

Artigo

O debate sobre subsunção da natureza e suas contribuições para os estudos do metabolismo urbano: Reflexões teóricas para uma agenda de investigação

Bruno Avellar Alves de Lima

13

Resumo

No campo interdisciplinar da Ecologia Política, tem assumido recente relevância o debate sobre a subsunção da natureza. Tal debate tem como cerne as formas pelas quais o capital subordina a natureza para garantir sua crescente acumulação. O enfoque inicial destes estudos se concentrou em questões agrárias, tal como os melhoramentos genéticos para garantir maior produtividade agropecuária, ou atividades extrativistas, como tecnologias para a exploração mineral, sendo apenas recentemente ampliado para outras questões, tais como a transição energética e os créditos de carbono. Os estudos do metabolismo urbano, inseridos no campo da Ecologia Política Urbana, por outro lado, permitem compreender as formas pelas quais o capital se apropria da natureza por meio dos processos de urbanização. Recentemente, vem sendo proposto na literatura a ideia de que estamos diante da transição de um metabolismo urbano industrial para um metabolismo urbano financeiro, o qual impõe novas lógicas de produção do espaço e complexas formas de subsunção da natureza. Partindo de uma revisão sistemática da literatura sobre a subsunção da natureza, em diálogo com textos clássicos e recentes sobre o metabolismo urbano, o artigo visa contribuir com formulações teóricas que fomentem uma agenda de investigação que se dedique a compreender as formas pelas quais a natureza é subsumida (subordinada) pelo capital diante das lógicas contemporâneas de urbanização, pautadas pela agenda neoliberal que define associações entre o setor financeiro, o imobiliário e as infraestruturas.

Palavras-chave: Subsunção da natureza; Metabolismo urbano; Ecologia política urbana; Financeirização; Revisão sistemática.

The debate on the subsumption of nature and its contributions to studies of urban metabolism: Theoretical reflections for a research agenda

Abstract

In the interdisciplinary field of Political Ecology, the debate on the subsumption of nature has gained recent relevance. This debate has at its heart the ways in which capital subordinates nature to guarantee its increasing accumulation. The initial studies focused on agrarian issues, such as genetic improvements to guarantee greater agricultural productivity, or extractive activities, such as technologies for mineral exploration, only recently being expanded to other issues, such as the energy transition and carbon credits. Studies of urban metabolism, inserted in the field of Urban Political Ecology, on the other hand, allow us to understand the ways in which capital appropriates nature through urbanization processes. Recently, the idea that we are facing the transition from an industrial urban metabolism to a financial urban metabolism has been proposed in the literature, which imposes new logics of space production and complex forms of subsumption of nature. Starting from a systematic review of the literature on the subsumption of nature, in dialogue with classic and recent texts on urban metabolism, the article aims to contribute with theoretical formulations that foster a research agenda dedicated to understanding the ways in which nature is subsumed (subordinated) by capital in the face of contemporary logics of urbanization, guided by the neoliberal agenda that defines associations between the financial sector, real estate and infrastructure.

14

Keywords: Subsumption of nature; Urban metabolism; Urban political ecology; Financialization; Systematic review.

El debate sobre la subsunción de la naturaleza y sus aportes a los estudios del metabolismo urbano: Reflexiones teóricas para una agenda de investigación

Resumen

En el campo interdisciplinario de la Ecología Política, el debate sobre la subsunción de la naturaleza ha cobrado relevancia reciente. Este debate tiene en su centro las formas en que el capital subordina la naturaleza para garantizar su creciente acumulación. El foco inicial de estos estudios se centró en cuestiones agrarias, como las mejoras genéticas para garantizar una mayor productividad agrícola, o actividades extractivas, como las tecnologías para la exploración minera, ampliándose recientemente a otras cuestiones, como la transición energética y los créditos de carbono. Los estudios de metabolismo urbano, insertos en el campo de la Ecología Política Urbana, por otro lado, permiten comprender las formas en que el capital se apropia de la naturaleza a través de procesos de urbanización. Recientemente, se ha propuesto en la literatura la idea de que estamos ante la transición de un metabolismo urbano industrial a un metabolismo urbano financiero, que impone nuevas lógicas de producción espacial y formas complejas de sub-

sunción de la naturaleza. A partir de una revisión sistemática de la literatura sobre la subsunción de la naturaleza, en diálogo con textos clásicos y recientes sobre el metabolismo urbano, el artículo pretende contribuir con formulaciones teóricas que fomenten una agenda de investigación dedicada a comprender las formas en que la naturaleza es subsumida (subordinada) por el capital frente a las lógicas contemporáneas de urbanización, guiadas por la agenda neoliberal que define las asociaciones entre el sector financiero, el inmobiliario y la infraestructura.

Palabras clave: Subsunción de la naturaleza; Metabolismo urbano; Ecología política urbana; Finanzialización; Revisión sistemática.

Introdução

Em seu texto “*Industrial dynamics and the problem of nature*” (“Dinâmicas industriais e o problema da natureza”, em tradução livre), Boyd, Prudham e Schurman (2001) propuseram as noções de subsunção formal e subsunção real da natureza. A partir da Ecologia Política, os autores buscaram explorar o problema do que chamaram de “indústrias baseadas na natureza” (*nature based industries*), sendo estas as indústrias responsáveis pela exploração direta de materiais a partir de atividades como a mineração, pesca ou extração de madeira.

Tais formulações advêm das proposições originais de Marx (2017; 1978) sobre a subsunção formal e real do trabalho, sendo a primeira associada às formas mais tradicionais de exploração do trabalho pelo capitalista (manufatura) e a segunda a intensificação da exploração pelas vias modernas e tecnológicas (grande indústria). Em analogia, a subsunção formal da natureza corresponderia à exploração dos recursos *in natura*, enquanto a subsunção real da natureza se daria a partir da intensificação da exploração da natureza a partir de meios técnico-científicos, tais como a biotecnologia ou os organismos geneticamente modificados (Boyd; Prudham; Schurman, 2001).

Smith (2007), posteriormente, revisou e ampliou a proposição dos autores mencionados, ao assumir que a subsunção formal da natureza pode ser encontrada, de modo mais geral, no processo de industrialização capitalista, dado que nos múltiplos ramos industriais é possível observar a exterioridade da natureza como recurso primordial à pro-

dução de mercadorias. Além disso, para Smith (2007) a subsunção real da natureza não deve ser compreendida apenas no âmbito das formas de aumento da produtividade dos processos naturais, mas igualmente nos processos de financeirização da natureza, a partir da capitalização de rendas pelos mercados ecológicos.

Passadas duas décadas da formulação original de Boyd, Prudham e Schurman (2001), complementadas pelas reflexões de Smith (2007), o escopo dos estudos sobre a subsunção da natureza ampliou-se significativamente, apontando para uma rica literatura que busca compreender em bases amplas as formas pelas quais o capital subordina a natureza para garantir sua reprodução ampliada (Boyd; Prudham, 2017; Carton; Jhonson; Bustus, 2017). O debate sobre subsunção da natureza, nesse sentido, busca aprofundar a politização sobre as formas sociais de produção da natureza, “desnaturalizando” sua concepção como dado material a priori e buscando compreender seu caráter histórico (Leff, 2015).

No campo da Ecologia Política Urbana (EPU), por sua vez, a noção de metabolismo urbano assume grande importância e centralidade ao conceber de forma dialética as complexas e intrincadas relações entre o urbano e a natureza. Os estudos do metabolismo urbano, a partir da EPU, visam compreender os determinantes sociais, políticos e econômicos que definem e mediam as relações materiais e simbólicas entre o urbano e a natureza (Swyngedouw, 2006; 2009; Swyngedouw; Kaika, 2003; Heynen; Kaika; Swyngedouw, 2006).

Dando continuidade aos esforços de Marx (2017) em conceber dialeticamente as relações sociedade-natureza por meio da noção de metabolismo social, os estudos críticos do metabolismo urbano têm demonstrado como o capital busca incessantemente controlar e obter lucros a partir da urbanização da natureza, mobilizando-a como fundamento da acumulação, seja a partir da construção de signos e símbolos, no domínio das práticas cotidianas, ou mesmo da produção de infraestruturas e edifícios, capitalizando rendas e mercantilizando elementos como o solo e a água.

O diálogo entre estas duas formulações, a de subsunção da natureza e a de metabolismo urbano possui importantes implicações quando consideramos os processos contemporâneos de urbanização, sobretudo ao nos atentarmos para as crescentes associações entre o financeiro, o imobiliário e as infraestruturas na produção do espaço urbano (Ferrara; Rufino; Shimbo, 2018). Observamos que a reestruturação urbana em curso, pautada por medidas neoliberais como a desregulação da economia, a busca por novas frentes de mercado e as transformações nos modelos de planejamento e gestão do território possuem profundas correlações com as alterações nas relações entre o urbano e a natureza, configurando-se, portanto, como mudanças no metabolismo urbano, o que indica, igualmente, novas formas de subsunção da natureza (Ferrara; Hidalgo; Lima, 2023; Lima, 2023).

Ferrara (2018; 2020) e Ferrara, Hidalgo e Lima (2023) têm desenvolvido a tese de que estamos diante da transição do domínio de um metabolismo urbano industrial para um metabolismo urbano financeiro, com grande ênfase na financeirização do imobiliário e das infraestruturas, o que, no contexto latino-americano, marcado pelo desenvolvimento desigual, implica em arrefecimento de formas de espoliação, intensificação dos conflitos socioambientais e aumento das desigualdades.

As transformações no metabolismo indicam que, se antes a natureza servia mormente como base para a economia industrial, enquanto fonte de recursos para a produção de mercadorias ou externalidade ambiental para o descarte de resíduos, no atual momento do capitalismo ela tem passado a ser mobilizada como nova fronteira de acumulação, sendo precificada a partir de processos de capitalização que a mobilizam enquanto fonte de obtenção de rendas (Ferrara; Hidalgo; Lima, 2023).

No setor imobiliário, de forma específica, a natureza e seus símbolos têm assumido cada vez mais a função de diferenciação dos produtos, permitindo aumentar os patamares de preços por meio de discursos associados à sustentabilidade ambiental (Ferrara et al., 2023a). No campo das infraestruturas, a concessão e privatização de setores como saneamento e energia, bem como a produção de novas redes de transporte coletivo e

outros possuem uma dimensão nem sempre evidente de mercantilização da natureza (Ferrara; Rufino; Shimbo, 2018). As transformações das cidades, assim, fundamentam-se grandemente em transições no metabolismo, as quais implicam novas formas de subsunção da natureza (Lima, 2023).

Tendo em vista tais considerações, este artigo tem por objetivo avançar em debates contemporâneos no campo da Ecologia Política Urbana (EPU), especificamente em sua vertente que se dedica aos estudos do metabolismo urbano, contribuindo com elementos teóricos que permitam a consolidação de uma agenda de investigações que se dedique a compreender as formas pelas quais a natureza é subsumida (subordinada) pelo capital diante das lógicas contemporâneas de urbanização.

Para empreender tal tarefa, o artigo mobiliza três estratégias principais, sendo elas: (1) a retomada da trajetória da ideia de subsunção da natureza, recuperando a noção de subsunção do trabalho de Marx e as formulações originais de Boyd, Prudham e Schurman (2001); (2) a apresentação de uma revisão sistemática da literatura que dá conta do debate internacional sobre a subsunção da natureza, apresentando os principais temas e tendências identificadas no debate; (3) a partir de trabalhos clássicos e contemporâneos sobre o tema do metabolismo urbano, traçar os principais delineamentos deste debate no campo da EPU, permitindo o diálogo com a literatura sobre subsunção da natureza. Tais estratégias articulam-se no delineamento teórico de uma agenda de investigação.

Como se busca argumentar ao longo do artigo, acreditamos que o diálogo entre estes dois conjuntos de literatura, sobre a subsunção da natureza e sobre o metabolismo urbano, pode contribuir com frutíferas análises críticas, ainda pouco evidentes na literatura. Além disso, o artigo também assume a importância de se apresentar formulações teóricas ainda incipientes nos estudos da Ecologia Política no Brasil e no restante da América Latina, o que se torna evidente ao constatarmos que o conjunto de literaturas aqui apresentado encontra-se quase em sua totalidade na língua inglesa e com participação ainda pouco representativa de autores latino-americanos.

Para além desta introdução e das considerações finais, o artigo encontra-se estruturado em três seções, cada uma delas construída a partir das três estratégias de investigação anteriormente enunciadas. Nesse sentido, na primeira seção, de modo a fundamentar a discussão, recuperamos o debate sobre a subsunção do trabalho na obra de Marx, observando as formulações originais que deram origem a noção de subsunção da natureza desenvolvida por Boyd, Prudham e Schurman (2001).

Na segunda seção, apresentamos os procedimentos metodológicos específicos, bem como os resultados da revisão sistemática da literatura sobre a subsunção da natureza. A revisão, como mencionado anteriormente, buscou identificar os principais temas que vêm sendo trabalhados nesta literatura, bem como as principais tendências do debate, identificando a trajetória das discussões nas últimas décadas.

A terceira seção apresenta inicialmente os fundamentos dos estudos sobre o metabolismo urbano, dialogando com os principais autores sobre o tema e destacando as especificidades da abordagem do metabolismo urbano no campo da EPU. Em seguida, realizamos o esforço de colocar em diálogo os dois conjuntos de literatura de nosso interesse, quais sejam os de subsunção da natureza e de metabolismo urbano, evidenciando caminhos teóricos pelos quais se faz possível construir uma agenda de investigação no campo da EPU que se dedique a compreender as formas de subsunção da natureza diante das lógicas contemporâneas que engendram o metabolismo urbano.

1. Origens do debate sobre a subsunção da natureza¹

Na trajetória do pensamento de Marx, e ao longo do período no qual se dedicou a escrita d'O Capital, sabemos que o autor acabou por desenvolver diversas ideias que não foram plenamente incorporadas na versão final do livro, sendo muitas delas descartadas

¹ Nesta seção específica recuperamos reflexões anteriormente apresentadas em capítulo de livro (Lima, 2023) e que no presente artigo se encontram melhor desenvolvidas.

ou postas em segundo plano. Este é o caso do chamado “Capítulo VI: Inédito” d’O Capital, escrito originalmente por Marx, mas que acabou não sendo incorporado na versão definitiva do manuscrito. O capítulo apresenta diversas ideias que acabaram sendo “diluídas” em outros capítulos do primeiro volume, tais como aquelas relativas à subsunção formal e real do trabalho, as quais aparecem de forma pouco desenvolvida no Capítulo 14 da obra efetivamente publicada, o qual trata do mais valor absoluto e do mais valor relativo (Marx, 2017a).

No capítulo inédito, a subsunção do trabalho ganha centralidade no debate proposto por Marx (1978), dado que nele o autor discute em pormenores a produção do valor a partir das formas específicas do capitalismo. Como enuncia Marx (1978, p. 51) “[o] processo de trabalho é subsumido ao capital (é seu próprio processo), e o capitalista se enquadra nele como dirigente, condutor; para este, é ao mesmo tempo, de imediato, um processo de exploração do trabalho alheio”.

A subsunção formal do trabalho, para Marx (1978), se desenvolve no período do capitalismo no qual, apesar de os trabalhadores venderem sua força de trabalho ao capital, eles mantinham certo nível de controle criativo sobre o processo de produção. Neste período, equivalente ao desenvolvimento da manufatura simples, os trabalhadores ainda mantinham certa independência, gerando um mais valor absoluto. Nas palavras do autor:

Denomino *subsunção formal do trabalho ao capital* à forma que se funda no sobrevalor absoluto, posto que só se diferencia *formalmente* dos modos de produção anteriores, sobre cuja base surge (ou é introduzida) diretamente, seja porque o produtor (*producer*) atue como empregador de si mesmo (*self-employing*) seja porque o produtor direto deva proporcionar trabalho excedente a outros. A *coerção* que se exerce, o método pelo qual se espolia o trabalho excedente é de outra índole (Marx, 1978, p. 56, grifos no original).

A subsunção real do trabalho, por sua vez, aparece no capitalismo moderno, após o desenvolvimento da indústria, sendo, para Marx, um processo intrínseco ao modo especificamente capitalista de produção. Perdendo seu controle criativo, o trabalhador subsume-se integralmente ao processo de produção, como parte orgânica da maquinaria

industrial. O aumento da produtividade do trabalho, propiciada pelo desenvolvimento tecnológico, culmina na emergência do mais valor relativo, pautado pela maior eficiência na produção. A subsunção real do trabalho emerge, portanto, como forma absoluta de subordinação do trabalho ao capital. Como argumenta Marx,

A característica geral da subsunção formal continua sendo a direta *subordinação do processo de trabalho* – qualquer que seja, tecnologicamente falando, a forma em que se efetue – *ao capital*. Nessa base, entretanto, se ergue um modo de produção tecnologicamente *específico que metamorfoseia a natureza real do processo de trabalho e suas condições reais: o modo capitalista de produção*. Somente quando este entra em cena, se dá a *subordinação real do trabalho ao capital* (Marx, 1978, p. 66, grifos no original).

A subsunção do trabalho, nesse sentido, refere-se a uma subordinação do trabalhador às formas de produção do mais valor, sendo desenvolvidas como fundamento do próprio modo capitalista de produção. O desenvolvimento das forças produtivas torna crescentemente o trabalhador um ser genérico, o qual se compõe unicamente de suas capacidades produtivas diante do ímpeto pela produção de valor.

Ainda que marginalmente inseridas na versão definitiva d'O Capital elaborada por Marx, percebemos que o debate sobre as formas de subsunção do trabalho adquire centralidade na compreensão das relações de trabalho desenvolvidas no capitalismo.

A partir de tais formulações é que, como adiantado na introdução deste texto, Boyd, Prudham e Schurman (2001) propuseram as noções de subsunção formal e subsunção real da natureza. Cabe retomar os principais pontos da formulação original dos autores, então preocupados com as clamadas “indústrias baseadas na natureza” (*nature based industries*), sendo estas as indústrias responsáveis pela exploração direta de materiais a partir de atividades como a mineração, pesca ou extração de madeira.

Para os autores, em um primeiro momento, tais indústrias concebem a natureza como objeto exterior. A formação de minérios ou pedras preciosas, bem como o crescimento das árvores ou dos peixes, independe da ação do trabalho humano em seu desenvolvimento. Nesse sentido,

Sob a subsunção formal da natureza, as empresas confrontam a natureza como um conjunto exógeno de propriedades materiais e processos bio/geofísicos, mas são incapazes de aumentar diretamente os processos naturais e utilizá-los como estratégias para aumentar a produtividade (Boyd *et al.*, 2001, p. 557, tradução nossa).

Em um segundo momento, descrevem os autores, com o avanço do desenvolvimento científico e tecnológico, emergem múltiplas formas de transformação dos processos naturais no sentido de torná-los mais produtivos. A biotecnologia, por exemplo, acelera, por meio de alterações genéticas, o crescimento de plantas ou animais, bem como, pode aumentar a produtividade de madeira, carne ou leite. Assim, “em contraste, sob a subsunção real da natureza, limitada às indústrias de base biológica, as empresas são capazes de assumir e transformar a produção natural, e usá-la como fonte de aumento de produtividade” (Boyd; Prudham; Schurman, 2001, p. 557, tradução nossa).

Como é possível perceber a partir das citações em destaque, na publicação original dos autores, apenas as indústrias baseadas na natureza seriam responsáveis pela subsunção formal e real da natureza. No entanto, somente as indústrias pautadas por processos biológicos, como a da pesca ou da madeira, seriam capazes de subsumir a natureza de forma real, dado que, segundo os autores, não seria possível aumentar a produtividade dos processos geológicos da Terra, responsáveis pela geração de minerais de interesse econômico (Boyd *et al.*, 2001).

Como também adiantado na introdução do artigo, Smith (2007), posteriormente, revisou e ampliou a proposição original dos autores, defendendo que a subsunção formal da natureza pode ser encontrada na totalidade dos processos de industrialização capitalista. A produção das mercadorias, de forma geral, exige a exploração de matérias primas advindas da natureza, sendo possível, portanto, observar a exterioridade da natureza como recurso primordial à produção de mercadorias. Como discute o autor “[...] com a subsunção formal da natureza, a acumulação de capital é facilitada predominantemente pela contínua expansão da conversão de materiais extraídos em objetos de produção” (Smith, 2007, p. 13, tradução nossa).

Além disso, discute o autor, o próprio corpo do trabalhador pode ser considerado natureza subsumida formalmente no processo capitalista de produção. Assim, dentro de uma perspectiva mais ampla, Smith (2007) defende a unidade dialética entre a natureza humana e não humana, interior e exterior.

Quanto à subsunção real da natureza, Smith (2007) propõe que a mesma não deve ser compreendida apenas no âmbito das biotecnologias ou das formas de aumento da produtividade dos processos naturais, ainda que as mesmas sejam vias importantes, mas igualmente nos processos de financeirização da natureza. Com a criação de patentes, créditos ecológicos e títulos de propriedade sobre a natureza, segundo o autor, há uma expansão da subsunção real da natureza, a qual se sobrepõe a continuidade da subsunção formal. Formas extensivas e intensivas de exploração da natureza pelo capital combinam-se em complexas conjugações.

A subsunção real da natureza, nesse sentido, envolve sua transformação em capital fictício, ou seja, a mobilização como capital de um elemento cuja base de existência ou produção não é o trabalho humano. Assim, na subsunção real da natureza, “[...] créditos ecológicos, mercados de mitigação e derivativos ambientais – todos exemplos do que Marx chamou de ‘capital fictício’ – também desempenham um papel central” (Smith, 2007, p. 16, tradução nossa).

Setores como os mercados de créditos de carbono, as patentes ecológicas, a emissão de títulos para o pagamento por serviços ambientais ou pelo direito de poluir, dentre outros, seriam formas de subsunção real da natureza. A financeirização da natureza, para Smith (2007), pressupõe sua transformação em objeto genérico, subsumido diante de títulos e ações. Desse modo, “[...] o capital fictício dos créditos ecológicos e os mercados de derivativos ambientais é integral ao socializar a subsunção real da natureza” (Smith, 2007, p. 16, tradução nossa).

Corroborando as formulações de Smith (2007), Harvey (2018), ao discutir as relações contraditórias entre preço e valor, destaca que a natureza se coloca como horizonte da capitalização de rendas a partir da definição de preços pela exploração de seus valores

de uso, a partir de seu monopólio e sua propriedade. Nos termos marxistas, ainda que a natureza não seja dotada de valor, por não ser produzida pelo trabalho humano, ela pode assumir um preço, determinado pelas formas de renda capitalizada que dela se podem obter. Como destaca o autor,

Embora o capital repouse materialmente em sua relação metabólica com a natureza, isso não significa que a natureza em si possua valor. Ela é um armazém de dadas gratuitas que o capital pode usar sem precisar pagar nada por elas. No entanto, tais valores de uso podem, eventualmente, adquirir um preço, se forem cercados e se tornarem propriedade privada de alguém. O proprietário estará então em posição de poder extrair renda monetária desses recursos, ainda que em si não possuam valor (Harvey, 2018, p. 99-100).

Em revisão posterior às suas proposições originais, Boyd e Prudahn (2017) reconhecem a validade das críticas e dos aprimoramentos de Smith (2007), bem como, consideram importante o papel da financeirização, por meio da capitalização de rendas da natureza, como forma de subsunção. Além disso, concordando também com Smith (2007), os autores consideram que não se pode conceber a subsunção formal e real como processos historicamente datados ou independentes, mas antes, como processos interdependentes e que ocorrem sob conjunções complexas. A subsunção real pressupõe a subsunção formal da natureza.

Cabe ressaltar que o próprio Marx (1978) não compreendia os processos de subsunção formal e real do trabalho como historicamente datados, mas sim, como processos subsequentes, nos quais a subsunção real do trabalho apenas seria possível por sua subsunção formal. Além disso, para o autor, o desenvolvimento da subsunção real do trabalho em determinados setores abre possibilidades para a subsunção formal do trabalho em outros. Desse modo, “[...] a primeira é sempre precursora da segunda, embora a mais desenvolvida, a segunda, possa constituir, por sua vez, a base para a introdução da primeira em novos ramos da produção” (Marx, 1978, p. 56).

As noções de subsunção formal e real da natureza, portanto, colocam-se atuais e permitem uma abordagem ampla dos problemas advindos das lógicas capitalistas con-

temporâneas, sobretudo quando consideramos as transformações nas lógicas de acumulação impostas pela financeirização (Carton; Jonson; Bustos, 2017).

Passadas duas décadas desde a proposição original de Boyd, Prudham e Schurman (2001), múltiplos trabalhos podem ser encontrados na literatura internacional que mobilizam as noções de subsunção formal e real da natureza como fundamentais para discutir as lógicas históricas de apropriação e mercantilização da natureza pelo capital. Como enunciado na introdução, na seguinte seção do artigo apresentamos uma revisão sistemática destes trabalhos, de modo a compreender como estas noções têm sido empregadas na literatura, quais os principais temas que vem sendo tratados nestes trabalhos e quais as principais tendências do debate.

2. O debate sobre a subsunção da natureza na literatura internacional

2.1 Considerações metodológicas sobre a revisão sistemática realizada

A revisão sistemática da literatura consiste em um método consistente e amplamente empregado na análise do estado da arte sobre determinado tema de interesse. Ela envolve um delineamento detalhado das estratégias de levantamento bibliográfico, bem como, estratégias específicas de classificação e categorização dos textos levantados (Galvão; Ricarte, 2019).

Como discutem Galvão e Ricarte (2019), existem diversos tipos de revisão sistemática, sendo aqui empregado o tipo de revisão narrativa. Neste tipo de revisão, temos como centralidade a síntese dos trabalhos levantados em termos de seu conteúdo, não havendo preocupações quantitativas ou de análise estatística. Este tipo de revisão é adequado para apresentar o estado da arte sobre determinado tema, como aqui almejamos.

Seguindo as orientações de Galvão e Ricarte (2019), inicialmente definimos o objetivo geral da revisão sistemática, qual seja, a compreensão de como as noções de subsun-

ção formal e real da natureza têm sido empregadas na literatura nas últimas duas décadas, identificando os principais temas e as principais tendências do debate. Como objetivo específico, a revisão buscou trazer *insights* sobre a subsunção da natureza na produção do espaço urbano, mais especificamente dialogando com os estudos sobre o metabolismo urbano e suas transformações contemporâneas.

Em seguida foram definidas as bases de busca (os indexadores) e as formas de busca (as palavras-chave mais adequadas e as formas de empregá-las na pesquisa). Quanto aos indexadores, optamos pelas bases *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*. Trata-se de bases bastante abrangentes, capazes de captar produções brasileiras e estrangeiras e comumente utilizadas em revisões amplas da literatura, sistemáticas ou não. Quanto à definição dos termos de busca, optamos por utilizar “subsunção” e “natureza”, de forma conjunta, nas línguas portuguesa, espanhola (*subsunción* e *naturaliza*) e inglesa (*subsumption* e *nature*). Foram considerados na busca textos que contém os destacados termos no título, resumo e palavras-chave. Deste modo, evitamos artigos que citem estes termos apenas de forma marginal, priorizando textos que tenham este tema como centralidade em seu debate.

Por fim, no refinamento da busca foram considerados apenas artigos publicados em periódicos com revisão por pares, excluindo textos publicados em anais de eventos científicos e capítulos de livro. Ainda que textos em anais e capítulos de livro sejam meios bastante importantes de divulgação científica, optamos por restringir aos artigos com revisão por pares para traçar um escopo mais robusto de textos, priorizando as produções de maior destaque internacional.

A busca foi realizada entre os meses de julho e agosto de 2023, e resultou no levantamento de 06 artigos no *Scielo*, 55 artigos no *Scopus* e 58 artigos no *Web of Science*. Removendo-se os artigos duplicados (encontrados em mais de uma das bases), chegamos a um total de 70 manuscritos. Procedeu-se então a leitura dos resumos da totalidade de artigos encontrados, de modo a definir quais de fato mostravam-se relevantes para

inclusão na revisão sistemática. Chegamos então ao total de 23 artigos selecionados, nos quais o diálogo com o tema da subsunção da natureza aparece de forma mais evidente.

Procedeu-se então à leitura e ao fichamento dos 23 artigos, de modo a destacar os principais achados de cada uma das pesquisas, compreender sua abordagem, as teorias e conceitos com as quais dialogam, bem como os métodos para pesquisa empírica. Terminada a fase de leitura, estruturamos um quadro síntese agrupando os trabalhos em acordo com os principais temas tratados pelos autores. Seguiu-se também um esforço de reconhecer as principais tendências identificadas no debate. A seguir apresentamos o quadro síntese e destacamos os principais achados em termos dos temas e tendências identificadas na literatura sobre a subsunção da natureza para, em seguida, tratar especificamente das contribuições deste debate para os estudos do metabolismo urbano no campo da EPU.

2.2 Principais temas e tendências no debate sobre a subsunção da natureza

No **Quadro 1** abaixo apresentamos a síntese da revisão sistemática, apresentando os principais temas tratados pela literatura sobre subsunção da natureza. Importante notar que alguns artigos aparecem em mais de uma categoria, dado que tratam de mais de um dos temas gerais por nós definidos.

Quadro 1 – Principais temas tratados pela literatura sobre subsunção da natureza.

| Tema | Trabalhos |
|---------------------------------|---|
| Agricultura | Babin (2019); Boyd; Prudham; Schurman (2001) |
| Água | French (2019) |
| Antropoceno | Beuret; Brown (2017) |
| Cidade e urbano | Arboleda; Banoud (2018); Elrick (2017); Rivas (2021) |
| Exploração animal | Arboleda; Banoud (2018); Banoud (2018); Boyd; Prudham; Schurman (2001); Cooper (2017); Jonsson (2017); Stuart; Gunderson (2018) |
| Exploração dos oceanos | Arboleda; Banoud (2018) |
| Financeirização da natureza | Carton; Anderson (2017); Elrick (2017); Rivas (2021); Smith (2007); Vetta (2022) |
| Infraestrutura | Ekers (2015); Ekers; Prudham (2018); Elrick (2017); French (2019); Vetta (2022) |
| Mercado de carbono | Carton; Anderson (2017) |
| Recursos minerais | Boyd; Prudham; Schurman (2001); Delgado (2017); Palmer (2021) |
| Recursos florestais | Boyd; Prudham; Schurman (2001); Carton; Anderson (2017); Ekers (2015); Palmer (2021); Wilson (2017) |
| Revisão teórica | Andeuzza (2021); Boyd; Prudham (2017); Carton; Jhonson; Bustus (2017); Smith (2007) |
| Subsunção do trabalho | Babin (2019); Castellini (2019); Ekers (2015); Ekers e Prudham (2018); Palmer (2021); Smith (2007); Stuart; Gunderson (2018) |
| Transição ecológica/ energética | Ekers; Prudham (2018); Elrick (2017); French (2019); Palmer (2021); Vetta (2022); Wilson; (2017) |

Fonte: Elaboração própria a partir de revisão sistemática da literatura.

Como é possível observar no **Quadro 1**, os textos foram agrupados em 14 temas gerais, o que indica que o debate sobre a subsunção da natureza foi apropriado de formas bastante diversas nas duas décadas desde a publicação original de Boyd, Prudham e Schurman (2001). A seguir sintetizamos o que cada um dos conjuntos de textos trata, identificando como a noção de subsunção da natureza foi mobilizada em cada um deles.

Nos textos dedicados ao tema da agricultura, grande centralidade é concedida às crescentes formas de aumento da produtividade por vias tecnológicas, bem como a procura por incrementos na lucratividade na comercialização de alimentos cultivados. Enquanto o trabalho de Boyd, Prudham e Schurman (2001) trata de formulações mais

gerais sobre a transição da subsunção formal para a subsunção real da natureza no setor da agricultura (pelos ganhos em produtividade), o trabalho de Babin (2019) explora a história do cultivo de café na Costa Rica, preocupando-se tanto com as relações entre a subsunção do trabalho e da natureza no setor. Para Babin (2019), o cultivo do café na Costa Rica se desenvolveu a partir da prevalência da subsunção formal do trabalho, dado que permanecem relações agrárias camponesas, com pequenos produtores e relativa democratização no acesso a propriedade, ao mesmo tempo em que, neste setor, pode se observar a prevalência da subsunção real da natureza, dado o emprego intensivo de tecnologias para o aumento da produtividade.

French (2019) trata do tema da água a partir da privatização do acesso aos recursos hídricos na região do Lago Parón, no Peru. Em um primeiro momento, no início dos anos 1990, o Lago Parón, que até então servia ao abastecimento de pequenas comunidades e possuía valores culturais passou a ser mobilizado para a produção de energia por meio da construção de uma hidrelétrica pelo Estado. Ainda no fim dos anos 1990, a companhia pública de energia foi privatizada, com o plano de aumentar a capacidade instalada gerando mais energia. O aumento da capacidade instalada, pelas vias tecnológicas, representa para o autor a transição da subsunção formal para a subsunção real da natureza, processo que ocorreu com resistências e conflitos com comunidades locais que passaram a ser afetadas pela falta de água para irrigação ou mesmo por erosões causadas pela intensificação no volume retirado do rio. Os conflitos culminaram na revogação da licença da empresa de energia.

O texto de Beuret e Brown (2017) recorre ao seriado “*The Walking Dead*” como metáfora contemporânea do Antropoceno, pautado por uma Terra arruinada, com o declínio de projetos sociais alternativos e o realismo da luta cotidiana pela sobrevivência. Os autores apontam o Antropoceno como um período de desastre e ruína constante, onde a luta pela garantia das condições básicas de vida se impõem. Os autores não mobilizam a noção de subsunção da natureza como formulada classicamente, mas antes

a subsunção da natureza como processo global diante dos imperativos da modernização capitalista.

As relações entre a subsunção da natureza e o urbano são tratadas pelos trabalhos de Arboleda e Banoub (2018), Elrick (2017) e Rivas (2021). Arboleda e Banoub (2018) tem como enfoque central a questão da pesca e da intensificação na exploração dos oceanos, mas mobilizam a urbanização como processo global e interdependente, não se restringindo a esfera da cidade ou da metrópole. No texto, os autores apontam as relações contraditórias da pesca a partir da dependência urbana dos pescados e da expansão das relações sociais e de trabalho ao setor pesqueiro. A subsunção dos mares se dá em nome de um tipo de urbanização intensiva na dependência dos oceanos. Elrick (2017), por sua vez, explora o caso de São Francisco, que vem se tornando uma cidade cada vez mais pautada pelos avanços tecnológicos e pela ideia de cidade inteligente e sustentável. A subsunção da natureza em São Francisco tem ocorrido pela crescente mobilização da ideia de descarbonização e dos ganhos financeiros que a mesma possibilita a partir da atração de investimentos em infraestrutura. Rivas (2021), por fim, apesar de não mobilizar a noção de subsunção da natureza definida classicamente, aponta para a subsunção do próprio urbano diante do capital financeiro, em associações com setores extrativos e da agropecuária. A vida urbana em todas as suas dimensões é subsumida diante do imperativo pela reprodução do capital financeiro, subordinando modos de vida e a produção e apropriação da cidade.

Os trabalhos sobre a exploração animal apontam para a crescente transição da subsunção formal para a subsunção real da natureza a partir, por um lado, da intensificação da exploração dos animais e, por outro, por formas cada vez mais sofisticadas de aumento da produtividade animal, processos já enunciados por Boyd, Prudham e Schurman (2001). Como dito anteriormente, Arboleda e Banoub (2018) apontam para a intensificação da pesca a partir da subsunção dos oceanos em processos industriais, cada vez mais avançados, mas que dependem de trabalho intensivo. Baboub (2018), por outro lado, aponta como o avanço científico e tecnológico pode permitir novos usos para pro-

duto já consolidados, como é o caso de um óleo de bacalhau vendido na região da Escandinávia. Com o avanço das pesquisas em nutrição, no início do século XX, comprovou-se que os óleos de peixe, já utilizados como valor medicinal, possuíam vitaminas que enriqueciam a alimentação. Nesse sentido, um produto já consolidado pôde assumir novos patamares de preços e uma nova valorização a partir de descobertas científicas.

Cooper (2017), Jonsson (2017) e Stuart e Gunderson (2018), por sua vez, exploram a produção de carne, sobretudo bovina. Os autores apontam para a intensificação tecnológica na produção da carne, com uso intensivo de hormônios e outras substâncias que intensificam a produção animal. Cooper (2017) interpreta a intensificação como um ajuste tecnológico (*technological fix*) diante da imposição pelas reduções de emissões de gases estufa no setor da pecuária, bem como a necessidade de reduzir o espaço voltado às pastagens. Jonsson (2017) trata dos avanços nas chamadas carnes cultivadas em laboratório a partir de tecidos animais. Tal forma de intensificação representaria uma forma de subsunção real da natureza. Stuart e Gunderson (2018), por fim, concebem os animais como mercadorias fictícias, já que não são produto do trabalho humano e, ao mesmo tempo, formulam a subsunção da natureza a partir da ideia de trabalho animal subordinado.

O tema da exploração dos oceanos foi tratado no já citado texto de Arboleda e Banoud (2018), o qual, como já discutido, o faz a partir de suas relações tanto com a urbanização extensiva quanto com a indústria pesqueira.

A financeirização da natureza é tratada de forma transversal em trabalhos sobre os temas da cidade e do urbano (Elrick, 2017; Rivas, 2022), do mercado de carbono (Carton; Anderson, 2017), de revisão teórica (Smith, 2007) e de transição ecológica (Ekers, 2017; Vetta, 2022). Nestes trabalhos, evidencia-se a capitalização de rendas financeiras a partir tanto da criação de mercados de capital fictício, como é o caso dos créditos de carbono, como na criação de novas formas de propriedade da natureza a partir da privatização de infraestruturas ou avanços tecnológicos “sustentáveis”.

Além do já citado trabalho de Elrick (2017), que insere o tema da infraestrutura no debate mais amplo sobre os investimentos para a redução das emissões de carbono na

cidade de São Francisco, e de French (2019) que trata da infraestrutura a partir da hidrelétrica do Lago Parón no Peru, os trabalhos de Ekers (2015), Ekers e Prudham (2018) e Vetta (2022) também conferem grande centralidade ao tema. Ekers (2015) e Ekers e Prudham (2018) desenvolvem a ideia de “ajuste socioecológico” (*socioecological fix*) a partir da tese de David Harvey sobre o “ajuste espacial” (*spacial fix*). A ideia de ajuste sociológico se refere a investimentos na produção da natureza em períodos de crise, de modo a gerar novos ciclos de acumulação.

Ekers (2015) explora tal enunciado a partir da análise dos investimentos públicos em reflorestamento praticados no Canadá no período da crise dos anos 1930. Tais investimentos permitiram gerar empregos e, ao mesmo tempo, fortalecer o setor agroflorestal, sendo a própria floresta compreendida como infraestrutura. Ekers e Prudham (2018), por sua vez, relacionam o ajuste socioecológico com os investimentos em capital fixo, entendendo o capital fixo como fundamental na definição de um metabolismo com a natureza. Em ambos os trabalhos destaca-se a subsunção real da natureza pela intensificação da produção de infraestrutura. Vetta (2022), por fim, trata do caso da transição energética na Grécia diante da crise econômica instaurada nas últimas décadas. O país passou a reduzir a produção de energia por carvão e investir em fontes como a energia eólica. Ocorre que muitas das empresas de energia foram privatizadas, bem como, os campos onde foram instalados os parques eólicos, causando maior concentração de propriedades e exclusão social. A subsunção real da natureza manifesta-se, sobretudo, pelo emprego massivo de tecnologia na produção de energia e pelos maiores ganhos advindos das novas formas de propriedade.

O mercado de carbono é tratado pelo trabalho de Carton e Anderson (2017) que analisam o caso da venda de créditos de carbono em Uganda, na África. Os autores apontam que a subsunção real da natureza ocorre não apenas pela determinação de um novo mercado financeiro em torno das emissões, como também por diversos mecanismos a ele associados. O artigo destaca, por exemplo, que a plantação de espécies nativas, ainda que possa gerar uma quantidade menor de créditos do que espécies exóticas de cresci-

mento rápido, pode gerar créditos de preço mais elevado a partir da ideia de recuperação ambiental e preservação. Nesse sentido, não apenas uma nova frente financeira mobiliza a subsunção real da natureza, como a intensificação na extração de rendas a partir de diferenciais ecológicos.

O tema dos recursos minerais é tratado por Delgado (2017) em sua análise da exploração de sal para uso industrial na Venezuela a partir dos anos 1990. A exploração de sal era realizada de modo artesanal em pequenas comunidades nos períodos de estiaagem, alternada com a pesca em períodos de cheia. A partir da formação de uma agência público-privada, a Produsal, este recurso passou a ser explorado de forma industrial na produção de hidrocarbonetos, causando uma intensificação na exploração da natureza e impactos às comunidades locais. A subsunção da natureza ocorre tanto pela abertura de um novo mercado quanto pela intensificação da produção.

Boyd, Prudham e Schurman (2001) tratam tanto da exploração de recursos minerais quanto de recursos vegetais, dado que, em seu texto clássico, como já citado em outras ocasiões neste artigo, estão preocupados com as formulações mais gerais da subsunção formal para a subsunção real da natureza. Palmer (2021) unifica também os temas ao tratar de um granulado de madeira (*wood pellets*) que vem sendo utilizados como alternativas ao carvão mineral na produção de energia. Para o autor, a produção desses grânulos representa um “trabalho híbrido” realizado pelo metabolismo vegetal, unificando a subsunção do trabalho e da natureza.

Wilson (2017) exploram as contradições do “biossocialismo” colocado como horizonte a ser conquistado a partir da eleição de Rafael Correa Delgado no Equador em 2006. Em 2008 foi aprovada uma nova constituição que passou a garantir os “direitos da natureza” no país. O autor coloca que, a partir de então, se instaurou a ideia de garantir a conservação das florestas por meio de massivo investimento em conhecimento científico. O biossocialismo mostrou então suas contradições como estratégia pós-neoliberal ao produzir, na verdade, um novo ramo para a captura de rendas por meio de patentes e exploração da floresta, o que ocorreu principalmente a partir de empresas privadas. Pre-

valeceu, portanto, formas de subsunção real da natureza. Já citados anteriormente, o trabalho de Ekers (2015) trata dos recursos vegetais a partir do caso dos investimentos em reflorestamento no Canadá, e o trabalho de Carton e Andersson (2017) a partir do caso do mercado de carbono em Uganda.

Os trabalhos de revisão teórica buscam trazer formulações mais gerais para o debate sobre a subsunção da natureza. Smith (2007), como citado anteriormente neste texto, expandiu as compreensões originais de Boyd, Prudham e Schurman (2001) ao apontar para conjugações complexas entre a subsunção formal e real da natureza. Os trabalhos de Boyd e Prudham (2017) e Carton, Jhonson e Bustus (2017) são, respectivamente, um artigo introdutório e um artigo editorial da edição especial da revista *Society and Natural Resources* publicado em 2017 e dedicado especificamente ao debate sobre a subsunção da natureza. Os artigos recuperam o debate realizado e resumem os principais achados nos artigos publicados nesta edição especial (todos incluídos na presente revisão sistemática). Andeuzza (2021), em seu trabalho, recupera os principais conteúdos da teoria do valor de Marx e argumenta que o valor é uma categoria histórica capaz de sintetizar as formas fetichizadas que assumem o trabalho e a natureza, a partir de uma dupla subsunção de ambos.

A relação entre a subsunção do trabalho e da natureza é explorada por Babin (2019) em seu já citado estudo sobre a produção do café na Costa Rica. Para o autor, como dito anteriormente, no caso por ele estudado há uma relação entre a manutenção da subsunção formal do trabalho (pequenas propriedades) e a subsunção real da natureza (emprego massivo de tecnologia). Castellini (2019) explora a ideia de que o ambientalismo neoliberal pode implicar em formas de subsunção do trabalho a partir da propagação de valores não monetários como forma de reduzir salários e ampliar as formas de lucro. Analisando um grande número de anúncios em plataformas de “empregos verdes” no Canadá, a autora demonstra como a ideia de realizar um emprego que contribui com o meio ambiente pode ser convertido em engajamento dos trabalhadores em vagas mal remuneradas ou voluntárias. O ambientalismo é colocado a serviço do capital a partir da

subsunção do trabalho. Ekers (2015) relaciona a subsunção da natureza e do trabalho a partir da ideia de que as próprias formações florestais realizam trabalho, o que também é colocado por Palmer (2021). Stuart e Gunderson (2018) também ampliam a categoria trabalho para a natureza a partir da ideia de trabalho animal na produção de bens para consumo humano. Smith (2007), por fim, relaciona a subsunção do trabalho e da natureza ao assumir que o próprio corpo do trabalhador é natureza subsumida na produção. Ekers e Prudham (2018) argumentam que a produção de capital fixo garante tanto a subsunção do trabalho quanto da natureza.

Quanto ao tema da transição ecológica e energética, todos os trabalhos que inserimos nesta categoria tratam-no de forma conjunta a outros aqui já explorados. Ekers e Prudham (2018) tratam da transição ecológica a partir da noção do ajuste socioecológico anteriormente descrita. Elrick (2017) trata do tema a partir da transição ecológica de São Francisco. French (2019) trata do tema a partir da produção de “energia limpa” com a construção de hidrelétrica no Lago Parón, no Peru. Palmer (2021) trata da transição ecológica a partir da produção do granulado vegetal, que vem sendo compreendido como “substituto ecológico” para o carvão mineral. Vetta (2022) trata da questão dos investimentos em energia limpa na Grécia. Por fim, Wilson (2017) exploram as contradições do “biossocialismo” equatoriano a partir da exploração de recursos florestais.

Identificados os principais temas tratados pela literatura sobre subsunção da natureza, podemos apontar algumas tendências no debate internacional. A leitura dos artigos nos permitiu identificar seis principais tendências do debate, as quais indicam relevantes linhas de investigação.

A primeira tendência identificada, em determinada medida, já foi apontada no presente artigo, tratando-se da ampliação do escopo inicial desenvolvido por Boyd, Prudham e Schurman (2001) pautado nas “indústrias baseadas na natureza” e no enfoque da produção agrícola ou nas indústrias extrativas. O conjunto de trabalhos revisados indica que a noção de subsunção da natureza se coloca apropriada para compreender o que Smith (2007) reconheceu como a transição da circulação do capital pela natureza para a circu-

lação da natureza pelo capital. O capitalismo busca incessantemente mercantilizar a natureza a partir de sua precificação, para além de apropriar-se dela como “dádiva gratuita” que fundamenta a produção de mercadorias.

A segunda tendência identificada se refere à formulação de conjugações mais complexas entre as formas de subsunção formal e real da natureza, bem como, em abordagens que permitem identificar tais conjugações em distintos contextos históricos e geográficos. Os trabalhos identificados com o tema da transição ecológica e energética, por exemplo, demonstram como, diante da crise ecológica e climática instaurada, buscam-se tanto novas fontes de energia (subsunção formal da natureza) como a intensificação da produção energética por vias tecnológicas (subsunção real da natureza). Tais conjugações complexas alinham-se à privatização de setores da economia e a extensão de novas formas de propriedade, tal como nos casos da energia hidrelétrica no Peru (French, 2019) ou da energia eólica na Grécia (Vetta, 2022).

Reconhecemos como terceira tendência identificada a maior clareza entre as relações da subsunção da natureza e do trabalho. Vimos que se faz possível compreender a conjugação da subsunção do trabalho e da natureza em contextos históricos e geográficos específicos, tal como aponta o trabalho de Babin (2019), compreensões ampliadas de trabalho, como nos casos de Ekers (2015), Palmer (2021) e Stuart e Gunderson (2018) e, por fim, como mais valor pode ser obtido pela intensificação da exploração do trabalho a partir da ideia de empregos que contribuem com uma suposta recuperação da natureza, como demonstra o trabalho de Castellini (2019).

A quarta tendência identificada relaciona-se com as três anteriores, e se refere à identificação de formas mais complexas de subsunção da natureza a partir da transição ecológica e energética diante da crise ambiental e climática instaurada. A noção de ajuste socioecológico (*socioecological fix*) elaborada por Ekers e Prudham (2017) é chave nesse sentido, na medida em que aponta para uma reestruturação capitalista formulada a partir das pressões impostas pela agenda ambiental, tendo o capital buscado por novas fron-

teiras de acumulação em sua tentativa de sanar, de forma contraditória, a problemática ambiental.

A quinta tendência se refere à importância crescente da financeirização da natureza nos trabalhos revisados. Smith (2007) e Carton, Jhonson e Bustus (2017) colocam a pauta da financeirização da natureza como central no processo de subsunção real da natureza e apontam para este como um tema de fronteira para estes estudos. Ao explorar o mercado de carbono em Uganda, Carton e Anderson (2017) desenvolvem de forma oportuna tal dimensão, apontando para as contradições deste processo. Elrick (2017) e Rivas (2021) também contribuem nesse sentido ao apontarem para interfaces entre a subsunção da natureza e a financeirização das cidades.

A última tendência identificada é a centralidade, ainda pouco explicitada, do urbano nas dinâmicas de subsunção da natureza. Arboleda e Banoud (2018) contribuem para compreender essa dimensão em sua concepção da atividade da pesca industrial como essencialmente estruturada a partir de dinâmicas urbanas. Elrick (2017) e Rivas (2021) também se esforçam no sentido de compreender a subsunção da natureza e da urbanização. Contudo, percebemos que a busca crescente por novas fontes de energia, pela transformação na produção de alimentos (sobretudo com relação aos derivados de origem animal), e pela compensação de emissões respondem, sobretudo, a dinâmicas crescentes e cada vez mais amplas de urbanização da sociedade. Esta tendência, e justamente o fato de ser ainda pouco explícita, indica a importância do diálogo entre a literatura da subsunção da natureza e os estudos do metabolismo urbano, como será visto na seção seguinte.

3. Subsunção da natureza e metabolismo urbano

3.1 O estudo do metabolismo urbano no campo da Ecologia Política Urbana (EPU)

Em 1965, Abel Wolman publicou na revista *Scientific American* seu importante trabalho “The metabolism of cities” (= “O metabolismo das cidades”), o qual inaugurou uma importante tradição de estudos que visa compreender as dinâmicas socioecológicas que envolvem a produção do espaço urbano. Analisando os fluxos de matéria e energia da cidade de Nova York, Wolman (1965) postulou que o funcionamento cotidiano das cidades incorpora, por um lado, a entrada e consumo de elementos como água, energia, alimentos e mesmo os materiais de construção, e, por outro, este mesmo funcionamento implica na geração de efluentes, resíduos e poluição.

Do trabalho de Wolman (1965) aos dias atuais, a metáfora do metabolismo urbano foi empregada em distintos contextos e acabou por ser apropriada de diferentes maneiras em diversos campos do conhecimento, sendo específicas as abordagens da EPU.

A partir de revisão bibliométrica, Newell e Cousins (2015) identificaram três campos principais na análise do metabolismo urbano. O primeiro deles é o da Ecologia Industrial. Este campo do conhecimento emprega basicamente métodos quantitativos de análise do metabolismo, tendo por objetivo mensurar e definir a escala do metabolismo em acordo com a conjugação de setores industriais. Nesta vertente pode-se reconhecer um enfoque em regular o metabolismo por meio das melhores soluções econômicas e espaciais, como, por exemplo, definir a localização de indústrias complementares para reduzir custos e impactos socioambientais. Nesta abordagem, discutem os autores, encontram-se duas vertentes, a primeira tradicional, pautada pelas análises de fluxos, e uma segunda reconhecida como “Escola de Viena” a qual, em determinada medida, inclui fatores sociais e econômicos na análise, definindo “regimes sociometabólicos” de acumulação.

O segundo campo definido pelos autores é o da Ecologia Marxista. Este teria essencialmente duas abordagens, uma primeira da Ecologia Política Urbana (EPU), e uma segunda dos estudos da ruptura metabólica. Na primeira vertente, o metabolismo é empregado como metáfora que busca superar dicotomias entre o urbano e a natureza e desenvolver análises dialéticas a partir das contradições impostas pelo capitalismo sobre os fluxos entre o urbano e a natureza. São consideradas as dinâmicas sociais, políticas, econômicas e culturais que definem e regulam os fluxos de matéria, energia e dinheiro. Na segunda vertente, para os autores, seria empregada a noção de ruptura metabólica desenvolvida por Marx para compreender as discontinuidades e desbalanços nas relações entre o urbano e o rural.

O terceiro e último campo de estudos do metabolismo urbano reconhecido por Newell e Cousins (2015) seria aquele da Ecologia Urbana. Neste campo predomina a análise de sistemas ecológicos advinda da ecologia tradicional. A cidade é concebida como um ecossistema artificial (humanizado), buscando-se analisar os fluxos de matéria e energia a partir de metodologias específicas, as quais permitem avaliar escalas de demanda por materiais ou a pegada ecológica das emissões e da poluição.

Em determinada medida, os campos identificados por Newell e Cousins (2015) coincidem com aqueles identificados pela recente revisão bibliométrica realizada por Ferrara *et al.* (2023b), com apenas duas distinções. A primeira se refere ao fato de que Ferrara *et al.* (2023b) não separam os estudos da ruptura metabólica da abordagem geral da EPU, e a segunda se refere ao fato de estes autores reconhecerem um quarto campo de estudos, relacionado a resiliência urbana diante das mudanças climáticas. Neste último, as mudanças climáticas impõem uma abordagem específica do metabolismo urbano voltada a mitigação e a adaptação.

Ainda no sentido de identificar tendências e vertentes do debate, cabe destacar a revisão sistemática realizada por Zhang (2013) que buscou identificar diferentes métodos de análise quantitativa do metabolismo, bem como avaliar sua aplicação, e compreender os potenciais e limites de cada um deles. O trabalho de Navascués (2017), por sua vez,

discutiu a trajetória específica do metabolismo urbano no campo da EPU, identificando os principais temas e vertentes do debate sobre o metabolismo urbano neste campo específico de conhecimentos, tais como os fluxos da água, dos elementos, de energia e outros.

Partindo para o debate específico do metabolismo urbano no campo da EPU, Swyngedouw (2006) reconhece que, para além das formulações advindas do trabalho de Wolman (1965), a abordagem crítica da ecologia política busca problematizar os fundamentos sociais, políticos, econômicos e culturais do metabolismo, recuperando as ideias originais sobre o metabolismo social de Marx.

Foster (2022) recupera a trajetória das formulações de Marx sobre o metabolismo. O autor evidencia as influências do químico Justus Von Liebig, o qual, contemporaneamente a Marx, estudava as dinâmicas da agricultura capitalista e os impactos da produção massiva de alimentos e da radicalização da separação cidade-campo sobre a estrutura e a composição dos solos. Em determinada medida, Liebig já impunha uma crítica de que o metabolismo entre humanos e natureza era rompido com o emprego massivo de fertilizantes e substâncias químicas voltadas a aumentar a fertilidade do solo. Do mesmo modo, a concentração das populações em cidades e o desenvolvimento industrial geravam um balanço negativo nos fluxos metabólicos pela concentração da geração de efluentes, como o esgoto, e da poluição atmosférica, advinda das fábricas.

Para além da ruptura metabólica, já classicamente creditada pelos autores da ecologia marxista como dimensão ecológica importante da obra de Marx, cabe destacar, a partir dos trabalhos de Foster (2023) e Saito (2021) formulações mais gerais do metabolismo social de Marx que nos ajudam a compreender as especificidades do debate sobre o metabolismo urbano sob a lente da EPU.

Saito (2021) reconhece uma dupla formulação do metabolismo em Marx, sendo estas o metabolismo natural e o metabolismo social. O metabolismo natural seria aquele representado pelas dinâmicas próprias do funcionamento da natureza, como os ciclos biogeoquímicos, as dinâmicas internas da terra, a evolução biológica e outros. Este me-

tabolismo seria, em determinada medida, independente das ações humanas. O metabolismo social, por sua vez, teria como fonte as formações sociais, econômicas e políticas específicas, e seria representado pelas trocas materiais e simbólicas entre a humanidade e a natureza. O metabolismo social, mediado pelo trabalho, regula as relações sociais com a natureza.

Nesse sentido, como destaca Foster (2023)

O conceito de metabolismo, com suas noções concomitantes de trocas materiais e ação regulatória, o permitiu expressar a relação humana com a natureza como uma relação que englobava tanto as “condições impostas pela natureza” quanto a capacidade dos seres humanos de afetar esse processo (Foster, 2023, p. 232).

Saito (2021) destaca que, em textos anteriores a *O Capital*, Marx já empregava a expressão “interação metabólica” para se referir as formas historicamente determinadas pelas quais as relações sociedade-natureza se constroem. A grande contribuição de Marx em *O Capital*, destaca Saito (2021), foi compreender como se constitui o metabolismo social especificamente capitalista, este, determinado pela produção e circulação do valor como mediação histórica entre a humanidade e a natureza.

Saito (2021) destaca o papel do trabalho abstrato (o trabalho em geral) na coordenação e regulação do metabolismo com a natureza sob o capitalismo. Diante da forma mercadoria, as relações com a natureza aparecem reificadas. A produção e reprodução das condições materiais e subjetivas da existência humana passam a ser subsumidas diante do ímpeto pela reprodução do capital. As relações metabólicas com a natureza deixam de ser mediadas pelo trabalho concreto, com o qual os humanos produzem suas condições imediatas de vida, e passam a ser coordenadas e mediadas pelo trabalho abstrato, o trabalho em geral, subordinado pelos capitalistas para garantir a produção do valor. Assim, o valor, em suas diferentes formas, seja a forma mercadoria ou a forma dinheiro, passa a definir o metabolismo social.

Nesse sentido, a ruptura metabólica não representa apenas uma ruptura entre os determinantes econômicos e os ciclos naturais, mas passa a ser representada também

pela alienação da natureza, ou seja, a natureza concebida não como parte inorgânica das relações sociais, como define Marx, mas como exterioridade mediada pelas exigências de reprodução do capital (Foster, 2023; Saito, 2021).

A partir de tais formulações é que, no campo da EPU, os estudos do metabolismo urbano não buscam apenas compreender quantitativamente os fluxos materiais que envolvem o funcionamento cotidiano das cidades, mas antes iluminar seus determinantes históricos, políticos, econômicos e culturais. A abordagem do metabolismo urbano da EPU é crítica à naturalização das formulações sobre o metabolismo urbano que consideram a cidade meramente em seus aspectos materiais formais, o que acaba por despolitizar o debate, velando conflitos e contradições implícitos na produção do espaço.

Partindo não apenas das ideias de Marx sobre o metabolismo social, mas também de formulações de Henri Lefebvre e David Harvey sobre a produção do espaço, bem como de Neil Smith sobre a produção da natureza, trabalhos clássicos da EPU como os de Swyngedouw (2006; 2009), Swyngedouw e Kaika (2003) e Heynen, Kaika e Swyngedouw (2006) passaram a politizar o debate sobre o metabolismo urbano, compreendendo seus fundamentos sociais a partir das formas especificamente capitalistas de relação com a natureza. As formulações dos autores não tiveram apenas influências marxistas, mas também de autores como Bruno Latour e Danna Haraway, os quais buscam criticar as concepções dualistas da ciência moderna e a separação artificial entre sociedade e natureza, concebendo realidades híbridas ou “ciborgues”.

Para Swyngedouw (2009, p.105), na cidade não se pode traçar uma distinção absoluta entre sociedade e natureza. Em sua concepção, decorre do processo histórico-geográfico determinado pela ação humana a produção de uma “socionatureza”. Trata-se, portanto, de um processo dialético, marcado por sucessivas superações de estágios anteriores, mas que acabam por gerar novas contradições, as quais são intrínsecas do próprio movimento de devir da sociedade.

Swingedouw e Kaika (2003, p. 567, tradução nossa) acreditam que o processo de urbanização, seria “um processo de metabolização e transformação socioecológica”, sendo a cidade sua máxima expressão. Para Swingedouw (2009), tal abordagem requer entender que “[...] a cidade e o processo urbano são uma rede de processos entrelaçados a um só tempo humanos e naturais, reais e ficcionais, mecânicos e orgânicos” (Swyngedouw, 2009, p. 100). Nesse sentido, o metabolismo urbano incorpora “[...] processos químicos, físicos, sociais, econômicos, políticos e culturais de maneiras altamente contraditórias, mas inseparáveis” (Swyngedouw, 2009, p. 105).

Para uma crítica do metabolismo urbano capitalista, portanto, não basta compreendermos os fundamentos ecossistêmicos do funcionamento das cidades, tal como abordam os teóricos da cidade como ecossistema, mas antes, requeremos conhecer de modo mais profundo os fundamentos sociais da produção do espaço, os quais, em última análise, definem e regulam o metabolismo das cidades.

Swyngedouw (2006) destaca ainda a importância de se conceber a relação entre metabolismo e circulação. A circulação representa, neste caso, as formas específicas que o capital assume diante de suas lógicas de acumulação. Newell e Cousins (2015) a partir de sua revisão constroem o argumento da necessidade de uma abordagem de metabolismo que dê conta das transformações impostas no mesmo a partir das próprias transformações nos regimes econômicos, sendo tal argumento influenciado por contribuições da “Escola de Viena” que trabalha com noções já destacadas como a de “regime metabólico” (Newell; Cousins, 2015).

Estes argumentos apontam para a necessidade de compreender o metabolismo urbano a partir de um processo histórico dinâmico, o que requer, nesse sentido, compreender suas transformações dialéticas em acordo com os determinantes sociopolíticos, culturais e econômicos que lhes dão suporte.

Martinez-Alier (2008) nos ajuda nesse sentido ao propor a ideia de “perfis metabólicos”, a qual se refere às formas específicas de apropriação da natureza determinadas por fatores econômicos. Assim, mudanças econômicas implicam em

transformações no perfil metabólico de determinado território, o que influencia, segundo o autor, nos conflitos sociais associados a atividades como extrativismo, exploração florestal, agropecuária e outros.

Avançando sobre tal formulação, Scheidel *et al.* (2018) propõem a ideia de “configurações socio-metabólicas”, o que implica no entendimento de que determinadas formas de acumulação desdobram-se em transformações na organização social e nas lutas por justiça ambiental. Nesse sentido, os autores defendem uma “ecologia política do metabolismo social” que se dedique a compreender as dinâmicas do metabolismo social historicamente determinadas.

Moore (2011), por sua vez, propõe a ideia de “regimes ecológicos de acumulação”, associando as formas de acumulação a conformação de metabolismos específicos. Nesse sentido, as transformações no capitalismo impõem transformações no metabolismo, conformando novas relações socioecológicas.

A partir de tais formulações é que se faz possível construir pontes entre a literatura da subsunção da natureza e os estudos do metabolismo urbano, na medida em que percebemos que transformações no metabolismo urbano implicam em transformações nas formas de subsunção da natureza. Assim, determinado regime metabólico, ou configuração socio-metabólica pode implicar em diferentes formas de subsunção da natureza. A seguir desenvolvemos de forma específica este argumento, buscando, como objetivo deste texto, refletir sobre formulações teóricas gerais que corroborem na construção de uma agenda de investigação.

3.2 O metabolismo urbano contemporâneo e as formas de subsunção da natureza

Saito (2021) destaca que existe uma intrínseca relação entre o metabolismo social (representado pelas mudanças materiais) e a metamorfose do valor (representada pelas mudanças na forma econômica). O autor considera que as formas predominantes de valorização mais do que implicarem em transformações nas relações materiais com a natu-

reza, acabam por mediar e definir estas mesmas relações. Ou seja, transformações nas formas capitalistas de produção e circulação do valor implicam em transformações nas relações materiais. Trata-se, assim, de uma complexa relação simbiótica entre as formas de acumulação e as relações com a natureza.

No campo da economia política marxista, tem se destacado nas últimas décadas a análise da crescente dominância das finanças como setor chave da acumulação capitalista, configurando-se como uma lógica cada vez mais evidente de financeirização do capitalismo. Ao longo da década de 1970, passamos a observar a crise do Fordismo, bem como do Estado de Bem-Estar Social nos países centrais, reconhecendo-se, neste período, a consolidação do Neoliberalismo (Harvey, 2008).

Esta nova fase do capitalismo mundial impôs uma nova lógica de acumulação reconhecida por Chesnais (2002; 2005) como “regime de acumulação financeira” ou “regime de dominância financeira”. Como define o autor, “[...] por acumulação financeira, entende-se a centralização em instituições especializadas de lucros industriais não reinvestidos e de rendas não consumidas, que têm por encargo valorizá-los sob a forma de aplicação de bens e serviços” (Chesnais, 2002, p. 37).

O regime de acumulação financeira, como argumenta Paulani (2016), não representa uma total autonomia do setor financeiro em relação ao setor produtivo, mas antes, um papel crescente de comando do primeiro sobre o segundo. A partir da mobilização dos fundos de pensão, da abertura de capital de grandes empresas nas bolsas de valores, da desregulamentação dos mercados e da privatização de empresas públicas, foi possível abrir novas vias e novos caminhos para a valorização do excedente, as quais transcendem o lucro industrial.

As cidades e a economia urbana, de modo geral, têm se constituído crescentemente como locus privilegiado para as finanças, seja por concentrarem a prestação de serviços e políticas públicas dependentes de fundos públicos passíveis de integrarem os circuitos financeiros, seja pela possibilidade de penetração das lógicas financeiras na pro-

dução imobiliária e na construção de infraestruturas (Aalbers, 2020; Klink, 2020; Rufino; Faustino; Wehba, 2021; Rufino; Borges; Nakama, 2023).

A dominância das finanças sobre o espaço urbano não implica meramente em uma transição econômica, mas desdobram-se diretamente em mudanças nas lógicas de organização e apropriação do território e da natureza. Trata-se de uma verdadeira reestruturação socioespacial, marcada pela desconcentração industrial e desindustrialização de grandes centros urbanos, transformações na produção imobiliária, com tendência a concentração de investimentos em antigos territórios dominados pela indústria, criação de novas centralidades do setor financeiro, com sedes de bancos, consultorias e firmas de gestão do capital, além de significativas mudanças nas lógicas de planejamento urbano, as quais favorecem a coordenação da produção imobiliária e de infraestruturas, garantindo a máxima capitalização de rendas fundiárias (Lencioni, 2014; Pereira, 2018; Ferrara, 2018; Rufino, 2018).

É nesse sentido que Ferrara (2018; 2020) e Ferrara, Hidalgo e Lima (2023) têm desenvolvido a tese de que estamos diante da transição de um metabolismo urbano industrial para um metabolismo urbano financeiro. Como escreve Ferrara (2018, p. 141),

[...] está em curso uma mudança do metabolismo urbano industrial para um metabolismo [urbano] imobiliário financeiro, o que altera o papel da natureza na instrumentalização do espaço, intensificando sua extração e exploração material e simbólica e, ao mesmo tempo, aprofundando processos de espoliação social (Ferrara, 2018, p. 141).

Ao propor tal formulação, a autora nos ajuda a compreender justamente as relações entre a metamorfose do valor e o metabolismo social, já que indica que a produção do espaço urbano sob o regime financeiro, em contraste com as clássicas formas industriais, implica em novos conteúdos socioecológicos da urbanização. Importante ressaltar, nesse sentido, que “trata-se de um processo global e multiescalar”, que implica em transformações no “metabolismo próprio da urbanização na produção imobiliária e de infraestruturas” (Ferrara, 2018, p. 141).

No metabolismo urbano industrial, a natureza teria como função dominante prover as condições materiais para a produção de mercadorias e, nesse sentido, o espaço urbano seria dominado pelas fábricas e pelas infraestruturas que permitem a distribuição, circulação e consumo de mercadorias. A produção e reprodução do valor seriam o mote da urbanização, a partir da concentração de indústrias e seu aparato tecnológico, bem como dos trabalhadores, cuja moradia seria produzida muitas vezes de formas não mercantis. Nesse sentido também, a natureza teria como função prover água, energia, e outros elementos que funcionam como condições gerais de produção (Ferrara, 2018; 2020; Ferrara; Hidalgo; Lima, 2023).

Sob o metabolismo urbano financeiro, novas lógicas se impõem, já que a natureza assume funções mais variegadas, evidentemente não superando sua condição de garantir as condições materiais para a produção industrial, mas sendo crescentemente mobilizada como propriedade, capaz de gerar títulos e rendimentos a partir de sua mercantilização, pautada pela capitalização de rendas. A produção imobiliária e de infraestruturas assume centralidade, já que a mesma possibilita, por meio da capitalização de rendas fundiárias, a obtenção de lucros financeiros que circulam nos mercados globais (Ferrara, 2018; 2020; Ferrara; Hidalgo; Lima, 2023).

Foladori (2001) e Chesnais e Serfati (2003) já destacavam a centralidade da renda fundiária na regulação do metabolismo social, de forma geral, e do metabolismo urbano, em específico. Tratando da especificidade do modo capitalista de produção, o autor destaca como os rendimentos obtidos a partir da mera propriedade da terra acabam fazendo com que a mesma seja utilizada da forma mais rentável possível, independente da sustentabilidade ecológica deste processo. No urbano, as rendas capitalizadas tornam a produção do espaço altamente lucrativa, fazendo com que os terrenos mobilizados para a construção tenham seu preço tendencialmente sempre em elevação.

Para Ferrara (2018; 2020), o que se coloca central no metabolismo urbano financeiro é o duplo monopólio da terra, definido por Marx. A mera propriedade de uma parcela do solo urbano garante ao proprietário a extração de rendas fundiárias. Por outro

lado, a exploração capitalista desta mesma propriedade, mobilizando-a para a construção, permite a obtenção de rendas imobiliárias, que se calculam de forma especulativa a partir do preço máximo que se podem alcançar os imóveis construídos sobre ela. A partir destas condições é que a propriedade imobiliária, mobilizada como propriedade mobiliária por meio de títulos e ações, assume papel central no metabolismo urbano financeiro. Como destacam Ferrara, Rufino e Shimbo (2018),

[n]o atual contexto da predominância do capital financeiro, trabalhamos com a hipótese de que o que articula o imobiliário e a infraestrutura é o objetivo de capturas de rendas imobiliárias, o que implica em mobilizar a terra em diversas formas de propriedade, como os títulos mobiliários deles derivados. A crescente relevância de captura de renda imobiliária articula-se em um nível global com grande quantidade de capital financeiro que busca se rentabilizar (Ferrara et al., 2018, p. 89).

Pereira e Aldigueri (2023) argumentam que, diante da transição do metabolismo urbano industrial para o metabolismo urbano financeiro observamos uma metamorfose da propriedade da terra, pautada em sua transformação de “terra-matéria”, que tem como fundamento garantir as bases materiais de produção, para “terra-espaço”, representada pela crescente mobilização da propriedade da terra como capital fictício sob a lógica das finanças. Assim, a propriedade da terra é crescentemente tida como fundamento para operações financeiras, sendo as rendas dela advindas fundamentais sob os novos ditames econômicos.

Para Ferrara (2018), no metabolismo urbano financeiro a natureza é mobilizada principalmente de três formas interligadas. A primeira é em sua continuidade como condição material para a produção de mercadorias, bem como enquanto base física para a produção dos edifícios e infraestruturas. Nessa condição, observa-se até mesmo a intensificação, não apenas da extração de matérias primas (pelo aumento das escalas de produção), mas do uso da terra como espaço para novas edificações, gerando novas frentes de expansão urbana. A segunda é como localização, já que, no urbano, a proximidade a parques e reservas naturais, frentes de águas (como rios e lagoas), montanhas e outros contribui para o incremento nas rendas imobiliárias e para a valorização dos imóveis. Uma

terceira forma diz respeito às representações, aos símbolos e aos signos da natureza, incorporados no imobiliário e nas infraestruturas a partir de formulações específicas sobre a sustentabilidade ambiental, assumindo formas ideológicas como as certificações de eficiência ecológica e a agenda empresarial ESG (*Environmental, Social and Governance* – ou, em português, Ambiental, Social e Governança), cada vez mais estratégica na valorização de ativos financeiros.

A partir destas formulações, tendo em conta as metamorfoses contemporâneas nas relações socioecológicas que fundamentam a produção do espaço, consideramos que a literatura sobre subsunção da natureza pode contribuir com os debates críticos do metabolismo urbano no campo da EPU principalmente a partir de duas perspectivas correlatas: (1) compreender a transição ecológica das cidades em um contexto marcado pelo neoliberalismo e pela financeirização, com grande ênfase nas relações entre natureza, imobiliário e infraestruturas; (2) desdobrando-se do primeiro, e pautando-se na ideia de expandir os estudos da EPU para além do enfoque exclusivo nas cidades, compreender como a transição ecológica do espaço urbano subordina outros territórios, expandindo a subsunção da natureza para novos setores.

Quanto ao primeiro ponto, podemos considerá-lo como o menos desenvolvido na literatura existente sobre subsunção da natureza, o que evidencia a necessidade de seu aprofundamento em pesquisas futuras. O trabalho de Elrick (2017), no entanto, nos fornece pistas importantes ao apontar para como as políticas urbanas em São Francisco, nos Estados Unidos, a partir de discursos de sustentabilidade e redução de emissões, acabam incorporando racionalidades financeiras que subordinam a cidade e o metabolismo urbano ao capital. O autor destaca que, na cidade, frente à reestruturação imposta pela importância do vale do silício, tem se empregado medidas voltadas a construção de um “ecossistema de inovação”, o qual é pautado por novas métricas financeiras associadas à pegada de carbono e ao desenvolvimento de tecnologias para contabilizar as emissões. Nesse sentido, para o autor, o metabolismo urbano encontra-se dominado pelas lógicas capitalistas de subsunção da natureza.

Ferrara *et al.* (2023a) e Simões *et al.* (2023) também nos fornecem pistas ao analisarem as formas de capitalização da natureza em empreendimentos imobiliários recentemente construídos às margens do rio Pinheiros, em São Paulo. Conforme discutem os autores, as várzeas do Pinheiros vêm passando por processos de reestruturação urbana que visam intensificar a produção imobiliária em detrimento de antigos usos industriais do rio, como a geração de energia e despejo de efluentes. O complexo imobiliário-infraestrutura, sob o domínio do metabolismo financeiro também se revela na forma dos produtos imobiliários, os quais têm reiterado discursos de recuperação da mata atlântica e a criação de fragmentos florestais artificiais, além de adotarem certificações ambientais e outras medidas de valorização dos imóveis a partir dos símbolos da natureza.

Rivas (2021) também nos fornece importantes contribuições ao associar os lucros obtidos em atividades como mineração, exploração do petróleo e agropecuária no Chile e na Colômbia a investimentos financeiros no espaço urbano, o que, para o autor, subordina o próprio urbano à lógica das finanças. Tal formulação é interessante ao demonstrar as metamorfoses do valor em seu processo contínuo de busca por valorização, os quais acabam por unificar a subsunção da natureza e do urbano.

Neste primeiro ponto, cabe destacar, por fim, as contribuições de Ekers e Prudham (2017) com respeito à sua noção de “ajuste socioecológico” (*socioecological fix*), a qual associa a subsunção da natureza e o metabolismo às transformações recentes nas lógicas de reprodução capitalista. Partindo da ideia de regimes ecológicos de acumulação de Moore (2011), os autores conferem destaque ao capital fixo, como explicitado anteriormente, sobretudo às infraestruturas, entendendo a produção do ambiente construído e da própria natureza como meio de absorver o excedente.

Os autores argumentam que as infraestruturas são fundamentais na estruturação de determinados metabolismos, na medida em que mediam as relações com a natureza e permitem intensificar seu uso, ou seja, são meios para a subsunção real da natureza. Por outro lado, argumentam os autores, os investimentos em capital fixo, de modo geral, e em infraestrutura, de modo específico, garantem a hegemonia capitalista na medida

em que podem adotar práticas que, na retórica, são “mais sustentáveis”. Nesse sentido, pode passar a se investir, por exemplo, em tecnologias mais eficientes de produção de energia ou infraestruturas urbanas voltadas a adaptação climática (Ekers; Prudham, 2017).

Ainda que não se apropriem da noção de ajuste socioecológico de Ekers e Prudham (2017), Ferrara, Rufino e Shimbo (2018) corroboram a ideia dos autores quando, ao destacar a relação entre a produção do espaço, o metabolismo e as finanças afirmam que

A apropriação do discurso da sustentabilidade e da responsabilidade ambiental tem sido utilizado por diversos agentes públicos e privados como mais um ingrediente de valorização de projetos urbanos, ocultando os problemas decorrentes da apropriação da natureza na urbanização contemporânea (Ferrara *et al.*, 2018, p. 92).

Tendo em vista o exposto, nessa primeira perspectiva, considerando-se o objetivo de trazer elementos para uma agenda de investigações, acreditamos que cabe desenvolver pesquisas que aprofundem a análise da dimensão ecológica dos processos de financeirização urbana. Tais pesquisas podem ter como enfoque mudanças nas políticas urbanas, nas estratégias das empresas de construção, nas parcerias público-privadas, na privatização de serviços públicos (como saneamento e transportes), bem como nas formas pelas quais a produção imobiliária e de infraestruturas mobiliza a natureza como parte das estratégias de valorização, a partir da capitalização de rendas.

Ferrara, Rufino e Shimbo (2018) destacam justamente como a dimensão da natureza ainda é pouco trabalhada ou mesmo percebida nos estudos sobre financeirização urbana. Por outro lado, como apontou a revisão sistemática por nós realizada, a financeirização da produção do espaço urbano também é uma dimensão incipiente nos estudos sobre subsunção da natureza, o que reitera que tais estudos podem ter uma dupla contribuição.

A segunda perspectiva para a qual o debate sobre subsunção da natureza pode contribuir com os estudos sobre o metabolismo urbano diz respeito à ideia de que o metabolismo urbano engloba processos que não se restringem ao espaço edificado das ci-

dades. Tzaninis *et al.* (2021) destacam que, considerando-se a tese de Henri Lefebvre sobre a tendência a urbanização completa da sociedade, os estudos da EPU deveriam transcender o que os autores reconhecem como “*city-ism*” ou algo como “*cidadismo*” em português, referindo-se ao enfoque exclusivo sobre as cidades como *lócus* de estudo. Os autores destacam que, de forma crescente, a lógica do urbano domina a totalidade do espaço, transformando territórios, modos de vida e subordinando as lógicas tradicionais aos domínios do capital. Além disso, destacam como as periferias, os subúrbios e as novas ruralidades manifestam-se não de formas independentes ou dualistas, mas como sínteses que podem ser apreendidas pelos processos urbanos.

O trabalho de Arboleda e Banoub (2018) nos ajuda nesse sentido ao considerarem os oceanos como espaços urbanizados, e entenderem que o metabolismo urbano se estende em setores como a pesca industrial, a qual se baseia cada vez mais na intensificação das demandas por pescado nas grandes cidades. A subsunção da natureza no setor da pesca, para os autores, assume um caráter eminentemente urbano.

Smith (2007) também colabora nesse sentido ao afirmar que os modos de colonização dos territórios e a expansão de atividades capitalistas para novas fronteiras manifesta-se como forma de expandir a subsunção formal da natureza. O capitalismo financeiro, como explicitado anteriormente não supera as lógicas industriais, mas antes, assume novas formas de comando das finanças sobre os setores produtivos. Nesse sentido, os capitais continuam a buscar setores lucrativos, sendo as atividades extrativas ainda importantes, mesmo porque, a própria produção imobiliária e de infraestruturas demanda quantidades crescentes de materiais extraídos da natureza, ao mesmo tempo em que produzem também uma quantidade crescente de resíduos de construção e demolição que não são plenamente reaproveitados, sendo dispostos, em geral, em periferias e em locais distantes das cidades.

A ideia de ajuste socioecológico de Ekers e Prudham (2017) também ajuda nesse sentido, na medida em que o ajuste socioecológico não ocorre de forma restrita no ambiente construído das cidades, mas manifesta-se como fenômeno global e incorpora di-

versas escalas territoriais. Nesse sentido, ainda que deixem pouco evidente a dimensão urbana, os estudos sobre a subsunção da natureza, de modo geral, tratam de questões que podem ser analisadas sobre as lentes do metabolismo urbano.

Newell e Cousins (2015) destacam que os estudos sobre o metabolismo urbano no campo da EPU podem apropriar-se e se valerem de *insights* advindos das outras abordagens do metabolismo e, nesse sentido, cabe destacar como as abordagens dos fluxos materiais acabam por demonstrar justamente como as cidades dependem de recursos que estão para além de suas fronteiras.

Quando discutem a subsunção da natureza a partir da transição ecológica pautada pela busca por fontes alternativas de energia, trabalhos como os de French (2019) e Vetta (2022) acabam deixando implícito que tal busca atende essencialmente a dinâmicas urbanas e a um metabolismo urbano em transformação. Assim, novas hidrelétricas ou campos de geração de energia eólica, como nos exemplos dos textos, subordinam a natureza para garantirem a reprodução do capital, ainda que sob uma nova roupagem sustentável.

Além disso, outras medidas como a produção de carnes artificiais, tratada por Jönson (2017) ou o desenvolvimento do mercado de carbono, abordado por Carton e Anderson (2017) atendem também a tentativa de transformações no metabolismo urbano para reduzir ou compensar emissões, seja advinda do consumo de produtos de origem animal, seja por atividades industriais e de transporte, que podem comprar créditos no mercado.

A partir de tais considerações, refletindo novamente sobre uma agenda de pesquisa, estudos que busquem analisar o metabolismo urbano em uma perspectiva expandida, para além das cidades, podem valer-se da literatura sobre subsunção da natureza para compreender como as transformações socioecológicas na busca por reduzir os impactos ambientais da urbanização acabam criando não apenas novas formas de subsunção formal da natureza (pela colonização de novas áreas), mas também de subsunção real da natureza (novos mercados financeiros de compensação e novas tecnologias de aumento da eficiência ecológica).

Tais estudos podem ter como enfoque como as transformações nas políticas urbanas e nas estratégias de acumulação nas cidades acabam por afetar territórios distantes, subordinando a totalidade do espaço e da natureza a lógica do capital. A dimensão urbana das transformações metabólicas pode ser melhor evidenciada, contribuindo inclusive para expandir o enfoque tradicional da EPU, como defendido por Tzaninis *et al.* (2021).

Considerações finais

Mobilizando o debate sobre subsunção da natureza, em diálogo com os estudos sobre o metabolismo urbano no campo da Ecologia Política Urbana (EPU), no presente artigo buscamos avançar em formulações teóricas mais gerais que permitam orientar pesquisas que se dediquem a um olhar crítico sobre as formas pelas quais o capital tem se apropriado da natureza diante das lógicas contemporânea de produção do espaço urbano.

A revisão sistemática da literatura sobre o tema da subsunção da natureza deu conta dos diversos temas que vem sendo tratados neste debate, apontando para a multiplicidade de apropriações possíveis desta noção nas análises críticas advindas do campo da Ecologia Política. Tal revisão foi capaz também de demonstrar como o capital é capaz de adotar estratégias diversas para mobilizar a natureza como mercadoria, ou para intensificar sua exploração a partir de meios tecnológicos ou instrumentos financeiros. Por fim, a revisão também permitiu apontar para tendências contemporâneas deste debate, as quais apontam para formulações mais complexas entre a subsunção formal e real da natureza, bem como, para a expansão do escopo inicial destas pesquisas, pautadas inicialmente pelas atividades agrícolas e extrativistas.

Vimos, em um segundo momento, como a abordagem específica do metabolismo urbano advinda da Ecologia Política Urbana permite compreender as transformações

contemporâneas nas relações socioecológicas que envolvem a produção do espaço. A tese sobre a transição do metabolismo urbano industrial para o metabolismo urbano financeiro contribui para compreendermos como a natureza passa a ser apropriada pelo capital não apenas como fundamento material para a produção de mercadorias, mas como capital fictício, do qual podem se extrair diversos tipos de rendimentos advindos da capitalização de rendas.

O diálogo entre essas literaturas, como foi possível demonstrar, mostra-se incipiente, mas esperamos, com este artigo, ter contribuído para a construção de pontes teóricas que visam uma abordagem crítica voltada a compreender os meios pelos quais as lógicas contemporâneas de urbanização subordinam a natureza para a reprodução do capital.

Esforços teóricos nesse sentido colocam-se importantes quando constatamos, por um lado, ausências e lacunas da dimensão ecológica nos estudos sobre a financeirização do urbano, os quais tem ganhado grande relevância no Brasil e na América Latina nas últimas décadas.

Por outro lado, pensando sobre as agendas clássicas de pesquisa da Ecologia Política Latino-Americana, pautadas, em geral, pela análise dos conflitos ambientais associados ao neoextrativismo, à produção de grandes infraestruturas, à expansão da fronteira agropecuária e o acesso à água, esperamos que os esforços teóricos aqui empreendidos contribuam também para consolidar a dimensão urbana destas análises, sobretudo ao indicar os nexos urbanos e financeiros das transformações socioecológicas em curso.

Por fim, cabe destacar que os debates aqui mobilizados são bastante recentes e que diversas lacunas emergem dos mesmos, sobre as quais esperamos que trabalhos futuros estimulados como desdobramento do presente artigo venham a preencher.

Agradecimentos

Agradeço às contribuições dos professores Paulo César Xavier, Sandra Lencioni, Luciana Ferrara e Beatriz Rufino em debates de versões preliminares deste texto. Agradeço também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão de bolsa de pós-doutorado por meio do processo FAPESP n. 2022/ 13876-0.

Referências

- AALBERS, Manuel. Financial geography III: The financialization of the city. **Progress in Human Geography**, v. 44, n° 3, pp. 595-607, 2020.
- ANDUEZA, Luis. Value, (use) values, and the ecologies of capital: On social form, meaning, and the contested production of nature. **Progress in Human Geography**, v. 45, n° 5, pp. 1105-1125, 2021.
- ARBOLEDA, Martin.; BANOUB, Daniel. Market monstrosity in industrial fishing: capital as subject and the urbanization of nature. **Social & Cultural Geography**, v. 19, n° 1, pp. 120-138, 2018.
- BABIN, Nicholas. The agrarian question and coffee in Costa Rica. **Agrarian South: Journal of Political Economy**, v. 8, n° 3, pp. 323-348, 2019.
- BANOUB, Daniel. Buying vitamins: Newfoundland cod liver oil and the real subsumption of nature, 1919–1939. **Geoforum**, v. 92, pp. 1-8, 2018.
- BEURET, Nicholas; BROWN, Gereth. The walking dead: The anthropocene as a ruined earth. **Science as Culture**, v. 26, n° 3, pp. 330-354, 2017.
- BOYD, William.; PRUDHAM, Scott. On the themed collection “The formal and real subsumption of nature”. **Society & Natural Resources**, v. 30, n° 7, pp. 877-884, 2017.

- BOYD, William; PRUDHAM, Scott.; SCHURMAN, Rachel. A. Industrial dynamics and the problem of nature. **Society & Natural Resources**, v. 14, n° 7, pp. 555-570, 2001.
- CARTON, Wim; ANDERSSON, Elina. Where forest carbon meets its maker: Forestry-based offsetting as the subsumption of nature. **Society & Natural Resources**, v. 30, n° 7, pp. 829-843, 2017.
- CARTON, Wim; JÖNSSON, Erik; BUSTOS, Beatriz. Revisiting the “subsumption of nature”: Resource use in times of environmental change. **Society & Natural Resources**, v. 30, n° 7, pp. 789-796, 2017.
- CASTELLINI, Valentina. Environmentalism put to work: Ideologies of green recruitment in Toronto. **Geoforum**, v. 104, p. 63-70, 2019.
- CHESNAIS, François. A teoria do regime de acumulação financeirizado: conteúdo, alcance e interrogações. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 11, n° 1, pp. 1-44, 2002.
- CHESNAIS, François. O capital portador de juros: acumulação, internacionalização, efeitos econômicos e políticos. In: CHESNAIS, François (org.) **A finança mundializada: raízes sociais e políticas, configurações, consequências**. Boitempo. São Paulo, 2005. p. 35-67.
- CHESNAIS, François; SERFATI, Claude. Ecologia e condições físicas da reprodução social: alguns fios condutores marxistas. **Crítica Marxista**, n° 16, pp. 39-75. São Paulo, 2003.
- COOPER, Mark. Open up and say “baa”: Examining the stomachs of ruminant livestock and the real subsumption of nature. **Society & Natural Resources**, v. 30, n° 7, pp. 812-828, 2017.
- DELGADO, Elvin. From wet land to salt land: Natural obstacles and socioecological consequences in the production of solar salt in Venezuela. **Society & Natural Resources**, v. 30, n° 7, pp. 797-811, 2017.

- EKERS, Michael. A fix in the forests: relief labor and the production of reforestation infrastructure in Depression-Era Canada. **Environment and Planning A**, v. 47, n° 12, pp. 2537-2554, 2015.
- EKERS, Michael; PRUDHAM, Scott. The Socioecological Fix: Fixed Capital, Metabolism, and Hegemony, **Annals of the American Association of Geographers**, 2017.
- ELRICK, John. Visionary politics: Technologies of government in the capital of innovation. **Society & Natural Resources**, v. 30, n° 7, pp. 860-876, 2017.
- FERRARA, Luciana. O lugar da natureza na produção do espaço metropolitano: Do metabolismo urbano industrial para o imobiliário financeiro. In: PEREIRA, Paulo Cesar Xavier (org.). **Imediato, global e total na produção do espaço: a financeirização da cidade de São Paulo no século XXI**. São Paulo, FAUUSP, 2018, pp. 137-160.
- FERRARA, Luciana. Metabolismo urbano sob o domínio financeiro: Apontamentos a partir da produção imobiliária e da natureza na cidade de São Paulo. In: BARROS, Ana Maria Leite; ZANOTELLI, Claudio Luiz; ALBANI, Vivian (orgs.). **Geografia Urbana: 30 anos do Simpósio Nacional de Geografia Urbana**. São Paulo. Editora Consequência. 2020. pp. 373-391.
- FERRARA, Luciana; ALDIGUERI, Camila; LIMA, Bruno Avellar Alves; HOLANDA, Thayná de Lima Carneiro. Formas de capitalização da natureza em empreendimentos imobiliários nas Operações Urbanas Consorciadas Faria Lima e Água Espraiada no Município de São Paulo. In: FERRARA, Luciana Nicolau; HIDALGO, Rodrigo; LIMA, Bruno Avellar (orgs.). **Natureza e metabolismo urbano: reestruturação do espaço no Brasil e no Chile**. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2023, pp. 209-242.
- FERRARA, Luciana N.; ESPINOZA, Alex P.; PETERSON, Voltaire. A.; VALLADARES, Norma R.; HIDALGO, Rodrigo. Metabolismo Urbano: Un estado del arte en perspectiva comparada (1997 – 2023). In: FERRARA, Luciana Nicolau; HIDALGO, Rodrigo; LIMA, Bruno Avellar (orgs.). **Natureza e metabolismo urbano: reestruturação do espaço no Brasil e no Chile**. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2023b, pp. 29-69.
- FERRARA, Luciana; HIDALGO, Rodrigo; LIMA, Bruno Avellar. Metabolismo e metamorfose na reestruturação do espaço no Brasil e no Chile. In: FERRARA, Luciana Nico-

- lau; HIDALGO, Rodrigo; LIMA, Bruno Avellar (orgs.). **Natureza e metabolismo urbano: reestruturação do espaço no Brasil e no Chile**. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2023, pp. 8-16.
- FERRARA, Luciana; RUFINO, Beatriz; SHIMBO, Lúcia. Imobiliário-Infraestrutura na cidade do século XXI: desafios para uma crítica contra-hegemônica. **Revista de Pesquisa Em Arquitetura E Urbanismo** (Online), v. 16, n° 3, pp. 84-101, 2018.
- FOLADORI, Guillermo. O metabolismo com a natureza. **Crítica marxista**, n° 12, pp.105-177, 2001.
- FOSTER, John. **A ecologia de Marx: materialismo e natureza**. 1. ed. São Paulo. Editora Expressão Popular, 2005.
- FRENCH, Adam. Webs and flows: socionatural networks and the matter of nature at Peru's Lake Parón. **Annals of the American Association of Geographers**, v. 109, n° 1, pp. 142-160, 2019.
- GALVÃO, Maria; RICARTE, Ivan. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Filosofia da informação**, v. 6, n° 1, pp. 57-73, 2019.
- HARVEY, David. **O Neoliberalismo: história e implicações**. 1. ed. Edições Loyola, 2008.
- HARVEY, David. **A loucura da razão econômica: Marx e o Capital no século XXI**. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2018.
- HEYNEN, Nik; KAIKA, Maria; SWYNGEDOUW, Erik. **In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism**. London. Routledge. 2006.
- JÖNSSON, Erik. On resurrected nuggets and sphincter windows: Cultured meat, art, and the discursive subsumption of nature. **Society & Natural Resources**, v. 30, n° 7, pp. 844-859, 2017.
- KLINK, Jeroen. **Metropolis, Money and Markets: Brazilian Urban Financialization in Times of Re-emerging Global Finance**. London, Routledge, 2020.

- LEFF, Enrique. Political ecology: a Latin American perspective. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 35, n° 35, pp. 29-64, 2015.
- LENCIONI, Sandra. Reestruturação imobiliária: uma análise dos processos de concentração e centralização do capital no setor imobiliário. **EURE (Santiago)**, v. 40, n° 120, pp. 29-47, 2014.
- LIMA, Bruno. Subsunção formal e real da natureza na produção imobiliária e as transformações metabólicas diante da financeirização: fundamentos teóricos para um debate). In: FERRARA, Luciana Nicolau; HIDALGO, Rodrigo; LIMA, Bruno Avellar (orgs.). **Natureza e metabolismo urbano: reestruturação do espaço no Brasil e no Chile**. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2023, pp. 99-118.
- MARTINEZ-ALIER, Joan. Perfis metabólicos dos países e conflitos de distribuição ecológica. In: MIRANDA, Ary Carvalho; BARCELLOS, Christovam; MOREIRA, Josino Costa; MONKEN, Maurício (orgs.). **Território, Ambiente e Saúde**. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2008, pp. 117-142.
- MARX, Karl. **O Capítulo VI (inédito)**. 1ed. São Paulo: Editora Ciências Humanas LTDA, 1978.
- MARX, Karl. **O Capital. Livro I**. São Paulo, Boitempo Editorial. 2017.
- MOORE, Jason. Transcending the metabolic rift: A theory of crises in the capitalist world ecology. **The Journal of Peasant Studies**, v. 1, n° 38, pp. 1-46, 2011.
- NAVASCUÉS, Rubén. La ecología política urbana: veinte años de crítica, autocrítica y ampliación de fronteras en el estudio del metabolismo urbano. **Documents d'Anàlisi Geogràfica**, v. 63, n° 1, pp. 173-204, 2017.
- NEWELL, Joshua; COUSINS, Joshua J. The boundaries of urban metabolism: Towards a political-industrial ecology. **Progress in Human Geography**, v. 39, n° 6, pp. 702-728, 2015.
- PALMER, James. Putting forests to work? Enrolling vegetal labor in the socioecological fix of bioenergy resource making. **Annals of the American Association of Geographers**, v. 111, n° 1, pp. 141-156, 2021.

- PAULANI, Leda Maria. Acumulação e rentismo: resgatando a teoria da renda de Marx para pensar o capitalismo contemporâneo. **Revista de Economia Política**, v. 36, nº 3, pp. 514-535, 2016.
- PEREIRA, Paulo (org.). **Imediato, global e total na produção do espaço: a financeirização da cidade de São Paulo no século XXI**. São Paulo, FAUUSP. 2018.
- PEREIRA, Paulo; ALDIGUERI, Camila. Metabolismo, metamorfose e os significados da natureza na produção imobiliária. In: FERRARA, Luciana Nicolau; HIDALGO, Rodrigo; LIMA, Bruno Avellar (orgs.). **Natureza e metabolismo urbano: reestruturação do espaço no Brasil e no Chile**. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2023, pp. 70-98.
- RIVAS, Luis. Notas sobre la subsunción de lo urbano al capital financiero: de las geografías de la financiarización a una agenda exploratoria. **Revista de Geografía Norte Grande**, nº 79, pp. 303-324, 2021.
- RUFINO, Beatriz. Do Zoneamento as Operações Urbanas Consorciadas: Planejamento Urbano e Produção Imobiliária na mercantilização do espaço em São Paulo (1970-2017). In: PEREIRA, Paulo Cesar (org.). **Imediato, global e total na produção do espaço: a financeirização da cidade de São Paulo no século XXI**. 1. ed. São Paulo: FAUUSP, 2018. p. 82-111.
- RUFINO, Beatriz; FAUSTINO, Raphael; WEHBA, Cristina (orgs.). **Infraestrutura na reestruturação do capital e do espaço: análises em uma perspectiva crítica**. Rio de Janeiro, Letra Capital Editora, 2021.
- RUFINO, Beatriz; BORGES, Isadora; NAKAMA, Vinicius (orgs.). **Financeirização e metropolização do espaço: imobiliário e infraestruturas sob domínio de Grandes Grupos Econômicos**. Rio de Janeiro, Letra Capital Editora, 2023.
- SAITO, Kohei. **O ecossocialismo de Karl Marx**. 1. ed. São Paulo, Boitempo, 2021.
- SIMÕES, Fernanda; HOLANDA, Thayná; MIOTO, Beatriz; FERRARA, Luciana. Natureza inventada em São Paulo: as intervenções no Rio Pinheiros e sua articulação com a produção imobiliária nas Operações Urbanas Consorciadas Faria Lima e Água Espraiada. In: FERRARA, Luciana; HIDALGO, Rodrigo; LIMA, Bruno Avellar Alves

(orgs.). **Natureza e metabolismo urbano: reestruturação do espaço no Brasil e no Chile**. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2023, pp. 184-208.

SCHEIDEL, Arnim; TEMPER, Leah; DEMARIA, Federico; MARTINEZ-ALIER, Joan. Ecological distribution conflicts as forces for sustainability: an overview and conceptual framework. **Sustainability science**, v. 13, n° 3, pp. 585-598, 2018.

SMITH, Neil. Nature as accumulation strategy. **Socialist register**, v. 43, n° 43, pp. 1-21, 2007.

STUART, Diana; GUNDERSON, Ryan. Nonhuman animals as fictitious commodities: Exploitation and consequences in industrial agriculture. **Society & Animals**, v. 28, n° 3, pp. 291-310, 2020.

SWYNGEDOUW, Erik. Circulations and metabolisms: (hybrid) natures and (cyborg) cities. **Science as culture**, v. 15, n° 2, pp. 105-121, 2006.

SWYNGEDOUW, Erik. A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e “urbanização-ci-borgue”. In: ACSELRAD, Henri (org). **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2. ed. Ed. Lamparina, 2009, pp. 99-120.

SWYNGEDOUW, Erik; KAIKA, Maria. The environment of the city or the urbanization of nature. In: BRIDGE, Gary; WATSON, Sophie (orgs.). **A Companion to the City**, Blackwell Publishing, 2003, pp. 567-580.

TZANINIS, Yannis; MANDLER, Tait; KAIKA, Maria; KEIL, Roger. Moving urban political ecology beyond the ‘urbanization of nature’. **Progress in human geography**, v. 45, n° 2, pp. 229-252, 2021.

VETTA, Theodora. Decarbonized Futures: Struggles Over Ecological Distribution in Greece. **Capitalism Nature Socialism**, v. 33, n° 4, pp. 75-94, 2022.

WILSON, Japhy. The nature of post-neoliberalism: Building bio-socialism in the Ecuadorian Amazon. **Geoforum**, v. 81, pp. 55-65, 2017.

WOLMAN, Abel. The metabolism of cities. **Scientific American**, v. 213, n° 3, pp. 178-193, 1965.

ZHANG, Yan. Urban metabolism: A review of research methodologies. **Environmental pollution**, v. 178, pp. 463-473, 2013.

Bruno Avellar Alves de Lima Doutor em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo e bolsista de pós-doutorado junto ao Laboratório de Estudos e Projetos Urbanos e Regionais da Universidade Federal do ABC. Pesquisador associado ao grupo de pesquisa em Ecologia Política, Planejamento e Território na Universidade Federal do ABC. **E-mail:** bruno.avellar.lima@gmail.com

Artigo enviado em 27/02/2025 e aprovado em 28/10/2025.