv) Avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão	Após realização de busca de artigos nas bases selecionadas de acordo com critérios estabelecidos, foi feita uma análise de duplicidade de trabalhos. A partir de então foi possível avaliar os artigos em relação a aderência ao tema e à intenção de pesquisa, por meio da leitura dos resumos dos artigos. Finalmente determinou-se o escopo de artigos que tratam especificamente do tema de pesquisa dessa revisão e, que deveriam ser lidos de forma integral.
(v) Análise, síntese e disseminação dos resultados	<p>Análise dos artigos selecionados para leitura integral e detalhada. Para cada um dos artigos buscou-se identificar sete tipos de dado ao longo da análise, sendo eles: (1) título; (2) ano de publicação; (3) autores; (4) periódico; (5) local do estudo; (6) tipologias de AUP; e (6) funções da AUP.</p> <p>A partir desta organização, foi possível comparar e discutir as informações encontradas.</p>

Fonte: Adaptado de Filippi, Guarnieri e Cunha (2019).

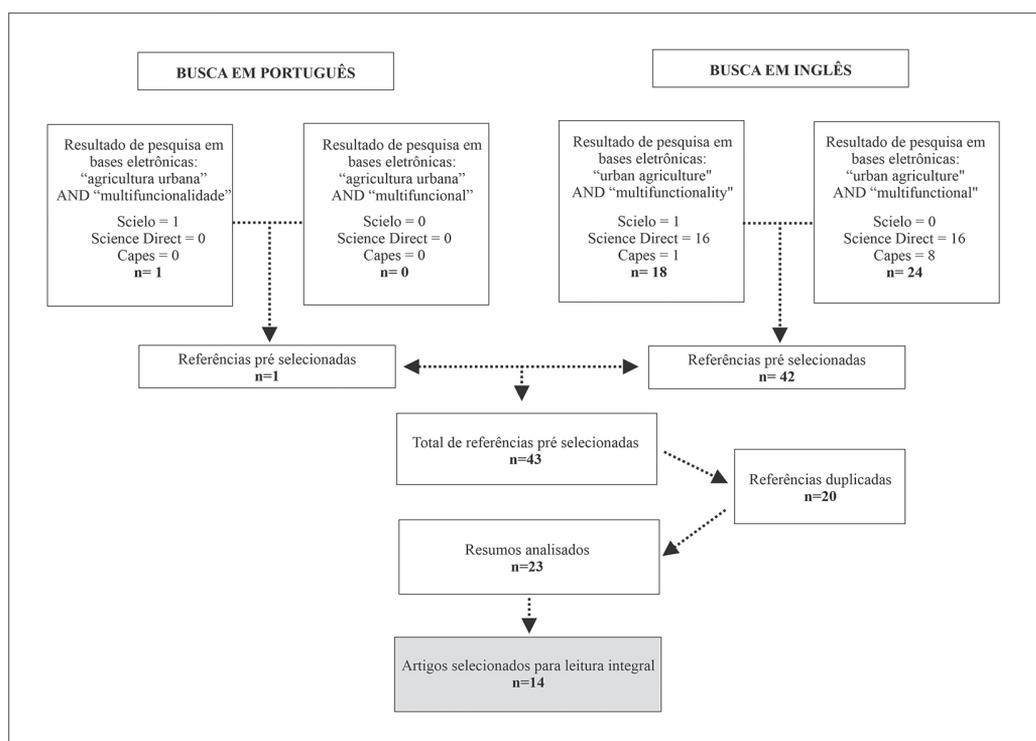
## Resultados e discussão

O processo de seleção das publicações sobre a multifuncionalidade da AUP foi realizado de acordo com os critérios apresentados no item (ii) *Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão* da Tabela 1. A busca constituída pelas palavras-chave em português “agricultura urbana” AND “multifuncionalidade” gerou como resultado apenas um artigo na base Scielo, nas demais bases não foram localizados artigos. Não foi encontrado nenhum artigo nas três bases pesquisadas para a busca “agricultura urbana” AND “multifuncional”. Já as buscas em inglês geraram maior quantidade de artigos, sendo que para “urban agriculture” AND “multifunctionality” foram localizados um total de 18 artigos, um

deles na base Scielo, um na base Capes e 16 na base Science Direct. Para “urban agriculture” AND “multifunctional” os resultados incluem 24 artigos, sendo 16 na Science Direct e 8 na Capes, a Scielo não localizou artigos que atendiam aos critérios.

Dessa forma, verificou-se um total de 43 referências pré-selecionadas, e 20 delas constituíam-se em duplicatas. Para os 23 artigos não duplicados foi avaliada a aderência ao tema e à intenção de pesquisa, por meio da leitura dos resumos dos artigos. Finalmente foi possível chegar num total de 14 artigos para leitura integral e buscou-se identificar sete tipos de dado ao longo da análise desses, sendo eles: (1) título; (2) ano de publicação; (3) autores; (4) periódico; (5) local do estudo; (6) tipologias de AUP; e (7) funções da AUP. A Figura 1 apresenta um fluxograma com o processo de seleção dos artigos acima descrito.

Após leitura cuidadosa dos 14 artigos selecionados foi criada a Tabela 2 para apresentar de maneira breve algumas informações sistematizadas desses, que incluem: título; ano de publicação; autores; periódico e local do estudo. Os dados de tipologias e funções da AUP serão apresentados de forma mais detalhada posteriormente neste artigo.



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 1 – Fluxograma da seleção das publicações sobre a multifuncionalidade da Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) de acordo com critérios estabelecidos.

De acordo com os dados sobre ano de publicação pode-se perceber que os estudos mais antigos encontrados nessa revisão sistemática são do ano de 2010, lembrando que o período de busca considera o início das publicações nas bases de dados até 30/1/2020. Ou seja, a temática da multifuncionalidade da AUP é bastante recente na pesquisa científica. Dentre os 14 artigos avaliados, 4 deles foram publicados entre 2019 e 2020, dentre os quais um encontrava-se publicado, porém sem volume, data e paginação definidos, evidenciando ainda mais a atualidade do tema.

Os estudos avaliados foram em sua maioria realizados por dois ou mais autores. Isso pode ser em decorrência do fato de que a pesquisa sobre multifuncionalidade da AUP é, em geral, complexa e interdisciplinar, demandando saídas de campo e extensivas discussões teóricas e práticas.

Vale ressaltar que os locais dos estudos de caso apresentados ao logo dos 14 artigos são, em sua maioria, especificamente oito, de países localizados no Norte Global, aqui representados por Suécia, Canadá, Alemanha, Itália, Holanda, Reino Unido, Bélgica, Suíça, Dinamarca, Escócia, Austrália e Estados Unidos da América. Dentre os demais estudos, quatro deles estão localizados no continente asiático, sendo dois deles na região de Pequim, na China; um na Indonésia e um no Nepal. Apenas um estudo contempla casos do continente africano, abrangendo oito cidades: Accra; Addis Abeba; Dakar; Dar es Salaam; Douala; Ibadan; Kampala e Nairóbi. E, finalmente, um estudo de caso está localizado na América do Sul, descrevendo a realidade da cidade de São Luís, no Estado do Maranhão, região Nordeste do Brasil.

Uma vez que as localidades estudadas nesta revisão sistemática incluem não somente países distintos, mas também realidades completamente diferentes, fica clara a impossibilidade de classificar a AUP como uma atividade uniforme e com características padrões. Somado a isso, é possível notar ao longo das análises dos trabalhos, a diversidade de tipologias de agriculturas urbana e periurbana. Em cinco trabalhos analisados, a tipologia apresentada é de maneira geral e abrangente sobre a agricultura periurbana. Já as hortas comunitárias aparecem como estudo de caso e/ou exemplo de tipologia também em cinco artigos. Sarah Lovell (2010) apresenta de maneira bastante completa as tipologias que a AUP pode apresentar, sendo elas hortas comunitárias; hortas escolares; hortas particulares (*homegardens*); hortas de cozinha e de quintais; lotes em espaços públicos; paisagens comestíveis; jardins de chuvas com espécies comestíveis; fazendas empresariais altamente rentáveis; pequenas hortas focadas em produção de espécies com alto valor agregado; prédios com arquitetura integrativa para diversos tipos de agricultura tais como pomares, hortas verticais e, telhados verdes com espécies comestíveis; e estufas com produção em terra ou hidropônicas. Will Valley e Hannah Wittman (2019) complementam as formas que a AUP pode adquirir com feiras de produtores local; criação de galinhas; negócios sociais; ocupação de espaços vazios da cidade; hortas em hospitais; hortas em parques; e fazendas em áreas particulares. Duas outras tipologias que merecem

Tabela 2 – Sistematização das informações gerais dos artigos selecionados para a revisão sistemática

	Título	Ano de publicação	Autores	Periódico	Local do estudo
1	Multifunctional Urban Agriculture for Sustainable Land Use Planning in the United States	2010	Sarah Taylor Lovell	<i>Sustainability</i>	Estados Unidos da América
2	Agro-tourism enterprises as a form of multi-functional urban agriculture for peri-urban development in China	2010	Zhenshan Yang; Jianming Cai; Richard Sliuzas	<i>Habitat International</i>	Pequim, China
3	Multifunctional peri-urban agriculture—A review of societal demands and the provision of goods and services by farming	2011	Ingo Zasada	<i>Land Use Policy</i>	Revisão de literatura de diversas regiões periurbanas, incluindo países como: Alemanha, Holanda, Reino Unido, Bélgica, Suíça, Dinamarca, Canadá, Suécia, Escócia
4	Evaluating the functionality of agricultural systems: social preferences for multifunctional peri-urban agriculture. The "Huerta de Valencia" as case study	2014	Inmaculada Marques-Perez; Baldomero Segura; Concepcion Maroto	<i>Spanish Journal of Agricultural Research</i>	Valencia, Espanha
5	Multifunctional Peri-Urban Agriculture and Local Food Access in the Kathmandu Valley, Nepal: A Review	2015	Shreema Rana; R. Rijanta; Rini Rachmawati	<i>Journal of Natural Resources and Development</i>	Vale do Kathmandu, no Nepal.
6	Multifunctionality assessment of urban agriculture in Beijing City, China	2015	Jian Peng; Zhicong Liu; Yanxu Liu; Xiaoxu Hu; An Wang	<i>Science of the Total Environment</i>	Pequim, China
7	A meta-analysis of urban and peri-urban agriculture and forestry in mediating climate change	2015	Shuaib Lwasa; Frank Mugagga; Bolanle Wahab; David Simon; John P Connors; Corrie Griffith	<i>Current Opinion in Environmental Sustainability</i>	Oito cidades do continente africano: Accra; Addis Ababa; Dakar; Dar es Salaam; Douala; Ibadan; Kampala e Nairóbi.
8	Mapping and Assessing Urban Agriculture in Rome	2016	Aurora Cavalloa, Benedetta Di Donatoa, Davide Marino	<i>Agriculture and Agricultural Science Procedia</i>	Roma, Itália
9	Multifunctional adaption of farmers as response to urban growth in the Jabodetabek Metropolitan Area, Indonesia	2017	Didit Okta Pribadi; Ingo Zasada; Klaus Müller; Stephan Pauleit	<i>Journal of Rural Studies</i>	Bacia hidrográfica de Ciliwung, ao sul de Jakarta - Indonésia
10	The multifunctionality of urban horticulture and its integration with the city ecosystem: a brief review of concepts and the case of São Luís	2019	João Flávio B Gome; Renata SB Gomes; Alex O Souza	<i>Horticultura Brasileira</i>	São Luís – Maranhão/ Brasil

11	A stakeholder approach, door opener for farmland and multifunctionality in urban green infrastructure	2019	Werner Rolf; Stephan Pauleit; Hubert Wiggering	<i>Urban Forestry &amp; Urban Greening</i>	Cidade de Malmö, na Suécia
12	Beyond feeding the city: The multifunctionality of urban farming in Vancouver, BC	2019	Will Valley; Hannah Wittman	<i>City, Culture and Society</i>	Vancouver, Canadá
13	Edible cities – An innovative nature-based solution for urban sustainability transformation? An explorative study of urban food production in German cities	2020	Katharina Sartison; Martina Artmann	<i>Urban Forestry &amp; Urban Greening</i>	Três cidades alemãs: Andernach, Haar e Munique
14	Principles of multifunctional agriculture for supporting agriculture in metropolitan peri-urban areas: The case of Greater Melbourne, Australia	2020 *	Ana Spataru; Robert Faggian; Annemaree Docking	<i>Journal of Rural Studies</i>	Região metropolitana de Melbourne - Austrália

Fonte: Elaboração própria (2020).

\* Para o período de busca de publicações desta revisão sistemática, até 31 de janeiro de 2020, este artigo já havia sido publicado, porém sem volume, data e paginação definidos. A publicação no volume 74 da *Journal of Rural Studies* ocorreu em fevereiro de 2020.

destaque são as propriedades focadas no agroturismo; e o sistema de parcelas (*allotments*), que em geral se constitui pela concessão de pequenas parcelas de terrenos governamentais para o plantio de alimento pelos cidadãos.

Compreende-se que tamanha abrangência de tipologias gera como resultado diferentes focos e funções para as distintas formas de AUP. De fato, cada propriedade, horta, jardim e/ou *allotment* acaba, em sua maioria, cumprindo diversas funções para além da produção de alimentos, assumindo assim uma agricultura multifuncional.

A multifuncionalidade da agricultura representa um modelo de agricultura que atende às demandas da sociedade por proteção ambiental, segurança alimentar, preservação de tradições culturais e promoção do desenvolvimento, funcionando como uma estratégia para os negócios agrícolas e uma possibilidade para a agricultura se adaptar à realidade urbana. Essa prática permite não somente a viabilidade da propriedade, mas também a transformação da paisagem. Relevante destacar que não se trata de diferentes funções ocorrendo ao mesmo tempo num mesmo espaço, e, sim, a sinergia entre estas na paisagem. Ou seja, a multifuncionalidade trata-se de um conceito inter- e transdisciplinar que leva em conta diferentes objetivos e valorizações, e não somente o somatório dessas (Spatarua; Faggiana; Docking, 2020; Rolf, Pauleita, Wiggering, 2019).

Os artigos selecionados para esta revisão sistemática apresentam de forma bastante abrangente diferentes funções que a AUP desempenha. Escolheu-se, com o intuito de realizar uma avaliação mais clara e detalhada, dividir as funções em três grandes dimensões: sociocultural, econômica e ambiental (Figura 2). Para cada uma delas foi possível identificar com riqueza de detalhes suas formas, especificações e contribuições para a AUP.

## MULTIFUNCIONALIDADE DA AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA



Figura 2 – Funções da Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) divididas por dimensão.

### Dimensão sociocultural

A dimensão sociocultural é representada primordialmente pela Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). Apesar de a FAO considerar a SAN por meio de quatro dimensões principais – disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade – leva-se em conta para este trabalho que a definição de SAN inclui também, os aspectos cunhados pela Via Campesina para o termo soberania alimentar, definido pelo “direito dos povos a alimentos saudáveis e culturalmente adequados, produzidos mediante métodos sustentáveis, assim como o direito de definir seus próprios sistemas agrícolas e alimentares” (Via Campesina, 2018; FAO, 2008). Ou seja, a SAN inclui não somente as questões de quantidade de alimentos, mas também de qualidade e hábitos culturais.

A melhora da SAN com a prática da AUP se dá por meio do autoconsumo e do incremento na renda com a venda de produtos nos mercados locais e regionais, promovendo o poder de compra de outros alimentos os quais não são produzidos nas hortas (Pribadi et al., 2017). A AUP proporciona, portanto, o fornecimento de alimentos para os sistemas alimentares urbanos, permitindo, assim, a disponibilização notadamente de alimentos frescos e nutritivos para populações localizadas em regiões onde comumente estes não são encontrados.<sup>2</sup> Vale notar que essa oferta de alimentos local assume papel importante, pois esses são em sua maioria disponibilizados a preços mais baratos do que os alimentos provenientes de regiões mais distantes e/ou importados e acessíveis nos casos inflação nos preços dos alimentos, aumento nos preços dos combustíveis e eventos ambientais extremos (Rana; Rijanta; Rachmawati, 2015).

A possibilidade de incremento no consumo de frutas e vegetais contribui para melhora no padrão nutricional e consequente na qualidade das dietas. Ademais, a oferta de alimentos frescos e nutritivos pela AUP auxilia diretamente no combate à obesidade infantil, diabetes e má nutrição (Valley; Wittman, 2019; Lovell, 2010). De acordo com Sarah T. Lovell (2010), envolvidos em atividades de agricultura urbana possuem dietas mais saudáveis e consomem mais frutas e vegetais do que os não participantes. Juntamente com o encorajamento da prática de atividades físicas nota-se que a AUP beneficia diretamente a saúde humana.

A coesão social gerada por meio da AUP é outra função relevante dentro da dimensão sociocultural. Tal fato se dá pela formação de um espírito de comunidade e maior integração racial, por meio do engajamento de pessoas de diferentes idades, países e história. Os espaços de cultivo de alimentos dentro e no entorno das cidades oferecem a oportunidade de socialização e cooperação com amigos, vizinhos e famílias no que se refere aos cuidados com as hortas, compartilhamento de alimentos, conhecimento e trabalho. Cria-se, portanto, uma comunidade empoderada e engajada em assuntos de seu interesse (Sartison; Artmann, 2020; Lovell, 2010).

Uma vez que o acesso a terras é uma questão complexa nas áreas urbanas e periurbanas, a AUP acaba por ocupar espaços antes muitas vezes subutilizados. Estimula, dessa forma, a requalificação de áreas não utilizadas e/ou degradadas, como as debaixo dos linhões de energia e próximo a cursos d'água, reduzindo a manutenção do governo com áreas verdes e evitando o despejo inadequado de resíduos. As consequências incluem não somente cidades com aspectos estéticos mais agradáveis, mas também uma melhor segurança pública, menos vandalismo e percepção de taxas de criminalidades mais baixas (Sartison; Artmann, 2020; Lovell, 2010; Gomes; Gomes; Souza, 2019).

Apesar de aproximadamente 65% dos agricultores urbanos serem mulheres (Orsini et al., 2013), dentre os artigos analisados, apenas Sarah T. Lovell (2010) apresenta como função da AUP, ainda que de forma breve, o empoderamento feminino e a equidade de gênero. O envolvimento desse grupo na AUP permite, por meio da economia realizada pelo cultivo de alimentos, que as mulheres invistam na diversificação de atividades que geram renda contribuindo para seu empoderamento e para o bem-estar de todos da moradia (Mougeot, 2005; Lovell, 2010).

A AUP permite também que haja reconexão dos moradores urbanos com o “mundo natural”, ou seja, o reestabelecimento de elos com a natureza promovendo uma experiência completa para a saúde mental, física e espiritual (Valley, Wittman, 2019; Sartison; Artmann, 2020; Rolf; Pauleita; Wiggering, 2019). Ingo Zasada (2011) propõe o que chama de *social farming*, que tem como intuito a interação social e cuidados com a saúde junto a atividades agrícolas. Essas são voltadas para a saúde, cuidado das áreas verdes e das áreas agrícolas, incluindo reabilitação, terapias e educação para pessoas com deficiências física e mental, pessoas em vulnerabilidade social, crianças e idosos.

Will Valley e Hannah Wittman (2019) afirmam que o papel da AUP no quesito educação está relacionado com o aumento da educação alimentar (*food literacy*), ou seja, com conhecimento, habilidade e práticas que permitem que os cidadãos se engajem com a cadeia produtiva dos alimentos, incluindo as formas como são produzidos, distribuídos, comercializados, consumidos e descartados. De fato, a educação pode ir para além da produção e incluir o aprendizado em cozinhar, nutrição, ciências, ambiente, gestão de negócios e sensibilidade cultural, desenvolvendo assim a conscientização de sistemas alimentares mais sustentáveis (Lovell, 2010). Esse conhecimento constitui-se numa importante maneira de estimular o diálogo sobre a alimentação em ambientes urbanos e empoderar as populações urbanas quando o assunto é alimentação, em todas as suas perspectivas. Trata-se de realçar o poder que as comunidades e consumidores como um todo podem mobilizar.

O desenvolvimento cultural e a valorização do patrimônio cultural como funções da AUP abrangem diversas possibilidades. Tais podem ser promovidas por meio da utilização de técnicas agrícolas tradicionais, plantio de espécies crioulas e o acesso a espécies raras de alimento (Rolf; Pauleit; Wiggering, 2019; Lovell, 2010). Quando atrelado ao agroturismo, o patrimônio cultural pode ser promovido através da arquitetura tradicional dos prédios dos empreendimentos agrícolas, do oferecimento de pratos da culinária local, celebração de festivais e, vivências em agricultura tradicional local (Yang; Cai; Sliuzas, 2010).

Na prática, a AUP está diretamente relacionada com lazer e oportunidades de recreação próxima à realidade dos cidadãos urbanos. O agroturismo realizado especialmente nas áreas periurbanas conecta essa população com a biodiversidade e a paisagem, sem afetar as atividades agrícolas. Além de oferecer a possibilidade de acesso a espaços abertos e agrícolas, fortalece as comunidades locais. Trata-se de um processo de intensificação e especialização das atividades agrícolas juntamente com o oferecimento de produtos culturais e ambientais que são em geral baseados nas culturas locais e nas características específicas do território (Yang; Cai; Sliuzas, 2010).

As atividades de recreação estão entre as mais diversas e incluem programas de colha e pague, pet-terapia para pessoas descapacitadas, ecoturismo, turismo científico, de observação, de aventura, enológico, observação de pássaros e vida selvagem, trilhas, pedaladas, pesca, caça, natação, entre outros (Cavalloa, Donatoa; Marino, 2016; Marques-Perez; Segura; Maroto, 2014; Rolf; Pauleita; Wiggering, 2019; Zasada, 2011). O acesso a essas atividades pode se dar por diferentes realidades sociais devido à proximidade com os centros urbanos e também com a diversidade de possibilidades e valores (Yang; Cai; Sliuzas, 2010).

### **Dimensão econômica**

Outra dimensão de funções da AUP é a econômica. O cerne dessa dimensão está na redução da pobreza, a qual representa a segunda principal motivação/benefício da agricultura urbana e periurbana (Pribadi et al., 2017; Lwasa

et al., 2015). De acordo com Mougeot (2005), a AUP é a segunda ou terceira fonte de renda mais relevante para as moradias urbanas mais pobres, as quais buscam reduzir sua insegurança econômica.

A melhora na vida da população se dá, portanto, por meio da redução de gastos com a alimentação, uma vez que há produção de alimentos para autoconsumo; geração de renda e aumento dos salários das populações mais vulneráveis pela venda dos alimentos; e criação de empregos ao longo de toda cadeia produtiva, possibilitando empregos para a população local, e também para grupos vulneráveis como pessoas viciadas, com problemas mentais e dificuldades financeiras. As ocupações incluem não somente a produção de alimentos, mas também novas formas de serviço, como consultorias em paisagismo comestível (Gomes; Gomes; Souza, 2019; Lwasa et al., 2015; Valley; Wittman, 2019; Sartison; Artmann, 2020; Peng et al., 2015; Spatarua; Faggiana; Docking, 2020; Marques-Perez; Segura; Maroto, 2014; Rana; Rijanta; Rachmawati, 2015; Lovell, 2010).

O exercício da agricultura nas áreas urbanas e periurbanas possui uma característica bastante relevante: a proximidade entre a produção e o mercado consumidor. Tal fato influencia diretamente na maneira como agricultores e consumidores se relacionam e nas formas de abastecimento. Na prática, cadeias de suprimentos de alimentos mais curtas estimulam novas formas de distribuição e comercialização que valorizam o contato social entre produtores e consumidores. Ademais, permite que os agricultores conheçam melhor as demandas e consigam não somente se adaptar a essas, mas também se beneficiar da qualidade de seus produtos e do consequente valor de mercado diferenciado, notadamente se os alimentos forem de origem agroecológica. A venda direta e as Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA)<sup>3</sup> são exemplos destas formas de relações mais humanas (Valley; Wittman, 2019; Zasada, 2011; Spatarua; Faggiana; Docking, 2020; Rana; Rijanta; Rachmawati, 2015; Lovell, 2010).

Tais iniciativas possibilitam que as populações sejam menos dependentes do mercado mundial de alimentos e suas flutuações, reduzindo assim o volume de importações de frutas e legumes e proporcionando o acesso a alimentos menos dependentes de energia e combustível (Gomes; Gomes; Souza, 2019; Rana; Rijanta; Rachmawati, 2015; Lovell, 2010).

Outra atividade praticada nas áreas de AUP é o agroturismo que como já citado é uma oportunidade de recreação, mas que também estimula a economia por meio de suas operações, e de publicidade em mídias, rádios e jornais promovendo uma boa imagem da cidade, contribuindo assim para a economia urbana local (Yang; Cai; Sliuzas, 2010; Sartison; Artmann, 2020; Peng et al., 2015; Marques-Perez; Segura; Maroto, 2014).

### **Dimensão ambiental**

A terceira e última dimensão a ser apresentada é a ambiental. As funções dessa dimensão foram apresentadas em 13 dos 14 artigos avaliados, mostrando que a questão ambiental e ecológica é considerada um aspecto importante da

AUP. Essa dimensão pode ser definida pelas externalidades positivas das atividades agrícolas à saúde humana e aos ecossistemas urbanos (Peng et al., 2015; Spatarua; Faggiana; Docking, 2020).

Dentre as funções detalhadas nessa dimensão a preservação e a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais aparecem de forma bastante consistente ao longo dos textos. Essa ocorre por meio da criação de novos habitats, melhora na qualidade dos habitats selvagem/natural já existentes e pela disponibilidade de alimentos, ar fresco e água para a vida silvestre. O aumento da biodiversidade é também decorrente da integração de espécies nativas aos sistemas agrícolas (ex.: abelhas, plantas e consórcios) e pelo plantio de espécies tradicionais como forma de alerta para a questão da erosão genética. Se praticada com técnicas agroecológicas/orgânicas a AUP confirma o potencial de preservação dos recursos naturais, evitando a contaminação do solo e água e assim protegendo a saúde pública (Gomes; Gomes; Souza, 2019; Lwasa et al., 2015; Rolf; Pauleita; Wiggering, 2019; Valley; Wittman, 2019; Sartison; Artmann, 2020; Pribadi et al., 2017; Zasada, 2011; Peng et al., 2015; Spatarua; Faggiana; Docking, 2020; Marques-Perez; Segura; Maroto, 2014; Lovell, 2010).

A ciclagem de nutrientes, especialmente das águas e resíduos urbanos, é notável na AUP. As águas cinza do ambiente urbano e de reúso podem ser tratadas e utilizadas para irrigação, enquanto os sedimentos podem ser usados como fertilizantes. Já os resíduos orgânicos se compostados e tratados de forma adequada podem ser utilizados como insumos da agricultura (Gomes; Gomes; Souza, 2019; Lwasa et al., 2015; Yang; Cai; Sliuzas, 2010; Valley; Wittman, 2019; Rana; Rijanta; Rachmawati, 2015; Lovell, 2010).

A gestão dos recursos hídricos oferece outros benefícios, notadamente um balanço hidrológico equilibrado por meio da infiltração das águas, com consequente reposição das águas subterrâneas, redução do coeficiente de *run-off* e controle de enchentes e deslizamentos; além de prevenir a erosão do solo (Pribadi et al., 2017; Lwasa et al., 2015; Sartison; Artmann, 2020; Rolf; Pauleita; Wiggering, 2019; Zasada, 2011; Marques-Perez; Segura; Maroto, 2014).

A existência de áreas verdes nos espaços urbanos não só proporciona uma paisagem mais agradável em termos visuais, mas também auxilia na regulação do microclima local, na redução dos efeitos das ilhas de calor, no sequestro de carbono, e na melhora da qualidade do ar (Pribadi et al., 2017; Sartison; Artmann, 2020; Zasada, 2011; Lovell, 2010; Rolf; Pauleita; Wiggering, 2019; Valley; Wittman, 2019; Marques-Perez; Segura; Maroto, 2014).

A proximidade da produção com os mercados consumidores e a redução da cadeia de fornecimento diminui a pegada ecológica e o impacto ambiental da cadeia dos alimentos. Isso se deve ao fato de que há redução da emissão de gases de efeito estufa, dos custos de transporte, além do menor processamento, armazenamento e uso/custos de embalagens, ou seja, há uma maior eficiência no uso dos recursos (Valley; Wittman, 2019; Pribadi et al., 2017; Marques-Perez; Segura; Maroto, 2014; Lwasa et al., 2015; Lovell, 2010).

Pode-se afirmar, portanto, que de forma global a dimensão sociocultural da AUP proporciona melhora nas condições de vida das populações urbanas, enquanto a dimensão econômica possibilita o fortalecimento das economias locais e, finalmente a dimensão ecológica contribui para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

### **Considerações finais**

Este artigo realizou uma revisão sistemática da literatura no que concerne às múltiplas funções da agricultura urbana e periurbana. Seguindo os critérios de busca, inclusão e exclusão, foram identificados 14 artigos publicados com aderência ao tema e interesse da pesquisa. Este trabalho limita-se à análise apenas desses 14 artigos, não apresentando dados empíricos ou análise documental de outros materiais. A partir das leituras realizadas foi feita uma classificação das funções da AUP em três grandes dimensões.

A dimensão sociocultural compreende as funções de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), saúde, coesão social, requalificação do espaço urbano, segurança pública, empoderamento feminino, reconexão com a natureza, educação alimentar, desenvolvimento cultural, valorização do patrimônio cultural, lazer e recreação. Já a dimensão econômica inclui redução da pobreza, geração de empregos e renda, valorização do contato social entre produtores e consumidores, estímulo a novas formas de distribuição e comercialização, menor dependência do mercado mundial de alimentos, e diversificação de atividades econômicas. Finalmente, a dimensão ambiental é composta por funções que contribuem para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, sendo elas preservação e a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, ciclagem de nutrientes, gestão eficiente dos recursos hídricos, cidades mais verdes e redução da pegada ecológica.

Fica evidenciado que a AUP em suas diversas formas e tipos apresenta benefícios e poderia ser utilizada e estimulada por meio de políticas públicas como estratégia para o desenvolvimento de sistemas alimentares mais sustentáveis e para que os ambientes urbanos e periurbanos sejam locais mais saudáveis.

Finalmente, pode-se concluir que a AUP pode ser uma importante ferramenta na busca de atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tal como preconizado pela Organização das Nações Unidas em 2015. Os seguintes ODS são notadamente afetados positivamente pela prática da AUP: #2) Fome zero e agricultura sustentável; #3) Saúde e bem-estar; #8) Trabalho decente e crescimento econômico; #10) Redução das desigualdades; #11) Cidades e comunidades sustentáveis; e #13) Ação contra a mudança global do clima.

Agradecimentos – À Capes, pelo financiamento da pesquisa por meio de bolsa de mestrado da autora Roberta Moraes Curan.

## Notas

- 1 A agroecologia consiste em princípios que consideram os aspectos ecológicos, sociais e econômicos dos sistemas de produção de alimentos, buscando o desenvolvimento de uma agricultura autossuficiente e sustentável.
- 2 Desertos alimentares: áreas urbanas onde os moradores não têm a possibilidade de acessar alimentos frescos e in natura, prejudicando diretamente a qualidade da dieta e da saúde.
- 3 CSA: comunidade de indivíduos que se articula para cobrir, desde o início, o orçamento de determinada safra, recebendo como contrapartida cotas, em geral semanais, dos alimentos produzidos pela horta apoiada.

## Referências

- CAVALLOA, A.; DONATO, B. Di; MARINO, D. Mapping and Assessing Urban Agriculture in Rome. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v.8, p.774-83, 2016.
- CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, v.17, n.1, p.38-43, 2008.
- DUCHEMIN, E.; WEGMULLER, F.; LEGAULT, A. M. Urban Agriculture: multi-dimensional tools for social development in poor neighbourhoods. *Field Actions Science Report*. Montreal, Québec, Canadá, 2009.
- FAO. Food security information for action – Practical Guide. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/al936e/al936e00.pdf>>. Acesso em: julho 2018.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome, FAO. 2019.
- FILIPPI, A. C. G.; GUARNIERI, P.; CUNHA, C. A. Condomínios Rurais: revisão sistemática da literatura internacional. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v.27, n.3, p.525-46, out. 2019.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v.23, n.1, p.183-4, 2014.
- GOMES, J. F. B.; GOMES, R. S. B.; SOUZA, A. The multifunctionality of urban horticulture and its integration with the city ecosystem: a brief review of concepts and the case of São Luís. *Horticultura Brasileira*, v.37, p.252-9, 2019.
- LOVELL, S. T. Multifunctional Urban Agriculture for Sustainable Land Use Planning in the United States. *Sustainability*, v.2, p.2499-522, 2010.
- LWASA, S. et al. A meta-analysis of urban and peri-urban agriculture and forestry in mediating climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v.13, p.68-73, 2015.
- MALUF, R. S. et al. Nutrition-sensitive agriculture and the promotion of food and nutrition sovereignty and security in Brazil. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.20, n.8, p.2303-12, ago. 2015.
- MARQUES-PEREZ, I.; SEGURA, B.; MAROTO, C. Evaluating the functionality of agricultural systems: social preferences for multifunctional peri-urban agriculture. The

- “Huerta de Valencia” as case study. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v.12, n.4, p.889-901, 2014.
- MOUGEOT, L. J. A. Agropolis: The social, political and environmental dimensions of urban agriculture. *EarthScan*, London, 2005.
- ORSINI, F. et al. Urban agriculture in the developing world: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, v.33, p.695-720, 2013.
- PENG, J. et al. Multifunctionality assessment of urban agriculture in Beijing City, China. *Science of The Total Environment*, v.537, p.343-351, 2015.
- PRIBADI, D. O. et al. Multifunctional adaption of farmers as response to urban growth in the Jabodetabek Metropolitan Area, Indonesia. *Journal of Rural Studies*, v.55, p.100-11, 2017.
- RANA, S.; RIJANTA, R.; RACHMAWATI, R. Multifunctional Peri-Urban Agriculture and Local Food Access in the Kathmandu Valley, Nepal: A Review. *Journal of Natural Resources and Development*, v.5, p.88-96, 2015.
- RIBEIRO, S. M.; BÓGUS, C. M.; WATANABE, H. A. W. Agricultura urbana agroecológica na perspectiva da promoção da saúde. *Saúde e Sociedade*, v.24, n.2, p.730-43, 2015.
- ROLF, W.; PAULEITA, S.; WIGGERING, H. A stakeholder approach, door opener for farmland and multifunctionality in urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, v.40, p.73-83, 2019.
- SARTISON, K.; ARTMANN, M. Edible cities – An innovative nature-based solution for urban sustainability transformation? An explorative study of urban food production in German cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, v.49, p.1-9, 2020.
- SPATARUA, A.; FAGGIANA, R.; DOCKING, A. Principles of multifunctional agriculture for supporting agriculture in metropolitan peri-urban areas: The case of Greater Melbourne, Australia. *Journal of Rural Studies*, 2020.
- VALLEY, W.; WITTMAN, H. Beyond feeding the city: The multifunctionality of urban farming in Vancouver, BC. *City, Culture and Society*, v.16, p.36-44, 2019.
- VIA CAMPESINA. Disponível em <<https://viacampesina.org/es/la-via-campesina-la-voz-las-campesinas-los-campesinos-del-mundo/>>. Acesso em: jul. 2018.
- YANG, Z.; CAI, J.; SLIUZAS, R. Agro-tourism enterprises as a form of multi-functional urban agriculture for peri-urban development in China. *Habitat International*, v.34, p.374-385, 2010.
- ZASADA, I. Multifunctional peri-urban agriculture – A review of societal demands and the provision of goods and services by farming. *Land Use Policy*, v.28, p.639-48, 2011.

*RESUMO* – O artigo consiste em uma revisão sistemática da literatura sobre a multifuncionalidade da agricultura urbana e periurbana realizada nas bases de dados Science Direct (Elsevier), Scientific Electronic Library (SciELO) e Portal de Periódicos Capes, utilizando os descritores: “agricultura urbana” AND “multifuncionalidade”, “agricultura urbana” AND “multifuncional”, “urban agriculture” AND “multifunctionality”, “urban agriculture” AND “multifunctional”. Foram selecionados de acordo com os critérios de busca, inclusão e exclusão 14 artigos publicados com aderência ao tema e interesse da

pesquisa. Para cada um dos artigos buscaram-se identificar sete tipos de dado ao longo da análise, sendo eles: (1) título; (2) ano de publicação; (3) autores; (4) periódico; (5) local do estudo; (6) tipologias de AUP; e (7) funções da AUP. Foi finalmente elaborada uma classificação das funções da AUP em três grandes dimensões: sociocultural, econômica e ambiental. Ficou evidenciado que a AUP em suas diversas formas e tipos apresenta benefícios e, poderia ser utilizada e estimulada por meio de políticas públicas como estratégia para o desenvolvimento de sistemas alimentares mais sustentáveis e para que os ambientes urbanos e periurbanos sejam locais mais saudáveis. Finalmente foi possível concluir que a AUP pode ser uma importante ferramenta na busca de atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tal como preconizado pela Organização das Nações Unidas em 2015.

*PALAVRAS-CHAVE:* Multifuncionalidade, Agricultura urbana e periurbana.

*ABSTRACT* – The article is a systematic review of the literature on the multifunctionality of urban and peri-urban agriculture (UPA) found in the Science Direct (Elsevier), Scientific Electronic Library (SciELO) and Portal de Periódicos CAPES databases, using the descriptors “agricultura urbana” AND “multifuncionalidade”, “agricultura urbana” AND “multifuncional”, “urban agriculture” AND “multifunctionality”, “urban agriculture” AND “multifuncional”. Fourteen articles were selected according to these search, inclusion and exclusion criteria that pertained to this theme and research interest. For each article, seven types of data were identified during text analysis, as follows: (1) title; (2) year of publication; (3) authors; (4) journal; (5) location of study; (6) types of UPA; and (7) functions of UPA. It was possible to develop a classification for the UPA functions in three major dimensions: sociocultural, economic and environmental. It became clear that UPA and its function and types provide benefits and can be used and stimulated through public policies as a strategy for the development of sustainable food systems and healthier urban and peri-urban environments. Finally, it was possible to conclude that UPA can be an important tool to attain the Sustainable Development Goals (SDGs), as recommended by the United Nations in 2015.

*KEYWORDS:* Multifunctionality, Urban and peri-urban agriculture.

*Roberta Moraes Curan* é doutoranda no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada (PPGI-EA), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. @ – ro.curan@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0003-4307-7908>.

*Paulo Eduardo Moruzzi Marques* é professor associado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Universidade de São Paulo (USP) e do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada (PPGI-EA). @ – pmarques@usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-0514-7568>.

Recebido em 10.9.2019 e aceito em 20.4.2020.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

<sup>II</sup> Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

# Agricultura urbana e agroecologia no território do extremo sul do município de São Paulo

ANGÉLICA CAMPOS NAKAMURA<sup>I</sup>

e VALERIA DE MARCOS<sup>II</sup>

## As origens da agricultura no extremo sul do município de São Paulo

**N**OS ÚLTIMOS ANOS, o extremo sul do município de São Paulo começou a ganhar mais atenção por parte do poder público, da mídia e da sociedade civil. Essa região, que abriga agricultores convencionais e orgânicos, aldeias indígenas, sítios de lazer, atividades de turismo como cachoeiras, parques municipais, duas Áreas de Proteção Ambiental (as APA Capivari-Monos e Bororé-Colônia) e templos abertos à visitação, não é muito conhecida pelas pessoas do próprio município. Ela é composta pelos distritos de Marsilac, Parelheiros e Grajaú, e desde o início dos anos 2000 várias políticas públicas têm sido ali implantadas, especialmente as pensadas para estimular a agricultura orgânica e agroecológica.

Apesar da legislação, de políticas públicas e interesse de diferentes setores pela agricultura presente no extremo sul, ela não é uma atividade recente. Aroldo de Azevedo, em sua tese de concurso à cátedra de Geografia do Brasil da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo, de 1945, já apontava a presença da agricultura nessa região, reconhecendo-a como uma área suburbana.<sup>1</sup> Ali, a mancha urbana paulistana que crescia rapidamente não havia chegado. De acordo com Azevedo, as represas e a escarpa da Serra do Mar serviam como barreiras para o avanço da metrópole (apud Penteado, 1958, p.6).

A presença da agricultura, porém, ganhou mais força com a chegada de imigrantes, em especial dos japoneses, no início do século XX, os quais passaram a se dedicar, principalmente, à horticultura. Até então, a agricultura praticada era a conhecida como caipira. Hoje, essa agricultura ganhou uma nova roupagem e passou a ser conhecida como orgânica ou agroecológica, tornando-se mais valorizada, pois é vista como ambientalmente mais correta e sustentável.

Contudo, se hoje a antiga agricultura caipira é tida como melhor para o meio ambiente e a saúde das pessoas – agricultores e consumidores –, na época

da chegada dos imigrantes, ela era vista de forma preconceituosa por pesquisadores que acompanhavam o desenvolvimento dessa região. É o caso de Costa (1958, p.116, 117 e 123), por exemplo, que faz referência aos caipiras com desdém, como pessoas que não sabiam aproveitar o solo, produzir, auferir lucros, utilizavam técnicas rudimentares e faziam canteiros assimétricos e desalinhados. Como contraponto, a autora fala dos japoneses com admiração e elogia sua forma de produção, pois utilizavam arados, produtos para combater as pragas, sementes selecionadas e montavam canteiros em linhas geométricas, que lembravam técnicas de jardinagem.

Mesmo se transformando e ganhando importância, a agricultura foi deixada de lado, perante o enorme crescimento da metrópole paulistana ao longo do século XX, ao mesmo tempo em que foi sendo esquecida por grande parte dos cidadãos e pelo próprio poder público. Desde então, a mancha urbana cresceu e alcançou esse extremo sul do município. Entretanto, as represas Billings e Guarapiranga ainda se apresentam como barreiras para a ampliação mais rápida dessa mancha.

A partir dos anos 2000, porém, várias Organizações não Governamentais (ONG) começaram a atuar no território e diversas políticas públicas surgiram a fim de incentivar e fortalecer uma agricultura agroecológica para a conservação da vegetação nativa e dos mananciais, barrar o crescimento da mancha urbana e, ainda, fornecer alimento para a cidade. Com as trocas de gestão mais recentes, a quantidade de políticas diminuiu nos últimos anos, reflexo de uma mudança de interesse dessas gestões. Na atualidade, aquela que mais tem se destacado é o Projeto Ligue os Pontos, ainda em andamento, que vem tentando fortalecer a produção e a comercialização de agricultores agroecológicos.

### **As ações e políticas públicas no território para uma agricultura agroecológica a partir dos anos 2000**

Foi apenas com a aprovação do Plano Diretor<sup>2</sup> do município de São Paulo em 2002, por meio da Lei n.13.430, na gestão de Marta Suplicy, que a agricultura praticada na metrópole começou a receber mais atenção. Nele, encontram-se referências à agricultura, aqui denominada como agricultura urbana, mas não se faz diferença entre a agricultura intraurbana e a periurbana, ou seja, entre a agricultura praticada dentro da cidade e aquela praticada em uma área rural, dentro dos limites do município. Também nesse Plano, fica claro que, para o poder público municipal, a agricultura urbana poderia servir como ferramenta de combate à fome e exclusão social, à criação de organizações e atividades solidárias e associativas para sua produção e comercialização de gêneros agrícolas, e como atividade produtiva que poderia ocupar terrenos públicos ociosos. Porém, esse plano não delimitou, de fato, uma zona rural, apenas ressaltou a importância da atividade agrícola para o município.

Com a inclusão da agricultura urbana no Plano Diretor, surge uma lei que é considerada um marco para as políticas públicas voltadas para a agricultura no mu-

nicípio de São Paulo: o Programa de Agricultura Urbana e Periurbana (Proaurp), lançado pela Lei n.13.727 em 2004 e regulamentado pelo Decreto n.51.801 em 2010. A partir do Proaurp, observa-se o surgimento de iniciativas pensadas para a agricultura, entre as quais a criação da Casa de Agricultura Ecológica (CAE) José Umberto Macedo Siqueira, no distrito de Parelheiros, a qual foi oficializada por meio do Decreto n.47.280, pelo então prefeito Gilberto Kassab. A CAE está em funcionamento até os dias atuais, e conta com funcionários que dão assistência técnica aos agricultores da região, sejam eles do município de São Paulo, sejam dos municípios vizinhos, como Embu-Guaçu e São Bernardo do Campo, não importando se realizam uma agricultura convencional ou agroecológica.

A vinculação da agricultura a uma prática mais sustentável já aparece no Plano Diretor de 2002, pois a atividade agrícola aparece relacionada com o uso sustentável dos recursos e a conservação da natureza. No Proaurp, essa postura fica ainda mais clara, pois seu objetivo é “incentivar e apoiar a produção agroecológica e a comercialização na cidade de São Paulo” (Cidade de São Paulo, 2013). Com essa preocupação em estimular a expansão da produção agroecológica, presente nas leis do município, surgiram iniciativas para incentivar agricultores do extremo sul a substituírem os cultivos convencionais por aqueles orgânicos e agroecológicos.

Esse foi um período bastante fértil para a agricultura desenvolvida na região. Várias ONG, como Instituto Kairós, Instituto Pedro Matajs, 5Elementos e a própria Universidade de São Paulo, por meio da Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP), atuaram com projetos voltados para a transição agroecológica, agricultura orgânica e comercialização solidária no período entre 2007-2012, e algumas dessas ONG continuam presentes ainda hoje na região. Os agricultores ali situados passaram a participar de vários projetos voltados para essas diferentes finalidades, ampliando o conhecimento e as redes de colaboração e parceria entre eles. Muitas dessas ONG, e a própria ITCP-USP, possuíam assento no Conselho Gestor das APA, onde eram discutidas diversas questões relativas à agricultura ali praticadas.

Em função das trocas e da quantidade de projetos existentes, a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) realizou o Primeiro Encontro das ONG atuantes na região, atividade construída em parceria com a ITCP-USP, com o objetivo de mapear os diferentes projetos e construir uma rede de articulação e colaboração entre eles. A partir dessa iniciativa foram realizadas algumas atividades em parceria entre as diferentes ONG ali atuantes, o que fortaleceu ainda mais a agricultura de base agroecológica praticada.

No que se refere à presença da ITCP-USP, dois projetos marcaram sua atuação no território, com resultados presentes ainda hoje. O primeiro, *Hortas Solidárias*, realizado entre os anos de 2006-2007, resultado de uma parceria entre a ITCP, o Núcleo de Ensino e Pesquisa Aplicada de Fortaleza-CE (Nepa) e a Associação Pequeno Príncipe (APP) em Parelheiros, tinha por objetivo di-

fundir práticas de produção agroecológica entre os agricultores urbanos locais e construir um Centro de Referência em Agroecologia na região, com sede na Associação Pequeno Príncipe, situada próxima da subprefeitura de Parelheiros.

A equipe executora, inicialmente, percorreu a região mapeando os agricultores e convidando-os para participar do projeto. Uma vez por mês os integrantes – a equipe executora, os membros da Associação e cerca de 40 agricultores locais e de áreas limítrofes – encontravam-se na APP, onde participavam de oficinas compostas por atividades de sensibilização e conversão agroecológicas, ocasião em que eram apresentados aos princípios da agroecologia, com atividades teóricas e práticas. Também ocorriam visitas periódicas às áreas dos agricultores em esquemas de rodízio. No segundo ano, os participantes que eram cerca de vinte, entre agricultores e consumidores, aprendiam as técnicas e aplicavam-nas em suas áreas, e as dúvidas ou dificuldades enfrentadas e os resultados alcançados eram discutidos na oficina sucessiva.

Na fase final se iniciou a comercialização da produção através da venda casada entre oferta dos produtores e demanda dos consumidores, com preço construído por todos e intermediado pela equipe, aproveitando-se da experiência que o então coordenador do projeto possuía no assunto por ser o criador da Aliança Social.<sup>3</sup> O sucesso da primeira venda estimulou a ampliação da comercialização, mas houve percalços: o descompasso entre o aumento da oferta e a capacidade de consumo dos participantes, aliado à transformação do grupo de compras em uma feira, com realização inclusive da “xepa”; o reduzido poder aquisitivo de boa parte dos consumidores; o momento em que a comercialização ocorria (a última semana do mês); a falta de comprometimento por parte dos funcionários da APP com relação à manutenção da horta modelo; a imposição dos princípios da economia solidária para a comercialização sem que os participantes tivessem sido preparados para tal. Todos esses fatores, em maior ou menor proporção, acabaram gerando uma crise no projeto que culminou com a saída de parte dos integrantes do grupo e com a fragilização e ruptura da parceria com a APP, decidida no momento de avaliação final do projeto.

A partir de então, e em consenso com os agricultores que permaneceram – cerca de dez no total –, teve início a segunda fase de atuação da ITCP-USP na região, ocorrida por meio do projeto *Mãoesmentes conectadas: tecendo a rede colaborativa agroecológica de Parelheiros*, realizado no período 2008-2010. Diante das decisões tomadas pelo grupo, o projeto sofreu três alterações importantes no que se referia à forma de execução e encadeamento das atividades em relação à sua proposição inicial.

Primeiro, o acompanhamento das áreas que era mensal, tornou-se quinzenal a partir da chegada do agrônomo integrante da equipe. Segundo, as oficinas, de periodicidade mensal, passaram a ser realizadas nas áreas dos agricultores, em esquema de rodízio, com ordem definida a partir da disponibilidade do agricultor e da atividade a ser realizada. Terceiro, passou a se dar também a difusão de

tecnologias populares como estufa geodésica, desidratador solar, fogão solar, banheiro seco, composteira, produção de adubo orgânico, minhocário etc., as quais foram implantadas nas áreas dos agricultores a partir da demanda apresentada. O equipamento construído/atividade realizada, em forma de mutirão, permanecia para o agricultor que cedia sua propriedade para a realização da oficina, mas o aprendizado era para todos e, à medida que o grupo se fortalecia, iniciou-se a organização espontânea de mutirões para replicar a construção do equipamento para os que a desejassem, abrindo inclusive a participação para outros agricultores não integrantes da equipe.

No segundo ano de execução do projeto, com o grupo mais estruturado, também o formato das oficinas sofreu alteração. No início, elas tinham a duração de um dia inteiro e eram voltadas para a formação dos agricultores. Na segunda fase, por proposta dos participantes, elas passaram a ser dividida em dois momentos: pela manhã, um mutirão realizado por todos nas terras do agricultor que recebia a oficina, em atividade por ele proposta e, após o almoço, um período de formação, sendo os temas definidos coletivamente de um mês para outro. Assim, à medida que o grupo ia ganhando autonomia, passava a demandar novas alterações na dinâmica inicialmente pensada, fato que, embora significasse mais trabalho para a equipe executora, foi visto como um resultado positivo do projeto.

No final de 2008, a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) de São Paulo começou a atentar para a pulverização de projetos e ONG atuando na região e decidiu, em parceria com a ITCP-USP, realizar um seminário no templo Solo Sagrado de Guarapiranga da Igreja Messiânica de São Paulo, convidando para participar as ONG atuantes no território e os agricultores envolvidos nos projetos. O objetivo era realizar a apresentação das experiências agroecológicas existentes na região, visando a constituição de uma rede colaborativa entre as ONG e os agricultores, bem como a divulgação das experiências nas feiras das APA realizadas pela SVMA-SP.

O seminário evidenciou uma diversidade muito grande de ações no território, bem como a falta de diálogo entre os diferentes projetos ali existentes e, em alguns casos, a disputa por agricultores para comporem o quadro de beneficiários. Dois fatos ficaram claros naquele momento: de um lado, tratar-se de uma ação, na maior parte dos casos, feita de cima para baixo; de outro, a inviabilidade de construir um diálogo entre os diferentes projetos. Em outras palavras, o que parecia existir era uma prática “de mercado” no território: os projetos eram pensados no gabinete, sem adesão no território, e chegavam, de cima para baixo, disputando os agricultores. Isso foi gerando entre eles uma visão utilitarista dos projetos, e uma grande oscilação na participação dos agricultores nas atividades propostas, com uma alternância entre um projeto e outro, buscando entender onde era possível “ganhar mais”. Isso era reflexo de uma ação, equivocada entendemos, de boa parte dessas ONG e, em alguns momentos, também da equi-

pe da ITCP, e tinha como resultado uma formação fragilizada e incompleta para o agricultor que, ao oscilar de um projeto para outro, perdia a continuidade das ações e terminava, não raro, por abandonar o projeto.

Diante da dificuldade de construir a colaboração esperada, a SVMA passou a realizar, no início dos anos 2009, o fortalecimento das ações na área por meio de reuniões periódicas que geraram importantes discussões sobre como dar maior visibilidade à produção realizada nessa fração do território. Muitas propostas foram discutidas nas reuniões, parte delas realizadas no âmbito do Conselho Gestor das APA Capivari-Monos e Bororé-Colônia, tais como formas de agregar aos produtos um duplo valor: ser agroecológico e produzido na área das APA; a criação de um selo “APA” para os produtos e, junto com representantes da Supervisão Geral de Abastecimento (Abast) do município, foram discutidas estratégias para a comercialização, inicialmente com barracas em feiras convencionais e, posteriormente, com feiras específicas para os produtores agroecológicos (a primeira delas viria a ser a feira do Parque Burle Marx).

Foi o primeiro momento em que se reconheceu a existência de um grupo formado por vários agricultores agroecológicos, integrantes dos diferentes projetos então em curso, capaz de garantir o fornecimento, com a devida periodicidade e constância, de produtos para abastecer pelo menos uma barraca nas feiras locais. Existia, porém, um desafio a ser superado: garantir um planejamento e padronização da produção entre os diferentes agricultores, capaz de propiciar a diversificação e continuidade da produção para o fornecimento nas feiras. Nesse ponto, a atuação da ITCP-USP e de outras duas ONG que também se destacavam com sua ação no território, a 5Elementos e o Instituto Kairós, foi fundamental para ajudar a pensar formas de solucionar a questão. Tal iniciativa possibilitou aos agricultores locais a troca de experiências e o fortalecimento das iniciativas na região, num caráter mais colaborativo de fato.

No caso do projeto *Mãosementes*, o aumento quantitativo e qualitativo da produção e da confiança do grupo propiciou a constituição de um grupo de fato: o *Cultivar* (Figura 1), que se tornou fornecedor do grupo de consumo de produtos agroecológicos então existente na ITCP, o Grupo de Consumo *Comerativamente*, da Rede Sementes de Paz. A partir dessa experiência, por iniciativa dos próprios agricultores do *Cultivar*, tentou-se constituir um grupo de compras solidário nos moldes do *Comerativamente*, em Parelheiros. No final de 2009, o grupo participou do Edital Fema<sup>4</sup> 06 SEMA/SP, com uma proposta para trabalhar com Meliponários, envolvendo conservação da mata e educação ambiental (Projeto *Motirô da Jataí*). A elaboração do projeto contou com a colaboração de parte da equipe da ITCP, mas sua proposição e execução ficou a cargo do Instituto Pedro Matajs. O projeto foi aprovado e suas atividades tiveram início em setembro de 2010, quando o *Mãosementes* chegou ao fim.

Na fase final, o grupo, já mais fortalecido, passou a fornecer alimentos ao restaurante do Solo Sagrado de Guarapiranga, já sem acompanhamento da

ITCP. A equipe foi convidada para uma reunião em que o grupo apresentou essa possibilidade e consultou sobre a viabilidade. O grupo foi incentivado a assumir o desafio, com o alerta para a necessidade de assumirem o compromisso com o planejamento e padronização da produção de forma coletiva, pois qualquer falha comprometeria a comercialização do grupo. Essa foi a última ação da ITCP-USP no âmbito do projeto *Mãoesementes*. Tratou-se de uma experiência importante que, com erros e acertos, deixou raízes na região e contribuiu para que políticas públicas pudessem ser pensadas para o fortalecimento de uma agricultura urbana agroecológica no município de São Paulo.



Figura 1 – *Folder* do Projeto Cultivar, realizado pelo ITCP-USP.

Nesse contexto de grande efervescência e com o objetivo de consolidar a transição agroecológica na região e de ampliá-la para outras áreas foram lançados, em 2010, o Programa Agricultura Limpa e, por meio de decreto municipal, o Protocolo de Boas Práticas Agrícolas, em parceria com o governo estadual. Ambos serviam para incentivar a agricultura e a conversão agroecológica de agricultores. O Programa tinha como objetivo incentivar a agricultura e orientar a conversão da agricultura convencional para a agroecológica. O Protocolo era um documento<sup>5</sup> com regras para que essa conversão ocorresse. O poder público oferecia apoio e assistência técnica para ajudar os agricultores na transição.

O Protocolo de Boas Práticas Agrícolas também permitia aos agricultores que pudessem vender seus produtos como “em transição”. Dessa forma, o produto não era visto nem como convencional, nem como orgânico, porém, no momento da comercialização, o agricultor poderia cobrar um valor superior àquele cobrado pelo produto convencional. Isso foi feito para incentivar a produção agroecológica, pois geralmente os preços de produtos sem agrotóxicos são mais caros. Após o período de transição, que dura em média dois anos, o produto poderia ser considerado agroecológico.

Mesmo com a criação do Programa Agricultura Limpa e do Protocolo de Boas Práticas Agrícolas, os agricultores ainda tinham um outro problema: encontrar canais de comercialização para produtos orgânicos e agroecológicos. Por volta de 2010, ainda não existiam muitos locais que comercializavam esses produtos e a procura por eles era bem menor. Dessa forma, mais uma vez o poder público se envolveu, com a Supervisão Geral de Abastecimento do município, a CAE de Parelheiros e a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. Após muito diálogo e discussões sobre como criar esses canais, as primeiras feiras orgânicas e de agricultura limpa surgiram, dentro de parques municipais da cidade. A primeira delas foi no Parque Bursle Marx, com apenas quatro barracas, e uma delas era da única cooperativa de agricultores do município de São Paulo, a Cooperativa Agroecológica dos Produtores Rurais e de Água Limpa da Região Sul de São Paulo (Cooperapas). Paralelamente a essas iniciativas, no final de 2010, a Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD) iniciou um projeto de certificação participativa com os agricultores do extremo sul, com dois grupos, um de Organização de Controle Social (OCS) e outro em sistema Sistema Participativo de Garantia (SPG), resultando na certificação de nove agricultores.

A criação da Cooperapas merece um destaque, pois essa cooperativa surgiu em um contexto de atuação da CAE de Parelheiros, das ONG e da ITCP-USP. Com o desenvolvimento de vários projetos nessa região do município, houve um aumento do interesse dos agricultores participantes em montar um grupo para a comercialização, pois muitos deles são pequenos produtores e não têm condições de assumir vendas expressivas e com regularidade. Assim, uma saída seria a formação de um grupo formalizado, como uma associação ou cooperativa. Outro motivo desse interesse era o de possibilitar aos agricultores participar

de programas federais de compra de alimentos, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

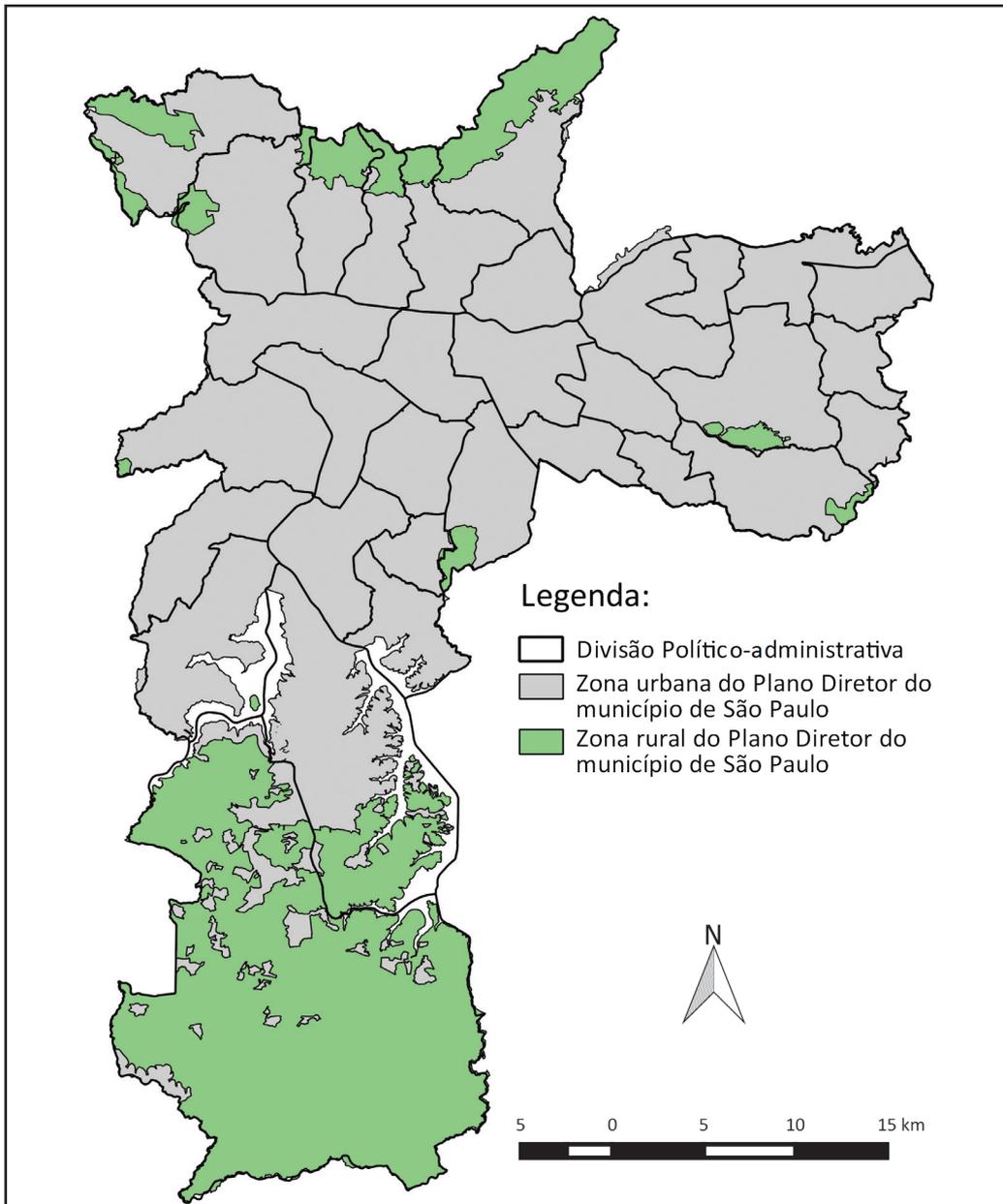
A CAE acompanhava esses agricultores e suas discussões. O próprio poder público tinha interesse na criação de uma cooperativa, tanto que ele teve uma intervenção direta na formação da Cooperapas. De acordo com o relato de um funcionário que trabalhava na época na CAE, Cristiano Mendes, foi fornecido todo o apoio possível para o surgimento de uma cooperativa. Após reuniões e a manifestação de interesse dos agricultores, “[...] finalmente uma assembleia foi marcada, durando o dia inteiro, com o intuito de criar a Cooperapas. Mendes relata que foi feito de tudo para facilitar a criação da cooperativa. A Supervisão Geral de Abastecimento (Abast) pediu para seu advogado assinar o estatuto e seu contador ajudar com a abertura da cooperativa, dando entrada no CNPJ e na inscrição estadual, entre outros documentos necessários” (Nakamura, 2017, p.185). Dessa forma, surgiu em 9 de junho de 2011, com 28 agricultores, a Cooperapas.

Após a criação da feira do Burle Marx, outros grupos variados, envolvidos com a agricultura orgânica e agroecológica, como a Associação de Agricultura Orgânica (AAO), a ABD, a Fundação Mokiti Okada, o Instituto Kairós, entre outros, começaram a participar das discussões, a fim de que mais feiras fossem criadas. Com isso, surgiram várias feiras orgânicas hoje importantes no cenário da cidade de São Paulo, entre as quais a Feira do Modelódromo do Ibirapuera.<sup>6</sup>

Em 2014, com a aprovação do novo Plano Diretor no governo de Fernando Haddad, a criação de uma zona rural refletiu o interesse e a atuação das ONG, de ativistas, agricultores e do próprio poder público, pela defesa da agricultura e de sua ampliação e manutenção no extremo sul do município de São Paulo, com seus mananciais e vegetação nativa. A maior extensão de zona rural está nessa região do município (Figura 2).

O Plano Diretor de 2014 enfatizou a importância da zona rural como uma área de beneficiamento da produção agrícola, de barreira para expansão da mancha urbana e de conservação dos serviços ambientais, sobretudo a produção de água (Câmara Municipal de São Paulo, 2014, p.40). Para incentivar a conservação dessa região, o plano aposta na criação de uma zona rural multifuncional, ou seja, um rural que se dedica não apenas à agricultura, como também a outras atividades com possibilidade de geração de renda, como o turismo. Para isso, foi criado um Polo de Ecoturismo de São Paulo, com propostas de roteiros que oferecem como atividades visitas a agricultores, a centros ecumênicos, aldeias indígenas, cachoeiras, mirantes, entre outros (Polo de Ecoturismo de São Paulo, 2020).

Deve-se destacar que a delimitação de uma zona rural no município foi resultado tanto das políticas e projetos voltados para a agricultura dessa região desenvolvidos ao longo da década dos anos 2000 e início de 2010, e que resultaram no surgimento da CAE de Parelheiros, do Programa Agricultura Limpa e do Protocolo de Boas Práticas Agrícolas, da criação da Cooperapas, quanto do interesse do poder público em conservar os mananciais e a vegetação nativa



Fonte : Prefeitura de São Paulo, 2014 (Crédito: Rafael Calabria).

Figura 2 – Mapa do município de São Paulo, com a zona urbana e a zona rural.

dessa região, tentando diminuir e barrar a expansão da mancha urbana. Com essa intenção já tinham sido criadas duas Áreas de Proteção Ambiental (APA), a APA Capivari-Monos em 2004, e a APA Bororé-Colônia em 2006. Essas áreas protegidas preveem atividades econômicas e a presença de pessoas vivendo nos seus territórios. A criação do Protocolo de Boas Práticas Agrícolas e do Programa Agricultura Limpa, inclusive, deu-se pela intenção de se conservar a região e, ao mesmo tempo, permitir uma atividade econômica capaz de ser menos

prejudicial ao meio ambiente. A delimitação da zona rural no Plano Diretor de 2014 deixa tão explícito o interesse do poder público em vincular o rural a uma ideia de conservação ambiental que a área rural do extremo sul do município coincide, em quase sua totalidade, com as áreas das duas APA.

É inegável a importância desse novo Plano Diretor ao delimitar uma zona rural e se voltar também para a agricultura no município. Uma zona rural em um município com a maior metrópole brasileira não deixa de ser uma inovação no modo de se pensar o urbano, a cidade e seu planejamento e legislação. Entretanto, ele deixa de lado outras questões cruciais presentes na região, como a questão fundiária (fortemente presente, pois ainda existem posseiros, além de muitos loteamentos ilegais e pouca ação efetiva do poder público para regularizar a situação); as atividades produtivas e suas múltiplas dimensões, tais como o perfil dos sujeitos ali presentes, o tipo de produção e comercialização existente, o tamanho das propriedades e suas limitações e a ainda forte presença da agricultura convencional e das problemáticas dela decorrentes, ignorada pelo Plano que destaca a existência apenas de uma agricultura agroecológica.

Após a aprovação desse Plano Diretor em 2014, outros avanços ocorreram para o desenvolvimento da agricultura no extremo sul do município de São Paulo. Em 2016, a prefeitura lançou o Agriculturas Paulistanas, com a intenção de realizar a regularização fundiária por meio de uma parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), bem como de proporcionar a capacitação técnica para agricultores da região e de dar acesso gratuito a equipamentos para a atividade agrícola. Foram comprados um trator, um microtrator com kit encanteirador, uma enxada rotativa com encanteirador, uma carreta agrícola basculante, um sulcador, um perfurador de solo, um terraceador de arrasto, uma roçadeira hidráulica, uma pá agrícola traseira e um distribuidor de fertilizantes. Infelizmente, com a troca de gestão, ocorrida em 2017, o programa não teve a sua devida continuidade. O trator, por exemplo, não tem a manutenção necessária e é muito solicitado. É recorrente a reclamação de agricultores sobre as dificuldades de uso deste equipamento, que, além disso, mal atende os produtores da região.

Por sua vez, um grande passo dado para o fortalecimento da agricultura urbana, elogiado por representantes da sociedade civil, academia e ativistas envolvidos com a agricultura urbana, foi a regulamentação da Lei n.16.140 em 5 de abril de 2016, que tornou obrigatória a inclusão de alimentos orgânicos ou de base agroecológica na alimentação escolar municipal. Em 20 de maio do mesmo ano, foi lançado o Decreto n.57.007, o qual instituiu a Política Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional (PMSAN) e fixou diretrizes para o Plano Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional. Também é interessante destacar que ocorreu, ainda em 2016, uma série de pré-conferências, incluindo uma no distrito de Parelheiros, como preparação para a 1ª Conferência Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável, realizada em junho daquele ano.

Após a troca de gestão dos anos 2016 para 2017, a atenção voltada à agricultura urbana diminuiu. Houve algumas iniciativas que tinham ligação com a agricultura, como o surgimento do Programa Alimento Saudável, o qual busca a continuidade e o aperfeiçoamento da lei que tornou obrigatória a inserção de alimentos orgânicos na merenda municipal escolar e amplia as opções de frutas, carnes, hortaliças e verduras. Um aspecto positivo desse programa foi o aumento das hortas pedagógicas em escolas, saltando de 351 em 2016 para 592 em 2017 (Cidade de São Paulo, 2017).

A esse propósito, um programa ganhou destaque e se tornou uma das apostas para o desenvolvimento da região e da atividade agrícola na gestão Fernando Haddad: o Ligue os Pontos. Esse programa foi o ganhador do prêmio *Mayors Challenge*, uma iniciativa da Bloomberg Philanthropies,<sup>7</sup> que premia iniciativas inovadoras de cidades para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Tal premiação, no valor de US\$ 5 milhões, ocorreu no final da gestão de Haddad em 2016.

O programa passou por dificuldades de implantação com a mudança de gestão, ocorrida no ano seguinte. Iniciada com João Dória, entre 2017 e 2018, houve uma reestruturação administrativa neoliberalista, o que levou o Ligue os Pontos a um impasse e imobilização, pois a agricultura não era prioridade nesse governo. Posteriormente, a prefeitura foi assumida por Bruno Covas,<sup>8</sup> vice de Dória. Como o programa tinha muita visibilidade e o montante ganho era alto, ele ganhou mais impulso com a gestão de Covas e passou a ser implementado, com ações mais concretas para os agricultores e a região do extremo sul (Gomes; Da Cruz, 2019). Entre as ações realizadas estão: uma parceria com o programa Teia para a criação de um espaço de *coworking* no Parque Nascentes do Ribeirão Colônia; o financiamento para oito projetos de agricultores da região, no valor de R\$ 35 mil para cada um; a implantação de sistemas ecológicos de esgoto junto com o escritório cooperativo Sapiência Ambiental para agricultores.

O Programa Ligue os Pontos ainda está em andamento e desenvolvendo ações que buscam criar uma produção mais fortalecida e independente de alimentos agroecológicos nessa região do município de São Paulo. Um dos resultados mais aguardados do programa é a coleta de dados que está sendo realizada a respeito de aspectos variados da região, como sobre a agricultura, o perfil dos moradores e das aldeias indígenas, de outras atividades econômicas da região como o turismo etc.

### **Considerações finais**

Como buscamos discutir, a presença da agricultura urbana no extremo sul do município de São Paulo não é recente, mas sua visibilidade e importância tem alcançado cada vez mais destaque. A partir dos anos 2000, e com mais intensidade a partir dos anos 2010, muitas iniciativas ganharam corpo e assinalaram no território mudanças significativas. A atuação das ONG e da Universidade de São Paulo, com projetos buscando a difusão de práticas agroecológicas e de valoriza-

ção da agricultura ali existente, levou à expansão dos agricultores que realizaram a transição da agricultura convencional para aquela agroecológica, e de tantos outros que passaram a se dedicar à agricultura já sob esse novo princípio.

A difusão desses projetos na região chamou a atenção da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, que passou a promover ações no intuito de articulá-los. Se o objetivo não foi de início alcançado, a iniciativa concretizada em um seminário realizado no espaço do Solo Sagrado permitiu dar visibilidade às inúmeras iniciativas presentes no território, bem como ao número de agricultores envolvidos nas diversas iniciativas de transição agroecológica e a uma construção de articulações possíveis entre projetos específicos. Outro ganho do seminário foi ter permitido a ampliação das discussões entre as ONG, USP, Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, Supervisão Geral de Abastecimento, entre outros, na busca de canais de comercialização para a produção agroecológica ali existente. Tais ações, por sua vez, serviram de base para as diferentes políticas públicas que surgiram no período, como o Protocolo de Boas Práticas Agrícolas e o Programa Agricultura Limpa. O surgimento de diferentes grupos de agricultores, a criação da Cooperapas, a ampliação do número de agricultores certificados por OCS ou SPG são prova da viabilidade dessa prática.

Para além das conquistas proporcionadas pelos diferentes projetos, é importante ter claro que muitas vezes eles são concebidos em gabinete para serem implantados no território sem prévio contato com os futuros beneficiários para conhecimento de sua realidade e reais demandas. Isso acaba gerando uma curiosidade inicial seguida ou de um abandono do projeto, comprometendo seu andamento, ou de uma relação de dependência em relação à equipe proponente, e consequentemente à perpetuação da ação da ONG ou da própria universidade no local, numa prática bastante assistencialista. O verdadeiro objetivo, em nosso entender, de uma atividade que vise promover a autonomia dos beneficiários, pelo menos no que se refere aos projetos de extensão executados pela universidade deveria ser, após o conhecimento prévio da realidade local, construir projetos que visem contemplar as demandas presentes no território e que sejam capazes de permitir uma troca/apropriação real do conhecimento e de levar à autodeterminação dos envolvidos. Esse é o verdadeiro desafio dos projetos implantados também pelo poder público voltados ao fortalecimento da agricultura urbana no município.

Agradecimentos – O Projeto *Mãoesmentes conectadas: tecendo a rede colaborativa agroecológica de Parelheiros* teve coordenação da Profª. Dra. Valeria de Marcos (DG FFLCH-USP/GEAU-IEA-USP) e foi possível graças ao Edital MCT/CNPq/MDA/SAF/MDS/SESAN 036/2007 no período 2007-2010.

À Capes, pelo financiamento da pesquisa por meio de bolsa de mestrado e, atualmente, de doutorado da autora Angélica Campos Nakamura.

## Notas

- 1 É bom ter claro que antes da intensificação do processo de urbanização do município de São Paulo, a atividade agrícola era muito presente nas diferentes regiões do município e tinha por finalidade garantir tanto o consumo das famílias que se dedicavam a ela quanto o abastecimento do mercado local, caracterizado sobretudo por pequenas quitandas e posteriormente pelas feiras livres (a primeira feira livre data de 1918, mas apenas em 1948 uma regulamentação determinou que todos os bairros deveriam ter sua própria feira). Esse passado rural da cidade encontra-se nos nomes dos bairros e das ruas: Chácara do Gal. Arouche, Chácara D. Angélica, Chácara do Bexiga, Chácara do Bom Retiro, Sítio Pacaembu, Viaduto do Chá, Avenida Jacu-Pêssego, Rua do Bananal etc. À medida que a urbanização vai se intensificando ocorre uma pressão sobre essas áreas, e a atividade agrícola passa a ser deslocada para a periferia do município enquanto as áreas mais centrais passam a ter outros usos (habitacionais, comerciais etc.) (Oliveira, 2004).
- 2 Com a aprovação do Estatuto da Cidade, por meio da Lei n.10.257 de 10 de julho de 2001, estabeleceram-se instrumentos para a política pública urbana, entre eles, a importância e a necessidade dos Planos Diretores. Assim, em 2002, São Paulo aprova esse novo Plano Diretor. Existiram outros planos, que chegaram a ser elaborados, mas sempre acabavam engavetados, como ocorreu com o Plano Diretor elaborado na passagem da gestão Mario Covas (1982-1985) para a de Jânio Quadros (1985-1989); e de Luiza Erundina (1989-1993) para a de Paulo Maluf (1993-1997).
- 3 Uma experiência de grupo de compra solidário que colocava em contato produtores e consumidores, selando entre eles um compromisso de compra e venda dos produtos, com a construção do preço justo estabelecida em acordos mútuos entre produtores e consumidores. É uma variante das experiências da Comunidade que Sustenta a Agricultura (CSA), também existente em diversas partes do mundo e em São Paulo.
- 4 O Fundo Especial de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Fema) “destina-se a apoiar projetos que visem o uso sustentável dos recursos naturais, manutenção, melhoria e/ou recuperação da qualidade ambiental, pesquisa e atividades ambientais de controle, fiscalização e defesa do meio ambiente” (Cidade de São Paulo, 2020).
- 5 Atualmente, existe um Protocolo de Transição Agroecológica, porém, emitido apenas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente, e não mais um protocolo com uma parceria dos governos estadual e municipal.
- 6 A feira é popularmente conhecida como Feira do Ibirapuera. Ela ocorria em uma área considerada pertencente ao Parque do Ibirapuera, conhecida como Modelódromo. A partir de 2016, a feira começou a enfrentar problemas por ocorrer em uma área dentro do parque. Nos últimos anos, ela ocorre em frente ao Modelódromo, na Rua Curitiba.
- 7 A *Bloomberg Philanthropies* é uma instituição filantrópica estadunidense, cuja sede é em Nova York. Seu fundador é Michael R. Bloomberg. A instituição tem um fundo de doações de caridade e esses recursos são destinados a áreas do meio ambiente, saúde pública, artes, inovação do governo e educação.
- 8 João Dória venceu as eleições para a Prefeitura Municipal de São Paulo no final de 2016. Assumiu o cargo de prefeito no ano seguinte, porém, saiu para concorrer as eleições para o governo do estado de São Paulo em 2018. Dória conseguiu vencer as eleições estaduais, tornando-se governador em 2019. Seu vice, Bruno Covas, foi quem assumiu a prefeitura a partir de então.

## Referências

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. *Conheça o novo Plano Diretor Estratégico de São Paulo. Lei 16.050/14*. São Paulo: Câmara Municipal de São Paulo, 2014.

CIDADE DE SÃO PAULO. Proaurp. 2013. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/servicos/proaurp/index.php?p=30091](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/servicos/proaurp/index.php?p=30091)>. Acesso em: 4 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. *Programa Alimento Saudável amplia hortas educativas e compra de orgânicos na merenda*, 27 nov. 2017. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/sapopemba/noticias/?p=78639>>. Acesso em: 6 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. *Fema*. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/confema/index.php?p=3299](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/confema/index.php?p=3299)>. Acesso em: 8 mar. 2020.

COSTA, E. V. da. Cotia e Itapeverica da Serra, subúrbios agrícolas. In: AZEVEDO, A. de. (Org.) *A cidade de São Paulo: estudos de Geografia Urbana*. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1958. v.IV: Os subúrbios paulistanos. p.109-152.

GOMES, L. A. C.; DA CRUZ, C. Towards a sustainable, circular and resilient urban agriculture in São Paulo? The “Ligue os Pontos” program. In: *UDM Forum 2019: Quels urbanismes de transition?*, 2019.

INSTITUTO PEDRO MATAJS. Projeto *Motirão da Jataí*. Disponível em: <<http://www.institutopedromatajs.org.br/Projeto%20Motirão%20da%20Jataí.htm>>. Acesso em: 11. abr. 2020.

MARCOS, V. de. *Mãoesementes conectadas: tecendo a rede colaborativa agroecológica de Parelheiros*. Relatório Técnico Final CNPq. São Paulo, 2013. 201p.

NAKAMURA, A. C. *Cooperapas: agricultura e cooperativismo no extremo sul do município de São Paulo*. São Paulo, 2017. 303f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, A. U. de. São Paulo: dos bairros e subúrbios rurais às bolsas de mercadorias e de futuros. In: OLIVEIRA, A. U.; CARLOS, A. F. A. (Org.) *Geografias de São Paulo*. São Paulo: Contexto, 2004. v.2. p.123-61.

PENTEADO, A. R. Os subúrbios de São Paulo e suas funções. In: AZEVEDO, A. de. (Org.) *A cidade de São Paulo: estudos de Geografia Urbana*. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1958. v.IV: Os subúrbios paulistanos, p.5-60.

POLO DE ECOTURISMO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.cidade-desapaulo.com/ecoturismo>>. Acesso em: 6 mar. 2020.

*RESUMO* – A partir dos anos 2000, diversas ações voltadas para a agricultura urbana e periurbana no município de São Paulo surgiram e ganharam força, impactando diretamente a atividade agrícola da maior metrópole brasileira. No extremo sul, houve a atuação do poder público, da Universidade de São Paulo e de diversas ONG, o que levou ao incentivo da prática agroecológica, ao surgimento da única cooperativa de agricultores

paulistanos, a Cooperapas, e à ampliação da produção e comercialização de alimentos agroecológicos para a cidade de São Paulo.

*PALAVRAS-CHAVE:* Agricultura urbana, Agricultura periurbana, São Paulo, Agricultura, Agricultores, Política pública, Cooperapas, Agroecologia

*ABSTRACT* – Since the 2000s, several actions focused on urban and peri-urban agriculture in the city of São Paulo emerged and gained strength, directly impacting on the agricultural activity of the largest Brazilian metropolis. In the extreme south, the government, the University of São Paulo and several NGOs carried out actions that encouraged agroecological practices, the emergence of the only cooperative of farmers in São Paulo, Cooperapas, and the expansion of the production and commercialization of agroecological foods for the city of São Paulo.

*KEYWORDS:* Urban agriculture, Periurban agriculture, São Paulo, Agriculture, Farmers, Public policy, Cooperapas, Agroecology.

*Angélica Campos Nakamura* é doutoranda em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo (USP). Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH/USP) pela Capes. Membro do Grupo de Estudos de Agricultura Urbana (GEAU) do Instituto de Estudos Avançados da USP. @ – [angelicanakamura.geo@gmail.com](mailto:angelicanakamura.geo@gmail.com) / <https://orcid.org/0000-0001-8102-2188>.

*Valeria de Marcos* é doutora em Geografia e Planejamento Territorial para a Valorização do Patrimônio Histórico e Ambiental pela Università degli Studi di Genova, Itália. Professora do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH/USP). Membro do Grupo de Estudos de Agricultura Urbana (GEAU) do Instituto de Estudos Avançados da USP. @ – [demarcos.vale@usp.br](mailto:demarcos.vale@usp.br) / <https://orcid.org/0000-0002-9633-7323>.

Recebido em 10.9.2019 e aceito em 20.4.2020.

<sup>I, II</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, Brasil.

# A vida cotidiana das hortas comunitárias: casos de Rennes (França) e São Paulo (Brasil)

GUSTAVO NAGIB<sup>I</sup> e GIULIA GIACCHÈ<sup>II</sup>

## Introdução

ESTE ARTIGO tem por objetivo apresentar a vida cotidiana de hortas comunitárias nas cidades de Rennes, na França, e de São Paulo, no Brasil. Nosso aporte volta-se ao discurso dos hortelões urbanos, a partir de procedimentos metodológicos da pesquisa participativa. A voz dos atores dessa expressão da agricultura intraurbana conduz o desenvolvimento de uma análise que pretende focar mais nas experiências e cadernos de campo, pretendendo compreender se hortas em diferentes contextos se encontram nos mesmos anseios pretendidos por essa prática social. A hipótese inicial é a de que tais experiências, independentemente de seus históricos e arranjos institucionais, apresentam conteúdos políticos e ideológicos semelhantes, e materialidades que visam à transformação cidadã (e pautadas por princípios de autonomia) do espaço urbano.

Rennes é uma cidade média, com 216 mil habitantes, capital da região da Bretanha, no noroeste da França (Insee, 2020). São Paulo estrutura a quarta maior aglomeração urbana do mundo, com quase 22 milhões de habitantes (ONU, 2019). As dimensões socioespaciais, à primeira vista, revelam incongruentes bases comparativas. Este artigo, no entanto, não tem por intenção a construção de bases quantitativas de análise. O intuito é revelar a profundidade argumentativa dos hortelões e, justamente, compreender como realidades *a priori* tão díspares podem produzir conteúdos que se encontram no campo dos discursos e das práticas cotidianas.

Neste sentido, o processo de urbanização, de escala global, revela-se enquanto ponto de encontro às estranhas possibilidades da análise comparativa. Trata-se de buscas por alternativas, por parte da sociedade urbana, que levariam à convergência dos semelhantes processos de materialização de hortas comunitárias, vistas enquanto espaços alternativos aos imperativos da urbanidade, em seu bojo espacial, político e cultural.

A manifestação oral (o discurso) de cidadãos comuns constituir-se-á no conteúdo principal para a condução da análise aqui proposta. A pergunta que orienta nosso estudo volta-se ao significado de cultivar a cidade (ou de produzir “cidades comestíveis”), cujas respostas dos hortelões formularão a compreensão

a respeito do significado desse tipo de ação para a realidade urbana da atualidade. Ademais, as áreas de horticultura comunitária investigadas estão dentro da cidade, completamente integradas à produção contemporânea do urbano, tanto em sua dimensão material quanto imagética, ou seja, a cidade enquanto base material da vida cotidiana e a cidade enquanto ideia (Blanc, 2008; Lefebvre, 1969). E contida nessa ideia, busca-se revelar o que é a vida cotidiana dentro de uma horta comunitária, expressa pelas vozes daqueles que a materializam em um determinado momento. O que será apresentado aqui revela dinâmicas das relações sociais de um tempo específico, e não uma realidade definitiva e imutável, sendo um retrato das hortas comunitárias pesquisadas válido para os anos vivenciados por nossas pesquisas participativas.

Em Rennes, foram selecionadas 8 hortas (dentre as 75 existentes), diferentes entre si no que se referia a: propriedade da terra (pública ou privada); ano de criação (entre 1997 e 2016); organização espacial (parcelas individuais e/ou compartilhadas); localização (centrais ou periféricas); área (entre 20 e 250 m<sup>2</sup>); e governança (associação formal ou coletivo de habitantes). Sessenta pessoas foram ouvidas e deve-se levar em consideração que várias delas exerciam duas ou três diferentes funções, por exemplo: hortelão, referente da horta, funcionário de associação, membro da equipe de jardinagem da cidade. Mais criteriosamente, foram entrevistados 41 hortelões; 6 referentes de compostagem; 8 referentes de horta; 8 atores-chave que trabalham ou são voluntários em associações que visam promover a agricultura ou a biodiversidade na cidade; 10 atores institucionais que trabalham para a região Metropolitana de Rennes ou para a prefeitura, seja diretamente no serviço de áreas verdes, seja nas atividades administrativas (os nomes usados neste artigo são fictícios, em respeito ao anonimato dos entrevistados). Outras fontes de dados são os cadernos de campo, onde foram apontadas as observações realizadas durante as entrevistas e permanências nas hortas. Essas observações permitiram melhor situar as falas dos entrevistados e apontar aspectos em relação às suas práticas. Desenvolveu-se uma análise dos discursos direcionada às práticas cotidianas. As informações aqui apresentadas referem-se à pesquisa realizada entre os anos de 2016 e 2017; portanto, a análise levou em conta este momento histórico (Giacchè; Le Caro, 2018).

Em São Paulo, por sua vez, o caso pesquisado foi a Horta das Corujas, no bairro da Vila Beatriz, na zona oeste da capital paulista. Essa iniciativa foi materializada por ativistas e hortelões em uma porção de 800 m<sup>2</sup> dentro da Praça Dolores Ibárruri, por onde passa o Córrego das Corujas, afluente do Rio Pinheiros, e, por isso, o local é popularmente conhecido como “Praça (e Horta) das Corujas”. A materialização da horta se deu em julho de 2012, mediante a reapropriação cidadã de uma parcela do espaço público para fins de horticultura comunitária, tendo sido a primeira experiência do tipo na capital paulista. Conjuntamente à ação, preliminarmente inspirada em táticas de *guerrilla gardening* (sem prévia autorização), buscou-se o apoio do poder público, que nunca formalizou a existência da horta, que, no entanto, acabou por inspirar o surgimento de dezenas

de outras iniciativas semelhantes pela capital paulista e, em 2020, completou oito anos. Ao longo do percurso investigativo, foram entrevistados 27 hortelões das Corujas (19 mulheres e 8 homens, cujo anonimato foi respeitado neste artigo), que participavam ou já tinham participado assiduamente nas atividades de cultivo e manutenção de canteiros. Desenvolveu-se uma análise dos discursos direcionada às práticas cotidianas. As informações aqui apresentadas referem-se à pesquisa realizada entre os anos de 2013 e 2016; portanto, a análise levou em conta esse momento histórico da referida horta comunitária (Nagib, 2016).

### **Dinâmicas socioespaciais de hortas comunitárias em Rennes, França**

Em Rennes, as hortas comunitárias em espaços públicos são supervisionadas pela Direção dos Espaços Verdes, após solicitação de um habitante. Esse, por sua vez, encontra seu interlocutor em Vert le Jardin, intermediário entre o serviço público e os cidadãos, acompanhando os procedimentos administrativos e a criação do grupo de hortelões. Vert le Jardin ajuda na elaboração de uma “carta da horta”, bem como na construção de um código de conduta. Há uma certa diferença entre as hortas, de acordo com o modo de organização do espaço (com parcelas individuais e/ou coletivas, por exemplo); a forma de organização do coletivo (uma associação, um coletivo de habitantes, um coletivo de associações etc.) e a sua função (produção, educação ambiental, local de encontro etc.). Isso também gera diferenças entre as iniciativas no que se refere às trajetórias de evolução e apropriação dos diferentes espaços. Trata-se de uma produção social que evolui ao longo do tempo através de um processo duplo: apropriação do espaço e construção identitária do lugar.

A materialização de uma horta nem sempre é muito desejada no bairro, especialmente no início. Segundo Jean-Claude, “gera resistência, até mesmo medo, porque é algo que parece criar desordem” (2016, informação verbal). De acordo com Mylène (2016, informação verbal), é devido ao “medo, o medo de ser incomodado nas pequenas coisas que eles construíram. Eles pensavam que íamos fazer uma grande horta, com um monte de coisas, que atrairia muita gente e que ia fazer bagunça”.

A falta de comunicação entre os habitantes e a maneira de consultá-los mostram-se importantes, embora ainda existam muitos preconceitos a respeito das hortas (que elas atraem ratos, os julgamentos estéticos etc.) e da dinâmica que elas podem desencadear. Com o tempo, os vizinhos tendem a mudar de opinião, a começar a participar das iniciativas, mas há quem permaneça com o mesmo ponto de vista. Obviamente, também há vizinhos que, desde o início, se engajam na reflexão da ideia com entusiasmo e se apropriam dela.

A horta pode se tornar um espaço comum, ajudando a produzir um senso de pertencimento ao lugar, favorecendo o encontro e o compartilhamento, embora essa possa ser uma construção difícil. A legitimidade da ação é uma questão que leva os hortelões à discussão, e é um assunto de negociação com a prefeitura.

ra, que administra mais de 800 ha de áreas verdes, com a perspectiva de aumentá-las, mas com o mesmo número de técnicos. O poder público, por um lado, considera que os hortelões são responsáveis pelos espaços ocupados pelas hortas, como diz um representante eleito para assuntos de biodiversidade e ecologia (2016, informação verbal): “A cidade assina um acordo com os promotores desses projetos e passa a não ser mais da sua responsabilidade dar manutenção a esses espaços”. Mas seu pensamento vai além, enfatizando que “esta também é a mensagem: reaproprie-se da cidade e dos seus espaços através de uma ‘permissão para vegetalizar’ [*permis de végétaliser*] [...]”. A prefeitura está experimentando formas de gestão participativa do espaço e vê nos hortelões parceiros em potencial. Esses, por sua vez, estão divididos entre aqueles que consideram uma tarefa viável, quando realizado coletivamente, e outros que não apreciam o fato de “substituir” o serviço municipal gratuitamente. Aquele mesmo representante eleito entrevistado enfatiza o fato de que existem restrições financeiras, mas que lhes dão a oportunidade de pensar em como trabalhar de maneira diferente e “se reapropriar do espaço urbano, já que é sempre a prefeitura que deve fazer”.

Muitas são as motivações que levam os cidadãos a se envolverem com a horticultura. Em Rennes, embora haja uma tendência em diferenciar hortas voltadas ao suprimento real de alimentos das hortas comunitárias – voltadas ao vínculo social, ao compartilhamento e ao estreitamento das relações de vizinhança –, as motivações dos hortelões não são tão nítidas e definidas. O engajamento cidadão relaciona-se a um contexto (os hortelões podem se dedicar às variadas tipologias de horta ao mesmo tempo ou ao longo dos anos) e a um processo. O engajamento evolui em relação a vários fatores (tempo livre, mudança de residência, habilidades pessoais etc.) ao longo do tempo. Cada área insere-se no espaço e no tempo e os jardineiros atribuem a eles um papel e uma função diferentes.

O engajamento em hortas comunitárias pode ser o primeiro passo para um novo aprendizado, mas também uma ferramenta para se conectar com outras pessoas, para compartilhar uma experiência. Para alguns, de fato, é o primeiro passo para aprender a mexer com a terra em companhia dos demais, Laurence (2016, informação verbal) confirma:

Na primavera passada, com meu amigo, nos questionamos se não mudaríamos de apartamento. Minha primeira intenção era ter uma área externa, tínhamos olhado um pouco casas para comprar, com pequenos jardins. Eu não queria um grande quintal, porque imagino que demanda manutenção, e não me sinto capaz de manter tudo isso. Enfim, foi uma ideia que abandonamos porque é complicado. Mas enquanto isso, eu talvez pudesse encontrar uma horta não muito longe da minha casa, antes de ter a minha própria horta, isso me permitiria aprender e perceber as dificuldades.

Outros seguiram o sentido oposto, como testemunha Héloïse (2016, informação verbal):

Antes, nós estávamos em uma casa com um jardim. Passamos de uma casa para um apartamento e estamos muito felizes com essa escolha, porque em nosso jardim não encontrávamos os vizinhos, não víamos pessoas e eu tinha tentado fazer uma horta sozinha, mas isso não me interessava. Aqui, eu fico mais tempo, mesmo se eu não fico muito, ainda assim, passo mais tempo na horta.

Os hortelões se perguntam sobre os freios do “urbano” para a horticultura. Dois emergem como principais: a falta de conhecimentos e a dificuldade da produção coletiva, a fim de criar um conjunto de práticas com pessoas desconhecidas. Segundo Jonas (2016, informação verbal): “Ainda existe esse problema de ousar ultrapassar as fronteiras, pessoas que sempre viveram na cidade e nunca tiveram uma horta e que não se atrevem a vir, e eu vi pessoas de fora que me disseram que queriam, mas que não deu em nada”.

A organização do grupo de hortelões geralmente se baseia em dias e horários de “permanência”, quando se reúnem e cuidam da horta. Normalmente, há um núcleo de hortelões mais envolvidos e outros, menos comprometidos, denominados “hortelões periféricos”. Essa posição de “marginalidade” não se baseia necessariamente na falta de interesse ou assiduidade, mas na falta de conhecimento sobre as regras de funcionamento da horta ou das tarefas necessárias, por exemplo no que se refere à compra de ferramentas, à organização de reuniões, à realização de tarefas e decisões essenciais, tais como as regas.

Além da horticultura, há uma série de outras atividades, tais como: coordenação, organização (de pequenas obras, para a compra de sementes), comunicação (entre os participantes nas redes sociais) e administração (preparação para assembleias gerais, relatórios financeiros, contatos com os departamentos municipais). No entanto, essas funções, que não são propriamente de horticultura, costumam depender de um número muito limitado de pessoas, produzindo uma desigualdade no conhecimento das informações e uma sobrecarga de trabalho para alguns voluntários, especialmente em hortas estruturadas por entidades associativas e com um grande número de aderentes. Às vezes, a falta de responsabilidade e compromisso da maioria pode cansar os mais “envolvidos”, que se sentem sobrecarregados e cansados. Albert (2016, informação verbal), por exemplo, enviou um e-mail ao seu grupo de hortelões anunciando uma greve: “Eu queria entrar em greve e, assim, trazer todos de volta. É verdade que eu tenho mais tempo que os outros, mas eu também sou bom em horticultura”.

Quase todos os hortelões entrevistados têm origem rural e, durante a infância, participaram ou observaram seus pais ou avós plantando e produzindo alimentos para o autoconsumo. Hortas domésticas são um denominador comum nas memórias: “Meus pais plantavam, eles não eram agricultores [...]. Meu pai trabalhava [no serviço de] áreas verdes [municipais] e tinha uma horta em casa. Comíamos muitos legumes da horta, e ele tratava de não usar produtos químicos” (Héloise, 2016, informação verbal).

Embora a maioria dos hortelões tenha origem rural, alguns deles se definem como “urbanos”, “filhos da cidade”, como Maelle (2016, informação verbal), que se descreve como sendo “um pouco o estereótipo de uma garotinha urbana que gostaria de colocar as mãos na terra”. A relação com a horta traz de volta o que foi construído durante a infância ou a juventude e interrompido no momento em que migraram à cidade. Continuidade e ruptura são as duas tendências comuns. Os hortelões encontram-se em uma trajetória produzida e caracterizada por “alavancas de transformação”, indicadores qualitativos da reorientação de suas práticas.

As redes familiares são importantes na construção do relacionamento com a terra e a horticultura, que evolui com o tempo e se adapta ao contexto. Os hortelões lembram-se das práticas de seus antecedentes, observadas ao longo de anos, e se posicionam em continuidade ou ruptura. Myrielle (2016, informação verbal), durante os plantios, lembra-se: “Meus avós puderam cultivar uma horta com a influência da Lua”. Ela tenta reproduzir certas práticas ou ritmos. Outros jardineiros, no entanto, distanciam-se dos pais: “Nos anos 80, era [o tempo do] agrotóxico. Então, hoje, eu sou tudo menos agrotóxico. [...] Correntes como a permacultura e a agroecologia são ótimas para virarem rotina” (Charles, 2016, informação verbal).

No contexto da cidade de Rennes, a horticultura intraurbana é obrigatoriamente orgânica. Todos os hortelões se orgulham de produzir sem usar produtos químicos. Além disso, é dada atenção ao uso de recursos, principalmente à água. De fato, quase todos os hortelões estão atentos e recorrem a técnicas como a cobertura com palha para diminuir a frequência das regas. Suas práticas também condicionam a percepção de que a agricultura urbana é menos poluente do que a agricultura rural: “Tem menos pesticidas que no campo e quando eu vejo todas as áreas verdes de Rennes, eu fico contente” (Emilie, 2016, informação verbal).

Além do plantio e da colheita, existem outras práticas, como a seleção da semente ou a sua reprodução, que ainda é pouco frequente entre os hortelões. Guardar as sementes ideais requer conhecimento, mas também possuir um espaço adequado, que muitas vezes é em casa (varanda, estufa, congelador etc.). Essas habilidades estão evoluindo: “Este ano, eu cheguei a guardar, é o segundo ano que eu faço isso, mas eu faço de uma só variedade, senão eu me perco” (Jonas, 2016, informação verbal).

Os hortelões interagem muito entre si, o que lhes permite estabelecer relações, conversar, mas também descobrir novas espécies e variedades. Segundo Gwenn (2016, informação verbal):

A gente tenta não comprar, há muitas trocas entre os hortelões, horticultores que nos dão as plantas [...]. É muito entre particulares, quando há trocas de plantas, tem umas ao redor de Rennes, tem também um banco de sementes, a gente também se abastecer com os sementeiros e, quando a

gente compra, a gente tenta pegar variedades camponesas. [...] A fazenda [nome da empresa], que é um pouco engajada nos certifica, nos certifica de que as sementes são reprodutíveis.

A participação na horta pode mudar as práticas dos hortelões, permitindo-lhes descobrir novas espécies e variedades ou maneiras de cozinhar: “Espinafre-morango eu não o conhecia e, de repente, aprendi uma, duas receitas, até o momento” (Charles, 2016, informação verbal).

Os efeitos também são sentidos na esfera familiar, como no caso de Myrielle (2016, informação verbal):

Moro com meu amigo e, pela primeira vez, os legumes da horta que eu cozinho, ele também come. Para ele, foi uma verdadeira diferença na alimentação. Quando eram os legumes que eu comprava no supermercado, ele não ficava muito interessado, mas saber que vem da horta [...], sinto um prazer e um desejo de comer.

Ou os conhecimentos sobre a época e as estações, como nos explica Charles (2016, informação verbal), ao falar da educação de seu filho:

A horta também é para que meu filho veja como os legumes crescem e que não estão apenas nas prateleiras do supermercado. E que ele veja o ritmo das estações, que ele aprenda que os morangos têm uma época específica e depois param, que o rabanete são quinze dias para ter, e como isso permite aprender o ritmo da vida e aceitar que seja mais lento, e que nem tudo deve ser rápido como quando a gente compra as coisas na internet e recebe, se possível, em duas horas.

A horta é considerada por alguns hortelões uma ferramenta para refletir sobre a prática de consumo:

Eu acho que a horta, para mim, é um trampolim para a alimentação. Para alguns, acho que ter um lugar como esse é importante. Não podemos dizer que é para a subsistência, porque podemos colher muito pouco, mas de maneira marginal é realmente onde pegamos algumas coisas. Por outro lado, temos prazer e as pessoas vão se perguntar: “Se eu não uso produtos químicos, por que vou comprar da produção química?”. (Jules, 2016, informação verbal)

As práticas dos hortelões e seus conhecimentos são heterogêneos e evoluem conforme o tempo. As hortas comunitárias são transformadas em comunidades dessas práticas, onde o processo de aprendizado e a aquisição de habilidades e conhecimentos ocorrem e se reproduzem através das ações cotidianas e da troca e compartilhamento de conhecimento entre os membros. O intercâmbio entre hortelões é a base do aprendizado, como explica Armand (2016, informação pessoal):

Eu sabia plantar. Eu tinha aprendido com meu pai quando eu era pequeno, mas já fazia um tempo que eu não colocava a mão na terra, mas a gente reaprende e tem coisas que eu não conheço a respeito das estações. Eu

aprendo receitas, e a gente troca com aqueles que tem o hábito de comer coisas que você não conhecia e que são comestíveis, e eles te explicam como você pode comer.

A prática é essencial para reaprender a cultivar. Colocar as mãos na terra é a base para (re)adquirir conhecimentos e habilidades.

### **Dinâmicas socioespaciais da Horta das Corujas, São Paulo, Brasil**

Para produzir alimentos é preciso falar sobre: água, solos, compostagem, espécies vegetais, polinização (o que abrange o papel das abelhas nativas sem ferrão), produção orgânica e agroecológica, contato direto com a terra, trabalho voluntário, participação social, espírito de coletividade e solidariedade, horizontalidade na tomada de decisões etc. Pegar na terra e evidenciar o aspecto da prática do cultivo de alimentos, segundo a Voluntária-1 (2015, informação verbal), demonstram, ainda, um ativismo “pela atitude”, e não apenas “pelo discurso”.

A Horta das Corujas está na rotina da Voluntária-1, que a frequenta pelo menos duas vezes por semana e despende, em cada dia, uma tarde inteira de trabalho, exercendo diversas atividades enquanto está na horta ou mesmo de sua casa, via internet. Na horta, ela rega e poda as plantas; dá manutenção e cria novos canteiros; recebe novos voluntários e escolas; dá entrevistas etc. De casa, ela acompanha todas as discussões do grupo pelo Facebook, da qual é uma das administradoras; cria eventos para a horta e os divulga, tais como chamadas para mutirões e oficinas; recebe demandas e tira dúvidas.

Todos os entrevistados, quando questionados qual foi a primeira pessoa com quem estabeleceram contato na horta, citaram a Voluntária-1: “[Ela] é uma grande comunicadora, [...] ela fala muito, ela acaba sendo uma difusora de tudo isso” (Voluntária-2, 2015, informação verbal). Há voluntários que não veem problema em afirmar que as Corujas possuem lideranças; outros, no entanto, preferem evitar o termo para não dar a entender que as relações sociais, na horta, não sejam verdadeiramente horizontais. Disso deduz-se que esses últimos associam a horizontalidade das relações à ausência de estruturas no grupo de usuários da Horta das Corujas.

Castells (2013, p.167), por um lado, afirma que “a horizontalidade das redes favorece a cooperação e a solidariedade, ao mesmo tempo que reduz a necessidade de liderança formal”. Freeman (1970, s.p.), por outro lado, defende que a rejeição por lideranças conduz a uma situação oposta à verdadeira democratização de grupos e movimentos sociais: “A partir do momento em que o movimento não se prende mais tenazmente à ideologia da ‘ausência de estrutura’ ele estará livre para desenvolver aquelas formas de organização que melhor se adequam ao seu funcionamento saudável”, a fim de assegurar “que quaisquer estruturas que sejam desenvolvidas serão controladas pelo grupo e assumirão responsabilidades frente a ele”.

Segundo depoimentos de hortelões: “Ah, sempre tem [lideranças]. Isso não tem muito jeito. Por mais que a gente queira uma coisa horizontal, tem

gente que está mais interessado, ou tem mais personalidade de liderança mesmo” (Voluntária-3, 2015, informação verbal). “Eu acho que não tem um líder, mas tem pessoas que são lideranças, no sentido de que estão, muitas vezes, à frente de um processo de organização, de conhecimento” (Voluntária-4, 2015, informação verbal). “Eu não vejo lideranças, eu vejo pessoas mais organizadas” (Voluntária-5, 2015, informação verbal).

Alguns entrevistados chegaram a relatar que deixaram de frequentar a horta por discordarem da maneira como ela estaria “sendo conduzida”: “O meu problema foi que determinada pessoa só aceitava as coisas do jeito dela. Decidi me afastar” (Ex-Voluntário-1, 2015, informação verbal). “Falava-se em treinar o desapego, mas tinha liderança que não desapegava” (Ex-Voluntário-2, 2015, informação verbal).

No caso das Corujas, a oposição da vizinhança, no entanto, foi de caráter pontual e durante o período nascedouro da horta. Os voluntários mais antigos relataram nas entrevistas realizadas o mesmo episódio emblemático: uma mulher gritou e xingou alguns hortelões enquanto eles trabalhavam em um fim de semana do primeiro mês de existência da horta: “Eu já estive aqui quando tinha gente gritando lá de cima, reclamando, mas eu não engajei no conflito [risos]” (Voluntária-6, 2015, informação verbal).

Os assuntos referentes aos gastos com a horta não apareceram, em nenhuma entrevista realizada, como um problema ou fonte de conflito entre os voluntários; esses também foram questionados se chegaram a contribuir financeiramente para a Horta das Corujas (em caso afirmativo, perguntou-se quantas vezes e quanto doaram). Cerca de 50% dos entrevistados disseram que já contribuíram financeiramente, rateando algumas despesas no início da horta, porém, outros 50% disseram que nunca contribuíram ou que, apesar de já terem ouvido falar de “vaquinhas”, nunca foram cobrados ou convidados a participar.

Os gastos com a horta são mínimos, na medida em que: os voluntários costumam levar suas próprias ferramentas e vestimentas especiais (chapéus ou bonés, protetor solar, repelente contra insetos, botas, luvas), bem como muitas das sementes e mudas que plantam; não há energia elétrica no local; há disponibilidade de água gratuita graças às cacimbas feitas pelos próprios hortelões; muitos voluntários conseguem doações de terceiros ou eles mesmos assumem o custeio de algo que desejam incorporar à horta. Muitos dos materiais utilizados na confecção de canteiros (cercas baixas de proteção, telhas para contenção e delimitação de canteiros, pneus que já serviram de canteiro, estacas de madeira etc.) são reaproveitados de algum outro lugar: encontrados em caçambas nas ruas da cidade, trazidos da casa de alguém, doação de terceiros etc., e, portanto, não figuram como custos monetários diretos.

Para que a horta comunitária não se torne um instrumento de privatização do espaço público e beneficie monetariamente a alguns cidadãos, é proibido o uso da Horta das Corujas para fins mercadológicos. Contudo, como afirma a

Voluntária-1 (2014, informação verbal): “está cheio de permacultor, de voluntário aqui precisando de grana, não é aqui que ele vai ganhar grana, mas aqui talvez seja uma vitrine”.

As oficinas eram um mecanismo bastante utilizado para atrair voluntários e simpatizantes para a Horta das Corujas. Como essa experiência hortícola foi pioneira na cidade de São Paulo, ela se tornou um local propício para experimentações e para a aprendizagem coletiva. As oficinas consistiam em receber especialistas para ensinar sobre um assunto específico e para demonstrá-lo na prática, incentivando as pessoas a reproduzi-lo posteriormente, seja na horta, seja no seu cotidiano.

Oferecidas na própria Praça das Corujas (dentro ou fora da área da horta), as oficinas eram gratuitas e não havia retribuição financeira como contrapartida a seus ministrantes. Esses eventos foram organizados e divulgados pela internet, por intermédio da página da Horta das Corujas no Facebook, onde as pessoas trocavam informações, davam palpites sobre sua organização e criavam enquetes para decidir melhor dia e horário. As oficinas funcionaram como uma estratégia para trazer público à horta, não apenas para sua “autopromoção”, mas também para permitir a troca de experiências entre os cidadãos e contribuir com a disseminação das ideias trabalhadas coletivamente.

A realização de oficinas ia ao encontro da função educativa das hortas comunitárias. A partir de sua existência, tornaram-se possíveis a propagação gratuita de conhecimentos e a integração social dos cidadãos. As oficinas também eram, conforme observado em campo e constatado em entrevistas e depoimentos, uma ferramenta de atuação dos ativismos urbanos, que buscavam o contato direto com a população para expandir seus canais de comunicação e propagar sua ideologia. A Horta das Corujas já foi palco de oficinas sobre: plantio de árvores; identificação e usos alimentícios e medicinais das Plantas Alimentícias Não Convencionais (Panc); elaboração de repelente natural contra insetos para o corpo e de fragrâncias naturais para ambientes fechados; reconhecimento e informações sobre as abelhas nativas sem ferrão; uso de cisternas para captação da água das chuvas. Todas essas foram ministradas por especialistas, mas que também são ativistas da causa; além de todos serem atuantes (se não voluntários ativos, ao menos colaboradores frequentes) em alguma horta comunitária de São Paulo.

A demarcação de canteiros, por sua vez, foi uma das questões que outrora muito aqueceram as discussões entre os voluntários da horta. Ela mereceu ser analisada a partir de diferentes perspectivas:

a) A ideologia da demarcação – Para alguns hortelões, a demarcação pode vir a representar uma espécie de privatização do espaço público. Quando se utiliza, aqui, o termo “espécie” pretende-se dizer que, na realidade, ninguém está tomando posse real de uma pequena porção de praça pública, mas como a horta é comunitária e o poder público municipal não estabeleceu regras de uso próprias para ela, a demarcação de canteiros pode contribuir para que um possí-

vel movimento de moradores contrários à existência da horta ganhe sustentação argumentativa perante a subprefeitura: se a praça (e a horta que nela se encontra) é pública e de livre acesso, por que alguns moradores poderiam identificar pequenas porções territoriais de sua totalidade com os seus respectivos nomes? Por mais que não seja a intenção, a identificação de canteiros, num espaço sem regras oficializadas e reconhecidas pelo poder público, pode dar a impressão de que se pretende privatizar o espaço público, ou, ao menos, estender privilégios de uso a um grupo específico de pessoas, o que contradiz o princípio de uso democrático de uma área pública de livre acesso. E, ainda, muitos voluntários que se identificam, de fato, como ativistas esperam encontrar espaço, na horta, para a utopia de uma sociedade livre de regras pré-determinadas e de demarcações e “limites fronteiriços”.

b) O exercício contra o desaparego e a valorização do anonimato – Havia hortelões contrários à demarcação de canteiros porque preferiam treinar o “desapego”. Isso significa que a identificação de um canteiro associa aquilo que nele está plantado como sendo de “propriedade” de alguém. Como a horta é pública e de livre acesso, quem se propõe a nela cultivar não está apegado aos resultados materiais da produção. Nessa perspectiva, a finalidade produtivista do trabalho individual torna-se menos importante do que a compreensão coletiva de seu real significado. Também havia pessoas que participavam da horta que não se articulavam junto à rede que se formou via internet. Dessa forma, se houvesse a valorização coletiva do “trabalho anônimo” que é realizado na horta, melhor compreender-se-ia a dinâmica social que nela se estabelece e que é quase impossível de se mensurar: “Esse é o maior aprendizado: o desaparego e a falta de vaidade, porque a gente não quer aparecer” (Voluntária-7, 2015, informação verbal).

c) A função principal da horta – Todas as pessoas entrevistadas para esta pesquisa não entendiam que a Horta das Corujas tivesse como principal finalidade o abastecimento alimentar. Portanto, a organização planejada para se obter resultados produtivistas concretos não deveria ser, sob essa perspectiva, a preocupação principal dos voluntários envolvidos com a horta. Assim, mais relevante do que sinalizar o canteiro com seu nome, seria estreitar os laços de parceria e cooperação a partir do trabalho coletivo.

Em hortas comunitárias localizadas em praça pública, todos podem entrar e colher os seus frutos ou hortaliças. Nesse sentido, a Voluntária-8 (2016, informação pessoal) afirma: “Os canteiros são de todos os cidadãos”.

Diferentemente de experiências em outras cidades ou países, nos quais existem programas ou leis municipais específicos para as hortas comunitárias, ou onde essas iniciativas estão na pauta política há mais tempo, o poder público municipal de São Paulo não cobra pelo uso de espaços públicos para fins de horta ou jardim comunitário e tampouco outorga a arrecadação a terceiros. Logo, não existem cobranças feitas em nome da Horta das Corujas (que também não se configura como associação, empresa ou organização sem fins lucrativos), nem

algum tipo de taxa de manutenção (facultativa ou compulsória) aplicada aos seus membros ou visitantes. No entanto, o rateio com despesas que pretendem atender às necessidades coletivas pode ocorrer, basta que os voluntários interessados assim se organizem e criem algum mecanismo de arrecadação informal entre eles próprios (mas não podem obrigar alguém que não queira colaborar).

Apreende-se dos depoimentos, enfim, que a Horta das Corujas, entre suas principais funções, resgata a simplicidade e permite a convivência tranquila entre os cidadãos, que podem desfrutar de um maior tempo de permanência no espaço público.

### **Conclusão**

A partir de casos bastante distintos, almejou-se revelar o conteúdo da vida cotidiana nas hortas comunitárias, com ênfase nas suas dinâmicas socioespaciais. Este artigo não teve um propósito comparativo, mas a leitura de casos em dois países e contextos diferentes permitiu que o objeto fosse colocado em perspectiva.

No âmago das relações sociais, as dinâmicas de liderança emergem de uma maneira diferente. Enquanto em Rennes os princípios de autoridade firmam-se na figura daqueles que melhor conhecem os procedimentos burocráticos para materializar uma horta (estabelecidos pela prefeitura) e a operacionalidade do coletivo (via associação, mediante acesso a financiamento e demais recursos financeiros), em São Paulo despontam-se lideranças que conduzem, politicamente, o processo de transformação do espaço urbano, ressignificando a cidade. Em Rennes, alguns hortelões permanecem em um posicionamento mais periférico, contribuindo quase que exclusivamente com os cultivos. Em São Paulo, é mais comum que os engajados com a horta, por mais que reconheçam a existência de lideranças, tenham muito mais claramente para si a importância do conteúdo político de suas intervenções hortícolas.

Percebeu-se que há alguma variedade nos critérios de escolha das plantas cultivadas, da origem das sementes, de certas práticas de manejo, bem como nos resultados estéticos da paisagem. Mas, nas duas cidades, verificou-se bastante presente uma atenção dada à reconexão com os ciclos da natureza e à valorização dos cultivos orgânicos e dos princípios da agroecologia e da permacultura. Uma importante diferença entre os dois contextos consiste no papel do poder público. Em Rennes, a prefeitura ajuda os hortelões no processo de planejamento da horta com a intermediação de Vert le Jardin, definindo os valores e os compromissos da prática hortícola em grupo. Os hortelões, após a materialização da iniciativa, são responsáveis pela área verde em questão, e a prefeitura passa a considerar esses cidadãos “produtores e gestores participativos” dos espaços públicos. Esse processo de institucionalização permite a multiplicação dos projetos; no entanto, a legitimação das ações ainda passa pela construção criativa de um novo referencial de “cidade comestível”. O cotidiano das hortas revela tensões, visões e representações distintas sobre o urbano, tanto entre os hortelões quanto entre estes e os demais cidadãos.



Foto Cortesia Gustavo Nagib

Horta das Corujas, no bairro da Vila Beatriz, Subprefeitura de Pinheiros, na Zona Oeste da cidade de São Paulo. Criada em 2012, ocupa cerca de 800 m<sup>2</sup> da Praça Dolores Ibárruri, também conhecida como Praça das Corujas. Em tal trecho, o Córrego das Corujas (afluente do Rio Pinheiros) foi despoluído pelo Programa Córrego Limpo, em 2007. Observa-se uma parte da Horta das Corujas. Seguindo os princípios da agroecologia e da permacultura, os canteiros locais apresentam diversidade de cultivos e plantio consorciado (diferentes espécies juntas). Ao fundo, pode-se ver a composteira existente no local, reservada à compostagem de folhas e galhos provenientes da própria horta e da praça.

Em São Paulo, o engajamento comunitário não envolve, necessariamente, questões de ordem institucionais. O poder público não fornece orientações para a materialização de hortas comunitárias, já que inexistente uma política ou um programa público voltado especificamente a essa questão. Os hortelões, portanto, acabam agindo pautados por seus conhecimentos próprios e em um constante processo de aprendizado coletivo sobre o manejo com a terra e com as plantas, numa busca constante pela produção de novos espaços de convívio e de valorização das trocas coletivas. Muito embora este artigo tenha trabalhado com apenas um caso paulistano, a Horta das Corujas foi a primeira materialização desse tipo na metrópole, e o engajamento de seus hortelões findou por estruturar uma rede ativista em prol da horticultura urbana, simbolizando uma alternativa à problemática ambiental e ao individualismo vivenciados na capital (Nagib, 2018).

Seja em Rennes, seja em São Paulo, a vida cotidiana das hortas revela que elas são lugares propícios à aprendizagem, especialmente por intermédio da

prática, do contato direto com a terra e com as plantas, mediante a qual os hortelões também incorporam memórias pretéritas (pessoais e afetivas). É a prática cotidiana que os fazem questionar hábitos em relação à produção e ao consumo de alimentos, e manifestam-se formas de transição e de conscientização a uma outra alimentação, mais saudável e livre de agrotóxicos (Demailly, 2014).

Ao mesmo tempo, essas práticas indicam um processo de ressignificação espacial a partir da introdução de uma expressão da agricultura dentro da cidade. Se o cotidiano urbano pode imprimir dificuldades para a convivência e o entrosamento entre as pessoas, as hortas comunitárias, em diferentes contextos, revelam-se experiências sociais que objetivam outra forma de ocupar e de viver a cidade, na qual os espaços públicos passam a cumprir a função de promoção do convívio coletivo e das trocas de experiências. Não se limitando à lógica produtivista, as hortas comunitárias revelam a reapropriação do espaço urbano a partir do cultivo do solo em coletividade, ultrapassando os conflitos de interesses particulares e constituindo-se num jogo de novas invenções das relações sociais e institucionais, necessário ao equilíbrio das relações humanas (Chrétien, 2010; Deschamps, 2019 ). Coutinho e Costa (2011, p. 88) complementam:

A realização de práticas agrícolas dentro das cidades traz novas possibilidades de compreensão do espaço urbano e novos elementos para fortalecer os argumentos que buscam refutar as dicotomias modernas entre campo-cidade, natural-artificial, que afetam diretamente a dinâmica territorial.

Agradecimentos – Agradecemos à região da Bretanha, que financiou o projeto JardimSAT, dentro do programa SAD, em 2016.

## Referências

BLANC, N. *Vers une esthétique environnementale*. Versailles: Quæ, 2008.

CASTELLS, M. *Redes de indignação e esperança: movimentos sociais na era da internet*. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

CHRÉTIEN, D. Jardins en partage. *Pour*, v.205-06, n.2, p.285-290, 2010. Disponível em: <<https://www.cairn.info/revue-pour-2010-2-page-285.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

COUTINHO, M. N.; COSTA, H. S. M. Agricultura urbana: prática espontânea, política pública e transformação de saberes rurais na cidade. *Geografias*, Belo Horizonte, p.81-97, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13322/10554>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

DEMAILLY, K. E. Les jardins partagés franciliens, scènes de participation citoyenne? *EchoGéo*, Paris, n.27, p.1-18, 2014. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/echogeo/13702>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

DESCHAMPS, A. Aménager la ville par le jardinage: la végétalisation participative de Lyon. *Géocofluences*, Lyon, 2019. Disponível em: <<http://geoconfluences.ens-lyon>>.

fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/lyon-metropole/articles-scientifiques/jardinage-vegetalisation-participative-lyon>. Acesso em: 28 mar. 2020.

FREEMAN, J. A tirania das organizações sem estrutura. *Nodo50*, 1970. Disponível em: <<http://info.nodo50.org>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

GIACCHÈ, G.; LE CARO, Y. Jardins partagés: une contribution habitante au système agri-alimentaire territorialisé rennais. *VertigOB*, n.31, 2018. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/vertigo/21982>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

INSEE – Institut National de la Statistique et des Études Économiques. *Dossier complet*: Commune de Rennes (35238). Insee, 2020. Disponível em: <<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2572750>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

LEFEBVRE, H. *O direito à cidade*. São Paulo: Documentos, 1969.

NAGIB, G. *Agricultura urbana como ativismo na cidade de São Paulo: o caso da Horta das Corujas*. São Paulo, 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-18082016-124530/pt-br.php>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

\_\_\_\_\_. *Agricultura urbana como ativismo na cidade de São Paulo*. São Paulo: Anna-blume, 2018.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *World urbanization prospects: the 2018 revision*. Nova York, 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2020.

*RESUMO* – Este artigo aborda a vida cotidiana de hortas comunitárias nas cidades de Rennes (França) e de São Paulo (Brasil). Reconhecendo-se os diferentes contextos socioespaciais, não se almeja estabelecer uma comparação, mas expor os discursos e as práticas dos hortelões urbanos de cada localidade, revelando suas dinâmicas e experiências próprias, que se encontram, por sua vez, na materialização de alternativas ao urbano. As práticas hortícolas, pautadas pelo trabalho e pelo engajamento coletivo, adentram as possibilidades de participação direta dos cidadãos para a transformação da cidade contemporânea, reativando os vínculos comunitários, os laços de afetividade e de proximidade socioespaciais, além de estabelecerem novos modos de se relacionar com o poder público.

*PALAVRAS-CHAVE*: Hortas comunitárias, Comunidades de práticas, Participação, Rennes, São Paulo.

*ABSTRACT* – This article discusses the daily life of community vegetable gardens in the cities of Rennes (France) and São Paulo (Brazil). Acknowledging the different socio-spatial contexts, it does not intend to establish comparisons, but to expose the ideas and practices of the urban gardeners in each location, revealing their own dynamics and

experiences, which are, in turn, found in the materialization of alternatives to urban life. Horticultural practices based on collective work and engagement, point to the possibilities of direct citizen participation in the transformation of the contemporary city, reactivating community links, bonds of affection and socio-spatial proximity, in addition to establishing new ways of relating to the government.

*KEYWORDS:* Community vegetable gardens, Community of practices, Participation, Rennes, São Paulo.

*Gustavo Nagib* é geógrafo, doutor pelo Programa de Pós-Graduação de Geografia Humana, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (PPGH-FFLCH-USP), e membro do Grupo de Estudos de Agricultura Urbana (GEAU) do Instituto de Estudos Avançados da USP. @ – guganagib@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0002-4558-7218>.

*Giulia Giacchè* é agrônoma, doutora pela Università degli Studi di Perugia, Itália. Pós-doutorada pela Universidade de Rennes 2. Coordenadora na estrutura de extensão Exp'AU (Expertise en Agricultures Urbaines) na Université Paris-Saclay, Inrae, AgroParisTech. Pesquisadora do Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), Paris, França, e membra do Grupo de Estudos de Agricultura Urbana (GEAU) do Instituto de Estudos Avançados da USP.

@ – giacche.giulia13@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0002-3736-0283>.

Recebido em 10.9.2019 e aceito em 20.4.2020.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup> Université Paris-Saclay, Inrae, AgroParisTech, Paris, França.

# Locavorismo: uma análise de suas contradições à luz de experiências de agricultura urbana em São Paulo

MANUELA MALUF SANTOS<sup>I</sup>

e PAULO EDUARDO MORUZZI MARQUES<sup>II</sup>

## Introdução

**D**ESDE O FINAL dos anos 1940, a agricultura segue um caminho que prioriza alta eficiência e padronização da produção, principalmente por meio da introdução de insumos químicos industriais. Esse modelo produtivo privilegia a grande escala, o que acentua o êxodo rural. Sem condições ou incentivos para permanecer em meio rural, os camponeses se deslocam para as cidades para viver e trabalhar, abandonando a agricultura.

De maneira concomitante, houve uma modernização da estrutura logística mundial, com o desenvolvimento do transporte dos alimentos em longa distância e do armazenamento de produtos alimentares. Assim, cresce a participação dos alimentos industrializados nas dietas em paralelo com a globalização e com uma concentração econômica em poucas organizações da cadeia agroalimentar. Nesse quadro, amplia-se o distanciamento entre as realidades do campo e da cidade e, portanto, entre a produção e o consumo de alimentos (Nierdele; Wez, 2018).

Cada vez mais, constata-se que esse modelo produtivo provoca degradação da saúde das pessoas, do equilíbrio no meio ambiente e das condições de vida da agricultura familiar, responsável em grande medida pela produção dos alimentos que compõem uma dieta alimentar diversificada e saudável (Pollan, 2007).

É como uma resposta a essa realidade – e visando transformá-la – que os anos 2000 viram surgir uma série de movimentos sociais ligados à alimentação que questionam essa lógica produtiva e abrem caminho para novas possibilidades. Nesse quadro, esta comunicação focaliza o chamado ativismo alimentar, do qual o locavorismo, que prioriza o consumo daquilo que é produzido localmente, é uma importante manifestação. Essa prática, que tem diversas formas de caracterização (não somente a distância percorrida pelo alimento, mas também a quantidade de intermediários e o método produtivo), pode ter impactos relevan-

tes na mitigação da mudança do clima, no fortalecimento do tecido social e na saúde pública (Ackerman-Leist, 2013). Nesse sentido, o locavorismo e a defesa da agricultura urbana e periurbana, movimentos com visibilidade ampliada nos últimos anos, crescem e se beneficiam mutuamente, ao promover relações próximas de produção e consumo de alimentos, podendo ser dentro da mesma cidade.

Por outro lado, há críticas que apontam efeitos adversos do locavorismo, como a constituição de mercados de nicho elitizados e o protecionismo. Com essas considerações, este trabalho tem por objetivo discutir o conceito do locavorismo e suas contradições a partir de experiências práticas de produção e consumo de alimentos na cidade de São Paulo.

Para tal propósito, foram entrevistados agricultores que compõem a diretoria de duas organizações de produtores da cidade: a Associação de Agricultores da Zona Leste (AAZL) e a Cooperativa Agroecológica dos Produtores Rurais e de Água Limpa da Região Sul de São Paulo (Cooperapas). Ambas comercializam seus produtos por canais diversos, desde mercados comunitários a restaurantes de luxo.

A partir dos dados obtidos nas entrevistas, cujo foco foi levantar os principais consumidores dessas organizações identificados com o locavorismo e caracterizá-los a partir das percepções que os produtores têm desses canais, em termos de distância geográfica e relação com a comunidade, foram identificadas diferentes concepções do locavorismo. De outra parte, nossas interpretações dizem também respeito aos impactos ao meio ambiente, à vida das pessoas e à agricultura urbana e periurbana de distintas maneiras de realizar práticas em torno do locavorismo.

### **Sobre o locavorismo**

O vocábulo “locavore” foi eleito a palavra do ano em 2007 pelo *New Oxford American Dictionary* (Rudy, 2012), que a definiu como: “Pessoa cuja dieta consiste exclusivamente, ou principalmente, de comida cultivada ou produzida localmente” (Locavore, 2007).

A palavra foi utilizada pela primeira vez em 2005 por um grupo de quatro mulheres na região de San Francisco, na Califórnia, quando elas lançaram um desafio em sua cidade para que as pessoas só se alimentassem daquilo que fosse produzido dentro de um raio de 100 milhas (ou 160 km) da região central. Essa iniciativa estimulou outras semelhantes em várias cidades norte-americanas, o que chamou a atenção dos editores do dicionário, não só pelo sucesso do neologismo, mas também pelo conceito que representa, aliando uma prática alimentar a resultados ecológicos positivos (Oxford University Press, 2019).

É importante notar que antes de existir um termo específico, o locavorismo já ocorria. A propósito, Ackerman-Leist (2013) ressalta que o produto local já foi, antes da modernidade, a única opção existente para o consumo de alimentos. Com efeito, são as características atuais da cadeia de produção que tornaram o acesso ao alimento local uma prática anacrônica. É preciso cuidado, portanto,

para não identificar algo tão antigo como uma novidade. O locavorismo, antes de ser uma nova forma de consumo, é um movimento pela revalorização de formas mais tradicionais de acesso ao alimento. A propósito, Siniscalchi (2015) utiliza o termo “retroinovação” para denominar essas práticas que resgatam formas de agir do passado e as combinam com elementos do presente para criar um novo futuro. Segundo a autora, essa abordagem permite reincorporar a dimensão social às trocas econômicas, desafiando a lógica neoliberal do capitalismo (Siniscalchi, 2015), o que deve ser um dos aspectos desejados pelo locavorismo.

Como Rudy (2012) mostra, o adepto do locavorismo (“locavore”) busca se opor à insustentabilidade do modelo convencional engajando-se em iniciativas como mercados de produtores, grupos de consumo ou hortas comunitárias. Trata-se de exemplos de cadeias curtas de abastecimento.

Para Azevedo (2015), no entanto, não existe um consenso acerca do que se pode denominar alimento local. De maneira geral, norte-americanos identificam como sendo local a comida produzida em pequenas propriedades vizinhas a grandes metrópoles ou cuja produção tenha ocorrido no mesmo estado. Existe também uma possibilidade, das mais utilizadas, de se definir o local a partir da distância. Nesse caso, o parâmetro mais aceito é de cem quilômetros (Ruby, 2012). A propósito, tem grande relevância para esse último critério o termo “*food miles*”, cunhado pela primeira vez nos anos 1990 no Reino Unido (Paxton, 2011) em relatório que discutia os impactos da distância percorrida pelo alimento do campo à mesa. Segundo o relatório, quanto menor a distância, melhor.

Na tentativa de se definir o que é local, Ackerman-Leist (2013) vai além e incorpora não só a distância ou fronteiras artificiais, mas elementos como o senso de pertencimento de quem compra em relação ao local onde o alimento é produzido, e também os laços que se estabelecem entre produtor e consumidor.

As diferentes formas de entendimento do que se define como sendo local e as justificativas que embasam cada uma dessas concepções, como nos mostram DuPuis e Goodman (2005), podem gerar efeitos diversos e, por essa razão, há que considerar os impactos de cada uma das práticas ensejadas para que não se gere mais desigualdade e injustiça socioambiental, em vez do efeito contrário desejado. De fato, convém considerar com precaução que o conceito “alimento local” por si só incorpora atributos socioambientais positivos.

Para esta pesquisa, portanto, será de grande valia a visão de Rudy (2012), que está alinhada àquela de Ackerman-Leist (2013), sobre o que representa o local para o adepto do locavorismo. Para se enquadrar nessa categoria, o “locavore” deve buscar conhecer três aspectos da produção do alimento que consome: (i) proximidade, em que deve ser considerada não somente a distância, mas as fronteiras geográficas e/ou políticas; (ii) o modelo produtivo, em que deve ser dada preferência a práticas ecológicas de produção, em pequena escala e menos intensas em insumos químicos; e (iii) o relacionamento entre quem compra e produz, em que pesa a venda direta.

De maneira a melhor ilustrar as possibilidades de se delimitar esse conceito e suas implicações, esta pesquisa buscou identificar as manifestações do locavorismo na cidade de São Paulo, levando em conta as percepções dos próprios agricultores.

### **Locavorismo na cidade de São Paulo**

A cidade de São Paulo tem alguns exemplos do que podem ser consideradas iniciativas de locavorismo, ainda que não se intitulem dessa forma. A maior parte dessas experiências está vinculada a duas organizações de agricultores na cidade, uma localizada no extremo da zona sul e outra no extremo da zona leste, a 40 km e 20 km, respectivamente, da região central.

Ambas as organizações têm áreas inscritas na zona rural estabelecida pelo Plano Diretor paulistano, onde encontram-se cadastrados cerca de 400 agricultores, a maioria situada na zona sul (Cidade de São Paulo, 2018). Somente parte dos agricultores cadastrados na cidade integra as organizações de produtores dos seus bairros.

A Cooperativa Agroecológica dos Produtores Rurais e de Água Limpa da Região Sul de São Paulo (Cooperapas), com 26 cooperados, e a Associação dos Agricultores da Zona Leste (AAZL), que conta com 24 membros, constituem o foco de análise desta pesquisa. O perfil da produção varia entre essas áreas. Enquanto na zona sul os terrenos são maiores e mais isolados, na zona leste as hortas são cultivadas em áreas de comodato de empresas de energia e abastecimento de água, em bairros com perfil mais urbanizado (Cidade de São Paulo, 2018). As duas organizações produzem sem o uso de agrotóxicos, mas não possuem certificação orgânica de seus produtos.

Como executora do projeto “Bota na Mesa”, iniciativa do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas (com projetos de apoio aos agricultores no acesso a mercado), a primeira autora desta pesquisa teve contato próximo das duas organizações e pôde verificar que ambas se situam em zonas de vulnerabilidade social, com relevância ambiental para a cidade. Esses casos permitem evidenciar o potencial multifuncional da agricultura nesses locais, ou seja, de seus benefícios para o território que vão para além da produção de alimentos e que são menos tangíveis, porém não menos relevantes, do que o alimento em si: a agricultura nessas regiões pode promover a conservação ambiental, dinamizar a economia, criar laços comunitários, favorecer maior equilíbrio ao ecossistema, inibir o crescimento imobiliário, proteger as nascentes de água que abastecem a cidade e, ainda, elevar aquelas regiões a polos turísticos e de educação ambiental para a população citadina. No entanto, as organizações desses agricultores, mesmo próximas de um mercado consumidor, têm sérias dificuldades em escoar sua produção, que passam por questões de logística, de gestão, de engajamento dos associados e cooperados, entre outros aspectos.

Nos últimos anos, no entanto, a produção agrícola urbana e periurbana ganhou visibilidade, o que abriu mercado para essas organizações escoarem seus

produtos e garantirem sua viabilidade econômica. Indício importante de mudança de tendência é que no início do projeto “Bota na Mesa”, em 2015, ambas as organizações escoavam seus produtos em poucos canais, concentrados em feiras nos respectivos bairros e vendas nas próprias hortas (GVCES, 2019). Novo levantamento efetuado para esta pesquisa mostra que no primeiro semestre de 2019 as duas organizações comercializaram para mais de cinco canais diferentes. Para essa análise, portanto, foram levados em consideração os dados do projeto “Bota na Mesa”, coletados entre 2015 e 2017, e entrevistas realizadas com as presidentes da Cooperapas e da AAZL, respectivamente. Na Tabela 1 estão sistematizados os canais de venda para os quais as duas organizações estavam comercializando no primeiro semestre de 2019, quando foram realizadas as novas coletas de dados. Muitos desses canais, no entanto, representam consumidores que, apesar de inscritos no mesmo município que as organizações, não estabelecem relações de proximidade com os produtores, que é o caso de restaurantes de alto padrão em áreas nobres e de mercados em regiões centrais. Esse novo perfil de compra que se estabelece na cidade, com perfil socioeconômico diferente daquele dos produtores, mas que, por outro lado, se coloca como importante canal de comercialização e valorização da produção, abre espaço para novas interpretações e leituras sobre os efeitos desejados ou não do locavorismo, relevantes para se delinarem os rumos que esse movimento deve tomar.

Tabela 1 – Canais de venda da Associação dos Agricultores da Zona Leste (AAZL) e Cooperapas no primeiro semestre de 2019

Organização	Canais acessados no 1º semestre de 2019	Categoria	Distância aproximada do local de produção
AAZL	Feira no bairro	Feira livre municipal	5 km
	Feira em unidades SESC	Feira em local privado	20 km
	Venda direta na horta	Venda direta	0 km
	Instituto Feira Livre	Mercado da economia solidária	20 km
	Instituto Chão	Mercado da economia solidária	20 km
Cooperapas	Instituto Feira Livre	Mercado da economia solidária	40 km
	Instituto Chão	Mercado da economia solidária	40 km
	Quitandoca	Mercado da economia solidária	40 km
	Feira em unidades SESC	Feira em local privado	40 km
	Google	Refeitório de empresa multinacional	40 km
	Facebook	Refeitório de empresa multinacional	40 km
	Arturito	Restaurante de alto padrão	40 km
	Corrutela	Restaurante de alto padrão	40 km
	Alimentação escolar do município de São Paulo	Compra institucional (PNAE)	5 km

Fonte: Elaboração própria.

## Discutindo as contradições do locavorismo

### *Locavorismo e a mudança do clima*

A primeira relação que pode ser considerada entre o locavorismo e as mudanças do clima é que, com a menor distância percorrida pelo alimento, menos emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), cuja presença na atmosfera é responsável pelo aumento da temperatura, serão realizadas em seu transporte (Paxton, 2011), mitigando dessa forma seus efeitos. É preciso, no entanto, ir além e considerar que essa etapa não é a única emissora de GEE na produção de alimentos, que podem ocorrer em grande medida também no que se refere à energia, para irrigação ou estufa, para fabricação de agrotóxicos, para a refrigeração da produção, dentre outras etapas que variam de acordo com a cultura e a região. Certos territórios têm vocação para realizar a produção de determinadas espécies, sejam elas vegetais, sejam animais, de maneira mais eficiente do que outras e, assim, pode-se compensar o que será emitido no transporte para a região em que os alimentos serão consumidos, mesmo que seja distante (Weber; Matthews, 2008). Portanto, para que o argumento da importância do locavorismo no combate à mudança do clima seja válido, é preciso não somente reduzir a distância percorrida, mas priorizar aqueles alimentos nativos, cujo território próximo tem vocação edafoclimática para produzir sem que sejam necessários insumos químicos, representando fontes de emissão de GEE. Nesse sentido, vale ser ressaltada a sazonalidade também como relevante para a escolha, pois produzir na época adequada ocorre com menos intervenções artificiais (Fitzgerald, 2016).

Nesse quadro, ambas as organizações, AAZL e Cooperapas, podem ser consideradas agentes de uma produção eficiente em termos de emissão de GEE. O transporte alimentar ocorre em curtas distâncias, seus produtos são adequados ao clima local, não necessitam insumos químicos – inclusive no caso da zona sul há produção de frutas nativas, como o cambuci – e os mercados para onde comercializam são pautados pela sazonalidade. Vale dizer que muitas vezes os restaurantes compradores adaptam seus cardápios para incluir os produtos da época, segundo as entrevistadas.

Outra importância do locavorismo para que se mitiguem os efeitos da mudança do clima consiste no efeito positivo da manutenção de áreas verdes próximas a, ou dentro de, centros urbanos. Esse tipo de paisagem, característico de formas agroecológicas de agricultura, pode promover a captura de carbono da atmosfera e amenizar os fenômenos conhecidos como “ilhas de calor”, em que centros urbanos têm sua temperatura elevada pela concentração de veículos, prédios e asfalto (Herzog; Rosa, 2010). Nesse âmbito, parte dos produtores da Cooperapas está inscrita em áreas de Unidade de Conservação e contribui para seu amortecimento, barrando inclusive a especulação imobiliária. No caso da AAZL, com perfil mais urbano, as hortas são responsáveis por aumentar o verde em uma região tão pobre em vegetação.

Por último, como Ackerman-Leist (2013) propõe, a presença de polos produtivos de alimentos em proximidade a cidades pode se beneficiar da geração de resíduos orgânicos pela população citadina que, uma vez inseridos num processo de compostagem, tornam-se fertilizante natural para as plantações e dispensam o uso de fertilizantes químicos, nocivos à saúde e ao meio ambiente. A cidade também se beneficia, tendo um destino adequado para o lixo gerado.

### *Locavorismo e os mercados de nicho*

Tendo o crescente interesse pelo consumo de alimentos locais surgido em parte como uma reação à cadeia globalizada e seus impactos negativos na sociedade e no meio ambiente, Brunori e Galli (2016) mostram que, de maneira quase automática, produtos locais passaram a ser identificados também com outros atributos, como saudável, sustentável, fresco ou ecológico. Realçam-se as características opostas àquelas tradicionalmente atribuídas a alimentos oriundos de grandes cadeias globalizadas. As grandes empresas multinacionais, por sua vez, capturando a tendência do mercado, adotaram mecanismos com o objetivo de vincular a seus produtos características que atendessem às expectativas dos consumidores mais conscientizados, apropriando-se do termo “local” para fins de criarem para si uma imagem de sustentáveis.

Nesse sentido, o termo “local” sofreu uma apropriação com a finalidade de tornar o consumo de certos itens mais apelativos, em uma prática que alguns autores chamam de “local washing” (Brunori; Galli, 2016; Fitzgerald, 2016).

Outro problema associado ao locavorismo é o risco de, em vez de fomentar canais de economia solidária, criar uma nova modalidade de consumo restrita a públicos com alto poder aquisitivo – inclusive porque empreendedores acreditam poder elevar o preço de produtos ao utilizar o selo “local”.

A propósito, convém ressoar aqui uma frase proferida por uma de nossas interlocutoras mais de uma vez durante as entrevistas: “meu sonho era ter o carro da saúde e sair pelo bairro vendendo alimento orgânico para meus vizinhos”. Para que tal desejo se concretize, no entanto, a agricultora necessitaria de uma estrutura de produção e distribuição que demandariam altos investimentos, aos quais os cooperados não têm fácil acesso. Assim, seus produtos acabam sendo muitas vezes vendidos a um público cujo perfil é bem diferente daquele de seu bairro: funcionários dos escritórios Google e Facebook e clientes de restaurantes em que a faixa de preço da refeição está acima de R\$ 150,00 (Veja, 2019). Vale ressaltar que as agricultoras entrevistadas não manifestam nenhuma crítica em relação ao perfil de seus consumidores mais elitizados. A respeito desse fenômeno, Fitzgerald (2016) argumenta que, mesmo sendo um movimento com mais adeptos da elite, por estar em uma fase inicial, a mudança de modelo mental desse público pode influenciar futuramente a adoção dessas práticas num público mais amplo.

Questão a se levar em consideração, portanto, é como o público desses escritórios, restaurantes, e também da mídia que divulga esse tipo de tendência,

está se informando a respeito do que é um alimento local e de quais são os critérios que permitem associá-lo a um movimento com efeitos positivos.

Um exemplo que permite ilustrar os riscos desses processos é o do cultivo de hortaliças direto em gôndolas de supermercado, tecnologia desenvolvida pela empresa alemã InFarm (2019) que instala estufas dentro das lojas, de onde os clientes colhem seus alimentos para levar para casa. Na cidade de São Paulo, as organizações de produtores focalizadas neste estudo já contam com um concorrente que tem um perfil empresarial e tecnológico. Trata-se de um empreendimento chamado Pink Farms (2019), que produz hortaliças próximo ao centro de São Paulo, em cultivo vertical, num ambiente fechado e iluminado por meio de luz artificial LED.

Essa modalidade de produção, no entanto, apesar de zerar a distância percorrida pelo alimento, pode gerar efeitos indesejados, como a descaracterização da função social da agricultura, com o declínio da geração de renda para famílias ocupadas na agricultura com um modo tradicional de vida. Ademais, a produção alimentar destinada por essas famílias para o próprio bairro onde residem tende a se desestruturar com esse tipo de concorrência, representando um fator de insegurança alimentar.

Um último risco a ser levado em consideração aqui diz respeito a práticas trabalhistas. Existe um argumento de que com a “romantização” das pessoas da cidade em relação à vida no campo e ao modo de produção proporcionado pela agricultura familiar, corre-se o risco de se perpetuar uma relação paternalista entre consumidor e produtor. Dessa maneira, esse último estaria subjugado a permanecer no campo algumas vezes em condições precárias somente para atender aos anseios de uma população citadina de consumir produtos locais (Fitzgerald, 2016).

### **Conclusão**

As diferentes formas de entendimento do que se define como local e como se relacionar com alimentos locais constituem-se num campo de debate em aberto. As justificativas que embasam diferentes possibilidades, como nos mostram DuPuis e Goodman (2005), focam em efeitos diversos. Então, convém analisar profundamente os impactos de cada modalidade de alimentação local em termos de desigualdade e injustiça socioambiental. Trata-se de evitar efeitos contrários ao desejado, ao se assumir que o conceito “alimento local” por si só incorpora atributos socioambientais positivos.

É de grande importância, portanto, esclarecer e informar a sociedade sobre os eventuais efeitos de cada uma das formas de se exercer o locavorismo. O caso de São Paulo mostra que há na cidade um interesse crescente pela alimentação local e que há alguns riscos associados à sua inserção em mercados de nicho mais elitizados e pouco conectados com o local de produção. No entanto, as evidências também mostram que muitos dos canais para os quais as organizações analisadas comercializam são de fato próximas de sua realidade, como escolas públicas, feira no bairro e até mesmo venda na própria horta.

Como o locavorismo constitui-se num movimento recente, é importante acompanhar e dar visibilidade a essas iniciativas, buscando também disponibilizar informações ao consumidor e aos agricultores para que realizem escolhas embasadas. Tal como prega o movimento, trata-se de assegurar ganhos ambientais e melhor qualidade de vida para as pessoas.

Agradecimentos – Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa por meio da bolsa de mestrado da autora Manuela Maluf Santos.

## Referências

ACKERMAN-LEIST, P. *Rebuilding the foodshed: who to create local, sustainable and secure food systems*. Vermont: Chelsea Green Publishing, 2013.

ATLAS MUNICIPAL. Trabalho e Desenvolvimento, Disponível em: <<http://atlasmunicipal.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

AZEVEDO, E. O ativismo alimentar na perspectiva do Locavorismo. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v.XVIII, n.3, p.81-98, jul.-set. 2015.

\_\_\_\_\_. Alimentação, sociedade e cultura: temas contemporâneos. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 19, n.44, p.276-307, jan.-abr. 2017.

BRUNORI, G.; GALLI, F. Sustainability of Local and Global Food Chains: Introduction to the Special Issue. *Sustainability*, v.8, n.765, 2016.

CIDADE DE SAO PAULO. Departamento de Agricultura. 2018. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento/abastecimento/agricultura\\_urbana/index.php?p=153588](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento/abastecimento/agricultura_urbana/index.php?p=153588)>. Acesso em: 8 mar. 2019.

DUPUIS, E. M.; GOODMAN, D. Should we go “home” to eat?: toward a reflexive politics of localism. *Journal of Rural Studies*, n.21, p.359-71, 2005.

FITZGERALD, K. Thinking Globally, Acting Locally: Locavorism and Humanist Sociology. *Humanity & Society*, v.40, n.1, p.3-21, fev. 2016.

GVCES. *Bota na Mesa*. Disponível em: <<http://gvces.com.br/projeto-bota-na-mesa>>. Acesso em: 8 ago. 2019.

HERZOG, C.; ROSA, L. Infraestrutura verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. *Revista LABVERDE*, v.1, p.92-115, 2010.

IBGE. Cidades. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

INFARM. Site da empresa. Grow. Disponível em: <<https://infarm.com/grow/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

LOCAVORE. Dicionário online Oxford. 2007. Disponível em: <<https://en.oxforddictionaries.com/definition/locavore>>. Acesso em: 4 mar. 2019.

NIERDELE, P.; WESZ, V. J. *As novas ordens alimentares*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2018.

OXFORD UNIVERSITY PRESS. Blog do dicionário online. Word of the year 2007 Disponível em: <<https://en.oxforddictionaries.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2007>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

PAXTON, A. *The Food Miles Report: The dangers of long-distance food transport* (online). Disponível em: <[https://www.sustainweb.org/secure/Food\\_Miles\\_Report\\_2011.pdf](https://www.sustainweb.org/secure/Food_Miles_Report_2011.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2019.

PINK FARMS. Sobre. Disponível em: <<http://www.pinkfarms.com.br/>>. Acesso em: 18 jul. 2019.

POLLAN, M. *O dilema do onívoro*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2007.

RUDY, K. Locavores, Feminism, and the Question of Meat. *The Journal of American Culture*, v.35, n.1, mar. 2012.

SINISCALCHI, V. “Food activism” en Europe: changer de pratiques, changer de paradigmes. *Anthropology of food*, S11, 2015.

VEJA. Arturito. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/estabelecimento/arturito/>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

VEJA. Corrutela. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/estabelecimento/corrutela/>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

WEBER, C.; MATTHEWS, S. Food-Miles and the Relative Climate Impacts of Food Choices in the United States. *Environ. Sci. Technol.*, v.42, n.10, p.3508-13, 2008.

*RESUMO* – Este artigo tem por objetivo explorar conceitualmente o movimento de ativismo alimentar chamado “locavorismo”, contextualizando seu surgimento e algumas de suas manifestações. Ao ser colocado em prática, o locavorismo pode ter efeitos diversos e até mesmo antagônicos. Para que fossem analisadas essas contradições, foram entrevistadas duas organizações de agricultores na cidade de São Paulo inseridas em circuitos de consumo local para que se fizessem compreender na prática os potenciais efeitos sociais e ambientais deste tipo de compra.

*PALAVRAS-CHAVE:* Ativismo alimentar, Locavorismo, Agricultura urbana.

*ABSTRACT* – This article is a conceptual explorations of the food activist movement called “locavorism”, contextualizing its emergence and some of its manifestations. When put into practice, locavorism can have diverse and even antagonistic effects. In order to analyze these contradictions, interviews were conducted with two farmers’ organizations in the city of São Paulo, inserted in local consumption circuits, so that the potential social and environmental effects of this type of procurement could be understood in practice.

*KEYWORDS:* Food activism, Locavorism, Urban agriculture.

*Manuela Maluf Santos* é mestranda no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada (PPGI-EA/USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Universidade de São Paulo (USP). @ – manuela.santos@usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-9556-839X>.

*Paulo Eduardo Moruzzi Marques* é professor associado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Universidade de São Paulo (USP) e do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada (PPGI-EA). @ – pmarques@usp.br / <https://orcid.org/0000-0002-0514-7568>.

Recebido em 10.9.2019 e aceito em 20.4.2020.

<sup>I</sup> Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

<sup>II</sup> Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

# Comidas da horta e do mato: plantas alimentícias em quintais urbanos no Vale do Paraíba

*GUILHERME REIS RANIERI<sup>I</sup> e SILVIA HELENA ZANIRATO<sup>II</sup>*

## Introdução

**E**STE TRABALHO apresenta os resultados de uma pesquisa quantitativa e qualitativa ocorrida entre 2016 e 2018 sobre o cultivo em quintais urbanos nos municípios de São José do Barreiro e Areias, nos entremeios da Serra da Bocaina, sub-região do médio Vale do Paraíba do Sul, no trecho paulista. Os objetivos foram:

- a) caracterizar os praticantes da agricultura urbana nos quintais dos municípios;
- b) realizar um inventário da agrobiodiversidade conhecida, com destaque para as plantas consideradas não convencionais (Panc).
- c) Demonstrar a importância da agricultura urbana realizada nos quintais domésticos na manutenção de saberes sobre o uso agrobiodiversidade verificado, principalmente em plantas alimentícias não convencionais, espontâneas e cultivadas.

Os municípios de São José do Barreiro e Areias foram selecionados pela sua proximidade, seu relativo isolamento geográfico, semelhança em suas características biofísicas, em seus indicadores socioeconômicos (Seade, 2020), e contextos históricos similares (Zanirato; Cavicchioli, 2016). Ambos se localizam nos vales da Serra da Bocaina, um importante fragmento de Mata Atlântica ainda mantido.

O clima da região é temperado, e as temperaturas variam entre a média mínima de 14 °C e média máxima de 27 °C, com precipitação média anual na média de 1.643,6 mm (Plansan, Areias, 2005, p.17). A região apresenta remanescentes de floresta ombrófila densa (Serafin et al., 2008).

O grau de urbanização de ambas as cidades, por volta de 39% em 1980, é atualmente de 67,1% em Areias e 75,8% em São José do Barreiro (Seade, 2020). Areias possuía, em 2019, 3.843 habitantes, com densidade populacional baixa, de 12,59 hab./km<sup>2</sup>, com um território de 305 km<sup>2</sup> (Seade, 2020). Em São José

do Barreiro o total de habitantes para o mesmo período era de 4.147, com a baixa densidade demográfica, na faixa de 7,14 hab./km<sup>2</sup>, e território de 570,63 km<sup>2</sup> (Seade, 2020).

## **Métodos**

A pesquisa baseou-se em metodologias utilizadas em levantamentos etnobotânicos, por meio da técnica da documentação direta, da observação participante e do trabalho de campo (Lakatos; Marconi, 1997). Os dados foram coletados por meio da abordagem quantitativa (Albuquerque et al., 2010), com entrevistas aplicadas e turnê guiada. A seleção dos entrevistados foi feita pelo método bola-de-neve (Vinuto, 2014). O método utilizado na visita aos quintais para a identificação das espécies pelos moradores foi o da turnê guiada (Albuquerque et al., 2010), metodologia que prevê o registro das espécies conhecidas pelos entrevistados e que estão presentes no quintal.

A coleta botânica foi feita mediante autorização dos entrevistados, ainda que haja espécies que não puderam ser colhidas, por estar fora de seu período reprodutivo, ou pela baixa quantidade de indivíduos, além do impacto da coleta sobre a supressão. A herborização foi realizada no mesmo dia e os nomes populares e formas de uso foram anotados de acordo com a pronúncia dos entrevistados. Os procedimentos de coleta e herborização em campo basearam-se em manuais da área (Albuquerque et al., 2010).

Para determinar se já havia usos alimentícios descritos para as plantas indicadas, a listagem foi cruzada com as principais referências a respeito de plantas alimentícias, a saber: Kunkel (1984); Zurlo e Brandão (1989); Rapoport et al. (2009); Kinupp e Lorenzi (2014), sistematizados na Tabela 2. Padronizamos os nomes científicos pelo sistema de classificação APG IV e incluímos também as variedades encontradas em campo.

A identificação botânica foi realizada pelos especialistas da Prefeitura Municipal de São Paulo Sumiko Honda, Simone Justamante de Sardi, Eduardo Hortal Pereira Barreto, Ricardo José Francischetti Garcia, e as amostras em condições foram incluídas à coleção do Herbário Municipal de São Paulo (PMSP). A pesquisa contou com um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP), da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da Universidade de São Paulo (USP), (Decisão CAAE: 61426816.7.0000.5390, aprovada em 22.11.2016).

## **Quintais urbanos**

Para melhor compreender a pesquisa, é importante ter claro do que falamos quando nos referimos a quintais urbanos.

Os espaços onde a agricultura urbana é praticada variam muito, indo de hortas comunitárias a hortas privadas, com funções que vão desde o autoabastecimento até a comercialização de excedentes. No caso aqui tratado, a análise

foi restrita aos espaços privados, de uso particular, mais especificamente os quintais domésticos da região do Vale do Paraíba. Ao denominá-los quintais com práticas de agricultura urbana estamos atribuindo a esses espaços uma de suas muitas características, qual seja, o de cultivo de plantas ou de função agrícola. Destaca-se a localização, ao redor ou aos fundos de uma residência, ou em local imediatamente próximo, com diferentes configurações, metragens e tipologias construtivas, que resultam numa infinidade de estratégias de uso (Oakley, 2004; Guarim Neto; Amaral, 2008), das quais nos interessa a produção de alimentos.

Nos quintais com essa intencionalidade podemos observar ao menos duas abordagens (Kumar; Nair, 2004): a estética, popularmente identificada por meio dos espaços ajardinados, e a função utilitária agrícola de produção de alimentos, condimentos e plantas medicinais. Essa última manifesta um tipo de agricultura urbana, com práticas que permitem que esses espaços sejam ricos em agrobiodiversidade, ou seja, em diversidade de plantas com múltiplos usos.

O termo agrobiodiversidade, conforme definido na Decisão V/5 da 5<sup>a</sup> Conferência das Partes da Convention on Biological Biodiversity, consiste em:

Um termo amplo, que inclui todos os componentes da diversidade biológica, relevantes para a alimentação, a agricultura e todos os componentes da diversidade biológica que constituem o agroecossistema: a variedade e a variabilidade de animais, plantas e microrganismos, aos níveis genético, de espécies e ecossistêmico, necessários para sustentar as principais funções do agroecossistema, sua estrutura e processos. (COP, decision V/5, 2001)

Dependendo do manejo, do isolamento em relação à agroindústria, assim como da conexão com práticas culturais mais ou menos tradicionais, os quintais permitem a conservação “incidental” (Winklerprins; Oliveira, 2010) dessa diversidade. Incluem-se aqui diferentes níveis de diversidade de cultivos, que vão desde muitas espécies a muitas variedades de uma mesma espécie (variedades, raças, cultivares).

Para os proprietários desses quintais, o cultivo pode trazer aumento na sua segurança alimentar e nutricional, seja pela produção de subsistência menos onerosa do que a aquisição em mercados, seja pela diversificação de cultivos, incluindo os não oferecidos nos mercados locais (Winklerprins; Oliveira, 2010; Ranieri; Zanirato, 2018), representando maior oferta e diversidade de alimentos frescos disponíveis (Altieri et al., 1999; Armar-Klemesu, 2000; Zezza; Tasciotti, 2010).

Os quintais urbanos cultivados permitem também a conservação de saberes e práticas culturais, algumas em risco de desaparecimento (Ranieri; Zanirato, 2018), expressas em formas de manejo e sistemas de cultivo (Machado et al., 2008, p.31), sendo um recorte da biodiversidade disponível.

A agricultura urbana, enquanto prática, envolve trocas e manutenção do conhecimento botânico, tanto tradicional quanto não tradicional. Esse conhecimento ocorre em um contexto urbano culturalmente heterogêneo, é veiculado pela transmissão oral, e sofre influência dos meios de comunicação (Hurrell,

2014), sendo assim um conhecimento adaptativo, dinâmico, constantemente transformado e reconstruído pelas interações de diferentes atores urbanos.

A transmissão do conhecimento botânico nesse contexto se dá em diversas direções, desde o verticalizado entre gerações, como o cultivo de vegetais restritos a tradições familiares, incomuns ou desconhecidos do resto da população; assim como disperso entre indivíduos da mesma e de outras gerações, com o reforço dos meios de comunicação de massa (Hurrell; Pochettino, 2014).

As hortas urbanas são espaços onde se vê certa autonomia em relação ao mercado para a produção de alimentos. Plantas de consumo restrito a determinadas tradições ou minorias culturais podem ser escassas nos grandes mercados, mas podem ser cultivadas através da agricultura urbana e nos quintais (Miura et al., 2003). Muitas dessas plantas são, em geral, consideradas não convencionais aos grandes mercados, ou seja, não são produzidas, comercializadas ou consumidas em grande escala. Inclui as espécies cultivadas e silvestres, nativas ou exóticas, espontâneas ou não, passíveis de uso enquanto alimento (Kinupp; Lorenzi, 2014). A essas plantas também é dado o nome de Plantas Alimentícias Não Convencionais (Panc) (Kinupp; Lorenzi, 2014).

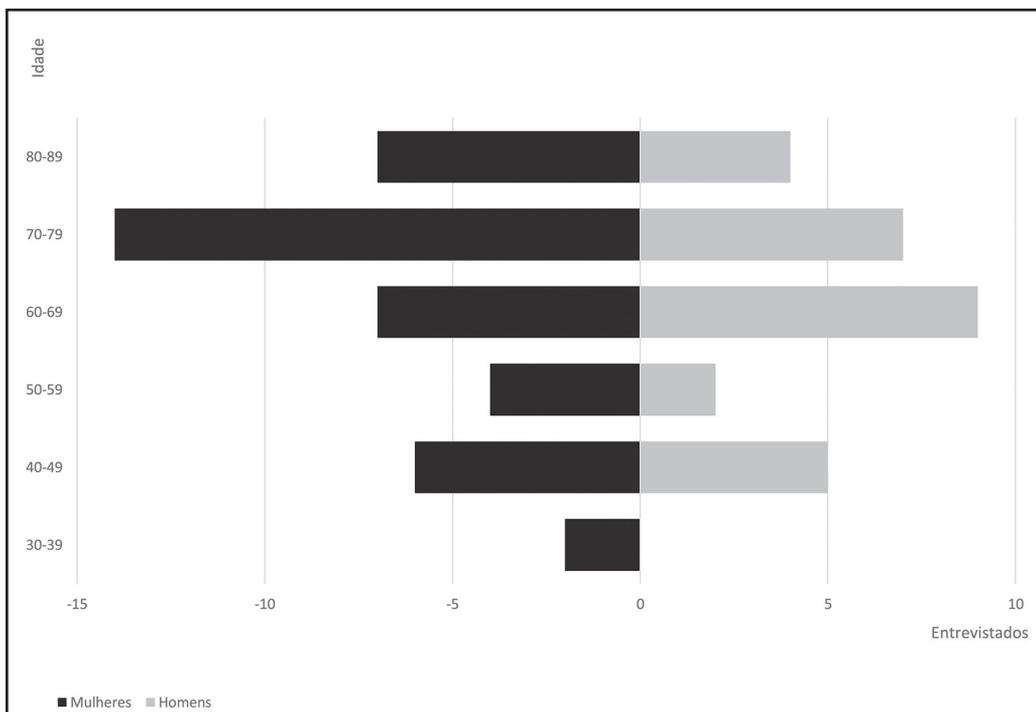
As plantas alimentícias consideradas não convencionais (Panc) podem ser importante complemento nutricional, graças a seu valor nutricional e nutracêutico elevado (Kinupp; Lorenzi, 2014). Essas plantas ainda podem estar relacionadas com a manutenção de práticas culturais tradicionais (Pardo-de-Santanaya et al., 2007). Seu cultivo e uso, contudo, pode estar em vias de desaparecimento (Reyes-García et al., 2015), devido a mudanças na estrutura das famílias, dos próprios quintais, do mercado, da transmissão do seu conhecimento e até mesmo de modismos alimentares (Ranieri, 2018).

## **Resultados**

As entrevistas pelo método *turnê* guiada ocorreram em ambos os municípios, em janeiro de 2017 em São José do Barreiro, e em julho do mesmo ano em Areias, e novamente em São José do Barreiro. Visitamos e entrevistamos um total de 59 moradores, cujas indicações são resultado da aplicação do método *bola-de-neve*.

Como as duas cidades têm perfil relativamente homogêneo, os dados aqui apresentados são referentes ao total dos entrevistados, visto que são municípios com indicadores muito parecidos, além de muito próximos entre si. Em São José do Barreiro foi realizado um total de 38 entrevistas, em Areias, 21.

Em todas as entrevistas com moradores que possuíam cultivo no quintal foi requisitada a participação do(a) responsável pelo manejo e cuidados com a horta na unidade. Obtivemos, nas visitas, um total de 59% de entrevistados do sexo feminino e 41%, do sexo masculino. A idade dos entrevistados ficou entre a faixa de 32 e 88 anos, e 22% tinham idade entre 32 e 50 anos; 40% entre 50 e 70 anos; e 37% acima de 70 anos. Destacamos a idade avançada comum a maior parte dos entrevistados que mantinham práticas agrícolas nos quintais.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 1 – Distribuição etária da população.

Como resultado da coleta e das entrevistas, obtivemos um inventário com um total de 172 etnovariedades alimentícias, perfazendo 113 espécies de plantas utilizadas como alimento. Dentro dessa amostra, 19 espécies apresentaram um total de 59 variedades.

Tabela 1 – Distribuição das coletas, do total de espécies amostradas, incluindo quantidade de medicinais, e variedades, em Areias e São José do Barreiro

Distribuição das coletas	
Espécies e variedades alimentícias	172
Espécies alimentícias (sem variedades)	113
Total de espécies e variedades amostradas	202

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 – Plantas alimentícias consideradas não convencionais com ocorrência nos quintais, conforme apontado pelos moradores

Parte Usada: F (folha); R (raiz); FRU (fruto); CA (caule); S (semente). Ocorrências: As plantas marcadas com o símbolo \* foram, em alguns quintais, contabilizadas a partir de estimativa. Em destaque: plantas consideradas não-convencionais, subutilizadas ou de uso restrito.

Família	Nome Científico	Nome popular	Etnovariedades	Parte usada	Uso	Quintais em SJB	Quintais em Areias	Ocorr.	Cod.
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.; <i>Amaranthus viridis</i> L.	Caruru, cariru		F	Cozido / Refogado / No feijão	18	3	-	-
Annonaceae	<i>Annona mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Conde		FRU	In natura	2	-	4	53
Araceae	<i>Xanthosoma taioba</i> E.G.Gonç.	Taioba		F	Cozida/ Assustada (refogado rápido em gordura)	25	9	477*	128
	<i>Xanthosoma violaceum</i> Schott	Taioba-roxa		F	Cozida/ Assustada (refogado rápido em gordura)	1	-	1	127
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão		F	Refogado	3	-	-	8
	<i>Lactuca indica</i> L.	Almeirão	roxo	F	In natura/ Cozido	20	7	216	20
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha / Sirraia		HOR	In natura / Cozida no feijão / Refogada	20	10	134*	9
Basellaceae	<i>Basella alba</i> L.	Bertalha		F	Refogada	1	-	1	
	<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	Ora-pro-nobis sem espinho		F	Cozido no feijão/ In natura		1	1	
Brassicaceae	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.	Mostarda		F	In natura/ Cozido	5	4	-	103
	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Mentruz		F	Condimento	1	-	-	97
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	Ora-pro-nobis		F	Cozido no feijão/In natura	-	1	1	57
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea bulbifera</i> L.	Cará-moela	do ar, de árvore	R	Cozido/ Assado	7	2	42	1
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd. subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D.Penn.	Ingá		FRU	In natura	1	-	1	46
Lamiaceae	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	Alfazema		F	Condimento/ Infusão	4	-	3	16
	<i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperascens</i> Holmes	Vick		F	Infusão	1	-	6	-
	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	Alfavaca	alfavacão cravo, zaatar	F	Condimento/ Infusão	4	-	5	3, 41
	<i>Stachys cf. bysantina</i> K.Koch	Lambari/ Peixinho		F	Frito	4	4	52*	61
Malvaceae	<i>Hibiscus acetosella</i> Welw. ex Hiern.	Vinagreira		F/ FLOR	Infusão	1	1	2	59
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i> L.	Araruta		R	Farinha	1	-	4	44
	<i>Myrosma canifolia</i> L.f.	Araruta		R	Farinha	1	-	4	43
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Cereja		FRU	In natura	2	-	2	45

	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia		FRU	In natura/ Compota	2	4	8	112
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga		FRU	In natura	4	5	12	49
	<i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) G.M.Barroso ex Sobral	Cabeludinha		FRU	In natura	1	-	5	56
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Cravo		F	Infusão	1	-	1	94
	<i>Psidium myrtiloides</i> O.Berg	Araçá		FRU	Cru/Doce	2	-	2	51
	<i>Sem id.</i>	Jamelão		FRU	In natura	-	2	2	-
Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i> L.	Capeba		F	Cozida	1	-	1	90
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega		F	In natura	7	2	-	139
Rutaceae	<i>Triphasia trifolia</i> (Burm. f.) P.Wilson	Laranjinha		FRU	Aromatizar cachaça	1	-	1	21
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abiu		FRU	In natura	2	-	2	18
Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i> L.	Camapu		FRU	In natura	1	-	1	14
Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Maria-gorda / Major-gomes / Piolim		F	Cozido/ Cru/ Refogado	5	-	-	138
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i> L.	Açafrão		R	Condimento	1	-	5	-

Fonte: Elaboração própria.

Dentro do inventário, de acordo com a literatura consultada, destacamos 35 espécies consideradas não convencionais, ou seja, que estão ausentes do grande mercado, não possuem produção nem comercialização em larga escala, e cujas partes consumidas não constam na listagem de plantas comercializadas pelo Ceagesp (2020) sendo ainda, muitas vezes, não conhecidas pela comunidade. Dessa lista, 15 são hortaliças folhosas espontâneas, ou “do mato”; 11 são frutíferas, e 9 são hortaliças ou legumes não convencionais aos mercados, mas cultivados com intencionalidade. Destacamos que a taioba, a taioba-roxa, o almeirão-roxo, a alfazema e o camapú por vezes figuram como plantas espontâneas, por vezes como intencionalmente cultivadas.

Em relação à diversidade de espécies, valemo-nos do índice de diversidade de Shannon-Wiener, que possibilita comparar tanto a riqueza quanto o número de citações entre diferentes comunidades e regiões (Araújo; Ferraz, 2010). Nesse índice, quanto maior o valor para  $H'$ , maior a diversidade florística da população em estudo. Obtivemos  $H'$  (base e) = 4,18 e  $H'$  (base 10) = 1,81. Esses valores mostraram que a riqueza dos quintais está próxima a de outros trabalhos, como os realizados em Natividade da Serra e São Luís de Paraitinga, também no Vale do Paraíba (SP), com  $H'$  (base 10) = 1,98 (Pilla; Amorozo, 2007), e em Rio Claro (SP), com  $H'$  (base 10) = 1.66 (Eichemberg et al., 2009). Por sua vez, Trotta et al. (2012), em um trabalho em 12 municípios paulistas, obtiveram  $H'$  (base 10) = 1,87, um valor próximo ao por nós obtido.

## Como a agricultura urbana se configura nos quintais investigados

A agricultura, dentro da tipologia do cultivo doméstico em áreas privadas, possui diversas configurações levando em conta a área cultivável disponível e a sua disposição, a proporção entre jardim (fins ornamentais) e horta-pomar (fins utilitários), assim como a própria disponibilidade e condições dos residentes em manter os cultivos. Ainda que esses dados não tenham sido amostrados sistematicamente, observamos que o cultivo de alimentos e de medicinais se dá, em linhas gerais, em quatro categorias abrangentes.

A primeira categoria foi vista em 30,5% dos quintais (n=18), e abrange os espaços em que há o cultivo exclusivo de hortaliças (incluindo plantas medicinais). Essa categoria caracteriza-se como uma horta mais ou menos organizada, que pode ou não ser acompanhada do cultivo de frutíferas arbóreas. O cultivo aqui se divide em duas subcategorias, o segmentado por espécie, e o policultivo, que inclui condimentares e medicinais. Todas as hortas cujo cultivo permite a venda de excedentes localizam-se nessa categoria, com o cultivo geralmente segmentado por espécie, ordenado.

A segunda categoria inclui a manutenção de uma área com plantas ornamentais conjugadas com plantas alimentícias e medicinais (30,5%), (n=18), sem distinção definida entre área de jardim e área de horta.

A terceira categoria também inclui uma área com plantas ornamentais, mas em áreas separadas, com clara distinção entre o jardim e a horta-pomar. O cultivo em vasos também é considerado parte do jardim 23,7%, (n=14) quintais. Nesses casos, em geral, os jardins ficam na fachada e no acesso às áreas sociais, enquanto o cultivo de alimentos fica em uma parte reservada ou não visível desde a rua, como a área dos fundos do terreno.

A quarta categoria engloba os quintais onde predomina o cultivo de frutíferas arbóreas, os pomares. O manejo entre eles variava muito, desde pomares jovens a muito antigos, de bem a mal manejados (capinas e podas). Ainda que houvesse um ou outro vegetal hortícola (chuchu, batata doce, cana-de-açúcar), o predomínio era de frutíferas (n=9), representando 15,3% do total.

O tamanho dos quintais, considerando apenas a área disponível para cultivo, a dimensão variou entre 6 m<sup>2</sup> a 1.600 m<sup>2</sup>.

Do total de entrevistados, parte deles (aproximadamente 25%) contava com prestadores de serviço para auxílio nas atividades de cultivo. Desse total, 86% dos contratantes eram mulheres acima de 61 anos, com condições de contratá-los para trabalhos esporádicos (autônomos). Esses trabalhos envolvem intensa atividade física como capina, poda e plantio (covas), e são considerados serviços muito “pesados”. Isso mostra que, apesar de muitos entrevistados já não terem condições físicas ou de saúde para a lida com a horta ou pomar, há interesse em mantê-los.

Dos entrevistados que praticam a comercialização de excedentes, pudemos verificar que os valores praticados eram inferiores aos do comércio local, incluindo as quitandas e feiras livres nas duas cidades.

Em 25% dos quintais (15 unidades) havia criação de animais. Todos eles tinham alguma finalidade direta ou indireta na alimentação humana, para consumo de carne, ou de ovos e leite. A localização da área de criação dos animais era em espaço segregado dos jardins e hortas, exceto em quintais onde predominava o cultivo de frutíferas, onde os animais circulavam livremente sob as árvores. A maioria das criações, ainda que houvesse espaço para animais maiores, era composta por aves (86,6%), entre as quais galináceos, marrecos e patos.

O manejo encontrado nos quintais foi, em geral, a capina ou roçada para remoção de plantas consideradas infestantes. Naqueles em que havia criação de animais, os resíduos da criação (“cama”, “esterco”) eram usados frequentemente na fertilização dos canteiros. Apenas uma unidade utilizada insumo comercial para a fertilização da horta, no caso o corretor denominado “calcário-dolomita”, trazido pelo morador do sítio onde ele prestava serviço.

Ainda que houvesse abundância de resíduos orgânicos como folhas e palha, apenas uma das 59 unidades realizava intensivamente a compostagem, incluindo resíduos domésticos no processo. Das demais unidades, metade possuía um canto para descarte de resíduos de varrição e poda, que acumulava matéria orgânica por vários anos. Nessas pilhas de resíduos foi comum observar palhas de milho, restos de cultura de folhosas, frutas apodrecidas recolhidas do chão, pseudocauls de bananeira e touceiras de “matos” e “ervas-daninhas”. Contudo, esse resíduo orgânico não era destinado sistematicamente para a fertilização do terreno. Nenhum outro morador disse compostar resíduos domésticos para produção de fertilizante para as plantas.

Durante a turnê-guiada foi solicitado que as espécies utilizadas pelas famílias fossem apontadas. A média de plantas alimentícias citadas por unidade de quintal, excluindo-se as medicinais, foi de 15,5 citações. Apenas duas informantes destacaram-se pelo grande número de citações, 38 e 57 plantas (incluindo suas variedades). Entre os homens, os entrevistados com mais citações apresentaram entre 22 e 24 citações.

Por volta de 37,3% (n=22) dos quintais possuíam até 50 m<sup>2</sup>, 18,7% (n=11) possuíam entre 50 m<sup>2</sup> e 100 m<sup>2</sup>, 23,7% (n=14) possuíam dimensões entre 100 m<sup>2</sup> e 500 m<sup>2</sup>, 20,3% (n=12) possuíam dimensões acima de 500 m<sup>2</sup>.

Do total das plantas apontadas durante as visitas, notamos a prevalência de algumas espécies, em geral plantas de consumo rotineiro para as famílias em diversos usos. As mais citadas foram, respectivamente, couve (n=56), mandioca (n=33), cebolinha (n=33), mamão (n=28), almeirão (n=27), salsa (n=26), taioba (n=25), hortelã (n=24), manjerição (n=22), laranja (n=20) e chuchu (n=20). Isso sem contar as variedades, de forma que um quintal pode apresentar duas ou mais variedades de um mesmo vegetal.

Da categoria de hortaliças folhosas, a couve (n=56) foi mais comum do que a alface (n=19), o espinafre (n=8) e a rúcula (n=4). Das possíveis razões para que isso ocorra temos o fato de que ela é propagada vegetativamente, possui ci-

clo longo e é resistente a extremos climáticos. Na região, o verão é muito quente e úmido, provocando “mela” das hortaliças de ciclo curto (doenças fúngicas e bacterianas), assim como o inverno é frio e bastante suscetível a geada, sendo a couve a única hortaliça que praticamente não é afetada, ou possui rebrote intenso após a “requeima” (dano causado pelo frio), conforme apontado pelos moradores. Foram amostradas as hortaliças nos meses mais frios (inverno) e nos mais quentes (verão) do ano, o que pode ter condicionado esse resultado.

O almeirão (n=27), também denominado almeirão-roxo ou almeirão-de-árvore, igualmente era bastante cultivado. Trata-se de uma planta semidomesticada, isso é, que é cultivada mas que pode se dispersar pelas sementes aladas e crescer como planta “espontânea”. Em muitos quintais ele não foi visto como planta cultivada, mas como verdura que “nasceu sozinha”.

Outra hortaliça folhosa bastante cultivada foi a taioba (n=25), uma planta com requerimentos ambientais específicos como boa umidade, solo fértil e insolação parcial (Madeira et al., 2013). Diversos quintais são bastante sombreados e possuem terra fértil, de forma que essa é uma excelente opção de hortaliça folhosa para locais onde demais hortaliças não se adaptam e não se desenvolvem.

Do total das entrevistas, as plantas coletadas e identificadas compõem um número de 40 famílias botânicas. das quais predominam a Myrtaceae (n=9), com frutíferas de pequeno a médio porte; a Lamiaceae (n=9), com uma espécie frutífera e as demais condimentares e aromáticas; a Solanaceae (n=6), com legumes; a Asteraceae (n=6) e a Brassicaceae (n=6), com hortaliças folhosas; a Rutaceae (n=5), com frutíferas, em especial frutas cítricas; e a Apiaceae (n=5), com condimentos e hortaliças. As demais formam uma listagem de 33 famílias botânicas.

Diversas espécies apresentaram mais de uma variedade ou cultivar. Essas variedades podem apresentar grande variação morfológica (no caso de mangas, pimentas e quiabos), de coloração (destaque para as alfaces, couves e canas), de textura ou sabor (para bananas, mangas, alfavacas e laranjas), ou de forma de preparo (como para mandiocas, inhames, abóboras e milhos). Foi registrado o nome popular para cada uma dessas variedades. Das apontadas, as que possuem maiores variedades são a pimenta (n=7), a couve (n=7), a laranja (n=7), a manga (n=5), a mandioca (n=5), a banana (n=5) e o milho (n=5).

Do total de plantas alimentícias encontradas nos quintais, podemos dividi-las em dois grupos: as plantas cultivadas, em que ressaltamos o aspecto de intencionalidade, e as plantas espontâneas, silvestres, não cultivadas, ou “do mato”. O termo “espontâneas” abrange aquelas adaptadas às condições locais e que se dispersam sem a intervenção humana direta. Essa intervenção ou facilitação, contudo, é importante de forma indireta, pela criação de ambientes favoráveis, que incluem o aumento da fertilidade, da irrigação, do revolvimento e da disponibilidade de luz que chega ao solo (Pedrotti; Guarin Neto, 1998). Essas plantas podem ser desejáveis pelos seus usos ornamentais, medicinais ou alimentícios;

ou indesejáveis, quando competem por recursos com as plantas cultivadas, ou quando nascem em locais onde não é desejado que houvesse plantas.

Algumas dessas espécies são reconhecidas como alimento, embora haja entre elas aquelas que tenham caído em desuso. As espécies registradas como plantas “do mato” e que são utilizadas como hortaliças folhosas, são: almeirão (n=26), taioba (n=24), serralha (n=20), caruru (n=16), maria-gorda (n=6), bel-droega (n=9).

Tabela 3 – Listagem de famílias encontradas nas amostras, organizadas por frequência de ocorrência

Família	Ocorrência	Família	Ocorrência
Aizoaceae	1	Basellaceae	2
Amaranthaceae	1	Dioscoreaceae	2
Annonaceae	1	Lauraceae	2
Cactaceae	1	Malvaceae	2
Caricaceae	1	Marantaceae	2
Chenopodiaceae	1	Piperaceae	2
Convolvulaceae	1	Zingiberaceae	2
Ebenaceae	1	Araceae	3
Euphorbiaceae	1	Curcubitaceae	3
Malpighiaceae	1	Fabaceae	3
Musaceae	1	Moraceae	3
Passifloraceae	1	Rosaceae	3
Portulacaceae	1	Poaceae	4
Rubiaceae	1	Apiaceae	5
Sapindaceae	1	Rutaceae	5
Sapotaceae	1	Asteraceae	6
Talinaceae	1	Brassicaceae	6
Vitaceae	1	Solanaceae	6
Alliaceae	2	Lamiaceae	9
Anarcadiaceae	2	Myrtaceae	9

Fonte: Elaboração própria.

Dentre as hortaliças consideradas não convencionais, há plantas que figuram como alimentos frescos, de baixo custo, um importante complemento nutricional.

O consumo dessas plantas está relacionado aos conhecimentos originários no campo, no “rural”, e, em alguns casos, elas são identificadas como alimento e se encontram eventualmente nas hortas, mas já não há mais o consumo, como

é o caso de taioba (n=5), serralha (n=5), caruru (n=6), beldroega (n=9) e maria-gorda (n=5). Isso corrobora o apontado por Kinupp (2007) a respeito da visão negativa sobre tais plantas, consideradas “inços” ou “mato”, inferiores aos vegetais não espontâneos, que em geral necessitam de mais cuidado no cultivo. Destacamos que tais hortaliças, em outras partes do mundo, são utilizadas como alimentos convencionais, do dia a dia, e não necessariamente como alimentos inferiores ou para períodos de escassez.

Tabela 4 – Lista de plantas alimentícias que apresentaram variedades

Númer de variedades	Nome popular	Nome científico	Variedades
1	Abacate	<i>Persea americana</i> Mill.	comprido
1	Acerola	<i>Malpighia</i> sp.	gigante
1	Almeirão	<i>Lactuca indica</i> L.	roxo
1	Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	branca
1	Cará	(sem coleta)	de chão
1	Pêssego	(sem coleta)	amarelo
2	Alfavaca	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	alfavacão cravo, zaatar
2	Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	chifre de veado, de quina
3	Abóbora	<i>Cucurbita</i> sp.	mogango, bicolor, moranga
3	Alface	cf. <i>Lactuca sativa</i> L.	americana, crespa, mimosa
3	Banana	(sem coleta)	nanica, ouro, prata
3	Cana	(sem coleta)	branca, caiana, roxa
3	Limão	<i>Citrus</i> sp.	bravo, fogo, galego
4	Inhame	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	branco, coco, japonês, japonês
4	Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	bola, espada, haden, rosa
4	Milho	(sem coleta)	da roça, safrinha, canjica, verde
5	Laranja	<i>Citrus cf. sinensis</i> (L.) Osbeck e <i>Citrus</i> sp.	para doce, lima, serra d'água, pera, seleta
5	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	amarela, amarelinha, pão, rosada, roxinha
6	Couve	<i>Brassica oleracea</i> L. cv. Acephala Group	gigante, manteiga, rendada, verde, verdinha, roxa
6	Pimenta	<i>Capsicum frutescens</i> L.; <i>Capsicum</i> sp.	cambuci, cumari, de árvore, dedo de moça, doce, saião

Fonte: Elaboração própria, 2020.

### Considerações finais

O grau de urbanização de ambas as cidades, suas localizações em meio à Serra da Bocaina, o relativo isolamento e a dinâmica mais lenta de transformações ali verificadas são fatores a determinar a existência de quintais onde se veem os cultivares aqui tratados. A existência dos quintais é fundamental tanto para

a prática da agricultura quanto para a continuidade da transmissão do conhecimento aplicado ao fazer da horta urbana. Esses fatores têm explicado a agrobiodiversidade encontrada nos locais visitados, incluindo espécies alimentícias não convencionais, espontâneas e cultivadas.

A riqueza de tais quintais está além da diversidade de frutas e outros vegetais cultivados, muitos dos quais não comumente disponíveis nos mercados da região, ocorrendo espontaneamente ou cultivados, pois também expressa a riqueza de saberes sobre seus usos e seu consumo em preparos do dia a dia. A agricultura urbana nos quintais permite a manutenção desse germoplasma, promovendo uma manutenção *in situ* das variedades cultivadas.

Os entrevistados fizeram a associação da produção doméstica com o quintal e permitiram perceber que o cuidado com o quintal, em especial no cultivo de alimentos de hortaliças e medicinais, é um trabalho mais atribuído às mulheres do que aos homens. Isso pode ser explicado, em parte, pelo cultivo de alimentos ser visto como uma extensão do cozinhar, que na localidade é uma atividade destinada às mulheres. Não surpreende, assim, que as mulheres entrevistadas tenham um conhecimento um pouco mais elaborado do que os dos homens em relação à identificação e especialmente aos usos dados aos vegetais, assim como em relação às receitas e preparados com esses alimentos.

Pudemos compreender que para as plantas espontâneas comestíveis, ou as verduras “do mato”, o aprendizado sobre sua identificação, seu cultivo e seu uso como alimento, nessas cidades, foi considerado um conhecimento majoritariamente vertical, resultante da observação das práticas familiares desde a infância, referida em 78% dos entrevistados (Ranieri; Zanirato, 2018).

Também podemos perceber que os usos de plantas espontâneas se relacionam mais a fatores socioculturais do que aos intrinsecamente biológicos, ou seja, não basta que uma hortaliça seja comestível para que seja necessariamente consumida. Destacamos a importância da circulação do conhecimento sobre o uso de uma planta dentro de um grupo, mas que o determinante maior para seu consumo está associado a valores culturais e preferências de sabor e aspecto do grupo. Percebemos, em sintonia com Pardo-de-Santayana et al. (2007), que vegetais associados a períodos de fome ou de escassez não são utilizados em momentos de abundância, e que certas plantas estão associadas mais ao passado do que ao presente, ainda que os conhecimentos sobre seus usos sejam acessíveis.

Confirmamos, em campo, a afirmativa de Vogl-Lukasser et al. (2010, p. 12), de que fatores emocionais e o senso de pertencimento relacionado ao uso de certas espécies também são determinantes no consumo:

Algumas espécies espontâneas são mantidas no jardim porque foram distribuídas a partir da geração anterior. Plantas admitidas que são transmitidas para outras gerações, como a cebolinha, indicam um apego emocional ou um sentimento de herança para o agricultor, um significado que vai além do potencial econômico da planta. Em outras palavras, as cebolinhas culti-

vadas pela mãe ou a avó mostram melhor na sopa, não só porque elas podem ser uma variedade melhor adaptada, mas também porque fazem com que “se sinta uma conexão com as gerações anteriores”.

Assim, concluímos que o cultivo de espécies não convencionais continua uma prática nos quintais das cidades analisadas. Ainda que tenha havido referências a forças homogeneizadoras da globalização que dia a dia invadem as casas com componentes e modos de fazer comidas consideradas “da moda”, assim como ao desinteresse e o êxodo da população mais jovem que colocam os conhecimentos etnobotânicos em risco (Ranieri; Zanirato, 2018), mesmo assim permanece nas populações amostradas a capacidade de identificar, coletar e utilizar as verduras “do mato”. É importante que esses usos sejam, além de registrados, valorizados e divulgados para o fortalecimento de sua permanência e sua reprodução para as futuras gerações.

Agradecimentos – Agradecemos aos moradores de São José do Barreiro e de Areias que cederam seu tempo e abriram suas portas para que a pesquisa que orientou esse artigo pudesse ocorrer.

## Referências

- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Métodos e técnicas para a coleta de dados etnobotânicos. ALBUQUERQUE, U. P. et al. (Org.) *Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica*. Recife, Nupeea, 2010.
- ALTIERI, M. A. et al. The greening of the “barrios”: Urban agriculture for food security in Cuba. *Agriculture and Human Values*, v.16, n.2, p.131-40, 1990.
- ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. Analysis of vegetation in ethnobotanical studies. *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*, p.141-59, 2014.
- ARMAR-KLEMESU, M. Urban agriculture and food security nutrition and health. Thematic paper 4. In: BAKKER, N. et al. (Ed.) *Growing cities, growing food: Urban agriculture on the policy agenda*. DSE, Fefdafing. 2001.
- CEAGESP 2020. Sazonalidade dos produtos comercializados no ETSP. Disponível em: <[http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/produtos\\_epoca.pdf](http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/produtos_epoca.pdf)>. Acesso em: 24 dez 2019.
- CONVENÇÃO sobre Diversidade Biológica. COP 5 Decision V/5. Agricultural biological diversity: review programme. 2000. Disponível em: <<http://www.cbd.int/convention/cop-5-dec.shtml?m=COP-05&id=7147&lg=0>>. Acesso em: 7 jan. 2020.
- EICHEMBERG, M. T.; AMOROZO, M. C. de M.; MOURA, L. C. de. Species composition and plant use in old urban homegardens in Rio Claro, Southeast of Brazil. *Acta botanica brasílica*, v.23, n.4, p.1057-75, 2009.
- GUARIM NETO, G.; AMARAL, C. N. Os quintais como espaços de conservação e cultivo de alimentos: um estudo na cidade de Rosário Oeste (Mato Grosso, Brasil). *Col. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, Belém, v.3, n.3, p.329-41, set.- dez. 2008.

- HURRELL, J. Urban ethnobotany in Argentina: theoretical advances and methodological strategies. *Ethnobiology and Conservation*, v.3, 2014.
- HURRELL, J.; POCHETTINO, M. L. Urban Ethnobotany: theoretical and methodological contributions. *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*, p.293-309, 2014.
- KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. The enigma of tropical homegardens. *Agroforestry Syst.*, v.61, p.135-52, 2004.
- KINUPP, V. F. Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS. *Tese de Doutorado*. Programa de Pós-Graduação em Horticultura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. *Plantas alimentícias não convencionais (Panc) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2014.
- KUNKEL, G. *Plants for human consumption*. S. l.: Koeltz Scientific Books, 1984.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Técnicas de pesquisa*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1997.
- MACHADO, A. T.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. *A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
- MADEIRA, N. R. et al. *Manual de produção de hortaliças tradicionais*. Brasília: Embrapa, 2013.
- MIURA, S.; KUNII, O.; WAKAI, S. Home gardening in urban poor communities of the Philippines. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v.54, n.1, p.77-88, 2003.
- OAKLEY, E. Home gardens: a cultural responsibility. *LEISA Magazine*, v.20, p.122-3, 2004.
- PARDO-DE-SANTAYANA, M. et al. Traditional knowledge of wild edible plants used in the northwest of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal): a comparative study. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v.3, n.1, 2007.
- PEDROTTI, D. E.; GUARIM NETO, G. Flora ruderal da cidade de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. *Acta bot. bras.* v.12, n.2, p.135-43, 1998.
- PILLA, M. A. C.; AMOROZO, M. C. M. O conhecimento sobre os recursos vegetais alimentares em bairros rurais no Vale do Paraíba, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 2009, vol.23, n.4, pp.1190-1201
- PLANSAN. Prefeitura Municipal de Areias. Plano Municipal integrado de Saneamento Básico. 2005. Disponível em: <[www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI02/PMS\\_AREIAS.pdf](http://www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI02/PMS_AREIAS.pdf)>. Acesso em: fev. 2020.
- RANIERI, G. R. *Levantamento etnobotânico das plantas alimentícias nos municípios de Areias e São José do Barreiro - SP: um patrimônio nos quintais urbanos*. São Paulo, 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo.
- RANIERI, G. R.; ZANIRATO, S. H. Conhecimento etnobotânico como patrimônio:

os quintais urbanos nas pequenas cidades do Vale Histórico Paulista. *Desenvolv. Meio Ambiente*, v.49, p.183-99, 2018.

RAPOPORT, E. et al. Malezas comestíveis del cono sur: y otras partes del planeta. *National Academy of Sciences*, 2009.

REYES-GARCÍA, V. et al. From famine foods to delicatessen: Interpreting trends in the use of wild edible plants through cultural ecosystem services. *Ecological Economics*, v.120, p. 303-11, 2015.

SEADE. Informações dos Municípios Paulistas. Disponível em: <<https://perfil.seade.gov.br/?#>>. Acesso em: 2 fev. 2020.

SERAFIM, H. et al. Anurofauna de remanescentes de floresta Atlântica do município de São José do Barreiro, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, v.8, n.2, 2008.

TROTTA, A. et al. Análise do conhecimento e uso popular de plantas de quintais urbanos no estado de São Paulo, Brasil. *REA-Revista de Estudos Ambientais*, 2012.

VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. *Temáticas*, n.44, 2014.

VOGL-LUKASSER, B. et al. Plant species with spontaneous reproduction in homegardens in eastern tyrol (Austria): Perception and management by women farmers. *Ethnobotany Research and Applications*, v.8, p.1-15, 2010.

WINKLERPRINS, A.; OLIVEIRA, P. S. S. Urban agriculture in Santarém, Pará, Brazil: diversity and circulation of cultivated plants in urban homegardens. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v.5, n.3, p.571-85, 2010.

ZANIRATO, S. H.; CAVICCHIOLI, A. Estratégias de conservação do patrimônio cultural material. *Revista Memória em Rede*, v.5, n.8, p.113-27, 2016.

ZEZZA, A.; TASCIOTTI, L. Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries. *Food Policy*, v.35, n.4, p.265-73, 2010.

ZURLO, C.; BRANDÃO, Z. *As ervas comestíveis*: descrição, ilustração e receitas. Rio de Janeiro: Globo, 1989.

*RESUMO* – Nas cidades de Areias e São José do Barreiro (Vale do Paraíba Paulista) encontra-se uma agricultura praticada em quintais urbanos, cercada de saberes sobre cultivo, coleta e consumo de diversas plantas consideradas não convencionais para o grande mercado. A pesquisa que identificou isso teve como objetivos: caracterizar a agricultura urbana em quintais; realizar um inventário da agrobiodiversidade conhecida, com destaque para as plantas consideradas não convencionais (Panc) e demonstrar a sua importância na manutenção de saberes sobre o uso de espécies. Foram entrevistados 59 residentes, e encontradas 172 espécies e variedades alimentícias, das quais 35 são consideradas não convencionais. A agricultura realizada nos quintais urbanos tem significativa importância na manutenção de saberes sobre a agrobiodiversidade disponível, incluindo-se espécies alimentícias não convencionais espontâneas e cultivadas. Os quintais são espaços importantes para sua perpetuação e a sua manutenção se apresenta como condição *sine qua non*.

*PALAVRAS-CHAVE*: Quintais urbanos, Conhecimento etnobotânico, Plantas alimentícias não convencionais.

*ABSTRACT* – In the cities of Areias and São José do Barreiro (the region of the Paraíba river valley) agriculture is practiced in urban vegetable gardens, surrounded by knowledge about cultivation, collection and consumption of various plants deemed non-conventional for the large market. The research that identified this aimed to characterize urban agriculture in home vegetable gardens, conduct an inventory of known agrobiodiversity with emphasis on non-conventional edible plants (PANC), and demonstrate their importance in preserving knowledge about the use of species. Fifty-nine residents were interviewed, and 172 species and food varieties were found, of which 35 are considered non-conventional. Agriculture in urban home gardens has significant importance in preserving knowledge about available agrobiodiversity, including spontaneous and cultivated non-conventional food species. Home vegetable gardens are important spaces for the perpetuation of this knowledge, the preservation of which a sine qua non condition.

*KEYWORDS:* Urban home gardens, Ethnobotanical knowledge, Non-conventional food plants.

*Guilherme Reis Ranieri* é mestre em Ciência Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (Procam), Universidade de São Paulo (USP), e doutorando em Patologia na Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (USP).

@ – reisrguilherme@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0002-9404-974X>.

*Sílvia Helena Zanirato* é doutora e professora livre-docente no curso de Gestão Ambiental da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo e no Programa de Ciência Ambiental (Procam) do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. Integrante do grupo de pesquisa Ambiente e Sociedade do Instituto de Estudos Avançados da USP. @ – shzanirato@usp.br / <https://orcid.org/0000.0002.9484.5359>.

Recebido em 10.9.2019 e aceito em 20.4.2020.

<sup>I</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, São Paulo, Brasil.

<sup>II</sup> Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, São Paulo, Brasil.

# Resenhas

# O programa científico do Antropoceno

Ricardo Soares<sup>1</sup> e Wilson Machado<sup>II</sup>

NO ANO 2000, o Prêmio Nobel de Química Paul Crutzen e o liminologista Eugene Stoermer publicaram na *Newsletter* do International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) a hipótese na qual a atual Época geológica do planeta Terra, o Holoceno, havia se encerrado e em seu lugar se iniciara o que viria a ser reconhecido como o “Antropoceno” (Crutzen; Stoermer, 2000). Dessa forma, conceituaram a nova unidade cronoestratigráfica como resultado direto das mudanças ambientais globais proporcionadas pelas ações da humanidade a partir da Revolução Industrial, iniciada no século XVIII com o advento da máquina a vapor de James Watt. Logo, teve início a formalização que a humanidade teria se convertido em uma força geológica poderosa e capaz de alterar irreversivelmente o futuro do planeta.

Mesmo que o Antropoceno apresente certo caráter polêmico e não seja ainda um consenso absoluto nas geociências, nem tampouco nas ciências humanas, devido a grande repercussão na comunidade científica internacional e a um aumento exponencial do interesse na discussão sobre a validade ontológica e epistemológica (Crutzen, 2002), a Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário (órgão da União Internacional de Ciências Geológicas - IUGS) considerou que o conceito possuía “mérito estratigráfico” o suficiente para a sua formalização e criou, em 2009, o Grupo de Trabalho do Antropoceno (GTA), cuja finalidade é avaliar se o atual cenário de exploração científica poderia se consti-

tuir no reconhecimento de um novo paradigma, e se esta Época poderia formalmente fazer parte da Escala de Tempo Geológica internacional (Silva; Arbilla, 2018; Silva et al., 2020).

Como pode ser observada na Figura 1, após a obtenção de um consenso de, no mínimo, 60% dos membros do GTA a proposta do Antropoceno deverá ser posta à aprovação da Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário. Caso aceite os argumentos científicos apresentados, essa subcomissão fará a recomendação à Comissão de Estratigrafia para que, caso também aprove o conjunto de evidências e argumentos científicos apresentados nas etapas anteriores, consolide a proposta para a aprovação pelo Comitê Executivo da IUGS. Esse Comitê será o responsável por atualizar a Escala Geológica de Tempo, constando o Antropoceno como a Época mais recente na história da Terra. Era previsto, inicialmente, que a Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário apresentaria a sua decisão durante ao 36<sup>a</sup> Congresso Geológico Mundial que seria realizado em março de 2020. Infelizmente, em razão da pandemia do Covid-19, esse congresso teve que ser adiado para novembro de 2020, fazendo que todo o processo de ratificação do reconhecimento formal do Antropoceno como Época geológica continue em andamento (Figura 1).

O conjunto de dados obtidos e hipóteses levantadas ao longo de uma década pelo GTA têm sido apresentado de maneira crítica e coerente em uma grande variedade de livros e artigos científicos internacionais, assim como foram expos-

tos no 35º Congresso Geológico Internacional, em 2016 (Silva et al., 2018), sendo posteriormente compilados e resumizados no livro *The Anthropocene as a Geological Time Unit: A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate*, editado pelos pesquisadores Jan Zalsiewicz, Colin Waters, Mark Williams e Colin Summerhayes (Alasiewicz et al., 2019).

O livro se divide em sete capítulos e conta com a contribuição de 38 dos mais renomados cientistas internacionais atuantes na teoria do Antropoceno. Contudo, embora se observe um grande esforço em proporcionar uma leitura acessível, pelo caráter multidisciplinar e bastante específico do tema, pode se constituir num grande desafio a leitores não familiarizados com a linguagem científica em geral, e com conceitos geológicos em particular.

O primeiro capítulo, “História e desenvolvimento do Antropoceno como um conceito estratigráfico”, expõe como a hipótese do Antropoceno despertou profundo interesse da comunidade científica internacional, principalmente quando foi mais bem elaborada e divulgada na renomada revista *Nature* (Crutzen, 2002).

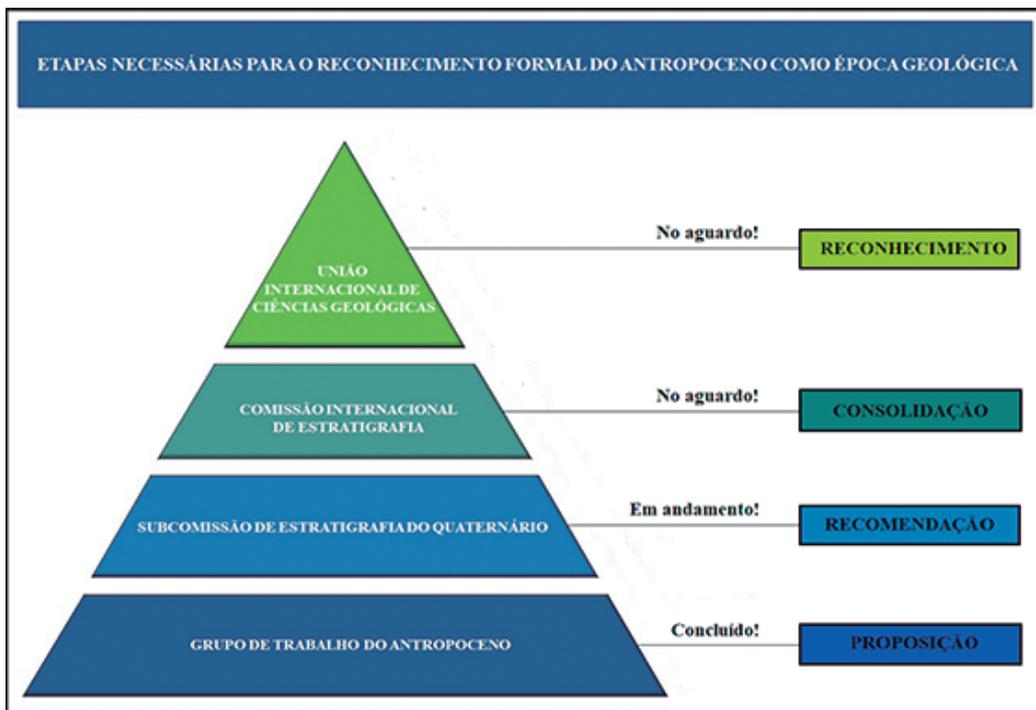
Os autores destacam que as ciências naturais foram aquelas que, informalmente, mais utilizaram o Antropoceno para abordar diferentes assuntos inerentes ao Sistema Terra tais como, mudanças climáticas globais, extinção das espécies, acidificação dos oceanos, alteração dos ciclos biogeoquímicos, acumulação de tecnofósseis entre outros (Silva; Arbilla, 2018). Além disso, enfatiza-se constantemente que o objetivo do livro é descrever o Antropoceno somente de um ponto de vista geológico, mas sem adotar um caráter excludente ou polari-

zante entre diferentes ramos da Ciência, como pode ser observado em “[...] esta definição não exclui outras diferentes interpretações do Antropoceno que apareceram nos anos recentes entre outras comunidades acadêmicas, particularmente nas ciências humanas” (p.1), mas sem tergiversar em seu rígido caráter científico “[Antropoceno] não tem significância particular ou caráter simbólico [...] é um fenômeno geológico de um planeta profundamente impactado pelos seres humanos” (p.15).

No segundo capítulo, “Assinaturas estratigráficas do Antropoceno”, são apresentadas as evidências científicas que baseiam o Antropoceno, com especial ênfase no uso dos distintos marcadores estratigráficos estocados em diferentes compartimentos ambientais, que são elegíveis a serem reconhecidos como o registro geológico definitivo (*golden spike*) do início da ação antropogênica sincrônica e global do Antropoceno. As Terras Pretas de Índio (TPI) da Região Amazônica são destacadas como possíveis *golden spikes*, mesmo apresentando características pedológicas que as definam apenas como interessante marcador da presença antrópica da Bacia Amazônica (Soares et al., 2018).

O terceiro capítulo, intitulado “A assinatura bioestratigráfica do Antropoceno”, apresenta como os fósseis podem fornecer informações fundamentais nas alterações das composições das espécies durante as mudanças sofridas no Sistema Terra ao longo das Eras geológicas. As evidências apontam que a humanidade poderá, e com razão, ser responsabilizada pela atual sexta extinção em massa de diferentes espécies ao redor do globo.

Ao longo do quarto capítulo, “A tecnosfera e seu registro estratigráfico”,



Fonte: Modificado de Silva et al. (2020).

Figura 1 – Processo de avaliação formal para o reconhecimento oficial da proposta do Antropoceno como Época geológica.

os autores apresentam a relação desse novo nicho de construção humana com o Antropoceno, com especial ênfase nos artefatos que podem servir de registros geocronológicos das atividades antrópicas no Sistema Terra. Contudo, ao considerarem os diferentes candidatos à tecnofósseis, os autores se limitaram, injustificadamente, a descrever quase que exclusivamente os plásticos, pois “[Plásticos] providenciam um registro físico distintivo da evolução da tecnosfera durante o século XX e início do século XXI” (p.155). Embora o plástico possua uma indiscutível importância e seja emblemático como potencial tecnofóssil, não se deveria omitir ou diminuir a importância do concreto, do alumínio elementar ou dos materiais eletroeletrônicos que apresentam a mesma tendência de produção

massiva a partir da década de 1950, em um período histórico, informalmente, reconhecido como “A Grande Aceleração” (Silva et al., 2020).

O quinto capítulo, “Quimioestratigrafia do Antropoceno”, elucidada como a combinação da geoquímica com a estratigrafia pode ser usada para avaliar a variação das substâncias químicas através dos tempos, assim como “[...] definir padrões de alteração da composição química ao longo do tempo que podem fornecer marcadores para o Antropoceno como nova Época geológica” (p.158). Todavia, ao contrário do capítulo anterior, os autores se preocuparam em expor adequadamente os diferentes possíveis marcadores do início do Antropoceno e a tendência sugerida, timidamente, é que seja escolhido futuramente o *fallout*

dos radionuclídeos gerados pelas detonações atmosféricas das armas nucleares, no período da guerra fria, como o marcador mais preciso dessa nova Época geológica.

Embora tenha sido propositalmente omitido pelos autores, caso realmente os radionuclídeos espalhados ao redor do planeta pelas explosões nucleares atmosféricas sejam futuramente escolhidos como definitivos *Golden Spikes*, isso poderá acarretar em severas e significativas implicações aos estudos das ciências humanas e sociais sobre o tema, que teriam que passar a considerar, também, a contribuição do Socialismo (socialismo real, socialismo com características chinesas etc.), além do sistema capitalista para o surgimento da Época do Antropoceno no Sistema Terra ao longo do século XX.

De forma correta, é constantemente enfatizado na obra que o Antropoceno não deve ser simplesmente confundido ou ter seu estatuto científico reduzido ao mero aumento das concentrações dos gases de efeito estufa (GEE), de origem antrópica, e que estão remodelando e afetando o atual estado de equilíbrio termodinâmico do planeta. Contudo, no sexto capítulo, “Mudanças climáticas e o Antropoceno”, os autores elucidam a questão das mudanças climáticas globais com um enfoque paleoclimático, descrevendo o estado da arte dos mecanismos e processos biogeoquímicos naturais, desde o início da formação da atmosfera primitiva do planeta até a projeção de cenários futuros com seus respectivos impactos ambientais negativos ao equilíbrio térmico do Sistema Terra (derretimento de geleiras, aumento do nível do mar, acidificação dos oceanos etc.). Surpreendentemente, os autores, ao abordarem esse capítulo, não leva-

ram em consideração que as mudanças climáticas globais constituem um dos principais Limites Planetários (espaço operacional seguro) para o desenvolvimento da Humanidade com respeito ao funcionamento do Sistema Terra (Silva; Arbilla, 2018).

Finalmente, o capítulo “O limite estratigráfico do Antropoceno” serve de epílogo, sumariza e critica as diversas propostas de origem sugeridas pela comunidade científica internacional: “PaleoAntropoceno”, “Antropoceno precoce”, hipótese “*Orbis Spike*”, “Revolução Industrial”, “Grande Aceleração” entre outras. Além disso, os autores reforçam que, independentemente da hipótese a ser reconhecida, o GTA trabalha somente com o “[...] ‘Antropoceno geológico’ essencialmente como originalmente pretendido, e não a outras interpretações” (p.286).

Em 2019, foi divulgado que 88% dos membros do GTA ratificou a proposta que o Antropoceno fosse formalmente reconhecido como uma nova unidade cronoestatigráfica com início a partir da década de 1950, cabendo à Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário decidir se apresentaria essa proposta à União Internacional de Ciências Geológicas no 36º Congresso Geológico Internacional, a ser realizado em 2020, na cidade de Nova Délhi – Índia (Silva et al., 2020), como dito anteriormente. Contudo, devido à grave pandemia de Covid-19, até fevereiro de 2020 nem a Comissão de Estratigrafia, nem o Comitê Executivo da IUGS iniciaram as suas respectivas etapas de análise para a oficialização do Antropoceno como Época geológica. Logo, esse livro que representa o esforço de mais de dez anos de coleta de dados e evidências científicas deveria possuir

um caráter mais conclusivo de como e quando se iniciou o Antropoceno, e não ser uma mera tentativa de resposta àqueles que criticam, acertadamente, que o GTA não dispunha de um *corpus* teórico robusto e baseado suficientemente no peso das evidências de forma que atenda ao rigor do método científico.

O livro *The Anthropocene as a Geological Time Unit: A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate* representa uma contribuição imprescindível para a compreensão científica da evolução epistemológica sistemática da teoria relativa ao Antropoceno e, como dito antes, embora possa se constituir como desafiador ao público leigo torna-se primordial àqueles que queiram estar familiarizados com os debates mais recentes a respeito da “Época da Humanidade”.

#### Referências

CRUTZEN, P. J. Geology of mankind. *Nature*, v.415, n.3, p.23, 2002.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The Anthropocene. *IGBP Global Change Newsletter*, n.41, p.17-18, 2000.

SILVA, C. M.; ARBILLA, G. Antropoceno: os desafios de um novo mundo. *Revista Virtual de Química*, v.10, n.6, p.1619-47, 2018.

SILVA, C. et al. A nova Idade Meghalayan: o que isso significa para a Época do Antropoceno? *Revista Virtual de Química*, v.10, n.6, p.1648-58, 2018.

SILVA, C. M. et al.. Radionuclídeos como marcadores de um novo tempo: o Antropoceno. *Química Nova*, v.43, n.4, p.506-14, 2020.

SOARES, R. et al. O Papel das Terras Pretas de Índio no Antropoceno. *Revista Virtual de Química*, v.10, n.6, p.1659-92, 2018.

ZALASIEWICZ, J. et al. (Ed.) *The Anthropocene as a Geological Time Unit: A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate*. Cambridge: Cambridge University Press. 2019. 361p.

Ricardo Soares é professor do Programa de Pós-Graduação em Geoquímica, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, e do Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro.

@ – ricardo-soaresuff@gmail.com /

<http://orcid.org/0000-0002-0353-3174>.

Wilson Machado é professor do Programa de Pós-Graduação em Geoquímica, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense. @ – wmachado@geoq.uff.br <https://orcid.org/0000-0003-3117-8584>.

Recebido em 4.4.2020 e aceito em 9.4.2020.

<sup>1, II</sup> Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

# História social e autoritarismo no Brasil: ligações entre passado e presente

Camila Ferreira da Silva<sup>1</sup> e Janderson Bragança Ribeiro<sup>II</sup>

**A**S TRANSFORMAÇÕES sociais e políticas que têm marcado a vida no Brasil desde os movimentos de junho de 2013 têm, paulatinamente, se constituído em objetos de análises no campo científico. Diferentes domínios do conhecimento têm interrogado elementos das novas configurações das lutas sociais a que temos assistido no cenário contemporâneo (Singer, 2013; Souza, 2018; Gohn, 2019), essa literatura tem proporcionado um movimento de atar as pontas entre passado e presente em uma frente analítica dupla: no âmbito do pensamento social brasileiro e no âmbito da nossa história enquanto “povo” e “nação”. A historiadora e antropóloga Lilia Moritz Schwarcz compõe o rol de intelectuais que têm se debruçado sobre essas questões, dedicando-se a pensar aspectos próprios da “história nacional” que se perpetuam ao longo do tempo e cujos desdobramentos se mostram pertinentes para refletir sobre as nossas relações sociais atuais, tal como a questão racial que atravessa todo seu empreendimento intelectual.

Nesse sentido, a partir do desafio implicado no exercício de pensar o tempo presente – exatamente porque os intelectuais são, ao mesmo tempo, atores e testemunhas desse tempo móvel (Ferreira, 2018) e, em seu ofício, veem-se colocados entre o tempo natural, o tempo social (Rosa, 2015) e, ainda, o tempo de reflexão acadêmico-científica de uma determinada realidade –, Lilia Schwarcz nos apresenta sua mais nova obra: *Sobre*

*o autoritarismo brasileiro*. O escopo da obra gira em torno de uma correlação poderosa do ponto de vista analítico, trata-se dos vínculos entre a ascensão de um populismo de direita nas eleições de 2018 no Brasil e as formas de autoritarismo que se desenvolveram historicamente no país – este é o livro sobre o qual nos debruçamos na presente resenha.

Vale frisar, antes de adentrarmos propriamente a obra em questão, dois elementos cruciais para se compreender a localização desse escrito na obra e na carreira de Lilia Moritz Schwarcz: a) temas e questões que vêm figurando desde a década de 1980 nos escritos dessa autora são retomados nesse livro e constituem importantes sustentáculos de sua argumentação,<sup>1</sup> o que nos aponta que essa obra acaba por figurar, de forma concomitante, como uma continuidade em suas análises já consolidadas e uma mirada para o cenário político no Brasil atual; b) a envergadura da obra pode ser inicialmente atrelada à posição de destaque que Lilia Schwarcz ocupa no campo científico brasileiro – aqui se destacam os prêmios nacionais e internacionais que recebeu, o alcance de seus livros dentro e fora da Academia, e ainda sua posição de intelectual pública por meio da participação como colunista no *Nexo Jornal* desde 2019 e de um posicionamento ativo nas redes sociais em torno dos debates de relevância nacional, com destaque para seu canal do YouTube que, em atividade desde 2018, abriga quase 70 mil inscritos – e ao diálogo que es-

tabelece com uma outra relevante obra que publicou em parceria com Heloisa Starling, *Brasil: uma biografia* (Schwarcz; Starling, 2015). Além disso, destaca-se o fato de que *Sobre o autoritarismo brasileiro*, lançado no Brasil em maio de 2019 pela Companhia das Letras, acaba de ser publicado, em março de 2020, em Portugal pela Objectiva.

Parece-nos importante iniciar a apreciação do livro trazendo aqui a forma como a autora intitulou cada uma das partes da obra, posto que os títulos expressam não somente uma demarcação racional do encadeamento do debate, mas também a posição epistemológica da autora e os elementos que traz para a construção de sua genealogia do autoritarismo brasileiro. O livro é estruturado, para além de uma introdução e um epílogo, em oito capítulos. “História não é bula de remédio” é o nome que recebeu a introdução, espaço no qual o leitor será levado a confrontar o passado colonial do Brasil com as criações das narrativas nacionais – dos órgãos oficiais, das cidades, das famílias, dos indivíduos e até aquelas reconhecidas como “científicas” e reproduzidas até os nossos dias –, que foram cruciais para o estabelecimento do senso comum e para o imaginário coletivo do povo brasileiro em torno de uma suposta superioridade europeia e de uma harmonia racial. Os capítulos, por sua vez, podem ser classificados em dois grupos, a saber: os três primeiros, respectivamente intitulados de “Escravidão e Racismo”, “Mandonismo” e “Patrimonialismo”, trazem as bases sócio-históricas do autoritarismo no Brasil; enquanto os demais são responsáveis por apresentar os desdobramentos de tais bases, e recebem os seguintes nomes “Corrupção”, “Desigualdade social”, “Violência”, “Raça

e gênero”, e, “Intolerância”. A seção “Quando o fim é também o começo: Nossos fantasmas do presente” é, por fim, responsável por fechar o livro, trazendo as conclusões de Lilia Schwarcz.

Essas denominações expressam, na verdade, os elos que a autora estabelece entre passado e presente do autoritarismo brasileiro, uma mirada crítica para a nossa história – e Schwarcz ratifica que ela não é linear, estática ou cíclica – é, pois, a marca de sua análise em torno das continuidades e rupturas que nos permite olhar para o nosso tempo. Diante disso, cabe-nos, enfim, frisar que não realizaremos uma apresentação exaustiva de cada um dos capítulos, uma vez que optamos por demonstrar sua coerência interna agregando-os pelo papel que cumprem na obra, bem como pela forte conexão empírica dos elementos dos quais os capítulos se ocupam.

O exercício intelectual de enfrentar a questão da vigência de práticas autoritárias no Brasil ao longo de séculos de história levou Lilia Moritz Schwarcz a interrogar uma série de temas que, correlacionados direta e indiretamente, nos fornecem um conjunto de expressões das formas que o autoritarismo vem assumindo no contexto brasileiro. O autoritarismo que aqui se apresenta e se perpetua não pode, segundo a autora, ser definido por uma via de mão única, ele requer uma análise multifatorial, que nos obriga a correlacionar discursos, ideias, mitos e práticas há muito consolidados no cotidiano deste país: nosso autoritarismo anda de mãos dadas com questões que reverberam de nosso passado até a atualidade, tais como, a violência, o patrimonialismo, o patriarcalismo, o mandonismo, a desigualdade, e a intolerância social.

A necessidade de criação de uma “história nacional” que desse sentido aos processos sociais violentos de colonização, escravidão e de um projeto conservador de Império no Brasil acabou por ratificar “teorias do senso comum” que edificaram uma imagem e autoimagem do povo e da nação. Schwarcz destaca o pensamento de Karl Von Martius, que defendia a importância de se demonstrar o desenvolvimento da sociedade brasileira a partir de três raças humanas, chegando a se utilizar de uma metáfora fluvial de três rios para definir a formação do país (um branco, um negro e um indígena), que na verdade cumpria o papel de legitimar a superioridade branca europeia na formação do Brasil. A invenção da história do país, pautada pela harmonia entre as três raças, ganhou legitimidade na literatura e até nas ciências humanas, tendo sido reproduzida até ecoar também nas histórias individuais dos brasileiros e no seu sentimento de pertença a uma nação pintada como um paraíso tropical.

Em síntese, a autora nos apresenta quatro pressupostos básicos que condensam a amplitude e o alcance dessa versão da “história nacional”, nomeadamente: 1) Brasil como um país harmônico e sem conflitos; 2) brasileiro como sujeito avesso a hierarquias e pronto a responder às adversidades com informalidade e igualdade; 3) democracia plena, sem conflitos raciais, de religião ou gênero; e 4) a natureza do povo brasileiro o leva a viver em um verdadeiro paraíso. Essa caricatura não foi somente interiorizada pelos brasileiros, ela faz parte de uma imagem difundida a nível global sobre o Brasil e o seu povo. E, do ponto de vista das lutas que estão por trás da narrativa histórica, Lilia Schwarcz nos lem-

bra que o mecanismo de construção de uma história mítica oficial é amplamente utilizado ao redor do mundo e desempenha um papel estratégico na atuação do Estado. Isso porque a utilização de uma histórica mítica/irreal afasta-nos da realidade, dos fatos e da ciência, dos problemas sociais e de suas raízes históricas e possibilita, em contrapartida, uma interpretação alienada e que acaba por naturalizar as estruturas de dominação.

Nesse sentido, revisitar a história do Brasil, com foco nas questões da escravidão, racismo, mandonismo e patrimonialismo – como a autora faz nos três primeiros capítulos – torna-se um exercício crucial no sentido de compreender em que medida essas narrativas fantasiosas historicamente têm obliterado a sociabilidade violenta e autoritária que se legitimou no país ao longo dos séculos. As particularidades da escravidão no Brasil – sua duração, seu modelo, alcance<sup>2</sup> e, evidentemente, a violência que lhe era inerente – foram responsáveis por um enraizamento que nos permite, hoje, compreender que o racismo se tornou uma das estruturas de nossa sociedade. As suas consequências vão muito além do período que compreende propriamente o regime escravocrata no país, entre os séculos XVI e XIX, e nos falam das condições de negros e negras até os nossos dias, especialmente da legitimação de condutas hierárquicas, desigualdades sociais e de marcadores sociais de diferenças fundamentais para as relações de mando e obediência que se ratificaram historicamente.

Evidencia-se no livro uma correlação bastante forte entre o regime escravocrata brasileiro – que foi muito mais do que um sistema econômico – e as questões do mandonismo e do patrimo-

nialismo. Esses três elementos possuem seu passado primeiro ligado às relações coloniais e às decisões da Coroa Portuguesa quanto à lógica de funcionamento de seu território além-mar: enquanto o mandonismo liga-se aos movimentos de povoamento do Brasil e aos atributos do colono, passando pela concentração de terras, pelo poder sobre os cativos e também sobre a família, e desembocando num modelo violento e patriarcal, no qual um *ethos* masculino autoritário foi da cena privada à cena pública, com o coronelismo que se instalou fortemente em muitos estados brasileiros e que tem resquícios até a atualidade; o patrimonialismo, tendo figurado desde a administração colonial, choca-se com os princípios alardeados pela República brasileira, uma vez que elenca os processos relacionados à utilização da “máquina pública” para atender a interesses privados. Nesse caso, o debate sobre o patrimonialismo traz Max Weber como destaque, o qual é complementado com pensadores também já clássicos do pensamento social brasileiro, a exemplo de Sérgio Buarque de Holanda, Raymundo Faoro, Caio Prado Junior, Antonio Candido e Roberto da Matta.

Esses elementos históricos ganham, nos capítulos seguintes, um movimento de desdobramento e de vértice para questões sociais mais contemporâneas. Aqui trata-se da ponte analítica entre passado e presente que Lilia Schwarcz construiu nessa obra: como a escravidão, o racismo, o mandonismo e o patrimonialismo, tendo sido decisivos para o caráter autoritário historicamente colocado nas relações sociais no Brasil, reverberam na contemporaneidade? Corrupção, desigualdade social, violência, raça e gênero e intolerância são as respostas da autora,

que reconhece esses elementos como alguns dos possíveis caminhos explicativos para a perpetuação do autoritarismo no país. Não à toa, esses últimos capítulos são repletos de diálogos com dados oficiais, relatórios e pesquisas científicas, e aqui nota-se um contraponto à “invenção do Brasil” de outrora com as narrativas fantasiosas e míticas que a autora apresentou e criticou no início da obra.

Podemos conceber um movimento didático nesse segundo bloco de capítulos, o leitor é levado a confrontar os mitos nacionais com o conjunto de dados e informações qualificadas que a autora vai fornecendo. Como conciliar a imagem de uma democracia plena nos trópicos com desigualdades de raça, gênero e sexo, que produzem dados alarmantes sobre feminicídio, misoginia, homofobia e a disseminação da chamada “cultura do estupro”? Como se pode considerar um paraíso harmônico um país onde a desigualdade social aparta classes e grupos e impede uma grande parcela da população de gozar de direitos humanos e sociais básicos? Como seria possível que os homens e mulheres cordiais do Brasil pudessem construir um cenário de violência generalizada, em espaços urbanos e rurais? O exercício aqui consiste em desnaturalizar os discursos e mitos sobre a democracia plena, a cordialidade, a harmonia social do Brasil e dos brasileiros e brasileiras. A história e o cotidiano de violência e autoritarismo, que marcam a vida neste país, são trazidos para o primeiro plano com vistas a enfrentar uma alienação histórica que nos impede de enxergar os problemas sociais em suas continuidades, rupturas e novas roupagens.

“De uma forma ou de outra, a narrativa histórica produz sempre batalhas pelo monopólio da verdade” (Schwarcz,

2019, p.16). No livro aqui resenhado, Lilia Moritz Schwarcz toma para si a tarefa de combater os mitos que foram construídos no processo de criação e consolidação de uma “história nacional”, ao passo que nos fornece uma densa genealogia do autoritarismo brasileiro. “Fantasmas do presente” – expressão que está no título do epílogo do livro – funciona, na verdade, como um lembrete de que temos sido assombrados por fantasmas que talvez tivéssemos julgado superados, mas que se reapresentam na atualidade. Os problemas nacionais que ocupam centralidade na atualidade são, pois, apontados pela autora como esses tais fantasmas que nos apontam os mais novos desdobramentos do nosso autoritarismo: destacam-se aqui a polarização da última eleição de 2018 e a intolerância que marcou esse processo político; o papel do Judiciário no enfraquecimento do Estado de Direito; o populismo, sua ligação com as novas tecnologias e redes sociais e o uso de *fake news* no campo político.

Com uma ponta de esperança, ao final do livro, a autora enfatiza a imperfeição da democracia, posto que está em construção e por isso é passível de aprimoramento, e acaba por ratificar a relevância de uma nação e seu povo conhecerem sua história – combatendo as falaciosas narrativas míticas e heroicas – para, criticamente, compreenderem seu presente e pensarem no futuro que se deseja construir. Enfrentar o passado autoritário, no caso brasileiro, é condição para o reconhecimento de nossas estruturas sociais violentas, hierárquicas e desiguais, por isso a desnaturalização da dominação, do mando e da obediência e, conseqüentemente, das práticas autoritárias em suas mais diversas formas é ainda tarefa por fazer – por isso a relevância

do livro de Lilia Moritz Schwarcz ultrapassa o campo científico e acadêmico, e sua leitura se faz pertinente para todos aqueles preocupados em conhecer ainda mais o Brasil.

Ademais, um último aspecto merece aqui menção: trata-se de conferir destaque à coragem de uma intelectual mulher, inserida nos campos da História e da Antropologia, de continuar a desenvolver uma agenda de pesquisa e publicações sobre o Brasil, sua história e as reverberações contemporâneas dos seus processos sociais de dominação em tempos de ataques à universidade pública, aos intelectuais e aos domínios das ciências humanas, sociais, letras e artes.

#### Notas

- 1 A exemplo dos livros *Retrato em branco e negro* (Schwarcz, 1988), *O espetáculo das raças: cientistas, instituições e pensamento racial no Brasil: 1870-1930* (Schwarcz, 1993) e *As barbas do imperador* (Schwarcz, 1998).
- 2 A autora destaca que, de tão disseminada, a escravidão no Brasil “[...] deixou de ser privilégio de senhores de engenho. Padres, militares, funcionários públicos, artesãos, taverneiros, comerciantes, pequenos lavradores, grandes proprietários, a população mais pobre e até libertos possuíam cativos” (Schwarcz, 2019, p.22).

#### Referências

- FERREIRA, M. de M. Notas iniciais sobre a história do tempo presente e a historiografia no Brasil. *Tempo e Argumento*, Florianópolis, v.10, n.23, p.80-108, jan./mar. 2018.
- GOHN, M. da G. *Participação e democracia no Brasil: da década de 1960 aos impactos pós-junho de 2013*. Petrópolis: Vozes, 2019.

ROSA, H. *Social acceleration: a new theory of modernity*. New York: Columbia University Press, 2015.

SCHWARCZ, L. M. *Retrato em branco e negro*. São Paulo: Círculo do Livro, 1988.

\_\_\_\_\_. *O espetáculo das raças: cientistas, instituições e pensamento racial no Brasil: 1870-1930*. São Paulo: Cia. das Letras, 1993.

\_\_\_\_\_. *As barbas do imperador*. 2.ed. São Paulo: Cia. das Letras, 1998.

\_\_\_\_\_. *Sobre o autoritarismo brasileiro*. São Paulo: Cia. das Letras, 2019.

SCHWARCZ, L. M.; STARLING, H. *Brasil: uma biografia*. São Paulo: Cia. das Letras, 2015.

SINGER, A. Brasil, junho de 2013: classes e ideologias cruzadas. *Novos Estudos-Cebrap*, São Paulo, n.97, p.23-40, nov. 2013.

SOUZA, J. *A classe média no espelho: sua história, seus sonhos e ilusões, sua realidade*. Rio de Janeiro: Estação Brasil: 2018.

*Camila Ferreira da Silva* é professora da Universidade Federal do Amazonas; doutora em Ciências da Educação pela Universidade Nova de Lisboa/Bolsa Erasmus Mundus, com pós-doutorado em Sociologia Política pela Universidade Federal de Santa Catarina.

@ – ferreira.camilasilva@gmail.com /  
<http://orcid.org/0000-0002-2348-9350>.

*Janderson Bragança Ribeiro* é mestrando em Educação pela Universidade Federal do Amazonas/Bolsa Fapeam.

@ – jandersonbraganca@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-4914-9530>.

Recebido em 13.4.2020 e aceito em 18.5.2020.

<sup>I, II</sup> Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

# Um intelectual sem concessões

Fabio Mascaro Querido<sup>1</sup>

**R**OBERTO SCHWARZ não é um intelectual usual, daqueles que nadam no sentido da corrente. Bem ao contrário. No limite, a sua trajetória pode ser vista como a explicitação de um modelo de trabalho intelectual que, dos anos 1960 até os dias de hoje, foi sendo cada vez mais colocado em questão. Pode-se mesmo dizer que a reflexão schwarziana foi ganhando intensidade em medida inversamente proporcional ao declínio (no Brasil e no mundo) da figura do intelectual crítico irreduzível às posições estabelecidas, mas antenado com o debate público do seu presente – figura com a qual ele sempre se identificou.

Abarcando mais de cinco décadas de atividade, seu novo livro, *Seja como for*, dá um testemunho significativo desse itinerário singular, seja por meio da exposição do seu próprio pensamento, sejam por meio de comentários ou retratos de intelectuais com quem manteve alguma interlocução. Nesse que é o seu nono livro de crítica (afora dois de poesia e uma peça de teatro), Schwarz se faz presente em toda a sua plenitude espiritual. O livro compila materiais preciosos, alguns dos quais até então relegados ao segundo plano, a despeito da importância que têm na decifração de nuances do pensamento do autor comumente desprezadas pelas leituras impressionistas, que não apreendem senão o sentido literal do texto.

Pode-se destacar, por exemplo, a entrevista concedida a Maria Rita Kehl e Fernando Haddad, publicada na revista *Teoria e Debate* em 1994, ou a longa entrevista a Eva Corredor, também de

1994, em que Schwarz coloca nos seus devidos termos o papel de Lukács na sua atividade crítica: mais do que modelo normativo de análise, o esquema lukacsiano do Realismo (com maiúscula) atuava como ponto de partida diferenciador, ou seja, como aquilo que não pode ser num país da periferia do capitalismo como o Brasil. Ou ainda a entrevista a Louzada Filho e Gildo Marçal Brandão, publicada originalmente na revista *Encontros com a Civilização Brasileira*, em 1979.

Sem falar no relatório da polícia política da ditadura militar sobre o ensaio “Cultura e política”, ou na carta inédita em que conta ao mestre Antonio Candido as peripécias da sua defesa de doutorado em Paris, com um dos membros avaliadores tendo se recusado a avaliar a tese, acusando-o de apresentar um trabalho incompreensível – algo semelhante ao que havia se passado com Walter Benjamin na Alemanha, em 1925, salvo o desfecho diferente, já que, no caso de Schwarz, o obstinado avaliador acabou por se retirar da banca, que enfim aprovou o trabalho.

Pela dispersão temática, *Seja como for* não é leitura fácil. Schwarz quase sempre fala por meio dos outros, pensando através da cabeça alheia – *ao quadrado*, por assim dizer (Querido, 2019b). À procura de alguma unidade, o quebra-cabeças precisa ser permanentemente remontado pelo leitor. Esse caráter fragmentado é, porém, sintomático do modelo de atividade crítica acalentado pelo próprio autor. À exceção de sua tese de doutorado (que pouco segue os manuais

acadêmicos, aliás), e do segundo estudo sobre Machado de Assis (*Um mestre na periferia do capitalismo*), os livros de Schwarz são todos compilações de ensaios específicos, em torno de um tema ou de autor determinado. Foi por meio dessa crítica em pílulas que Schwarz foi galgando a sua posição no cenário intelectual brasileiro.

Uma inflexão decisiva na trajetória do autor se deu no final dos anos 1960. Schwarz havia se formado em ciências sociais no final da década de 1950, na mesma turma de Michael Löwy (a quem já havia conhecido nas redes de sociabilidade judaica), Francisco Weffort e Heleith Saffioti. Na mesma época, participou do chamado Seminário d'O Capital, junto a jovens professores como F. H. Cardoso, O. Ianni e José Artur Gianotti. Estimulado por Candido, fez o mestrado em Teoria Literária, em Yale, nos Estados Unidos, entre 1961 e 1963, para depois trabalhar como professor assistente na cadeira de Teoria Literária e Literatura Comparada na USP.

É nesse contexto que publica o seu primeiro livro de ensaios, *A sereia e o desconfiado*, em 1965 – em 1959 havia publicado o livro de poesias, *Pássaro na gaveta*, pela Massao Ohno, editora dos escritores marginais e da boemia paulistana. Em 1969, em meio à radicalização da repressão resultante da proclamação do AI-5 em dezembro de 1968, decide se exilar na França, saindo do país pela fronteira com o Uruguai. Além de professor, o jovem crítico era um dos editores da revista *Teoria e Prática*, cujo último número havia sido confiscado pela polícia.

A experiência do exílio em Paris no itinerário de Schwarz não pode ser subestimada, como se faz amiúde, inclusive

(parcialmente) pelo próprio autor, que prefere apontar o rol das suas influências intelectuais, entre elas a de seus professores da USP nos anos 1950 (cf. p.ex.: p.102). Ora, mais importante do que enumerar as influências recebidas é compreender a gênese social dessas incorporações, assim como a maneira como elas são traduzidas à luz do objeto em questão. Nesse sentido, ainda que desde a virada para os anos 1960 Schwarz já tenha tomado contato com os autores com o auxílio dos quais armaria o seu modelo crítico (Lukács, Brecht, Benjamin, Adorno, de um lado, e Candido, F. H. Cardoso e F. Novais, de outro), seria apenas no exílio francês, a partir de 1969, que ele os mobilizaria para a elucidação de um problema especificamente seu, qual seja: o da relação entre formas literárias (ou culturais) e matéria histórico-social num país da periferia do capitalismo como o Brasil.

Basta comparar, por exemplo, os ensaios compilados em *A sereia e o desconfiado* com os de *O pai de família e outros estudos* (1978), ou, mais ainda, com a tese de doutorado defendida na França em 1976, e publicada em livro no ano seguinte, no Brasil, com o título *Ao vencedor as batatas*. Enquanto nos ensaios do primeiro livro, escritos antes do golpe de 1964, o jovem crítico buscava aferir a coerência formal de um autor ou de uma obra à luz de uma concepção normativa (de matriz lukacsiana) do que deveria ser, genericamente, um bom romance ou uma boa obra de arte, nos trabalhos subsequentes, concebidos no exílio – e sob o impacto de uma ditadura militar que se mostrara mais economicamente modernizadora e mais duradoura do que parecia –, o objetivo foi pensar as formas (literárias ou culturais) como material-

zações da experiência histórica brasileira.

Do plano mais abstrato das ideologias se passa então à consideração materialista da relação entre forma e substrato histórico-social, tarefa para a qual a noção adorniana de forma objetiva se mostrava mais operacional do que a visão normativamente carregada do romance realista explicitada no modelo lukacsiano. A análise da literatura ou da cultura implicava agora a elaboração simultânea de uma visão sobre o processo histórico-social brasileiro. “Toda forma é forma de alguma coisa” (p.157). Por meio da crítica literária, e da análise dos romances de Machado de Assis em particular, é uma nova interpretação do Brasil que se desdobra. Nesse sentido, é possível dizer que o Brasil emerge de fato, na reflexão schwarziana, durante o exílio francês. Judeu-austriaco de origem, o crítico precisou voltar ao velho continente, espremido pelas contingências políticas do presente, para redescobrir (agora conceitualmente, por assim dizer) o Brasil.

A chave dessa interpretação do Brasil pode ser localizada no modo como Schwarz analisa a aclimatação das ideias modernas pelas elites brasileiras do século XIX, com ressonâncias nos rumos posteriores da modernidade no país. A primeira vez que esse tópico veio à tona foi no conhecido ensaio “As ideias fora do lugar”, de 1972, que figuraria como capítulo introdutório da tese de doutorado. Para Schwarz, as ideias modernas pareciam fora do lugar, no Brasil, em função do descolamento entre o receituário doutrinário propalado e a estrutura social do país. E pareciam fora do lugar não por algum problema congênito das ideias liberal-modernas em si, mas sim pelo fato de que essas ideias não impactavam de modo efetivo a vida da maior

parte da população, que ficava apartada da modernidade proclamada.

Sob esse ponto de vista, diga-se de passagem, o casamento atual entre liberalismo econômico e reacionarismo societal deixa de ser visto como um ponto fora da curva para ser tratado, antes, como a expressão mais radical e, portanto, mais perversa, de uma tradição histórica – materializada no modo de ser de nossas elites – que remonta às origens da inserção do Brasil na modernidade emergente.

Além de nacional, trata-se de uma questão de classe. Era do interesse das classes dominantes absorver e imitar as ideologias modernas ao mesmo tempo em que se mantinham intactas a vida social no “Brasil real”. Inversamente, é do interesse das classes dominadas “se aferrar à problemática local e fazer com que ela apareça” (p.39). No plano intelectual, viria daí o “lado forte do nacionalismo”, ou seja, dessa disposição “em apanhar as experiências e contradições brasileiras tais quais elas se apresentam aqui, e não através de uma categorização elaborada noutra parte” (p.38, 39).

Na entrevista concedida à revista *Movimento*, em 1976, e reproduzida no livro, Schwarz reconhece que “as próprias ideologias libertárias”, dentre elas o marxismo, “são com frequência uma ideia fora do lugar, é só deixam de sê-lo quando se reconstruem a partir de contradições locais” (p.24). Desde que purgada de suas ilusões provincianas, a posição nacionalista poderia contribuir, portanto, para que a crítica marxista se reconstrua a partir da problemática nacional, rompendo com todo universalismo abstrato. Assim, tal crítica estaria em condições de superar a dicotomia outrora esquadrihada no ensaio “Na-

cional por subtração” (1986) – a saber: aquela entre nacionalismo (autoritário) e cosmopolitismo (liberal), ou entre localismo e globalismo -, traduzindo as categorias “universais” à luz da problemática local, ao mesmo tempo em que vê nesta um momento do desenvolvimento desigual e combinado do capitalismo.

Nesse processo, a crítica amplia o seu escopo, ganhando novas perspectivas, ligadas ao ponto de vista da periferia – não sendo nem localista, pois não dispensa a mirada universalizante, nem cosmopolita, já que a conceituação se subordina à matéria local, e não o contrário. A crítica é periférica porque reconhece o primado do objeto, quer dizer, o primado da matéria social brasileira. Mas ela é universal porque interpela a totalidade do sistema a partir não apenas de uma posição social, senão também de uma posição geopolítica específica, na qual as ideologias europeias funcionam em outro diapasão.

A explicitação desse ponto de vista crítico da periferia, de alcance global, é talvez a principal contribuição intelectual de Roberto Schwarz. Não por acaso, esse é um tópico recorrente em *Seja como for*, em especial nas entrevistas e retratos redigidos a partir da virada para os anos 1990. Desde então, ao tema da universalidade do ponto de vista periférico se soma aquele da sua atualidade, em meio ao processo de desagregação mais ou menos generalizada das sociedades nacionais não apenas na periferia, o que nada teria de surpreendente, mas também no centro do capitalismo. Daí a atualidade da perspectiva periférica: o que é novidade e exceção para alguns países do centro sempre fora regra geral naqueles da periferia.

A dependência material se transmuta em vantagem cognitiva, e é por isso que

não seria exagero, hoje, situar Schwarz entre as grandes figuras intelectuais do mundo nos últimos 30 ou 40 anos. Especialmente quando se tem em conta o eclipse contemporâneo do tipo de intelectual crítico que ele representa. Muito embora tenha cumprido todos os requisitos da carreira acadêmica, tendo se tornado professor titular na Unicamp, Schwarz jamais abandonou um modelo de crítica (ensaística) infenso à especialização universitária – um modelo de crítica muitas vezes censurado por seu elitismo, à medida que a sua *mise-en-scène* dependeria quase que exclusivamente do cabedal de referências culturais do próprio crítico, arbitrariamente livre para dizer *o que* quiser e, o que é pior, *como* quiser.

Parafraseando Russel Jacoby (1990), Schwarz estaria entre os “últimos intelectuais” que ainda resistem em meio à atmosfera cindida entre as amarras acadêmicas e o recuo identitário. Defende a independência intelectual, mas não como álibi de uma posição olímpica diante do mundo, e sim como escudo contra as pressões do engajamento pragmático, materializado na ascensão do outrora intelectual de esquerda Fernando Henrique Cardoso à presidência da República em 1995. Esse resguardo de autonomia, que exige alta voltagem do crítico, seria a única maneira, segundo Schwarz, de se alcançar a possibilidade de uma totalização conceitual antissistêmica, na qual a experiência histórica da periferia é tomada como momento sintomático da cena global contemporânea.

Já não caberia mais ao intelectual brasileiro “salvar o país”, e tampouco abandoná-lo, mas sim pensá-lo especificando o seu lugar na ordem global, empresa para a qual apenas o horizonte

das classes subalternas poderia dar guarita. Aí está um dos paradoxos da negatividade periférica schwarziana: a crítica deve ser independente e empenhada ao mesmo tempo, a primeira característica tornando-se condição de possibilidade da segunda (cf. Querido, 2019a). Ora, como solucionar na prática intelectual essa difícil equação a não ser pelo recurso duvidoso à genialidade e ao senso de compromisso do próprio crítico?

Em entrevista de 1987, republicada em *Seja como for*, Schwarz afirma:

Todo autor que se preza, quando pega a caneta, quer indicar entre outras coisas a hora histórica. Isso vale tanto para o ficcionista, como para o poeta, como para o crítico. A luta pela identificação e pela definição do que seja o atual está no centro da arte moderna. Acontece que a hora histórica não é convencional como a hora do relógio. Nem por isso ela é arbitrária. Mas é fato que a resposta, por mais estudada e fundamentada que seja, sempre contém algo de engajamento, algo de aposta no futuro, sem o que a crítica de arte é anódina. (p.48)

Explicitar esse paradoxo – o do intelectual independente sem concessões, mas engajado no destino das classes subalternas – é um dos muitos méritos de Schwarz, esse espírito ígneo cujo brilho se faz tanto mais presente conforme avança o ofuscamento bárbaro que se produz no Brasil (e no mundo) contemporâneo.

#### Referências

JACOBY, R. *Os últimos intelectuais*: a cultura americana na era da academia. Trad. Magda Lopes. São Paulo: Trajetória Cultural; Edusp, 1990.

QUERIDO, F. M. Nacional por negação: ensaio e “crítica independente” no último Roberto Schwarz. *Revista do IEB (USP)*, São Paulo, n.74, p.233-49, 2019a.

\_\_\_\_\_. Pensamento ao quadrado: Roberto Schwarz e o Brasil. *Lua Nova*, São Paulo, n.107, p.235-61, 2019b.

SCHWARZ, R. *Seja como for*. Entrevistas, retratos e documentos. São Paulo: Duas Cidades; Ed. 34, 2019. 448p.

*Fabio Mascaro Querido* é professor do Departamento e do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Unicamp.

@ – fabiomascaro@yahoo.com.br /  
<https://orcid.org/0000-0003-1648-5615>.

Recebido em 30.4.2020 e aceito em 4.5.2020.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Campinas, São Paulo, Brasil.

# Paulo Rónai, brasilianista húngaro, exilado e abrazeirado

Mariana Holms<sup>1</sup>

A VIDA de Paulo Rónai, tradutor, crítico literário e educador húngaro, cujo fôlego destinou-se à construção de pontes culturais entre o Brasil e a Europa do século XX, é o assunto do livro *O homem que aprendeu o Brasil* da escritora e jornalista Ana Cecília Impellizzeri Martins (2020). A reconstrução das aventuras (e agruras) que trouxeram o intelectual às terras brasileiras em 3 de março de 1941, bem como de sua trajetória aqui, é fruto de uma pesquisa marcada tanto pela acuidade na análise de um vasto material arquivístico e bibliográfico quanto pelo tensionamento das esferas coletiva e individual nas conjunturas do nazifascismo e do exílio no Brasil em pleno Estado Novo.

Nas palavras de Nora Tausz Rónai,<sup>1</sup> arquiteta e escritora, “colaboradora para o resto da vida” de Paulo Rónai, a postura assumida por Ana Cecília Martins (2020, p.15) se traduz em imagem: apreciar a beleza de uma pérola, indagando acerca do tempo e do processo de sua formação.<sup>2</sup> A beleza da vida e obra de Rónai surge de uma história de dor, transformada pelo amor às palavras, pela curiosidade genuína para com o outro (sua língua, cultura, sentimento do mundo) e pelas possibilidades de comunicação e compreensão mútua. Interessa à biógrafa demonstrar o “movimento de assimilação no país” (p.12) desse homem “intelectual humanista [...], empenhado em sobreviver” (p.15).

Percebe-se a argúcia do olhar investigativo de Ana Cecília Martins em re-

lação ao material do acervo pessoal de Paulo Rónai e de cinco arquivos públicos e nacionais: diários, cartas, manuscritos, publicações, dedicatórias, documentos oficiais e registros de uma rede de contatos tecida no Brasil. A autora buscou familiarizar-se com Rónai pelos vestígios de seus gestos e sua dicção. “As marcas pessoais que Paulo imprimiu em seu diário foram criando códigos que se tornaram aos poucos reconhecíveis. Um evento importante sublinhado; as abreviações decifradas pelo léxico que se repete, assim como os nomes, também abreviados, de personagens de sua órbita profissional e íntima” (p.42). Por isso, ao acompanhar a biografia desse importante tradutor e crítico literário, não veremos tantas menções a “Rónai” quanto ao “Paulo”, essa terceira identidade do intelectual que, em 1928, deixou de usar o nome húngaro Pál para assumir profissionalmente o nome francês Paul e, a partir de 1941, adotar o nome brasileiro Paulo e a nacionalidade correspondente.

Ana Cecília Martins oferece-nos um retrato poliédrico não só do próprio Rónai, mas também do Brasil – socialmente complexo, politicamente ambíguo e, no âmbito cultural, marcado pela colaboração florescente entre artistas e intelectuais brasileiros e estrangeiros, que aqui puderam encontrar abrigo das perseguições nazistas e da Segunda Guerra. Quem deseja conhecer a biografia de Paulo Rónai acaba adentrando outras biografias individuais e coletivas, relevantes no cânone literário brasilei-

ro, e divisa uma troca autêntica entre a cultura brasileira e as tradições europeias representadas pelos intelectuais e artistas de expressão magiar, francesa, alemã e de tantos outros contextos linguísticos. Por isso, conhecer Rónai é aprender o Brasil ao qual ele teve acesso, é conhecer Ribeiro Couto, Jorge de Lima, Cecília Meireles, Carlos Drummond de Andrade, Aurélio Buarque de Holanda e João Guimarães Rosa (citando só alguns de seus amigos). A dedicação de Paulo Rónai à literatura, ao trânsito de línguas e culturas, conduziu-o a uma trajetória brilhante neste país, que agora pode ser reconhecida como merece.

O livro não é só um mergulho na vida particular de Paulo Rónai no Brasil, é também uma enriquecedora exposição do contexto cultural, político e social do biografado na Hungria, seu país de origem: seus escritores e cientistas notáveis, o desmembramento do Império Austro-húngaro, as crises oriundas das duas Grandes Guerras e o impacto do nazismo sobre o país. Esse panorama evidencia a tensão entre a contingência política e as ações individuais, observando as consequências diretas daquela na vida de Rónai e sua família. Na Hungria, com as leis antissemitas restringindo o número de judeus no ensino superior (assim como em outros setores), a entrada de Rónai na Universidade não foi definida exclusivamente pela sua capacidade intelectual, mas dependeu também da solidariedade (ou da postura ética) de um colega que lhe cedeu seu próprio lugar devido ao reconhecimento da qualidade do percurso acadêmico de Rónai. Dr. Paul Rónai recebeu a titulação em Filologia e Letras neolatinas, sua formação contou com dois períodos de estudo na Sorbonne e na Aliança Francesa em Pa-

ris. Lendo *Dom Casmurro* em tradução francesa, descobriu Machado de Assis na voz de um tradutor brasileiro expatriado. Essa leitura provocara o impulso inicial do filólogo e professor húngaro em direção ao Brasil, mas foi através da poesia que se deu o encontro definitivo com o português brasileiro.

A relação de Rónai com as línguas e as literaturas que pesquisava parece atravessada ou motivada por uma percepção sinestésica, manifesta no caráter sensual de sua crítica: sentia as palavras, a atmosfera que criam com sua sonoridade, seu ritmo, seu sabor e suas imagens. A novidade e a materialidade do português representaram para Rónai (2014, p.38), “consolado pela interessante experiência linguística”, uma sobrevivência em meio aos avanços do nazismo. Em seus escritos, nota-se que suas hipóteses de leitura extrapolam a matéria linguística, dirigindo-se também à pessoa “que se encontra atrás das frases, ambições, objetivos” de um texto (ibidem, p.137). Esse ímpeto levou Rónai a contatar os poetas brasileiros que traduzia, entre eles diplomatas e funcionários públicos ligados ao Ministério da Educação e a órgãos culturais. Rónai trabalhou para difundir suas obras na Hungria, estabeleceu relações cordiais, e isso justificaria sua vinda ao Brasil como mediador cultural. Ao narrar o árduo trâmite burocrático que envolveu o exílio de Rónai, enquanto esse traduzia e lecionava nos liceus de Budapeste e durante o período em que esteve detido num campo concentração, Ana Cecília Martins situa o leitor nos bastidores da política internacional brasileira no Estado Novo, simpático à ideologia nazifascista, com suas leis também antissemitas e adidos, salvo alguns, alinhados ao regime. Rónai, por fim, obteve – com

muito custo e aflição – não só um visto, mas uma ocupação profissional na sua área de formação e um formidável círculo intelectual e artístico, onde encontrou amizades que o ampararam e acolheram no país de refúgio.

Interessante seria observar o comentário de Drummond sobre o abraço de Paulo Rónai em paralelo com o relato deste a respeito de Cecília Meireles. Drummond sugeriu que “os motivos pessoais de angústia que [Rónai] trazia da Europa não afetariam esse abraço progressivo” (p.137). Embora o poeta tivesse consolado muitas vezes o amigo húngaro, como indica a biógrafa, ele aqui parece elogiar a separação entre as emoções penosas vividas pelo exilado em função do seu desenvolvimento pleno em um novo contexto cultural. Rónai, por sua vez, relata ter encontrado em Cecília Meireles uma empatia rara: “poucos aquilatavam como ela a profundidade do drama individual de cada um de nós [refugiados]. A capacidade requintada de sentir, adivinhar e imaginar levava-a a compreender-nos” (p.133). Esses fragmentos refletem um pouco da delicada situação vivida pelo exilado húngaro com relação à sua dor, à possibilidade de encontrar acolhimento e sua necessidade de integrar-se em um novo local para sobreviver e voltar a viver.

Ana Cecília Martins menciona um comovente gesto de Rónai: ele haveria datilografado para si o conteúdo da carta de despedida do escritor austríaco Stefan Zweig. Nesse ponto do livro, a biógrafa tangencia aspectos sensíveis do exílio, como o medo do suicídio e a coragem de sobreviver, comparando Paulo Rónai a Zweig e Vilém Flusser, três exilados no Brasil. A morte voluntária de Zweig,

autor mundialmente lido, teve um grande impacto no meio intelectual e talvez tenha sido ainda mais profundo na vida de outros exilados. Duas reflexões, entre tantas outras, essa obra pode suscitar, sobretudo no que diz respeito à literatura de exílio: a primeira incidiria sobre a experiência do deslocamento, em sentido amplo, que não terminaria ao se aportar ao país de refúgio. A segunda reflexão apontaria para a diversidade de experiências e reações individuais dos exilados, que, enquanto um coletivo, vivenciariam a perda identitária e a condição do refugiado, mas que se diferenciariam em muitos fatores, como idade, grau de instrução, recursos econômicos e contatos prévios, articulação para estabelecer novos contatos e obter recursos e vistos, sua condição psíquica... o “mal do exílio”, ainda que vivido por todos eles, nunca é o mesmo. Por isso, é tão importante um certo cuidado, de modo a se evitar generalizações e juízos de valor ao dar voz a essas vidas, umas já muito conhecidas, outras quase nada, quando não absolutamente esquecidas. Cuidado que a proposta de uma biografia como essa pressupõe.

Além do sofrimento pessoal e circunstancial pelo qual passou Stefan Zweig, ele se desiludira também com o país que escolheu como último destino de exílio. Foi duramente criticado por seu livro *Brasil, um país do futuro* (publicado em 1940) no *Correio da Manhã*, expressivo jornal carioca, e “em Jorge Amado, Carlos Drummond de Andrade, Joel Silveira e Rubem Braga, prevalecia a ideia de que o livro de Zweig tinha sido escrito para enaltecer o Brasil do Estado Novo” (p.176). Ana Cecília Martins menciona a dissensão em torno da obra, mas, se muitos fatores distanciam Stefan Zweig

e Paulo Rónai, seria possível inferir que ambos se encontravam no Brasil sob a mesma cláusula de exceção: “pessoas [de origem semítica] de notória expressão cultural, política e social”,<sup>3</sup> de quem era esperado que se engajassem em projetar uma certa imagem do Brasil. O húngaro, tendo acesso a um círculo intelectual sólido e prestigiado, trabalhou em prol do retrato de um Brasil *literário* específico e menos idealizado. Nas palavras de Drummond endereçadas a Rónai, abalado pela notícia do suicídio: “Zweig não conheceu as pessoas certas. Sua história é outra, meu caro amigo” (p.173).

A representação de certos exilados como “vencedores na vida”, expressão que o próprio Paulo Rónai pareceu estranhar,<sup>4</sup> é discutível, porque reforça a construção da narrativa histórica que toma por objeto de empatia sempre os vencedores, segundo uma leitura benjaminiana (Benjamin, 2013). A história dos exilados, ao contrário, seria parte da história dos vencidos. Para sobreviver, eles fizeram apostas com a capacidade e os recursos de que dispunham, enfrentaram adversidades e arbitrariedades políticas. Rónai trabalhou muitíssimo para “merecer seu destino” no Brasil (p.15), mantendo a esperança de trazer sua família e sua noiva, Magda Péter, em segurança ao país. Num gesto de gratidão pela vida, dedicou-se inteiramente à expansão das relações culturais Brasil-Europa. Contudo, um exemplo amargo dessa arbitrariedade é o fato de que o visto de sua noiva foi negado pelo mesmo governo Vargas que permitira a Rónai vir. A família Rónai se reuniria mais uma vez no Rio de Janeiro, mas Magda acabaria por desaparecer nas mãos da Gestapo.

Na biografia, vê-se que Paulo Rónai (2012, p.199) se dispôs a abandonar a

miragem do país de destino, para buscar e traçar seu próprio “fio condutor”. Sua desconfiança diante do próprio conhecimento traduziu-se numa postura de renovada curiosidade pelas dinâmicas linguísticas e culturais do Brasil, interpretando a literatura brasileira. Tornou-se ainda representante dessa no exterior, não por interesse político, por fascínio ingênuo, mas por ter sido alguém “profundamente interessado no outro” (p.171), pela sua compreensão do valor da alteridade e pelas possibilidades de identificação humana.

#### Notas

- 1 Cf. Relato de Nora Tausz Rónai, em “Escritores, tradutores e críticos literários” (temporada 1, ep.2). *Canto dos exilados* [Série]. Direção de Leonardo Dourado. Roteiro de Kristina Michahelles. Rio de Janeiro: Arte 1; Telenews; Riofilme, 2016. (51 min.)
- 2 Em favor da legibilidade da resenha, as citações do livro de Ana Cecília Impellizzeri Martins serão, a partir de agora, indicadas apenas pelo número de páginas.
- 3 Cláusula de exceção no decreto que restringia a concessão do visto brasileiro a judeus, de 7 de junho de 1937 (p.64, 114).
- 4 Cf. Discurso proferido na cerimônia de posse da cátedra de francês no Colégio Pedro II (p.252).

#### Referências

- BENJAMIN, W. Sobre o conceito da História. In: *O anjo da história*. Org. e trad. João Barrento. 2.ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.
- MARTINS, A. C. I. *O homem que aprendeu o Brasil: a vida de Paulo Rónai*. São Paulo: Todavia, 2020. 384p.

RÓNAI, P. *A tradução vivida*. 4.ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2012. 255p.

\_\_\_\_\_. *Como aprendi o português e outras aventuras*. 2.ed. Rio de Janeiro: Edições de Janeiro, 2014. 264p.

*Mariana Holms* é doutoranda em Língua e Literatura Alemã pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (USP), e mestra em Língua e Literatura Alemã (2019), pela mesma instituição.

@ – mariana.holms@usp.br /

<http://orcid.org/0000-0002-7882-0995>.

Recebido em 19.5.2020 e aceito em 28.5.2020.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, Brasil.

# A forma simbólica da modernidade

Cecília Marks<sup>1</sup>

UMA dialética de perdas e ganhos: Assim Franco Moretti introduz sua tese de o romance de formação ser a forma simbólica da modernidade. “Perdi minha subjetividade, mas encontrei um mundo, disse Goethe a propósito da viagem à Itália [...]: a vida ofereceu menos do que o esperado – porém ofereceu algo a mais, e inesperado” (p.11). Teórico que cunhou o conceito de “*distant reading*” em contraposição à prática da “*close reading*” – interpretação rente ao texto que se consolidou ao longo do século XX –, Moretti propõe em *O romance de formação* manter um olhar distanciado das obras em si para as analisar como representantes de seus respectivos contextos e momentos históricos. Assim, ao abrir mão da leitura imanente para alçar voo e alcançar uma visão extensiva, é dada a possibilidade de estabelecer conexões de enredos e personagens com movimentos sociais que abalaram a dinâmica das relações entre indivíduo e sociedade, abarcando desde aspectos da vida pessoal e cotidiana até a esfera pública e política.

Para desenvolver sua argumentação, o ensaísta transita por um extenso arco de ideias, dialoga com diversas linhas de pensamento, contestando-as ou embasando seu raciocínio – de teóricos como Lukács, Bakhtin, Adorno e Barthes a filósofos e historiadores como Hegel, Tocqueville, Burckhardt e Habermas, além de Freud e Darwin, entre outros. Mesmo assim, chega a uma amarração coesa, embora algumas vezes constranja o leitor a uma dispersão de propósitos. Essa característica da obra, publicada

originalmente em 1986, portanto antes de Moretti desenvolver sua metodologia pluridisciplinar para estudar a história da literatura, demonstra que ali já germinavam conceitos que o autor expandiu posteriormente.

De acordo com Mikhail Bakhtin (2010, p.121), graças à sua capacidade de renovação permanente, o gênero literário “sempre é e não é o mesmo, sempre é novo e velho ao mesmo tempo. O gênero renasce e se renova em cada nova etapa do desenvolvimento da literatura e em cada obra individual de um dado gênero”. No caso do romance de formação, essa passagem é bem marcada por um momento histórico definido e por uma obra específica.

Moretti considera o romance de formação a forma simbólica e hegemônica da modernidade em decorrência das grandes mudanças sociais e econômicas provocadas pela dupla revolução, a industrial e a burguesa. Organizado em quatro grandes blocos, que por sua vez separam-se em capítulos, esses divididos em vários subtítulos instigantes, numa estrutura que remete ao formato de árvore, o livro compreende um período de pouco mais de um século, entre o surgimento do paradigmático *Os anos de aprendizado de Wilhelm Meister*, de Goethe, publicado em 1795-1796, e o de algumas obras modernistas do início do século XX, até 1914 – essas abordadas em um ensaio adicional.

Uma vez que a definição de romance de formação tornou-se bastante elástica e abrangente, Moretti opta por utilizar o termo original *Bildungsroman* apenas

para o romance de Goethe e *Orgulho e preconceito*, de Jane Austen, os quais considera tradicionais. Os demais títulos do *corpus* são designados genericamente romance de formação. A apreciação dos dois livros citados conduz a parte inicial do estudo, ficando as bases da argumentação. Nessa escolha também se fundamenta a diferença estabelecida pelo autor entre os movimentos revolucionários e as transformações sociais ocorridas na Alemanha e na Inglaterra, de um lado, e na França, de outro, com seus respectivos reflexos nas obras analisadas e emanações por estas provocadas.

No *Bildungsroman* tradicional, o protagonista é jovem e culto, em busca de um sentido para a vida. Suas aspirações chegam a ser experimentadas, mas não se efetivam de fato, pois ao final da trajetória ele as abandona em prol de outras vivências, que o encaminham para a conformidade ao mundo e à realidade, harmonizando-se o herói com a sociedade para a qual se formou durante sua jornada rumo à maturidade. Aqui, fica implícito o já mencionado aparato da troca, tão caro ao pensamento burguês.

Assim, para Moretti, a juventude é a imagem que reflete a configuração social, econômica e histórica da modernidade, adquirindo centralidade simbólica por “acentuar seu dinamismo e instabilidade” (p.30). Se no *Bildungsroman* é permitida à irrequieta interioridade juvenil explorar o espaço social, esse processo de aprendizagem se conclui de maneira harmoniosa sem gerar frustrações, pois a internalização de valores ocorre de maneira a cumprir o que Moretti aponta como o “paradigma ideal da socialização moderna: *desejo* fazer aquilo que, de todo modo, *deveria* ter feito” (p.50). A individualidade é a força centrípeta da

narrativa, que deságua em uma vida cotidiana equilibrada e estática, diga-se que almejada e plena, embora exteriormente a modernidade siga em progressão contínua – “velocífera”,<sup>1</sup> numa formulação de Goethe. Nesse sentido, a formação moderna não se dá abruptamente, como um rito iniciático, mas é uma construção significativa visando a uma finalidade.

Isso posto, é preciso frisar que a juventude não perdura para sempre, é passageira, e acaba por trair seus princípios. Sob esse aspecto, o autor salienta as diferenças entre a forma simbólica romance de formação na Alemanha e Inglaterra – onde atuava para evitar os “efeitos irreversíveis” da Revolução Francesa, segundo Moretti (p.123)<sup>2</sup> – em comparação com a França e a Rússia. No *Bildungsroman* tradicional há uma condução teleológica, que encontra o equilíbrio, a conciliação de interesses das duas classes hegemônicas – a decadente aristocracia e a emergente burguesia. Já nos romances franceses e russos apresentados na segunda parte do livro, a característica é de ruptura, de uma juventude desencantada com os valores revolucionários, que, de resto, compõem um ideário professado mas dificilmente praticado. Mesmo assim, o protagonista de *O vermelho e o negro*, de Stendhal, não quer trair suas convicções nem renunciar à busca do “sentido da vida”, não pretende firmar um compromisso com o sistema. Ao contrário das primeiras, essas narrativas não se fecham nem correm para um final harmonioso, pois não há destino alternativo, senão a morte, a loucura, o desterro, para esses tipos condenados pela ordem social por não abdicarem dos ideais juvenis.

Moretti ilumina com perspicácia o paradoxal conflito entre liberdade e au-

todeterminação – uma das bandeiras da Revolução Francesa e que se encontra no cerne da modernidade – e os limites impostos pelo próprio capitalismo visando à conformidade e adequação ao modo de produção. Ou seja, o indivíduo moderno é livre, desde que adequadamente socializado/formado para atender às necessidades do sistema – “Em outras palavras, é preciso renunciar a ser ‘moderno’ ou renunciar a ser ‘indivíduo’” (p.272). Essa condição *sine qua non*, conforme Moretti, remete à teoria evolucionista de Darwin, tão cara ao autor, de que sobrevive o que melhor se adapta e não o mais forte. Por outro lado, nessa nova ordem a humanidade se viu “fadada” à liberdade, pois, ao romperem-se as estruturas de subserviência, a liberdade pode ter se tornado um fardo cansativo e doloroso, resultando em medo e solidão (p.113).

O romance de formação se estrutura sobre essas “drásticas antíteses” (p.31) e, justamente pelo seu caráter contraditório, tornou-se a forma simbólica da modernidade; por ser tão paradoxal quanto a cultura moderna, que exige a coexistência de valores opostos para se manter e se reproduzir. Por sua flexibilidade, ecletismo e capacidade de adaptação, o romance de formação superou outras formas narrativas – romance histórico, epistolar, alegórico, satírico, *Künstlerroman* –, que seguem modelos mais rígidos. “E vice-versa, naturalmente: quanto mais uma forma foi capaz de flexibilidade e compromisso, melhor pôde governar-se no turbilhão sem síntese da história moderna” (p.36).

Diferentes dos heróis integrados do *Bildungsroman*, a personificação de sujeitos cindidos, fragmentados e incoerentes, trilhando caminhos sinuosos e instáveis, sem uma finalidade determi-

nada, faz surgir, nos romances franceses do século XIX, “novas constantes estruturais [que] colocam, por assim dizer, o romance de formação em sintonia com seu tempo” (p.141). Neles, os processos de individualização e de socialização são incompatíveis, e Moretti enumera algumas das principais antíteses recorrentes em romances pertencentes às duas correntes: casamento *versus* adultério; felicidade *versus* liberdade; individualidade *versus* perda da identidade.

Contudo, enquanto em Stendhal o sentimento de desilusão se impõe, em Balzac, Lucien de Rubempré é o “herói da mobilidade social” (p.208), imediatista e pragmático. Na *Comédia Humana* as contradições já se mostram assimiladas e o motor do progresso e do sucesso pessoal é incorporado à narrativa, que desvela a relatividade dos valores desse modelo social, em que a moda e o consumo pautam as relações de maneira superficial e efêmera. Aqui, a narrativa da juventude coloca “em relevo a força desumana e indiferente do novo mundo, que reconstrói — como se fosse uma autópsia — a partir das feridas infligidas ao indivíduo” (p.254).

No bloco final do livro, Moretti se detém em particularidades observadas na Inglaterra – “única nação europeia em que 1789 não se afigurou como o ano zero da modernidade” (p.277) –, caracterizada por estabilidade de valores, firme regulação jurídica, hierarquia e conformismo. No cânone literário inglês do período, o autor observa uma desvalorização da juventude e, antes, um desígnio pela manutenção de escolhas feitas pelo herói na infância, o que denomina de “romance de conservação” (p.279) mais do que de formação. Assim, essas narrativas se aproximam

dos contos de fada, cuja estrutura é de polarização e qualquer ambiguidade é dissipada no final. Os personagens são pautados por uma espécie de taxonomia e dependem de coincidências narrativas para promoverem o andamento do enredo (p.295), prática que levará, de acordo com Moretti, à forte tradição inglesa de romances de terror e de suspense. O autor, entretanto, faz questão de indicar as exceções: “George Eliot... e tudo muda. Junto a Jane Austen ela é a única escritora que soube renunciar ao modelo do conto de fadas judiciário e se mediu com a problemática europeia do romance de formação” (p.324).

A análise das transformações ocorridas no romance de formação desde o seu surgimento é complementada por considerações sobre um pequeno rol de romances modernistas, de Conrad, Mann, Musel, Walser, Rilke e Kafka. Moretti constata que essas obras-primas não iniciaram uma nova etapa na história do romance de formação europeu, mas sim a encerraram de vez. Isso porque, nessas narrativas – inseridas em uma realidade moderna já consolidada – o protagonismo do indivíduo é soterrado pelas instituições, essas sim instrumentos deliberados de coerção. Esse é “o mundo do romance de formação tardio”, que repercute ainda hoje.

Tais reflexões constam de um ensaio publicado em 1990, incorporado ao livro, assim como o prefácio autocrítico do autor, redigido em 1999, em que esse aponta as limitações de ordem geográfica, social e histórica da obra e esclarece alguns caminhos teóricos percorridos posteriormente. Outros aspectos positivos são as referências contidas em notas de rodapé remeterem a edições acessíveis ao leitor brasileiro, o índice onomástico

e a lista de edições nacionais do *corpus* estudado, embora alguns títulos, tanto dos romances analisados como da bibliografia teórica, disponham de edições e traduções mais recentes e atualizadas.

A publicação de *O romance de formação* reveste-se de relevância, pois a obra pode dialogar com uma tradição recente, porém consistente, que se estabeleceu no país a partir dos anos 1990, com estudos como *O cânone mínimo*, de Wilma Maas, e *Labirintos da aprendizagem*, de Marcus Mazzari, autor com quem divido a organização de *Romance de formação – Caminhos e descaminhos do herói* (no prelo), volume composto por 26 ensaios de diversos pesquisadores, abordando obras de diferentes origens e períodos.

#### Notas

- 1 Trata-se de uma “referência alegórica ao incipiente ritmo ‘velocífero’ (neologismo criado por Goethe) da modernidade e ao seu caráter autônomo” (Mazzari, 2019).
- 2 Nesse sentido, o autor parece desprezar o tom irônico insinuado por Goethe em *Os anos de aprendizado de Wilhelm Meister*, conforme aponta Mazzari (2018): “Goethe designou Wilhelm Meister como ‘pobre cachorro’ numa conversa registrada pelo chanceler von Müller em janeiro de 1821: ‘mas apenas com personagens como essas que se podem mostrar claramente o jogo inconstante da vida e as incontáveis e diversas tarefas da existência, e não com caracteres sólidos e já formados’”. No que se refere ao posicionamento de Goethe com relação à Revolução Francesa, nas Conversações com Eckermann (4 de janeiro de 1824), há a seguinte manifestação do escritor: “É verdade que eu não poderia ser amigo da Revolução Francesa, pois seus horrores estavam muito próximos de mim e me in-

dignavam diariamente, de hora em hora, ao passo que não era possível prever suas consequências benéficas. E eu também não podia assistir indiferente à tentativa de trazer para a Alemanha de maneira artificial semelhantes cenas que, na França, eram consequência de uma grande necessidade. Mas nem por isso era amigo de um despotismo arbitrário” (Eckermann, 2016, p.521-2).

## Referências

BAKHTIN, M. *Problemas da Poética de Dostoiévski*. Trad. Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

ECKERMANN, J. P. *Conversações com Goethe nos últimos anos de sua vida: 1823-1832*. São Paulo: Editora Unesp, 2016. p.521-2.

MAZZARI, M. V. Os anos de aprendizado de Wilhelm Meister: “um magnífico arco-íris”. *Revista Literatura e Sociedade*, v.1, n.27, 2018.

\_\_\_\_\_. *A dupla noite das tíliais – História e natureza no Fausto de Goethe*. São Paulo: Editora 34, 2019.

MORETTI, F. *O romance de formação*. Trad. Natasha Belfort Palmeira. São Paulo: Todavia, 2020.

*Cecilia Marks* é mestre e doutora em Letras pelo Departamento de Teoria Literária e Literatura Comparada da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Atua como pesquisadora independente e mediadora de leitura. @ – ceciliamarks@uol.com.br / <https://orcid.org/0000-0002-9524-3114>.

Recebido em 20.5.2020 e aceito em 23.5.2020.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, Brasil.