

ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental

## Gestão de cidades versus gestão de resíduos sólidos: a Cidade Inteligente será a Cidade Lixo Zero?

*Izabel Cristina Bruno Bacellar Zanetti (izabel.zaneti@yahoo.com), Luciana Freitas Enéias Oliveira (oliveiraluciana@uol.com.br), Thiago Henrique Fiorott (thf\_1981@hotmail.com)*

*CDS/Universidade de Brasília - UnB*

### RESUMO

Este artigo se propõe a traçar um paralelo entre os projetos para estabelecimento de cidades inteligentes, a luz dos modelos propostos pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, e o conceito de cidades lixo zero, a partir da abordagem global, que é característica desse movimento. No Brasil, cidades inteligentes e cidades sustentáveis foram conceitos comumente utilizados para denominar a mesma coisa: um alvo de tecnologia a ser atingido para se alcançar a melhoria das condições de vida das comunidades. Hoje se sabe que a sustentabilidade ainda é um objetivo distante para a maioria das cidades, inclusive as que se lançaram no desafio dos projetos de transição dos modelos de gestão tradicional para as chamadas “*smart cities*”. Muitas dessas cidades carregam ainda o peso de grandes aterros sanitários ou mesmo lixões, que se perpetuam como prova da real ausência de políticas de educação ambiental e de gestão efetiva de seus resíduos. O movimento lixo zero prevê uma escolha radical, em escala global e colaborativa, a partir de ações das cidades, para zerar o descarte de resíduos. A união desses dois conceitos pode viabilizar uma nova forma de gerir resíduos em grandes, médias e pequenas cidades.

**Palavras-chave:** Cidades inteligentes; resíduos; lixo zero.

### ABSTRACT

This article proposes to draw a parallel between the projects for smart cities, in the light of the models proposed by the Inter-American Development Bank – IDB, and the concept of zero waste cities, based on the global approach, which is characteristic of this movement. In Brazil, smart cities and sustainable cities were concepts commonly used to name the same thing: a technology target to be reached in order to improve the living conditions of communities. Today it is known that sustainability is still a distant goal for most cities, including those that have taken on the challenge of transitioning projects from traditional management models to the so-called “*smart cities*”. Many of these cities still carry the weight of large sanitary landfills or even dumps, which are perpetuated as proof of the real absence of environmental education policies and effective management of their waste. The zero waste movement foresees a radical choice, on a global and collaborative scale, from the actions of cities, to zero waste disposal. The union of these two concepts can enable a new way of managing waste in large, medium and small cities.

**Keywords:** Smart cities; waste; zero waste.

### 1. INTRODUÇÃO

No estudo dos ciclos econômicos, Carlota Perez, em seu livro “Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages”, afirma que uma nova estrutura econômica é instalada a partir de uma revolução tecnológica. (PEREZ, 2002)

Dessa forma, nos últimos 2 séculos, o mundo passou por 5 dessas revoluções: primeira revolução industrial (na Inglaterra) de 1771, que mecanizou o que antes era manufaturado; a segunda, em 1829 (ainda na Inglaterra), que introduziu máquinas movidas à vapor, o carvão como combustível, as estradas de ferro como meio de distribuição e o telégrafo como meio de comunicação; a

terceira de 1875 (em diversos países), que apresentou a eletricidade e o aço (construindo maior interação entre os hemisférios sul e norte); a quarta revolução, em 1908, que apresentou ao mundo a linha de produção (fordismo), o petróleo, o plástico, a produção em massa, o telefone, o rádio, o avião. A quinta revolução foi inaugurada como a “era da telecomunicação”, mas que ainda estamos vendo acontecer e evoluir por meio dos computadores, da comunicação instantânea, dos robôs, dentre outros (Quadro 1).

**Quadro 1 – Cinco revoluções tecnológicas sucessivas**

Revolução Tecnológica	Nome Popular	País-núcleo (difusão)	Inovações iniciadoras	Novas Infraestruturas
Primeira (1771)	Revolução Industrial	Inglaterra	Abertura da fábrica de algodão de Arkwright em Cromford	Canais e vias fluviais; energia hidráulica
Segunda (1829)	Era do vapor e das ferrovias	Inglaterra (Europa e EUA)	Prova do motor a vapor Rocket para a ferrovia Liverpool-Manchester	Ferrovias; telégrafo; grandes portos, grandes depósitos e grandes barcos de navegação mundial; gás urbano
Terceira (1875)	Era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada	EUA e Alemanha, ultrapassando Inglaterra	Inauguração da fábrica de aço Bessemer de Carnegie, na Pensilvânia	Navegação mundial em velozes barcos de aço (uso do Canal de Suez); redes transnacionais de ferrovias (uso do aço barato); grandes pontes e túneis; telefone; redes elétricas (para iluminação e uso industrial)
Quarta (1908)	Era do petróleo, do automóvel e da produção em massa	EUA e Alemanha (Europa)	Saída do primeiro modelo-T da planta de Ford em Detroit, Michigan	Autopistas, portos e aeroportos; redes de oleodutos; eletricidade de plena cobertura (inclusive doméstica); telecomunicação analógica mundial
Quinta (1971)	Era da informática e das telecomunicações	EUA (Europa e Ásia)	Anúncio do microprocessador Intel, em Santa Clara, Califórnia	Comunicação digital mundial (cabos de fibra ótica, rádio e satélite); Internet e outros serviços eletrônicos; redes elétricas de fontes múltiplas e uso flexível; transporte físico de alta velocidade.

Fonte: Perez, 2002. Tradução própria

As primeiras décadas de cada onda constituem o estabelecimento da revolução, quando há efervescência de ideias e forte disputa nos mercados. Obtém-se, então, grandes sucessos, que estimulam o apetite dos investimentos por mais ideias e que também podem resultar em grandes bolhas, como as ocorridas nas décadas de 20 e 90 do século passado. Em seguida, há o colapso dessas bolhas, desencadeando recessões. Para combater essa queda, são introduzidas mudanças institucionais e regulatórias, o que abre caminho para a segunda fase, a da “mobilização”. É nessa segunda fase que despontam as verdadeiras “eras de ouro”, como o *boom* que se seguiu à Segunda Guerra Mundial. (PEREZ, 2002)

Segundo Perez, o mundo entrará nesse período exatamente agora, quando todo o potencial de inovação da revolução tecnológica iniciada nos anos 1970 se espalha por todos os setores da economia e seus benefícios podem alcançar a sociedade de forma abrangente, trazendo prosperidade (Quadro 2).

**Quadro 2 –** Datas aproximadas de instalação e períodos de implantação de cada onda de desenvolvimento

Revolução Tecnológica (Onda longa)	Instalação		Intervalo de acomodação (colapso financeiro, recessão e recomposição institucional)	Desdobramento	
	Irrompimento (Big-bang)	Frenesi (Bolha financeira)		Sinergia (Boom)	Maturidade
1a (1771) Revolução Industrial	Anos 70 e início dos 80	Mania dos canais (1793)	1797 (pânico financeiro)	1798-1812 Grande avanço inglês	1813-29 Crises financeiras (1819 e 1825)
2a (1829) Era do vapor e das ferrovias	Anos 30	Mania das ferrovias (1836)	1847 (pânico financeiro) 1848-50 (revoluções sociais)	1850-57 Boom Victoriano	1857-73 Crises financeiras (1866 e 1873)
3a (1875) Era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada	1875-84	Auge de países do Hemisfério Sul — Argentina (1890) EUA (1893)	1893-95 1903 (“pânico dos ricos”)	1895-1907 Belle Epoque	1908-18 Crises financeiras (1920)
4a (1908) Era do petróleo, do automóvel e da produção em massa	1908-20	Os “loucos anos 20” (automóveis, rádio, eletricidade, imóveis, etc.)	Pânico financeiro 1929-33 (Europa) 1929-43 (EUA)	1943-59 Época de ouro do Pós-Guerra	1960-74 Crise do petróleo (1974)
5a (1971) Era da informática e das telecomunicações	1971-87	Mania da Internet 1987-2001 Ásia (1997)	2001- ?? (Nasdaq; subprime)	20??	20??

Fonte: Perez, 2002. Tradução própria

Entretanto, a própria Carlota Perez ressalta que, desta vez, para saborear a era da “boa vida” proporcionada pela revolução tecnológica vigente, não haverá como fugir da necessidade de consertar os problemas gerados pela revolução anterior, quais sejam: consumismo, poluição, aquecimento global, lixo, degradação de biomas, entre outros, sem esquecer o modelo estabelecido de distribuição de riqueza que gera profundas desigualdades sociais em países como o Brasil.

Parece utópico afirmar que a possível próxima revolução estará totalmente voltada ao meio ambiente. Entretanto, imaginar um novo modelo tecnológico de sucesso que não preveja uma profunda revolução na forma como lidamos com o meio ambiente parece igualmente inverossímil e, considerando que grande parte da problemática ambiental é fruto de um modelo de urbanização e de vida social urbana insustentáveis, não parece um equívoco imaginar que uma transformação na gestão das cidades pode ajudar a pavimentar o caminho de uma revolução tecnológica para conservação da natureza.

De acordo com as Nações Unidas, até 2050, 70% da população mundial viverá em cidades (esse índice hoje é 55%), o que quer dizer que pelo menos 6 bilhões de humanos enfrentarão os desafios impostos pelos aglomerados urbanos. E esses desafios se tornarão problemas com maior ou menor intensidade, a depender das decisões e escolhas feitas hoje.

Atualmente, cidades ocupam somente 2% da superfície do planeta, entretanto, consomem mais de 75% dos recursos naturais e são responsáveis por gerar 70% dos resíduos sólidos em escala global.

E a gestão desses resíduos ainda está longe do aceitável na maioria das cidades do mundo. Não é preciso, portanto, um grande número de cálculos matemáticos para perceber que, sem uma mudança real e urgente, os problemas já detectados hoje se tornarão tragédias exponenciais e irreversíveis.

Dois conceitos, até aqui tratados de forma independente, oferecem perspectivas de tratamento das questões relacionadas a resíduos sólidos que podem nos encaminhar para novos modelos de gestão de cidades que se pressupõem mais sustentáveis. Tratam-se dos conceitos de Cidade Inteligente e modelo Lixo Zero de cidades.

Neste artigo, será apresentado Cidades Inteligentes e seu enfoque em relação à gestão de resíduos sólidos, ilustrada por exemplos de cidades ao redor do mundo. Em seguida, exposição da abordagem Lixo Zero, seus princípios e casos de sucesso.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é encontrar pontos de convergência entre os conceitos de Cidades Inteligentes e Lixo Zero na gestão de resíduos sólidos, na expectativa de que os exemplos de sucesso de ambas as abordagens aumentem o leque de possíveis soluções para cidades.

## 3. METODOLOGIA

A proposta de investigação que conduziu este artigo foi: “Gestão de cidades versus gestão de resíduos sólidos: a Cidade Inteligente será a Cidade Lixo Zero”. A pesquisa foi realizada por meio de revisão bibliográfica em livros e artigos relacionados aos temas, bem como acesso ao site das Nações Unidas, UNEP e ZWIA.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Cidades Inteligentes

Segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, uma cidade inteligente é “aquela que coloca as pessoas no centro do desenvolvimento, incorpora tecnologias da informação e comunicação na gestão urbana e utiliza esses elementos como ferramentas que estimulam a formação de um governo eficiente, que engloba o planejamento colaborativo e a participação cidadã. Cidades inteligentes favorecem o desenvolvimento integrado e sustentável tornando-se mais inovadoras, competitivas, atrativas e resilientes, melhorando vidas.” (BOUSKELA, M. et. al., 2016)

Ao derivar esse conceito, impõe-se a tecnologia como peça central da estruturação da cidade inteligente, porém com o objetivo claro de promover saltos na qualidade de vida da população, bem como melhorar a eficiência das operações e serviços urbanos, enquanto busca garantir o atendimento às necessidades sociais, econômicas e ambientais das gerações atuais e futuras. (LEITE, 2014)

Não se trata, portanto, da simples introdução de novidades digitais e tecnológicas nos equipamentos urbanos pré-existentes. Conforme apresentado no quadro 3, cidades inteligentes são, em essência, novos modelos de gestão de cidades, associando infraestrutura de comunicação, uso de sensores e gestão de dados a centros de operação e interfaces de comunicação, aplicativos e sistemas que, por fim, integram gestores, cidadãos e a estrutura operacional da cidade. (MOROZOV; BRIA, 2019)

#### Quadro 3. O que é uma cidade inteligente?

<b>É sustentável:</b> usa a tecnologia digital para reduzir custos e otimizar o consumo de recursos de modo que sua administração presente não comprometa o uso pelas gerações futuras;
<b>É inclusiva e transparente:</b> tem canais de comunicação diretos com os cidadãos, opera com dados abertos e permite acompanhar suas finanças;
<b>Gera riqueza:</b> oferece infraestrutura adequada para geração de empregos de alta qualidade, inovação, competitividade e crescimento dos negócios;
<b>É feita para os cidadãos:</b> usa a tecnologia digital para melhorar a qualidade de vida das pessoas e dar acesso rápido a serviços públicos mais eficientes

Fonte: Banco Interamericano de Desenvolvimento

Esses conceitos nascem da necessidade de planejar, gerenciar e governar cidades de forma sustentável, maximizando as oportunidades econômicas e minimizando os danos ambientais, que são grandes desafios que praticamente todos os países vão enfrentar no século XXI. Para isso, os recursos públicos precisam ter melhor utilização e os ativos naturais precisam ser explorados de forma consciente e responsável. (BOUSKELA, M. et. al., 2016)

Em um processo de “transformação” de um modelo tradicional de gestão de cidades para uma cidade inteligente requer investimento orçamentário e disposição para mudança. Isso porque há uma grande infraestrutura tecnológica e de comunicação a ser instalada – ver quadro 4, mas, principalmente, porque desse investimento nasce uma nova forma de gestão, mais participativa, interativa e com controle cidadão.

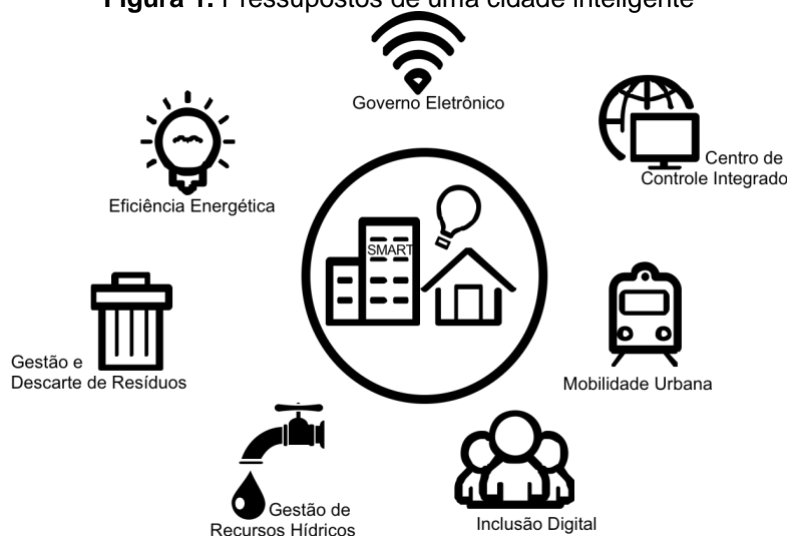
**Quadro 4.** Pilares para construção de uma cidade inteligente

<b>Interfaces de comunicação</b> (serviços, portais web, aplicativos móveis) para enviar e receber informações da população e das empresas, associadas a plataformas de dados abertos e governo eletrônico que favorecem a gestão participativa e a transparência da estrutura pública.
<b>Centros integrados de operação e controle</b> , dotados de computadores e aplicações de software que, recebem, processam e analisam os dados enviados pelos sensores, fornecem painéis de monitoramento e visualização, comandam dispositivos remotamente e distribuem informações para departamentos, instituições e para a população.
<b>Sensores e dispositivos</b> conectados que captam diferentes sinais do ambiente e os transmitem pelas redes para computadores dos centros de controle e gestão das cidades, que integram diferentes áreas temáticas como trânsito, segurança, atendimento ao público, situações de emergência e alerta a desastres naturais.
<b>Infraestrutura de conectividade:</b> redes de internet de banda larga (fixas e/ou móveis), para receber e enviar dados.

Fonte: Banco interamericano de Desenvolvimento. Elaboração própria.

Entretanto, para além da utilização da tecnologia e integração de comunicação, cidades inteligentes são sustentáveis, inclusivas e feitas com a participação e controle do cidadão, sendo, portanto, democráticas e inovadoras. É possível, portanto, com algum investimento em infraestrutura de tecnologia para cidades, criar novos arranjos e redes complexas de transformação, com atores públicos e privados, de dentro e de fora das comunidades, mobilizados para amplificar as soluções e as respostas aos problemas que afetam a sociedade, o meio-ambiente e a economia. A figura 1 espelha aquilo se espera de uma cidade inteligente.

**Figura 1.** Pressupostos de uma cidade inteligente

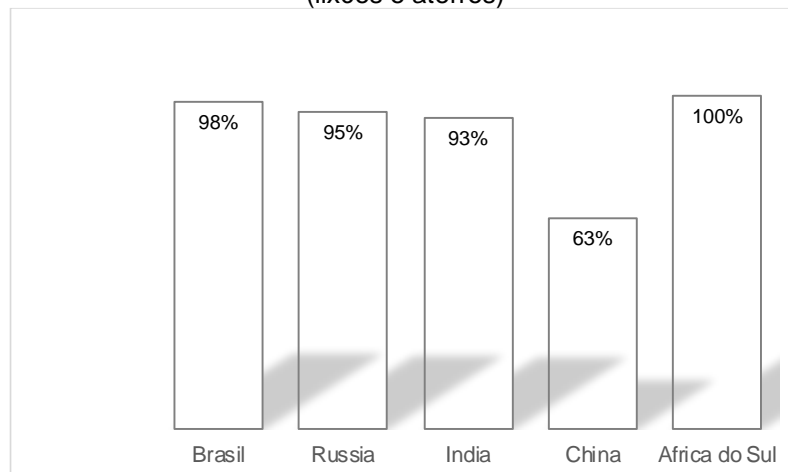


Fonte: BID, elaboração própria

Um dos pressupostos basilares para estruturação de uma cidade inteligente é a gestão adequada para os resíduos sólidos urbanos. Hoje, segundo dados das Nações Unidas, o mundo produz aproximadamente 2 bilhões de toneladas de resíduo sólido por ano. E a previsão do Banco Mundial e da ONU é que, até a metade deste século, se for mantido o ritmo atual, o mundo produzirá 4 bilhões de toneladas por ano.

Em alguns países, em especial na União Europeia – destaque para regiões da Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Espanha e Suécia -, a implementação efetiva de boas práticas de gestão de resíduos sólidos resultaram em taxas próximas a 90% de reaproveitamento, por meio da combinação de ações de reutilização, reciclagem, compostagem e tratamento de resíduos com recuperação energética. Entretanto, isso está longe de ser uma realidade próxima para países em desenvolvimento, por exemplo o bloco dos BRICS, onde o descarte dos resíduos no solo (irregular, como lixões, ou regular, aterros) ainda é a prática mais comum, conforme mostra o gráfico a seguir.

**Gráfico 1** – Percentual de descarte de resíduos sólidos no solo (lixões e aterros)



Paes et. al., 2021

Para efeitos de comparação e visualização do esforço necessário e urgente para mudança desse cenário, em 2014, nos EUA, 53% dos resíduos sólidos foram destinados a aterros, enquanto os outros 29% reciclados, 13% incinerados (com recuperação energética) e 5% enviados para compostagem (PAES et. al., 2021, apud EPA, 2016).

Algumas cidades, ao encararem o desafio de transformação do seu modelo de gestão tradicional para o modelo de cidades inteligentes, incorporaram os pressupostos conceituais também na gestão de seus resíduos sólidos e apresentam soluções bem sucedidas, tanto no resultado final do tratamento do lixo, quanto na evolução da educação ambiental das comunidades. A seguir, três exemplos de cidades inteligentes quanto à gestão de resíduos sólidos:

#### 4.1.1 Itu - SP

Cidade do interior de São Paulo, com aproximadamente 177 mil habitantes (IBGE), implantou um sistema de coleta seletiva, por meio de uma parceria público/privada, usando 3.300 contêineres distribuídos por toda a cidade. Em vez de a prefeitura fazer a coleta porta a porta, é a população que leva os resíduos para os contêineres, devidamente separados. Essa estratégia reforça o efeito educativo dos programas de sensibilização para que a população aprenda a separar corretamente o que pode ser reciclado. A meta da cidade é converter 70% das 3,6 mil toneladas/mês de resíduos úmidos em energia elétrica ou gases. Os contêineres de resíduos orgânicos, recicláveis ou subterrâneos (com sensores de peso e volume) são colocados em lugares chave que levam em conta a existência de estabelecimentos geradores de resíduos. Cada

contêiner está conectado a um sistema de monitoramento capaz de indicar a necessidade de reparos ou substituição por meio de um software específico. (BOUSKELA, M. et. al., 2016)

#### 4.1.2 Santander – Espanha

A coleta urbana de resíduos sólidos em Santander é automatizada. Os coletores públicos informam

quando estão cheios, evitando a coleta quando ainda é desnecessária. Foram instalados nas lixeiras sensores de volume, umidade, odor e emissão de gases, entre outros, bem como *tags* de radiofrequência (RFID) e comunicação por proximidade (NFC), antena dual (GPRS/GPS), GPS nos caminhões de coleta, aplicações móveis para auxiliar o trabalho de coleta e manutenção, e software de tracking para monitoramento e gerenciamento unificado das operações. (BOUSKELA, M. et. al., 2016)

#### 4.1.3 Barcelona – Espanha

As latas de lixo são conectadas por redes sem fio e equipadas com sensores que monitoram o volume de lixo com a possibilidade de detectar, inclusive, a presença de materiais perigosos em seu interior. (BOUSKELA, M. et. al., 2016)

No entanto, e apesar dos esforços exemplares dessas cidades, a gestão sustentável de resíduos sólidos aparece como tópico marginal nos tratados e modelos de cidades inteligentes, que parecem direcionar a maior parcela de seus recursos e planejamentos para o desenvolvimento tecnológico e eletrônico dos governos, monitoramento de segurança, gestão de riscos e mobilidade urbana. (BOUSKELA, M. et. al., 2016). Cidades como Londres, Tóquio, Nova York, ou mesmo Santander e Barcelona, concentram seus planos de transformação de modelo de gestão nesses temas, abordando a gestão do lixo de maneira residual.

Isso é um paradoxo em si. O problema do lixo e da gestão de resíduos é tão grave que, segundo o relatório *What a Waste 2.0* do Banco Mundial, até 2050 o mundo produzirá em torno de 70% a mais dos 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos que são gerados hoje, atingindo 3,40 bilhões de toneladas. Sem uma revolução nas estruturas econômicas – passando do modelo linear para o modelo circular -, um processo de educação massivo e focado na criação de novas estruturas de consumo e de responsabilização cidadã é muito difícil imaginar uma mudança de cenário. Além disso, é necessário investir para modernizar e dar eficiência ao tratamento dos resíduos nas cidades. Não há, portanto, razão para não utilizar os modelos de cidades inteligentes para ajudar em um plano de transição para a gestão de resíduos sólidos, uma vez que a gestão participativa, a transparência, e a governança alicerçada em indicadores de desempenho e sustentabilidade são parte desses modelos. Assim, uma decisão por uma cidade “lixo zero”, por exemplo, se torna exequível e até mesmo provável, num cenário de transformação para uma “cidade inteligente”.

## 4.2 Lixo Zero

Para a *Zero Waste International Alliance – ZWIA*<sup>1</sup>, lixo zero é uma “meta ética, econômica, eficiente e visionária para orientar pessoas a mudar seus estilos de vida e práticas para emular ciclos naturais sustentáveis, onde cada material descartado seja projetado para tornar-se recurso para outros usos.

Lixo Zero significa desenhar e gerir produtos e processos para sistematicamente evitar e eliminar o volume e toxicidade de lixo e materiais, conservar e recuperar todos recursos naturais, e não os incinerar ou aterrar”. (SABATINI E WANDERLEY, 2021)

O objetivo de uma cidade ao implementar o conceito Lixo Zero é eliminar todos os descartes na terra, nas águas ou na atmosfera que podem ser prejudiciais à saúde humana, animal e vegetal, abolindo a perspectiva linear de deposição final. Um produto que não pode ser reutilizado, reparado, reconstruído, restaurado, refinado, revendido, reciclado ou compostado, provavelmente não deveria existir. Esse conceito evidencia a urgência de mudança na abordagem e no tratamento do lixo e dos resíduos sólidos, adotando 4 princípios básicos:

- Converter desperdício em gerenciamento de recursos;
- Redesenhar produtos e métodos de produção para eliminar resíduos;
- Evitar a incineração e o aterro sanitário;
- Criar um modelo colaborativo das sociedades em todo o mundo, com foco no compartilhamento de ideias relativas ao conceito lixo zero. (zwia.org)

Zero Waste International Alliance - ZWIA é a Aliança Internacional para o lixo zero, uma organização multidisciplinar, formada por professores, cientistas e estudiosos do conceito "lixo zero" que conduzem debates sobre o tema em todo o mundo, desde 2002, oferecendo treinamento e suporte de conteúdo para governos e sociedade civil para implementação do modelo lixo zero. No Brasil, aliança tem uma ramificação: o Instituto Lixo Zero.

Algumas cidades já sedimentaram os conceitos de lixo zero, e podem servir de exemplo para a implementação no Brasil.

#### 4.2.1 São Francisco, EUA

É a maior cidade lixo zero do mundo. Pretendia atingir até 2020 a marca de 90% de desvio dos seus resíduos de aterros e incineradores. A cidade já alcançou 87%, apesar dos problemas com a pandemia de Covid-19. (SABATINI E WANDERLEY, 2021).

A separação é feita em três frações: recicláveis, compostáveis e rejeitos, como também preceitua a nossa Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010).

#### 4.2.2 Campannori, Itália

Cidade da Toscana, com 46 mil habitantes, foi o primeiro município da Europa a assinar, em 2007, a Estratégia Europeia de "Lixo Zero". Consulta pública aos cidadãos e transparência na gestão foram os fatores chave para o sucesso da empreitada, e ainda: a criação do sistema de coleta porta-a-porta, introdução da "taxa do lixo" (pay-as-you-throw), treinamento e engajamento da comunidade, criação do primeiro Centro de pesquisa de resíduo zero na Europa, em 2011, e abertura de um centro de reutilização, onde itens como roupas, calçados, brinquedos e móveis podem ser consertados e vendidos ou doados a quem precisa, desviando-os do aterro e cumprindo uma função social muito importante. (zwia.org).

Entre 2005 e 2010, 82% do resíduo produzido pela cidade eram separados nas próprias casas das pessoas. Assim, apenas 18% eram enviados para aterros sanitários. Após a implementação da tarifa do lixo, em 2012, a porcentagem saltou para 90% nos bairros onde a política foi implantada. Dez anos depois do início do projeto, Campannori reduziu em 40% a produção *per capita* de resíduos e se tornou um exemplo internacional. Inspirados pelo seu sucesso, hoje cerca de 400 municípios europeus caminham para o Lixo Zero.

O conceito lixo zero é inovador, o que em essência causa desconforto e desconfiança na maioria das pessoas. Poucos são os que abraçam inovações como essa em um primeiro contato, especialmente porque são novos conceitos imbuídos de uma necessidade de adesão total para mudança de cultura. Entretanto, as inovações propostas por cidades inteligentes hoje já aparecem como intenso desejo pelas comunidades urbanas ao redor do mundo. A união, portanto, desses dois conceitos poderia se traduzir em enorme ganho para o meio ambiente, para as cidades e, também, para as sociedades.

## 5. CONCLUSÃO

A geração de riqueza e o desenvolvimento de um país se relacionam intimamente com sua capacidade de gerar tecnologias. (PEREZ, 2002). E os Estados devem estar atentos para empreender e expandir seu desenvolvimento para alcançar melhores estágios de crescimento econômico que proporcionem a melhora das condições de vida da população e a expansão das liberdades dos cidadãos. (AMARTYA SEN, 2010)

Ao estudar cidades inteligentes, é possível, já em um primeiro olhar, entender que tecnologia e transformação digital são os principais motores conceituais que viabilizam um projeto de transformação de gestão de cidades do modelo tradicional para um novo modelo. Entretanto, imaginar uma cidade do futuro que não faça adesão incondicional à sustentabilidade não parece inteligente. E uma adesão que não passe pela gestão e tratamento dos resíduos sólidos pode se mostrar muito mais retórica do que efetiva. Ao longo de uma breve pesquisa sobre sustentabilidade em cidades inteligentes é bem mais provável encontrar projetos de resposta das cidades a problemas ambientais e mudanças climáticas já percebidos do que se deparar com ações de correção de rumos e de reparação de ambientes degradados.

Um exemplo disso é o Rio de Janeiro, onde a população tem sofrido com calamidades que desabrigaram milhares e levaram centenas a óbito. A cidade poderá registrar um aumento de até 3,4 graus Celsius em sua temperatura média nos próximos 65 anos, e em 2080, o nível do mar pode aumentar entre 37 e 82 centímetros. São problemas gravíssimos e que precisam de soluções de curto prazo. A cidade, então, escolheu fazer da redução de desastres uma prioridade dos seu projeto de 'cidades inteligentes'; mapear o risco e tomar ações preventivas, além de

conscientizar a população para que todos estejam preparados e prontos para agir. Além disso, a prefeitura tem promovido o investimento em radares meteorológicos e em uma rede de pluviômetros instalados em torres de telefonia móvel, que auxiliam a Defesa Civil no monitoramento das chuvas. (BOUSKELA, M. et. al., 2016)

Esse é um exemplo, dentre tantos, de ações que buscam viabilizar a realidade urbana diante das catástrofes ambientais sem, contudo, demonstrar o mesmo entusiasmo para projetos de mudança radical nos modelos das cidades, modelos esses que criaram e ainda hoje potencializam a degradação ambiental que já nos afeta a todos, sobretudo na produção de resíduos, sem a devida gestão, o que potencializam os riscos de desastres.

O conceito Lixo Zero é inovador e radical. Prevê uma hierarquia para tratamento de resíduos, que passam a não mais serem visto como lixo passível de descarte e desperdício. Resíduos são recursos e assim devem ser tratados e aproveitados. A hierarquia lixo zero tem a seguinte ordem de prioridade: 1) Recusar, repensar, reprojeter; 2) Reduzir, reutilizar; 3) Consertar (preparar para reutilizar); 4) Reciclar, compostar; 5) Recuperar matéria-prima; 6) Gerir os rejeitos. (SABATINI E WANDERLEY, 2021)

A união dos conceitos de cidades inteligentes e lixo zero pode ter grande potencial de sucesso na implementação de projetos de tratamento de resíduos, levando à modernização de todo o processo de gestão, mas sobretudo criando a nova cultura de respeito ao meio ambiente por meio da responsabilidade cidadã para o cuidado com o lixo. A cidade inteligente só o é, de fato, se for sustentável. E a gestão inteligente dos resíduos sólidos é uma resposta efetiva das cidades para o ganho de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

BOUSKELA, M. et. al. **Caminho para as smart cities**: da gestão tradicional para a cidade inteligente. Monografia do Programa de Cidades Emergentes e Sustentáveis (CES). [s. l.]. BID, 2016.

LEITE, C. Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: Desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2014

MOROZOV, E; BRIA, F. **A cidade inteligente**: Tecnologias urbanas e democracia

PAES, M. et. al. **Manual prático para inovação em gestão dos resíduos sólidos urbanos**. São Paulo: FGV EAESP, 2021

PEREZ, C. **Technological Revolutions and Financial Capital**: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

SABATINI, R.; WANDERLEY, T. Cidades Lixo Zero. Florianópolis: Instituto Lixo Zero Brasil, 2021

SEN, AMARTYA. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, Edição do Kindle, 2010.

## Sites

<https://brasil.un.org>

<https://www.unep.org/pt-br>

<https://zwia.org>