

## ***Smart city* como ação determinante ao desenvolvimento do urbanismo sustentável**

### ***Smart city as a decisive action for the development of sustainable urbanism***

**Carina Folena Cardoso Paes, Doutora, Universidade Federal de Goiás.**

carinafolena@ufg.br

**Pedro Henrique Gonçalves, Doutor, Universidade Federal de Goiás.**

pedrogoncalves@gmail.com

**Clarissa Sartori Ziebell, Doutora, Universidade Federal do Rio Grande Sul**

clarissa.ziebell@ufrgs.br

#### **Resumo**

O objetivo deste artigo é avançar nas interfaces dos conceitos de *smart city* e urbanismo sustentável. Reforça-se a importância de sua associação no planejamento. É desenvolvida uma revisão de literatura que permite pontuar o papel determinante da aplicação do conceito de *smart city* ao desenvolvimento do urbanismo sustentável, ressaltando-se a importância do conceito de metabolismo urbano e a necessidade de transição a uma condição de metabolismo circular no alcance de uma cidade sustentável. São apresentadas as estratégias de implantação do conceito de *smart city* e boas práticas na consecução da sustentabilidade urbana. São estabelecidos fundamentos para o planejamento na construção de uma cidade inteligente e sustentável.

**Palavras-chave:** Planejamento urbano; Metabolismo urbano; Tecnologia da informação.

#### **Abstract**

*The aim of this article is to present the interfaces between smart city and sustainable urbanism, concepts. We also aim to reinforce the importance of this association on planning. For this, a literature review is carried out pointing out the determining role of smart city concept in developing sustainable urbanism, emphasizing the importance of urban metabolism concept and the need for transitioning to circular metabolism in a project of a sustainable city. We present the strategies for implementing the smart city concept in achieving urban sustainability and we established fundamentals for planning in order to build a smart and sustainable city.*

**Keywords:** Urban planning; Urban metabolism; Information Technology.

## 1. Introdução

O conceito de *smart city* agrega muitas definições e campos de aferição e atuação sobre o meio urbano. As *smart cities* podem ser definidas como aquelas em que o uso das tecnologias de informação (TICs) se dá de modo a melhorar a qualidade, o desempenho e a eficiência dos serviços urbanos, incluindo a matriz energética, transportes e deslocamentos. O processo de digitalização, ou informatização das cidades, igualmente, pode ocorrer de diversos meios: ele tanto emerge de iniciativas do poder público e dos gestores urbanos, como também vem sendo constituído nas bases do que Lemos (2013, p.48) convencionou chamar de “cidadãos inteligentes”, aqueles que se engajam e produzem informação na era do compartilhamento.

Sem dúvida há um movimento de elevação das cidades, especialmente nas capitais brasileiras, a uma dita condição inteligente, em que os sistemas urbanos sejam geridos por processos informatizados possibilitados pelo *Big Data*, pelas redes e pela comunicação autônoma (LEMONS, 2013, p.48). O que cabe se ressaltar é que a *smart city* se relaciona a um propósito de gestão eficiente, mas, não necessariamente, um meio urbano inteligente pode ser tomado como sinônimo de sustentável. Há casos em que o próprio processo de informatização pode levar a consequências reversas em termos de sustentabilidade, como pontua Lemos (2013, p.49): em que medida o uso extensivo de aplicativos que auxiliam no deslocamento, ou os próprios mecanismos de compartilhamento de carros, podem implicar no incentivo ao transporte automotivo? Essas são questões que cabem ser pontuadas e que sinalizam que o qualificador da sustentabilidade não pode ser adotado como uma redundância, quando se preconiza o desenvolvimento de uma *smart city*.

Diante dessas reflexões, este artigo se enquadra numa linha teórica que compreende o conceito de *smart city* como aquele que propicia o monitoramento e a gestão inteligente dos sistemas urbanos de modo a reduzir o consumo, os desperdícios e também os custos operacionais, levando a uma menor pegada ecológica de comunidades e cidades. Assim, alinha-se ao pensamento de Rashed & Mahmoud (2017, p.5), de que o fundamento básico de uma *smart city* é melhorar a qualidade de vida de seus cidadãos através de tecnologias inteligentes. No entanto, compreende-se também, tal qual pontua Downtow (2009, p.181) que, essa dita qualidade de vida, não pode ser compreendida objetivamente, mas antes se associa a uma melhor gestão do cotidiano, dos deslocamentos, do atendimento às necessidades básicas, que naturalmente levam uma comunidade a uma condição de melhor desempenho sustentável.

Ao se observar que o conceito de *smart city* atua no cerne de questões como desempenho e eficiência, redução de consumo e desperdício, apreende-se que a consecução de um projeto de *smart city* pode apresentar muitas contribuições ao alcance da sustentabilidade urbana, uma vez que compartilham de campos de ação sobrepostos e complementares. Nesse sentido, o objetivo desse artigo é apresentar as interfaces do conceito de *smart city* com o urbanismo sustentável, buscando apresentar um panorama do quanto o tema dos meios urbanos inteligentes têm sido efetivamente apropriado nas discussões mais atuais acerca dos processos de regeneração da biosfera nas cidades. A intenção é reforçar a importância de se trabalhar o binômio “cidade inteligente sustentável” no planejamento e gestão da cidade contemporânea. Para isso, preconiza-se apresentar os

conceitos e estratégias centrais para a operacionalização coligada de ambos os campos que emergem das literaturas mais atuais entorno do urbanismo regenerativo, um dos paradigmas mais atuais no campo da sustentabilidade urbana.

Assim, este artigo se estrutura a partir de uma revisão de literatura focalizada em trabalhar três pilares essenciais à consecução dos objetivos estabelecidos. Em primeiro lugar, pontua-se os principais aspectos que endossam o papel determinante da aplicação do conceito de *smart city* à operacionalidade do ideal de urbanismo sustentável. Em um segundo momento, apresenta-se os conceitos centrais de um projeto de *smart city* vinculado a um intento de sustentabilidade urbana. Nesse quesito, chama-se atenção para a definição de metabolismo urbano e a necessidade de transição a uma condição de metabolismo circular nas cidades através de soluções inteligentes. Esse embasamento conceitual sedimenta a abordagem da terceira parte do artigo, que se dedica a compreender as etapas de consolidação de um projeto de *smart city* sustentável e pontuar práticas que possam inspirar os primeiros passos em direção a um projeto de cidade inteligente.

Compreendendo que os processos de virtualização e informatização trazem ao campo do urbanismo, em especial na emergente temática das cidades inteligentes, um extenso leque de atuação e opções de sensoriamento, monitoramento e automatização do meio urbano, este artigo tem por expectativa estabelecer os fundamentos e delimitações de ação para os gestores que ambicionam se valer do conceito de *smart city* para o alcance de uma condição urbana mais sustentável. Vale ressaltar que explorar o conceito de sustentabilidade como um valor fundamental do planejamento e gestão urbanos é mais do que um compromisso local e uma importante estratégia de desenvolvimento urbano, como apresentado no tópico a seguir.

## 2. Revisão

O alcance de meios urbanos sustentáveis é o principal desafio do planejamento e gestão das cidades no século XXI. Entre as décadas finais do século XX e o início do novo milênio, muito se discutiu com relação aos padrões de desenvolvimento das nações capitalistas, especialmente no que tange à forma como exploram seus recursos naturais e poluem o meio ambiente através de uma cultura de se habitar, produzir e consumir nas cidades.

Há um extenso histórico da evolução do conceito de desenvolvimento sustentável, passando pela criação do clube de Roma (1968), pela Conferência de Estocolmo sobre Ambiente Humano das Nações Unidas (1972), evoluindo a partir da publicação do Relatório Brundtland (1987) até a paradigmática conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92). Mais recentemente, a 21ª Conferência do Clima (COP 21), realizada em Paris, em 2015, resultou num acordo de diminuição na emissão de gases de efeito estufa que se articulam, em diferentes medidas, às estratégias responsivas quanto às mudanças climáticas.

A mudança de paradigma instituída pelo Relatório Brundtland quanto à tematização do desenvolvimento sustentável foi identificar o meio urbano como um dos principais campos de ação (UNITED NATIONS, 1987) em prol de uma melhoria dos cenários futuros quanto à mitigação dos impactos ambientais e a possível regeneração do meio ambiente. A partir dessa pontuação, como menciona Oberoi (2004), o debate acerca do planejamento urbano

passa a se centrar em como usar sistemas e ferramentas de planejamento para promover um desenvolvimento urbano mais próximo dos ideais de sustentabilidade.

Evidentemente, essa medida repercutiu em diferentes abordagens de um urbanismo sustentável que se sucederam ao longo das últimas décadas. No entanto, nos últimos anos, os acordos internacionais e os riscos climáticos que se fazem iminentes acrescentam variáveis e exigem medidas responsivas cada vez mais sofisticadas. Para Thomson & Newman (2016, p. 1-5), na introdução do conceito de urbanismo verde, três horizontes de ação já devem ser pensados para o meio urbano: a) o *design* verde, que busca melhorar o desenvolvimento convencional; b) o desenvolvimento sustentável, classicamente compreendido como um passo em direção ao que se chama de impacto zero, ou seja, uma compensação completa de todo o carbono incorporado e operacional e, por fim; c) o urbanismo regenerativo, que pode ser compreendido como uma ação de reparo da biosfera.

Independentemente das nomenclaturas a que se possa valer para designar o que se compreende como urbanismo sustentável, o que Thomson & Newman (2016) levam a refletir é sobre o caráter cada vez mais complexo, multiescalar e transdisciplinar (THOMSON, 2016) de uma atuação urbana comprometida com o desenvolvimento sustentável e as reduções dos impactos ocasionados pelas mudanças climáticas.

No estado da arte internacional sobre o tema do urbanismo regenerativo, já se discute, há muito, sobre os meios de operacionalização de um planejamento urbano sustentável e sobre a necessidade de trabalhar essa aplicabilidade mediante novas ferramentas que permitam a interoperabilidade dos vários profissionais envolvidos no diagnóstico e proposição urbana nesse novo contexto. Para Gerber & López (2014) há aspectos fundamentais postos a um planejamento orientado pela visão de urbanismo regenerativo, como: desenvolver sistemas habilitadores à tomada de decisão, baseados nos múltiplos agentes que permitam o reconhecimento do contexto, bem como trabalhar plataformas fomentadoras de processos de simulação e que possam agregar dados de intensidade diferenciada. Essas demandas surgem de uma especificidade que emerge dos compromissos e metas estabelecidos nas convenções e acordos internacionais: as tomadas de decisão no planejamento urbano devem responder satisfatoriamente aos indicadores de sustentabilidade.

Essa demanda não só retira o processo de planejamento urbano de uma condição de linearidade – outrora composta das etapas de coleta, sistematização, diagnóstico, proposição e operacionalização –, como intercala dentre as ações tradicionais a necessidade constante de aferir os contextos e as decisões através dos processos de simulação. A simulação é um prognóstico preliminar que permite avaliar as decisões de planejamento antes de sua implantação prática, de modo a certificar se os indicadores – e portanto os objetivos e metas – estão sendo atingidos e possibilitando a revisão das propostas em direção a uma melhoria, se essa é uma condição que se faz necessária.

Segundo Gerber & López (2014, p.154), todo esse contexto exposto faz com que os métodos e as ferramentas utilizadas tradicionalmente no planejamento urbano não sejam suficientes à tomada de decisão em uma condição de atuação urbana complexa. A multidisciplinaridade, a estrutura, os temas e as variáveis diversas do ecossistema urbano levam a processos que devem se valer do urbanismo paramétrico (GERBER & LÓPEZ, 2014, p.154). É nesse ponto que o conceito de *smart city* não só se aproxima, mas se torna determinante à abordagem e operacionalização do urbanismo sustentável, especialmente na linha mais atual da regeneração da biosfera nos meios urbanos.

Para Rashed & Mahmoud (2017) a adoção de soluções inteligentes nas novas cidades podem ter um papel significativo não só no alcance do impacto zero nos meios urbanos, mas também na constituição de uma condição regenerativa. O *design* regenerativo tem um melhor desempenho com o auxílio de tecnologia inteligente, especialmente em temas como: uso eficiente de energias renováveis, gestão de resíduos e do uso do solo (RASHED & MAHMOUD, 2017).

Quando se aborda a adoção do conceito de *smart city* – portanto, das tecnologias de informação no sensoriamento e proposição urbanos – em associação a um intento de urbanismo sustentável –, o que se visa é um expressivo auxílio aos planejadores em abordarem, com propriedade, as complexidades e pressões sobre os vários sistemas urbanos. No entanto, esse é um percurso a ser trilhado a longo prazo: constituir a cidade inteligente significa se preparar para todas as revoluções que esse conceito traz à leitura e à automatização dos meios urbanos (RASHED & MAHMOUD, 2017, p.6). Entendendo a complexidade do tema e todas as variáveis nele envolvidas, este artigo avança, especificamente, nas dimensões da adoção do conceito de *smart city* orientado ao ideal de sustentabilidade nessa perspectiva mais avançada de regeneração, como detalhado nos tópicos seguintes.

### 3. Procedimentos metodológicos

O presente artigo integra um escopo de pesquisa mais amplo que visa a desenvolver um método de aplicação do conceito de *smart city* na lógica de reversão dos impactos relacionados às mudanças climáticas. Para tanto, tem-se adotado como referencial analítico e propositivo, o conceito de urbanismo regenerativo que, tal qual mencionado no tópico anterior, conforma as estratégias de ação no meio urbano promotoras de reparação da biosfera, entendendo ser este um importante passo para a consecução da resiliência urbana.

Diante desse cenário, buscou-se investigar o quão presente a temática das *smart cities* já se apresentava no debate do urbanismo regenerativo na contemporaneidade. Para tanto, efetuou-se uma revisão sistemática mediante a pesquisa, em duas plataformas indexadoras - Google Acadêmico e SciELO -, das seguintes terminologias: “urbanismo regenerativo” e “*regenerative urbanism*”.

A terminologia “urbanismo regenerativo” trouxe como retorno de pesquisa trabalhos publicados em língua portuguesa e espanhola. Contudo, há pouca permeabilidade do conceito em trabalhos luso-brasileiros e africanos – dos onze artigos selecionados nessa busca, somente dois estão em português. Aplicando-se a terminologia “*regenerative urbanism*”, são retornados 44 resultados em língua inglesa, promovendo uma maior permeabilidade do conceito.

De antemão, chama atenção o caráter recente do tema nos trabalhos retornados a partir da revisão sistemática. No caso da busca em espanhol e português, dos onze trabalhos encontrados, oito foram publicados a partir de 2018, o que se aproxima a 80% de todo o material produzido nesses idiomas. Em inglês, dos 44 artigos encontrados, 37 foram publicados a partir de 2015 – um marco de atualização dos dados científicos – o que se aproxima de 90% de todo o material publicado.

Essas informações permitem depreender que o urbanismo regenerativo está na ordem dos temas atuais de pesquisa sobre estudo e proposição para os meios urbanos. No entanto, restava responder, o quão avançada estava a associação do urbanismo regenerativo ao diálogo com a aplicação de métodos e estratégias de informatização próprias das *smart cities*.

Para responder a essa questão, foi efetuada uma leitura atenta de todo o material levantado pela equipe de pesquisa, resenhando-se os trabalhos que de algum modo mencionavam o conceito de *smart city* nessa temática maior do urbanismo regenerativo. Os resultados apresentam o seguinte cenário: nenhum dos trabalhos científicos publicados em língua portuguesa e espanhola desenvolve a associação entre esses dois conceitos. Já nos resultados retornados em língua inglesa, dos 44 trabalhos científicos levantados na revisão sistemática, somente três fazem alguma menção ao conceito de *smart city*, ou a processos de informatização do meio urbano que se façam pertinentes ao alcance da sustentabilidade urbana. São eles: Gerber & Lopez (2014), que discutem a interoperabilidade e a necessidade de parametrização dos processos de análise e proposição urbana sob a égide do urbanismo regenerativo; Rashed & Mahmoud (2017), que discutem especificamente a adoção de soluções inteligentes nos planos de melhoria da resiliência urbana e Solder *et al.* (2016), que abordam a informatização no apoio à consecução de paisagens produtivas nas cidades do Golfo, no Oriente Médio.

É fato que tanto o urbanismo regenerativo, em uma delimitação mais específica do grande campo da sustentabilidade urbana, quanto a temática das *smart cities*, já são campos autonomamente avançados. Contudo, o que se percebe é que pesquisas que interconectem esses dois temas e que se proponham a responder o que é necessário extrair e compatibilizar de cada uma dessas temáticas, ainda são incipientes.

Sendo assim, os resultados apresentados neste artigo se mostram exploratórios e se estruturam a partir de dois procedimentos específicos de sistematização dos dados levantados a partir dessa revisão de literatura. O primeiro procedimento foi identificar os conceitos que são recorrentes e cujo domínio se mostra imprescindível à aplicação de ações de *smart cities* no intento de regeneração urbana. O segundo procedimento adotado foi elencar as estratégias mencionadas nos trabalhos selecionados que auxiliam a iniciar um processo de planejamento com vias a qualificar as cidades tanto como inteligentes, quanto como sustentáveis.

Essa revisão conceitual e as estratégias destacadas são apresentadas no tópico a seguir. Mais além, promove-se uma discussão teórica com o objetivo de tanto endossar a importância da aplicação dessas práticas, como também chamar a atenção para fragilidades que lhes são inerentes, quando o processo de aplicação de um modelo de *smart city* sustentável não ocorre de forma reflexiva.

## 4. Aplicação/resultados

### 4.1 Conceitos essenciais à orientação de um projeto de *smart city* a um ideal de sustentabilidade

Para Rashed & Mahmoud (2017, p.6), o conceito central para a aplicação de um projeto de *smart city* orientado a um intento de urbanismo regenerativo é o de metabolismo

urbano. Segundo Broto *et al.* (2012), o metabolismo urbano está intimamente relacionado à ecologia urbana e aos variados processos de intercâmbio que geram o ambiente da cidade.

Essa definição de Broto *et al.* (2012, p. 851) leva a alguns desdobramentos para a tematização das cidades, como as entender enquanto ecossistema, compreender apropriadamente os fluxos de material e energia que se desenvolvem no meio urbano, assim como as relações econômico-materiais que se sediam tanto nas cidades, como entre estas e o meio rural. Nesse sentido, o metabolismo urbano diz respeito aos processos de troca nos quais as cidades transformam recursos primários em ambiente construído, biomassa humana e resíduos (BROTO *et al.*, 2012, p.851).

É diante desses vários campos incidentes na noção de metabolismo urbano, que Rashed & Mahmoud (2017, p.6) destacam seis dimensões cruciais sobre as quais um projeto de *smart city* aliado a um ideal de sustentabilidade deve se estruturar, são elas: pessoas, negócios, transporte, comunicação, água e energia. Quando esses sistemas são pensados de maneira integrada e em sinergia, há uma alta probabilidade em se atingir desempenhos ótimos e eficientes quanto à sustentabilidade urbana (RASHED & MAHMOUD, 2017, p.6).

Para compreender essa colocação de Rashed & Mahmoud (2017) é necessário avançar nos aspectos qualificadores do metabolismo urbano. Para tanto, recupera-se uma importante transição de paradigma pontuada por Broto *et al.* (2012) e Solder *et al.* (2016, p.110) na tematização de metabolismo urbano de uma cidade insustentável para uma cidade sustentável. A cidade insustentável é marcada por um metabolismo de lógica linear, ou seja, seus dejetos, resíduos e perdas, não são revertidos em insumos para novos fluxos e materiais. Já a cidade sustentável parte de um paradigma de metabolismo circular, que é próprio dos sistemas naturais. Nessas circunstâncias, os resíduos gerados são tomados como insumos. Um exemplo clássico dessa circularidade metabólica é o caso da boa gestão dos resíduos orgânicos, que quando reaproveitados através da compostagem podem ser úteis à fertilização do solo para novas produções agrícolas (SOLDER *et al.*, 2016, p.111).

Do mesmo modo que o metabolismo urbano deve ser essencialmente pensado em uma lógica circular em uma intencionalidade de sustentabilidade, um projeto de *smart city* atrelado a esse fim também deve pressupor pensar os seis campos de ação propostos por Rashed & Mahmoud (2017) – pessoas, negócios, transporte, comunicação, água e energia – tendo em vista sua qualificação para o fomento de um metabolismo circular em meio urbano. Nesse sentido, as tecnologias de informação agregadas a essas seis dimensões urbanas, devem orientar à criação de um ambiente urbano qualificado, engajado, eficiente e produtivo, definido por qualificadores: *smart people*, *smart economy*, *smart mobility* (envolvendo o transporte e a comunicação) e *smart environment* (englobando a água e a energia) (RASHED & MAHMOUD, 2017, p.7). Algumas práticas e alguns cuidados relacionados à operacionalidade desses conceitos são discutidos a seguir.

#### **4.2 Caminhos e cuidados para a operacionalização de um projeto de *smart city* sustentável**

A operacionalização de um projeto de *smart city*, segundo Cunha *et al.* (2016) consiste em quatro fases principais: a) a fase vertical, que envolve a aplicação de tecnologia aos serviços para melhorar a gestão; b) a fase horizontal, na qual se dá o desenvolvimento de

uma plataforma de gestão; c) a fase de conexão, que envolve a interação dos diversos serviços que passam a operar na plataforma e, por fim; d) a fase derradeira, chamada de “inteligente”, na qual a cidade é gerenciada de modo integrado em tempo real.

Um projeto de implantação de *smart city* se desenvolve gradativamente por essas etapas, no entanto, é na quarta e última fase que se tem o maior potencial de inter-relacionar, interar e interconectar as seis dimensões mencionadas por Rashed & Mahmoud (2017) através da aplicação do que se compreende como Internet das Coisas (Internet of Things – IoT), ou, mais recentemente, da Internet de Tudo (Internet of Everything – IoE). A internet das coisas é uma rede que relaciona todos os objetos físicos cotidianos, que são providos de tecnologia de informação de modo a coletar e transmitir dados sobre seus usos, além de tecerem comunicações entre si. A diferença tênue entre IoT e IoE é que, enquanto a primeira tem por ênfase a comunicação entre objetos, a última confere coesão a todos esses sistemas através de inteligência (RASHED & MAHMOUD, 2017, p.7).

A principal importância da aplicação da Internet das Coisas e Internet de Tudo em um projeto de *smart city* orientado à perspectiva de sustentabilidade, é que sua operacionalização nas seis dimensões elencadas por Rashed & Mahmoud (2017), através da aplicação de sensores e sistemas, permite a captura de todo o tipo de dados e ainda provê informação crítica sobre as atividades urbanas e sua operação. Com isso se tem um amplo mapeamento dos fluxos e materiais no espaço que permite o diagnóstico da condição do metabolismo urbano e a consequente tomada de decisão em direção a uma proposta de metabolismo circular.

Alguns exemplos da aplicação da IoT e IoE para esse fim são fornecidos por Rashed & Mahmoud (2017, p.7), como: a implantação de medidores digitais inteligentes, que registram o uso de água e energia em tempo real, bem como sensores que possibilitam monitorar a disponibilidade de vagas em estacionamentos nas cidades, o tráfego e fluxo de pedestres e automóveis, de modo a otimizar rotas de deslocamento e reduzir a emissão de gases poluentes.

Ter em vista o ideal de metabolismo circular e a perspectiva mais ampla de sustentabilidade urbana é um fator essencial para avaliar as soluções inteligentes aplicadas ao espaço urbano, visto que muitas delas podem surtir efeitos reversos. Lemos (2013, p.49) é um dos autores que argumentam que a tecnologia é uma importante ferramenta de suporte à tomada de decisão, mas, como já se mencionou na introdução deste artigo, ela deve favorecer, e não inibir, soluções inteligentes. Não é porque a tecnologia é aplicada que essencialmente se desdobrará em uma solução inteligente voltada a um meio urbano sustentável e humanizado. O sensores de monitoramento de vagas mencionados por Rashed & Mahmoud (2017), poderiam se enquadrar no caso já mencionado dos aplicativos de deslocamento: muitas vezes são soluções tecnológicas que acabam por facilitar o uso de transporte individual, ao invés de incentivar meios alternativos, como o deslocamento a pé ou por bicicleta (LEMOS, 2013, p.49), muito mais articulados, por sua vez, à perspectiva de melhoria do metabolismo urbano.

A sustentabilidade qualifica o quão inteligentes são as soluções tecnológicas aplicadas ao meio urbano, de modo que se pontue a diferença entre uma cidade digital e uma *smart city*, definida por Lemos (2013, p.48) como aquela que não só envolve a digitalização e informatização do meio urbano, mas é sensível a este. Para Urssi (2017, p.49), a *smart city* deve ser identificada por quatro principais componentes, dentre os quais se destacam: o controle de dados em tempo real, a aquisição contínua de informações dos fluxos urbanos,

a capacidade de avaliar o desempenho de todos os subsistemas que atuam na cidade, assim como a capacidade de agir para os controlar e os melhorar (URSSI, 2017, p.49).

Assim como a condição de melhoria do desempenho do metabolismo urbano é intrínseca à cidade inteligente, o que a colocação de Urssi (2017) traz é o desafio para análise de uma diversidade e quantidade de dados passíveis de coleta e estruturação. É nesse ponto que se faz relevante o papel da programação e inteligência artificial na identificação de tendências e padrões dentre a quantidade massiva de dados.

Nesse último quesito, estão as mais fundamentais revoluções tecnológicas associadas ao planejamento urbano, que envolvem até repensar a formação e o cabedal de saberes dos profissionais atuantes na área. Ainda que, conforme pontuado por Rashed & Mahmoud (2017), esse caráter revolucionário exija preparação e investimento, tem-se por ganho a melhor compreensão e controle da cidade e de suas operações e desenvolvimento, permitindo intervenções mais assertivas na tomada de decisão.

É preciso mencionar que toda essa estrutura informacional e tecnológica requer uma infraestrutura básica que pode ser onerosa em certos casos. Cabe aos gestores apoiar a integração de soluções inteligentes nos processos de gestão das cidades, encorajando os cidadãos a se informarem e se engajarem a essas tecnologias em suas vidas cotidianas (RASHED & MAHMOUD, 2017, p.8).

O processo de condução de um meio urbano a uma condição inteligente não precisa ser um plano implantado de uma única vez. Há soluções que podem ser facilmente aplicáveis como a gestão do trânsito através da coleta de dados em tempo real, o mapeamento em GIS, o ajuste automático de semáforos e sua orientação à presença do pedestre, oferta de serviços de bicicletas compartilhadas aliados ao georreferenciamento em aplicativos de localização. Como atentado por Rashed & Mahmoud (2017, p.8), todas essas ações contribuem significativamente para a redução na emissão de CO<sub>2</sub> e também trazem impactos positivos para a qualidade de vida e saúde das pessoas.

Já no campo das melhorias relacionadas à transição de um metabolismo linear para um metabolismo circular nas cidades, é possível destacar, entre tantos aspectos: o monitoramento do uso da água e energia e sua gestão eficiente através de soluções inteligentes, incluindo a aplicação da tecnologia *smart grid*: redes elétricas inteligentes que incluem uma extensa variedade de parâmetros operacionais e de medição energética com suporte de aparelhos inteligentes. A tecnologia *smart grid* pode ainda se somar à provisão energética através de recursos renováveis, também proporcionando o controle e melhoria da eficiência dos sistemas de geração, distribuição e consumo, com ajustes e balanços automatizados. Segundo Rashed & Mahmoud (2017, p.10), essas ações fazem com que a energia seja utilizada exatamente onde é necessária.

A forma como o tema das *smart cities* se incorpora a uma discussão mais ampla de urbanismo regenerativo, traz horizontes de aplicabilidade interessantes aos gestores urbanos, contudo, ao se tomar o referencial ideal do que seria uma cidade inteligente e sustentável, conforme pontuado ao início deste artigo, vislumbram-se muitas lacunas tanto de entendimento, quanto de operacionalização da *smart city*, que cabem ser trabalhadas na perspectiva dos meios urbanos na Era Informacional.

O que se observa, a noção de smart city ainda é discutida, no campo da sustentabilidade urbana, de forma muito restrita à materialidade da cidade tecnológica, ou seja, no curso de como as tecnologias de informação e comunicação podem ser aplicadas para mitigar os

efeitos antrópicos que suscitam as mudanças climáticas, ainda de modo muito pautado na eficiência dos sistemas urbanos e não no processo de revisão dos seus padrões de operação.

Avançar nesse segundo tema, algo que se mostraria essencial à transição de um metabolismo linear à condição de um metabolismo circular, é um desafio que envolve explorar a imaterialidade do conceito de *smart city*, que jaz naquilo que se qualifica como “inteligente” em sentido mais amplo, e não necessariamente tecnológico. É interessante compreender que em Rashed & Mahmoud (2017), as “pessoas” e a sua qualificação como ‘*smart people*’ compõem o primeiro pilar do que seria um projeto de cidade inteligente orientada a um metabolismo circular. As mesmas autoras ainda preconizam a relação de *smart city* com processos de melhoria na qualidade de vida urbana. No entanto, quando esses ideais se canalizam às estratégias de ação, o que se observa é a tematização do qualificador “*smart*” a uma dimensão, por vezes, utilitarista, e em outros casos mais centrada na esfera do controle.

O protagonismo das pessoas no processo de reversão dos sistemas urbanos a uma condição de metabolismo circular ainda é pouco incentivado na perspectiva dos trabalhos que nomeadamente se propõem a relacionar o conceito de *smart city* ao urbanismo regenerativo. Tal protagonismo, estimulado na inversão de uma lógica de inteligência urbana transitada de uma abordagem *top-down* para *bottom-up*, só se torna possível tanto quando se adentra nas subjetividades do que qualifica a sustentabilidade, como também na imaterialidade do que caracteriza um meio urbano inteligente. Nessa segunda dimensão, cabe mencionar que há processos de “inteligência urbana” não desvelados pela designação *smart city* em outros trabalhos que compuseram o processo de revisão de literatura.

A ideia de *smart city* não precisa se dar somente na esfera de controle e gestão otimizada dos recursos urbanos, mas deve se centrar especialmente na inovação. Newman (2016, p.148), por exemplo, é categórico ao afirmar que o desenvolvimento urbano com enfoque na sustentabilidade deve envolver a criação de áreas inovadoras na cidade, que polos vibrantes de atração de atividades, pessoas e dinâmicas urbanas diversificadas. Criar meios urbanos dotados, em sua forma e uso do solo, de complexidade e coesão social – predcados que inclusive figuram entre temas centrais de sistemas de certificação urbana orientados à sustentabilidade – são fatores imprescindíveis para que se efetive uma cultura de se habitar a cidade inteligente. Essa profusão de trocas é o que estimula, por exemplo, a efetivação de uma economia circular, de ações autônomas de compartilhamento, de criação de uma indústria e comércio verdes, para mencionar algumas ações que podem emergir de cidadãos inteligentes e que atuam direta e expressivamente na constituição de um metabolismo circular.

## 5. Considerações finais

Como visto nos resultados do processo de revisão sistemática acerca da associação do urbanismo regenerativo, como vertente da sustentabilidade urbana, com o conceito de *smart city*, são poucas, ainda, as pesquisas que desenvolvem essas temáticas de forma conjunta. Dentre as possíveis implicações desse cenário estão as incertezas com relação a quais métodos ou soluções inteligentes aplicar no intento de tornar um meio urbano mais sustentável. Conforme visto na discussão promovida neste artigo, algumas soluções inteligentes podem ter um papel antagônico no projeto de sustentabilidade urbana e essas

são algumas das questões que justificam um aprofundamento nas interfaces e associações profícuas entre esses dois campos do urbanismo. Porém, o que se observou, com maior efeito, é que ainda se tem uma compreensão de *smart city* como uma cidade tecnológica, o que caracteriza uma das dimensões de um meio urbano vibrante e inteligente.

O urbanismo sustentável, em todas as suas vertentes, pode se ver intimamente associado ao ideal de *smart cities*, que o corrobora e o fortalece. No entanto, o binômio cidade inteligente sustentável deve comportar tanto os aspectos materiais e mais utilitaristas do que se compreende como *smart city*, como também suas dimensões imateriais e que tangenciam processos de inovação urbana mais amplos.

A cidade sustentável e a cidade inteligente, quando associadas, ambas intencionam o desenvolvimento de um metabolismo circular, como também igualmente partem de uma visão de sistemas interconectados. Outro ponto que une o planejamento urbano orientado à sustentabilidade a um projeto de *smart city* é que ambos se caracterizam por conformarem práticas adaptativas, baseadas em sistemas, conduzidas por valores, dentre os quais a vida, a resiliência e a melhoria contínua (RASHED & MAHMOUD, 2017, p.8). Mas o que se infere da discussão promovida neste artigo é que transitar da adaptação à transformação dos sistemas urbanos de modo a preconizar o metabolismo circular, é uma dimensão que envolve trabalhar a imaterialidade dos meios urbanos inteligentes e os pensar de modo a estimular o protagonismo cidadão. Nesse sentido, um caminho interessante para investigações futuras deve se centrar tanto nas ferramentas de informatização do meio urbano que permitam trabalhar a participação, a simulação e a gestão como processos de análise e proposição urbana em prol da sustentabilidade, quanto nas estratégias de conformação do desenho urbano que permitam desenvolver contextos de vivência mais complexos, inovadores, criativos e que atuem na coesão social.

As discussões promovidas neste artigo auxiliam planejadores e gestores a compreender se o caminho que têm escolhido trilhar se dá na direção de uma simples digitalização do meio urbano, ou à efetivação de uma *smart city* plena, nas suas esferas materiais e imateriais. Nesse sentido, grande importância tem recuperar as bases conceituais do que forma uma cidade inteligente e compreender que, sem o diagnóstico do metabolismo urbano e sem um projeto qualificador e de engajamento do cidadão, das atividades exercidas no meio urbano, da diversificação e otimização dos meios de mobilidade e da gestão eficiente da água e energia em direção a um metabolismo circular, o conceito de *smart city* se enfraquece em sua dimensão mais fundamental: melhorar a qualidade de vida urbana, e como consequência, aprimorar os níveis de sustentabilidade.

## Referências

- BROTO *et al.*, V. C. Interdisciplinary perspectives on Urban Metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, v. 16, n. 6. Yale University, 2012.
- CUNHA, M. A et al. *Smart cities: transformação digital de cidades*. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016.
- DOWNTOW, P. F. Finding fractals: identifying elements of the ecocity. In DOWNTOW, P. F. (org.). *Ecopolis*. Springer Science, 2009.

GERBER, D. & LÓPEZ, R. S. Context-aware multi-agent systems: negotiating intensive fields. The 2013 Association of Computer Aided Design of Architecture (ACADIA) Conference. Los Angeles: ACADIA, 2014.

LEMOS, A. Cidades inteligentes. GV-executivo, v. 12, n. 2, p. 46-49, 2013. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/20720>>. Acesso em 15 jan. 2019.

NEWMAN, P. Perth as a “big” city: reflections on urban growth. Thesis Eleven, v. 135, n.1. Reino Unido: Sage, 2016.

OBEROI, A. Compact Cities: analyzing the urban spatial structure in cities with growth restrictions. Doutorado em Estudos Arquitetônicos e Planejamento Urbano (Tese). Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts, 2004. Disponível em: <<http://18.7.29.232/handle/1721.1/31196#files-area>>. Acesso em 05 dez. 2015.

RASHED, R. & MAHMOUD, R. A. Smart solutions in new cities as main actors in Regenerative Urbanism: The creation of resilient cities through circular urban metabolism and decreasing ecological footprints. Cairo: Ain Shams University, 2017.

SOLDER et al., A. G. Designing productive landscapes in a emerging desert metropolis: food systems and urban interfaces in Doha. In KATODRYTIS, G. & SYED, S. (orgs.). Gulf cities as interfaces. Cambridge: Gulf Research Centre Cambridge, 2016.

THOMSON, G. & NEWMAN, P. Geoengineering in the Anthropocene through Regenerative Urbanism. Geosciences, v.6, n.46. MDPI, 2016.

THOMSON, G. Transitioning to Regenerative Urbanism (Tese de Doutorado). Curtin: Curtin University Sustainability Policy Institute, 2016.

UNITED NATIONS. Report of the world commission on environment and development – “Our common future”. Brundtland, 1987. Disponível em: <https://ambiente.files.wordpress.com/2011/03/brundtland-report-our-common-future.pdf>. Acesso em 05 dez.2015.

URSSI, N. J. Metacidade: projeto, bigdata e urbanidade. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-01062017-154915/en.php>>. Acesso em 22 jan. 2019.