

A cidade e seus efeitos no serviço ecossistêmico da polinização pela perspectiva CTS

RESUMO

A difícil relação entre sociedade e natureza apresenta conflitos socioambientais exige epistemologias que façam a integração desses. O presente estudo tem por objetivo demonstrar a amplitude de pesquisa da CTS e seus paralelos com disciplinas das ciências naturais, através da literatura. Considerando a cidade como artefato tecnológico, pode-se inferir que sua construção e efeitos são objetos de estudo CTS, havendo assim similaridade com a Ecologia Urbana. Os serviços ecossistêmicos estão entre os estudos mais frequentes na Ecologia Urbana e a redução da qualidade desses pela urbanização causa danos a seres humanos e outros seres vivos. Para o serviço ecossistêmico da polinização, a relação com CTS também ocorre na rede entre os atores humanos e não-humanos nas cidades, havendo grande diversidade de polinizadores nesses ambientes. Pela adição de jardins e árvores com flores em distâncias próximas pela cidade podem-se beneficiar polinizadores e agricultores, isto é, natureza e sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: CTS. Ecologia Urbana. Polinização. Teoria Ator-Rede

Emerson Luis Pawoski da Silva
emprovoski@gmail.com
Instituto Federal do Paraná –
Paranaguá, Paraná, Brasil.

Emerson Luis Tonetti
emerson.tonetti@ifpr.edu.br
Instituto Federal do Paraná –
Paranaguá, Paraná, Brasil.

Everaldo dos Santos
everaldo.santos@ifpr.edu.br
Instituto Federal do Paraná –
Paranaguá, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

A área de conhecimento interdisciplinar de Ciência, Tecnologia e Sociedade considera a ciência como um processo social, a tecnologia como uma extensão científica e tecnizada do ser humano no ambiente e a sociedade atual como uma criação da ciência e tecnologia. Compreendendo as restrições do cientista e do momento histórico, estuda as origens e efeitos sociais e ambientais da ciência e tecnologia (PALACIOS *et al*, 2003).

Em relação ao ambiente, a CTS se ocupa comumente da poluição e extração insustentável de recursos naturais (GARCIA; VISO, 2008; BECK *et al*, 2017) como se a natureza e a sociedade existissem deslocadas entre si (LATOURE, 2004), o que indica a necessidade de maior compreensão das questões ambientais por essa área do conhecimento. O ambiente representa todos os componentes físicos, químicos e biológicos, e a natureza, que representa o estado desses quando não há ação humana. Entretanto, outro conceito ambiental, a paisagem, é concebido como a entidade espaço temporal das interações da natureza com a sociedade (BERTRAND; BERTRAND, 2014) pode agregar na análise, pesquisadores e profissionais de diferentes áreas da ciência (WU, 2014).

O constante crescimento populacional está relacionado à exigência de maior urbanização e conseqüente exclusão da natureza no ambiente, porém o mesmo necessita cada vez mais de maiores quantidades de recursos naturais e isso resulta na atenuação do bem-estar humano e em conflitos socioambientais no uso e ocupação da terra na paisagem (GARCIA; VISO, 2008; WU, 2014). A redução de provisão da polinização é um exemplo disso, pois é causada pela perda de áreas verdes que mantém os polinizadores.

Esses conflitos advêm da separação entre sociedade e natureza, de modos de desenvolvimentos particulares pensados no crescimento econômico incontrolado, que extrai recursos naturais sem precedentes (ACOSTA, 2016), que foi estabelecido a partir da 2ª Revolução Industrial. As diferenças teóricas e práticas das ciências naturais e humanas e das tecnologias são as causas desses modos de existência, sendo preciso repensar o desenvolvimento tecnológico para um modelo sustentável através de estudos integradores (GARCIA; VISO, 2008). A ideia da sustentabilidade ainda é bastante debatida no meio acadêmico, onde alguns pensam inviável no atual contexto social; impossível pelo comportamento humano ou possível, mas, dependente da participação de muitos atores humanos e não humanos (BARBOSA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2009), isto é componentes da uma rede de interações e influências mútuas (CALLON, 1984; LATOUR, 2012). A ecologia urbana é uma área do conhecimento que busca a sustentabilidade nas cidades através dos estudos da paisagem urbana e manutenção dos serviços ecossistêmicos (WU, 2014). Essa linha de pesquisa apresenta similaridades com a CTS, no que se refere às conseqüências, mas, não a outros aspectos ambientais. Os serviços ecossistêmicos, por exemplo, são pouco citados em textos dessa área interdisciplinar (BECK *et al*, 2017).

Como exposto, é importante compreender se a cidade, como tecnologia pode ser estudada, de maneira semelhante à ecologia urbana e considerando as interações entre sociedade e natureza na paisagem urbana, para projetos de sustentabilidade, como é o caso dos serviços ecossistêmicos. Sendo a CTS, a área que estuda as tecnologias, há a hipótese de que essa apresente ou não essa perspectiva.

O presente estudo foi baseado na Ciência, Tecnologia e Sociedade, e Ecologia Urbana, buscando relacionar através da literatura essas áreas do conhecimento através do serviço ecossistêmico da polinização na cidade pela Teoria Ator-Rede. Para esse fim, foram mostrados os paralelos entre ecologia urbana e CTS, a importância do serviço ecossistêmico da polinização concebido em uma rede entre sociedade e natureza que ocorre na cidade e a possibilidade da operacionalização da teoria ator rede nos estudos ambientais.

ECOLOGIA URBANA NA PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

A atividade antrópica da urbanização está ligada ao desenvolvimento de novas tecnologias, instrumentos, profissões e ciências, no entanto, a proporção entre essa e a conservação das áreas verdes tem relação inversa (WU, 2014; HARRISON; WINFREE, 2015). O termo área verde compreende não apenas regiões florestadas, mas, todos os componentes da paisagem, com vegetação, que oferecem benefícios aos seus habitantes, os chamados serviços ecossistêmicos (BARBOSA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2009), como permeabilidade no solo, polinização e recreação, e em ambientes habitados por seres humanos, como as cidades, essa se encontra na categoria de espaços de uso público, livres de edificações e com vegetação (EUPLEVs), que podem possuir corpos de água, vegetação, parques, cemitérios, entre outros (BUCCHERI-FILHO, 2006; BUCCHERI-FILHO; NUCCI, 2012).

As cidades como extensões da sociedade, podem ser consideradas tecnologias, as ruas, edificações, praças e outros como artefatos (PALACIOS *et al*, 2003). Embora não compreenda a cidade como uma tecnologia, a ecologia urbana também estuda as relações dessa com a natureza, sendo que o uso de princípios ecológicos na cidade é um de seus temas de pesquisa. Essa área do conhecimento é bastante recente entre as ciências. Na década de 1920 os espaços urbanos compartilhados por humanos e natureza eram considerados como sistemas socioeconômicos pela promoção dos modos de existência, no entanto, a partir de 1940 os elementos da natureza ganham importância, onde a cidade é primeiramente vista como um ecossistema corrompido pela humanidade e posteriormente como um ecossistema diferenciado, que passou a ser analisado pelo estudo da paisagem na década de 1990, inserindo conceitos como bem-estar humano, serviços ecossistêmicos, sistemas socioambientais, resiliência e sustentabilidade na ecologia urbana nos anos 2000 (WU, 2014).

Na apresentação do periódico *Journal of Urban Ecology*, McDonnell (2015) demonstra a ecologia urbana como uma linha de pesquisa que envolve diversas ciências e áreas do conhecimento, como sociologia, biologia, geografia, arquitetura, engenharia, história, climatologia, entre outros, ocupando-se de estudar ecossistemas urbanos em suas diversas estâncias através das ciências sociais e ambientais, e aplicação prática dessas informações. Os níveis de estudo estão em domicílios, ruas, bairros, regiões (GÓMEZ-BAGGETHUN; BARTON, 2013). Da mesma forma, Ab`Sáber (2009) destaca o entendimento do ecossistema urbano em escalas reduzidas, destacando o bairro como unidade de análise das interações da sociedade com a natureza, para entender o sistema urbano na paisagem.

Por sua vez, Pikket *et al* (2016) dividem a ecologia urbana em três segmentos: ecologia na, da e para a cidade. A ecologia na cidade estuda redes de interações, diversidade, espécies invasoras e outros aspectos biológicos que ocorrem com os seres vivos na área urbana. A ecologia da cidade se ocupa dos mesmos fenômenos e contempla bairros, áreas pavimentadas, zonas industriais e outras como manchas da paisagem contextualizando a sustentabilidade urbana, padrões e impactos da urbanização (WU, 2014). Na ecologia para cidade, por sua vez, os dados obtidos pela ecologia na e da cidade, são utilizados para promover a sustentabilidade e melhorias no bem-estar do local e seus habitantes (PIKKET *et al*, 2016). O controle da epidemia dengue, por exemplo, é um conhecimento construído por esses três segmentos, pois: (1) crescimento populacional; proporção sexual e dinâmica da população do *Aedes aegypti* são estudos da ecologia do mosquito no ambiente urbano; (2) distribuição do mosquito em relação às áreas de risco compõe a ecologia da cidade e (3) planos de controle dessa epidemia que se baseiam na arquitetura e condições são estudos da ecologia para cidade.

Entre os maiores desafios da ecologia urbana estão a articulação entre instituições de pesquisa e agências de governo ou população, perspectivas e condições econômicas e disponibilidade de recursos quanto a áreas verdes na paisagem urbana, isto é, a qualidade e quantidade dos EUPLEVs requisitados pelos pesquisadores aos gestores (GÓMEZ-BAGGETHUN; BARTON, 2013; MCDONNELL; HAHS, 2013), podendo ser os estudos da ciência e tecnologia capazes de permitir um diálogo entre essas partes (JUWET; RYCKEWAERT, 2018).

Os ecossistemas representam o conjunto de componentes bióticos e abióticos, bem como a ciclagem de matéria e energia em um dado local. No contexto da paisagem o ecossistema pode ser considerado uma unidade de análise (AB`SÁBER, 2006) e na concepção da ecologia urbana, as cidades podem ser concebidas como ecossistemas dependentes de outros ecossistemas e da tecnologia, visto que têm maior entrada de recursos materiais e energéticos, com menor aproveitamento desses em função dos recursos culturais presentes e conseqüentemente mais elevada produção de resíduos quando comparados a ecossistemas naturais (MARCUS; DETWYLER, 1972, WU, 2014; ADLER; TANNER, 2015).

Assim, princípios ecológicos, como a manutenção da biodiversidade e de EUPLEVs, redução de impactos ambientais e do consumo desnecessário de bens e serviços, podem, assim, ser utilizados para o planejamento da paisagem urbana (MACHARG, 1971; HOUGH, 1998; BARBOSA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2009). As conseqüências da cidade na natureza representam, assim, similaridades entre CTS e ecologia urbana que buscam traçar cenários para a sustentabilidade (PALACIOS *et al*, 2003; GARCIA; VISO, 2008; WU, 2014; MCDONNELL, 2015).

O estabelecimento da sustentabilidade e gestão de qualidade da sociedade humana, no meio ambiente, é obtido através de pesquisas com biodiversidade, manejo das redes ecológicas urbanas, construções seguras e resilientes (GANDY, 2015). Para isso é preciso categorizar e comparar os elementos do ambiente observados com os planos diretores municipais, bem como normativas de uso e ocupação da terra (GOUVÊA; TONETTI, 2017).

Os estudos da ecologia urbana, dessa forma, provêm o bem-estar humano pela sustentabilidade, integração entre elementos da sociedade e da natureza e

manutenção dos serviços ecossistêmicos (WU, 2014), sendo esses últimos ligados a necessidades humanas, como a alimentação provida pela polinização.

O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DA POLINIZAÇÃO COMO ELEMENTO DA INTERAÇÃO SOCIEDADE E NATUREZA NA CIDADE

A ecologia urbana têm se ocupado com padrões de diversidade e dinâmica das espécies e uso da terra (MCDONNELL; HAHS, 2013), havendo necessidades de mais estudos sobre parâmetros socioambientais locais para um contexto global; bem como o entendimento dos mecanismos e respostas ecológicas dentro e nos arredores dos ecossistemas urbanos, e aplicação dos resultados a maiores escalas, como conjunto de cidades e regiões (WU, 2014; PICKET *et al*, 2016). Nessa linha, uma das maiores contribuições da ecologia urbana para o bem-estar humano e resiliência urbana é o uso dos processos e/ou funções ecológicas, na forma de bens e serviços, e conhecidos como serviços ecossistêmicos (CONSTANZA *et al*, 1997; GUERRY *et al*, 2015).

As pesquisas sobre serviços ecossistêmicos se iniciam nos anos de 1970, onde a conservação e diversidade de seres vivos eram os focos e posteriormente incluíram-se estudos que compreendiam que a redução dos recursos naturais prejudicava a economia e na coleção de relatórios da *Millennium Ecosystem Assessment* em 2003, foram incluídos nas discussões políticas e sociais (GÓMEZ-BAGGETHUN *et al*, 2010). Uma das principais bases dessas pesquisas é a compreensão de que os serviços ecossistêmicos são finitos, sendo preciso considerá-los como um sistema de relações e não, apenas, como recursos (ACOSTA, 2016).

Apesar de poucos desses serviços possuírem valor comercial de troca, os mesmos têm impactos econômicos e políticos (GÓMEZ-BAGGETHUN; BARTON, 2013). Para alguns serviços são atribuídos valores em graus de importância à sociedade, conforme sua produção em dólares por hectare dos serviços ecossistêmicos (Quadro 1) (CONSTANZA *et al*, 1997).

Quadro 1 - Relação entre eventos, serviços ecossistêmicos e valor atribuído à sociedade.

Funções e/ou processos ecológicos	Serviços ecossistêmicos	Valor em dólares/ha
Armazenamento, ciclagem e obtenção de nutrientes.	Ciclagem de nutrientes	A
Provisão para usos não comerciais.	Cultural	B
Armazenamento e retenção de água.	Suprimento de água	C
Produção primária útil como alimento.	Produção de alimento	D
Retenção do solo no ecossistema.	Controle de erosões	E
Transporte de pólen.	Polinização	E

Fonte: CONSTANZA *et al*, 1997.

Legenda: A- acima de 10.000; B - entre 2.000 e 10.000; C - entre 1.500 e 2.000; D - entre 1.000 e 1.500; E – abaixo de 1.000.

Percebe-se que alguns serviços, como a polinização, são pouco valorizados, sendo preciso talvez mais informações e pesquisas para alterar essa compreensão. Como destacado por Cobra *et al* (2015), do ponto de vista agrícola, ao afirmar que a ausência ou deficiência de polinizadores pode elevar os custos de produção em até 15%, pois são alterados sabor, cor, tamanho e formato dos frutos, exigindo-se mão-de-obra para polinização manual.

Os estudos com o serviço ecossistêmico da polinização têm início na década de 1980 e sempre apontaram a importância de conservar a diversidade e abundância de polinizadores (MELATHOPOULOS; CUTLER; TYEDMERS, 2015). O uso do manejo da polinização em atividades agrícolas compreende diferentes atores, como produtores, gestores e instituições, bem como os efeitos da localização das propriedades em relação a florestas e aos EUPLEVs e demais elementos da natureza dos ambientes urbanos (GUERRY *et al*, 2015).

O estudo das associações na ecologia da polinização embasa a compreensão de que essa é um sistema sócio técnico aberto e bastante influenciável por variados atores, como gestores de terras, agricultores e polinizadores (SANTOS 2003). As abelhas são os principais polinizadores da maioria das plantas do mundo e somente a subfamília Meliponinae está relacionada a 90% da flora nativa brasileira (COSTA; OLIVEIRA, 2013; BARBOSA *et al*, 2017). Aproximadamente 70% das plantas cultivadas no mundo dependem de abelhas polinizadoras para sua reprodução (ALVES, 2015).

O desaparecimento dessa fauna é um problema, por exemplo, no sul do Brasil, para os cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*), laranja (*Citrus sp.*) e urucum (*Bixa orellana*), onde são os principais polinizadores. Entre as causas desses fenômenos estão à redução de fonte alimentar e perda de habitat pelo desmatamento, cultivos de monoculturas e expansão urbana, uso de inseticidas nas plantações (COSTA; OLIVEIRA, 2013; BARBOSA *et al*, 2017), doenças e competição com outros visitantes florais (ROUBIK, 1995). A diversidade de abelhas polinizadoras é decrescida em 30% e 50% nas respectivas distância de 1 e 1,5 quilômetros entre espaços com flores, e a mais de 0,5 quilômetros a frequência de visitação é reduzida a 50%. As abelhas sem ferrão, por exemplo, deslocam-se menos de 1 quilometro de distância de suas colmeias (ALVES, 2015).

As abelhas compartilham o mesmo ambiente ocupado pelos humanos, sendo percebidas, quase que unicamente, quando ferrom, enquanto, produtores de frutos e mel notam suas presenças, ausências, diversidade e abundância (MOORE; KOSUT, 2014). Há maior diversidade de abelhas nas áreas urbanas em relação a áreas rurais e naturais porque a diversidade de plantas a serem visitadas é maior e emissão de inseticidas é menor (HALL *et al*, 2017). Outro aspecto importante é a existência e proximidade entre jardins, quintais, praças e outros EUPLEVs nas cidades, que reduzem o esforço de voo dos polinizadores (DAVIS *et al*, 2017).

A substituição das áreas verdes e rurais por urbanas, sob a perspectiva da cidade como tecnologia, transforma os serviços ecossistêmicos em “caixas pretas” tecnológicas, isto é processos ou resultados cujo funcionamento não é compreendido, uma vez que se buscam os seus benefícios, mas, se desconhecem seus funcionamentos, o que dificulta o modo de vida de produtores agrícolas (CUMMING *et al*, 2014). Estudos de caráter unicamente social têm uma

dificuldade na tradução de aspectos biológicos quando não utilizam de estudos específicos e ocasionam menor entendimento do ambiente (ACOSTA 2016).

Estudos que avaliam a polinização na ecologia urbana são comumente baseados na diversidade e abundância dos polinizadores e plantas, porém há necessidade de que se aproximem do estudo da paisagem (ANDERSSON *et al*, 2007; COSTA; OLIVEIRA, 2013), visto que as visitas florais de abelhas são mais frequentes em grandes e biodiversos espaços floridos (HARRISON; WINFREE, 2015). Esses espaços têm se revelado aliados na manutenção do serviço ecossistêmico da polinização e incrementado sistemas agrícolas (FLEURY *et al*, 2015), onde provem a purificação dos recursos hídricos, manutenção da biodiversidade e redução da ação de pestes e pragas, promovendo um contrato natural que beneficia sociedade e natureza (FÜRST *et al*, 2014).

Na categoria apresentada por Buccheri-Filho e Nucci (2006) para as cidades, esses são concebidos como espaços de uso público, livre de edificação e com vegetação, os EUPLEVs, os quais, por exemplo, proporcionam na cidade a sustentabilidade local através da provisão de serviços ecossistêmicos, sendo mais efetivos quando existem em maiores quantidades (HICKS *et al*, 2016). Além da polinização, esses espaços auxiliam na purificação do ar, sombreamento, provisão de umidade e atividades de recreação (HARRISON; WINFREE, 2015). Ainda que um EUPLEV tenha influência e influencie a sociedade (HARVEY, 2007), é importante reconhecer que a natureza tem igual ou maior importância nesse artefato da cidade (PALACIOS *et al*, 2007; BERTRAND; BERTRAND, 2014), como ocorre em relação a chuvas e distribuição de plantas.

A manutenção do serviço ecossistêmico da polinização nas cidades através dos EUPLEVs é um modelo que evidencia uma relação benéfica entre sociedade e natureza mediada pela tecnologia. Esse tipo de sistema sócio técnico é tópico de estudo em algumas linhas da Ciência, Tecnologia e Sociedade, como a Teoria Ator-Rede, frequentemente utilizada para relacionar seres humanos a outros seres vivos, ambiente e artefatos.

A TEORIA ATOR-REDE PARA ESTUDOS AMBIENTAIS

Os tópicos ambientais que envolvem a relação entre sociedade e natureza, como as influências da cidade sobre a polinização, podem ser estudados através das interações observadas. A teoria Ator-Rede é localizada na obra “The Handbook of Science e Technology Studies” como uma das maneiras de se fazer essas relações na área interdisciplinar da Ciência, Tecnologia e Sociedade (BECK *et al*, 2017).

Os seres humanos, seres vivos não-humanos, fatos, artefatos e pessoas jurídicas são transformados em atores na Teoria Ator-Rede, pois o estudo ocorre nas interações e funções (LATOURETTE, 2012), buscando entender o ambiente através dos componentes que estão incluídos na problemática (ACOSTA, 2016). As redes, embora reais, são descritas pelo observador, onde há proposição dos atores e suas interações e posteriormente a verificação por um recrutamento dos atores ou materialização da rede, em uma lógica de concepção do sistema para adoção da mesma, e novas informações podem modelar novas concepções e adoções. As adoções de rede podem ser irreversíveis ou abertas a modificações, sendo consideradas convergentes quando atores, funções e negociações são coesas e

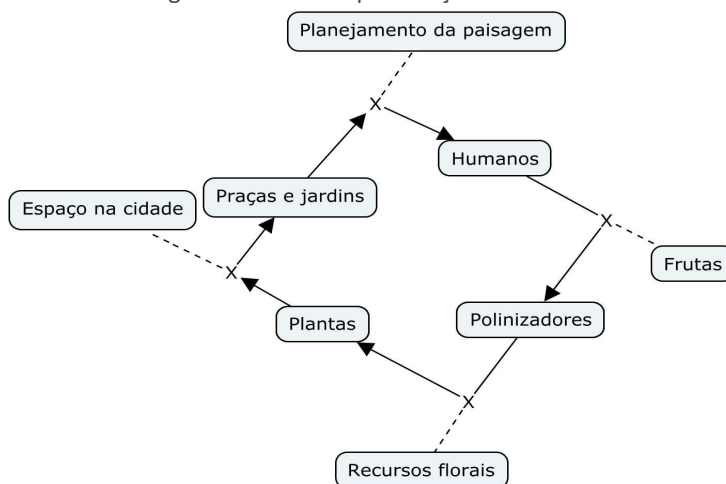
divergentes quando o contrário ocorre (CALLON, 1995). As redes têm extensão infinita em teoria, sempre havendo possibilidade de relações com novos atores (LATOURETTE, 2012), sendo, dessa maneira, associações sócio-técnicas entre atores heterogêneos, que constroem modos de existência benéficas ou maléficas a seus componentes (CALLON, 1995).

O processo para o entendimento de um ator não-humano ou associações humanas distintas é denominado tradução e para que essa ocorra em uma análise ambiental, como na ecologia urbana, é preciso considerar os atores da rede semelhantes, evitando-se a parcialidade e buscando-se uma simetria de valores. A tradução sucede pela identificação dos atores, suas funções e seleção de amostras que representem suas inscrições na rede (CALLON, 1984). Essas interações e permutas de matéria e energia denotam uma simbiose socioambiental (SERRES, 1990), que apresentam bases para a sustentabilidade, que deve estar presente como norma e prática na tecnologia pela concepção da CTS (GARCIA; VISO, 2008).

Os serviços ecossistêmicos que compreendem essa simbiose, e em especial a polinização, podem dessa maneira, ser compreendidos como parte de uma rede onde a sociedade pode influenciar a natureza pela tecnologia, enquanto a natureza é um recurso e agente regulador da tecnologia e sociedade (ACOSTA, 2016), como exemplificado pela polinização e as cidades.

Considerando que há uma distinção entre os hábitos de vida, a proposta da Teoria Ator-Rede é, dessa forma, um modelo para entender as relações sociais e técnicas entre humanos e abelhas polinizadoras nas cidades (MOORE; KOSUT, 2014) e que podem, dependendo do tamanho e da distância do EUPLEV ou de outros elementos do ambiente urbano, atuar nos sistemas agrícolas. A rede de atores (CALLON, 1984) da polinização urbana (Figura 1) pode ser descrita como: (1) os atores humanos desejam os alimentos frutíferos e precisam de polinizadores para essa produção; (2) os atores não-humanos polinizadores buscam recursos florais, como pólen e néctar, para alimentação e esses são encontrados nas plantas; (3) os atores não-humanos plantas precisam de espaço na cidade para seu crescimento e desenvolvimento, sendo esse espaço comumente os jardins e praças; (4) os atores não-humanos praças e jardins urbanos decorrem da paisagem urbana, planejada pelos humanos.

Figura 1 – Rede de polinização na cidade.



Fonte: Os autores.

Legenda: --- - objetivo do ator; X- necessidade de outro ator para atingir o objetivo.

Como exposto, os gestores urbanos podem aprimorar a manutenção do serviço ecossistêmico da polinização pela adição de EUPLEVs na cidade, no entanto, não é possível determinar que a aliança entre os atores será sempre mantida (CALLON, 1984). Os espaços designados como praças e jardins urbanos podem ser mal geridos, poluídos e transformados pelas pessoas; os polinizadores podem mudar suas rotas diárias e não se aproximar das flores plantadas; não há certeza que as características físicas das plantas serão sempre atrativas para os polinizadores.

O planejamento da paisagem urbana, isto é conjunto dos componentes ambientais, biológicos e antrópicos, pela perspectiva da Teoria Ator-Rede, que faz parte do escopo da área interdisciplinar da Ciência, Tecnologia e Sociedade, é um objeto de estudo similar com a ecologia urbana. Essa compreensão permite uma democracia entre os atores humanos e não humanos, ou seja, entre sociedade e natureza no uso de algumas tecnologias (LATOURET, 2004) como a cidade. Como verificado, esse instrumento teórico da CTS permite compreender essas relações citadas, além das origens e efeitos ambientais da ciência e tecnologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A natureza é comumente percebida como um artefato, e pouco como um ator na relação com a sociedade. Nesse segundo sentido a substituição dos elementos naturais por antrópicos provoca efeitos na organização da sociedade e natureza na perspectiva.

Semelhante à ecologia urbana, o estudo e manutenção dos serviços ecossistêmicos nas cidades, pela CTS, são maneiras de promover a sustentabilidade urbana através da compreensão dos ambientes como bens comuns entre sociedade e natureza e pelo uso planejado da terra. Enquanto tecnologia, a cidade e suas consequências ambientais, como a descontrolada expansão urbana, afeta a polinização e os estudos nessa perspectiva podem embasar discussões futuras sobre alimentação e gestão urbana.

Considerando, dessa maneira, a natureza nas discussões sobre a paisagem urbana, como recomendado pela Teoria Ator-Rede e ecologia urbana, pode-se contribuir para a solução de conflitos socioambientais sobre o uso e ocupação da terra, associando sociedade, tecnologia e natureza.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao fomento oferecido pelo Programa de Pesquisa em Pós-Graduação do Instituto Federal do Paraná.

The city and its effects on ecosystem service of pollination by STS perspective

ABSTRACT

The difficult relation between society and nature shows socio-environmental conflicts and requires epistemologies that make the integration of those components. This study aims demonstrate the large range of research fields of STS studies and it similar with natural sciences through literature. Considering city as a technological artefact, its construction and effects are objects of CTS and that is a similarity with Urban Ecology. The ecosystem services are one of most frequent topics of Urban Ecology and the reduction of their qualities in detriment of urbanization prejudices humans and other living beings. STS also is related with ecosystem service of pollination considering a network between humans and non-humans actors on cities and there is notable diversity of pollinators on these environments. By adding of gardens and flowering trees on city with regular distances it is possible to help pollinators and farmers, i.e., society and nature.

KEYWORDS: STS. Urban Ecology. Pollination. Actor-Network Theory.

REFERÊNCIAS

- AB`SÁBER, A. N. **Ecosistemas do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2009.
- ACOSTA, A. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. Autonomia Literária, 2016.
- ADLER, F. R.; TANNER, C. J. **Ecosistemas urbanos**: princípios ecológicos para o ambiente construído. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- ALVES, D.A. A importância da paisagem agrícola no serviço de polinização das abelhas. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (eds). **Agricultura e Polinizadores**. ABELHA, 2015, p.32-43.
- ANDERSSON, E.; BARTHEL, S.; AHRNÉ, K. Measuring social-ecological dynamics behind the generation of ecosystem services. **Ecological Applications**, v.17, n.1, p.1267–1278, 2007.
- BARBOSA, D.B.; CRUPINSKI, E.F.; SILVEIRA, R.N.; LIMBERGER, D.C.H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v.3, n.4 p.694-703, 2017.
- BARBOSA, V.L.; NASCIMENTO-JÚNIOR, A.F. Paisagem, Ecologia Urbana e Planejamento Ambiental. **Geografia**, v.18, n.2, p.21-36, 2009.
- BECK, S.; FORSYTH, T.; KOHLER, P.M.; LAHSEN, M.; MAHONY, M. The Making of Global Environmental Science and Politics. In: FELT, U.; FOUCHÉ, R.; MILLER, C.A.; SMITH-DOERR, L. (Eds). **The handbook of science and technology studies**. 4 ed. Cambridge MA: MIT Press, 2017, p.1059-1086.
- BERTRAND, C.; BERTRAND, G. La Nature-Artefact: entre Anthropisation et Artialisisation, l'expérience du Système GTP (Géosystème-Territoire-Paysage). **Information géographique**, v.78, n.3, p.10-25, 2014.
- BUCCHERI-FILHO, A.T. O planejamento dos parques no município de Curitiba, PR: planejamento sistemático ou planejamento baseado em um modelo oportunista? **Caminhos de Geografia Uberlândia**, v.13, n.41, p.206-222, 2012.
- BUCCHERI-FILHO, A.T.; NUCCI, J.C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no Bairro Alto da XV, Curitiba/Pr. **Revista do Departamento de Geografia**, v.18, n.1, p.48-59, 2006.
- CALLON, M. Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. **Sociological Review**, v.32, S1, p.196-233, 1984.
- CALLON, M. Technological conception and adoption network: lessons for the CTA practitioner. In: RIP, A.; MISA, T.; SCHOT, J. (eds). **Managing technology in society: The approach of Constructive Technology Assessment**. Londres: Pinter, 1995, p.307-330.

COBRA, S.S.O.; SILVA, C.E.; KRAUSE, W.; DIAS, D.C.; KARSBURG, I.V.; MIRANDA, A.F. Características florais e polinizadores na qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-azedo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.1, p.54-62, 2015.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, p.253-260, 1997.

CORRÊA, R.L. (org). **O Espaço Urbano**. 4 ed. São Paulo: Editora Ática, 2003.

COSTA, C.C.A.; OLIVEIRA, F.B. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.3, p.1-10, 2013.

DAVIS, A.Y.; LONSDORF, E.V.; SHIERK, C.R.; MATTESON, K.C.; TAYLOR J.R.; LOVELL, S.T.; MINOR, E.S. Enhancing pollination supply in an urban ecosystem through landscape modifications. **Landscape and Urban Planning**, v.162, n.1, p.157–166, 2017.

FLEURY, P.; SERES, C.; DOBREMEZ, L.; NETTIER, B.; PAUTHENET, Y. “Flowering Meadows”, a result-oriented agri-environmental measure: Technical and value changes in favour of biodiversity. **Land Use Policy**, v.46, n.1, p.103–114, 2015.

FÜRST, C.; OPDAM, P.; INOSTROZA, L.; LUQUE, S. Evaluating the role of ecosystem services in participatory land use planning: proposing a balanced score card. **Landscape Ecology**, v.29, n.1, p.1435–1446, 2014.

GANDY, M. From urban ecology to ecological urbanism: an ambiguous trajectory. **Area**, v.47, n.2, p. 150–154, 2015.

GARCIA, M.G.; VISO, A.M. Ciencia, tecnología y sostenibilidad. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS**, v.4, n.11, p. 47-51, 2008.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D.N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological Economics**, v.86, n.1 p.235–245, 2013.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; GROOT, R.; LOMAS, P.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, v.69, p.1209–1218, 2010.

GOUVÊA, P.M.; TONETTI, E.M. Avaliação dos riscos de incêndio e explosão na área urbana de Paranaguá-PR. **Revista Geografar**, v.12, n.2, p.233-250, 2017.

GUERRY, A.D.; POLASKY, S.; LUBCHENCO, J.; CHAPLIN-KRAMER, R.; DAILY, G.C.; GRIFFIN, R.; RUCKELSHAUS, M.; BATEMAN, I.J.; DURAIAPPAH, A.; ELMQVIST, T.; FELDMAN, M.W.; FOLKE, C.; HOEKSTRA, J.; KAREIVA, P.M.; KEELER, B.L.; LI, S.; MCKENZIE, E.; OUYANG, Z.; REYERS, B.; RICKETTS, T.H.; Rockström, J.; TALLIS, H.; VIRA, B. Natural Capital and Ecosystem Services Informing Decisions: From

Promise to Practice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.112, n.24, p.7348–7355, 2015.

HALL, D.M.; CAMILO, G.R.; TONIETTO, R.K.; OLLERTON, J.; AHRNÉ, K.; ARDUSER, M.; ASCHER, J.S.; BALDOCK, K.C.; FOWLER, R.; FRANKIE, G.; GOULSON, D.; GUNNARSSON, B.; HANLEY, M.E.; JACKSON, J.I.; LANGELLOTTO, G.; LOWENSTEIN, D.; MINOR, E.S.; PHILPOTT, S.M.; POTTS, S.G.; SIROHI, M.H.; SPEVAK, E.M.; STONE, G.N.; THRELFALL, C.G. The city as a refuge for insect pollinators. **Conservation Biology**, v.3, n.1, p.24-29, 2017.

HARRISON, T.; WINFREE, R. Urban drivers of plant-pollinator interactions. **Functional Ecology**, v.29, n.1, p.879–888, 2015.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna: Uma Pesquisa sobre as Origens do Mundo Cultural**. 16 ed. São Paulo: Loyola, 2007.

HICKS, D.M.; OUVARD, P.; BALDOCK, K.C.R.; BAUDE, M.; GODDARD, M.A.; KUNIN, W.E.; MITSCHUNAS, N.; MEMMOTT, J.; MORSE, H.; NIKOLITSI, M.; OSGATHORPE, L.M.; POTTS, S.G.; ROBERTSON, K.M.; SCOTT, A.V.; SINCLAIR, F.; WESTBURY, D.B.; STONE, G.N. Food for Pollinators: Quantifying the Nectar and Pollen Resources of Urban Flower Meadows. **PLoS One**, v.11, n.6, e0158117, 2016.

HOUGH, M. **Naturaleza y ciudad: planificación y procesos ecológicos**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1998.

IMHOOF, M.; LIECKFELD, C. **More than honey: The Survival of Bees and the Future of Our World**. Vancouver: Greystone Books, 2014.

JUWET, G.; RYCKEWAERT, M. Energy Transition in the Nebular City: Connecting Transition Thinking, Metabolism Studies, and Urban Design. **Sustainability**, v.10, n.955, p.1-20, 2018.

LATOUR, B. On technical Mediation - Philosophy, Sociology, Genealogy. **Common Knowledge**, v.3, n.2, p.29-64, 1994.

LATOUR, B. **Políticas da Natureza: como fazer ciência na democracia**. Bauru: EDUSC, 2004.

LATOUR, B. **Reagregando o Social: uma introdução à teoria do Ator-Rede**. Salvador: Edufba, 2012.

MARCUS, M.G.; DETWYLER, T.R. **Urbanization and environment**. Belmont: Duxburg Press, 1972.

MCDONNELL, M.J. Journal of Urban Ecology: Linking and promoting research and practice in the evolving discipline of urban ecology. **Journal of Urban Ecology**, v.1, n.1, p.1–6, 2015.

MCDONNELL, M.J.; HAHS, A.K. The future of urban biodiversity research: Moving beyond the 'low-hanging fruit'. **Urban Ecosystems**, v.16, n.1, p.397–409, 2013.

MCHARG, I. **Design with nature**. Nova York: Back Edition, 1971.

MELATHOPOULOS, A.P.; CUTLER, G.C.; TYEDMERS, P. Where is the value in valuing pollination ecosystem services to agriculture? **Ecological Economics**, v.109, n.1, p59-70, 2015.

MOORE, L.J.; KOSUT, M. Among the colony: Ethnographic fieldwork, urban bees and intra-species mindfulness. **Ethnography**, v.15, n.4, p.516–539, 2014.

NIEMELÄ, J. Ecology of urban green spaces: The way forward in answering major research questions. **Landscape and Urban Planning**, v.125, n.1, p.298–303, 2014.

PALACIOS, E.M.G.; LINSINGEN, I.; GALBARTE, J.C.G.; CEREZO, J.A.L.; LUJÁN, J.L.; PEREIRA, L.T.V.; GORDILLO, M.M.; OSORIO, C.; VALDÉS, C.; BAZZO, W.A. (eds.). **Introdução aos Estudos CTS: Ciência, tecnologia e sociedade**. Cadernos de Ibero-América, Editora OEI, 2003.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M.L; CHILDERS, D.L; MCDONNELL, M.J.; ZHOU, W. Evolution and future of urban ecological science: ecology in, of, and for the city. **Ecosystem Health and Sustainability**, v.2, n.7, e01229, 2016.

ROUBIK, D.W. (eds). **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995.

SANTOS, B.S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 2003.

SERRES, M. **O contrato natural**. Lisboa: Instituto PIAGET, 1990.

WU, J. Urban ecology and sustainability: the state-of-the-science and future directions. **Landscape and Urban Planning**, v.125, p.209–221, 2014.

Recebido: 07 jan 2019.

Aprovado: 06 ago 2019.

DOI: 10.3895/rts.v16n39.9312

Como citar: SILVA, E. L. P.; TONETTI, E. L.; SANTOS, E. A cidade e seus efeitos no serviço ecossistêmico da polinização pela perspectiva CTS. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 39, p. 150-163, jan/mar. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9312>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

