



VI-014 – CONSTRUINDO CIDADES SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES: A SINERGIA ENTRE ECONOMIA CIRCULAR, ODS E INDICADORES DE SANEAMENTO

Arthur Bispo Ferreira ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental com ênfase em Saneamento pelo Programa de Pós-Graduação Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Bauru.

Alessandro Sanchez Pereira ⁽²⁾

Doutor em Saneamento e Meio Ambiente (UNICAMP). Mestre em Gestão e Política Ambiental, Lund University. Diretor Executivo do Instituto 17.

Fabiana Alves Fiore Pinto ⁽³⁾

Livre-docente em Gerenciamento de Resíduos Sólidos (UNESP). Doutora em Saneamento e Meio Ambiente (UNICAMP). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Engenheira Civil (UFMG). Professora do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (ICT/UNESP).

Endereço⁽¹⁾: Av. Eng. Luiz Edmundo C. Coube 14-01 - Vargem Limpa - Bauru - SP - CEP 17033-360 - Telefone: (14) 3103-6000 – e-mail: arthur.ferreira@unesp.br

RESUMO

A intensificação da urbanização, impulsionada pela migração demográfica do rural para o urbano, resulta em cidades que frequentemente enfrentam degradação ambiental e deterioração na qualidade de vida. Para enfrentar esses desafios, propõe-se a transição para comunidades sustentáveis, inteligentes e resilientes, capazes de harmonizar o crescimento econômico com a conservação de ecossistemas e recursos naturais. Este modelo de desenvolvimento, fundamentado nos princípios da Economia Circular (EC), deve alinhar-se às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O presente estudo visa determinar estratégias para integrar os princípios da EC aos ODS e aos indicadores de saneamento prioritários conforme as normas vigentes. Foi realizada uma revisão sistêmica pelo método de pesquisa em arquivo (MPA) seguido de um levantamento documental de municípios brasileiros reconhecidos como sustentáveis, inteligentes e resilientes. Os resultados organizaram os princípios da EC em níveis e subníveis, associando-os aos indicadores de saneamento ambiental das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, e aos ODS. Observa-se que os municípios certificados pelo desempenho em serviços de saneamento estão progredindo em direção às metas dos ODS e aos princípios da EC, visto que há sinergia entre esses elementos.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades sustentáveis, Cidades inteligentes, Economia Circular, Saneamento, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

Em meio à expansão urbana acelerada e ao crescimento populacional, os ambientes urbanos tornam-se epicentros de desafios sociais e ambientais (Bento *et al.*, 2018). A urbanização descontrolada, aliada à mudança demográfica do rural para a urbana, resulta nas cidades, organismos complexos e dinâmicos com elementos e processos inter-relacionados e interdependentes (Calzada-Infante *et al.*, 2020). Com mais de 55% da população global vivendo em cidades, é previsto que até 2050 o percentual seja superior a 70%, no Brasil este percentual já corresponde a 85% (ONU, 2018).

Este cenário traz consigo desequilíbrios sociais e ambientais, com consequências diretas na degradação ambiental e diminuição da qualidade de vida (Calzada-Infante *et al.*, 2020). Em função destes desequilíbrios, as condições e características dos territórios nas cidades resultam na exposição da população a diferentes graus de riscos, sendo esta relação imposta pela exposição, riscos e estruturas urbanas incapazes de suportar estas interações, compreendida como vulnerabilidade ambiental (Dias; Da Silva; Grigio, 2021). Neste sentido, o



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

investimento em saneamento básico tem impacto positivo na atenuação da degradação em áreas urbanas e redução das vulnerabilidades ambientais (De Oliveira, 2021).

Como resposta para estes desafios surge o conceito de cidades sustentáveis, sistemas integrados que buscam crescimento econômico robusto condicionado à proteção e conservação dos ecossistemas e recursos naturais, mitigação dos impactos proveniente de seus processos e promoção da igualdade e bem-estar social (Da Silva Neiva *et al.*, 2021). O bem-estar social pode ser assegurado pela garantia universal aos serviços de saneamento, no contexto dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), a universalização de serviços de saneamento ambiental destaca-se como elemento fundamental, e um desafio primordial à gestão pública na construção de cidades sustentáveis (Cunha; Borja, 2018). No Brasil, o Marco Legal do Saneamento estabelece referências para a regulação dos serviços de saneamento básico e orientação para o alcance das metas de atendimento (Brasil, 2020).

A nível local, as cidades podem se orientar pela série técnica ABNT NBR ISO 37120, uma série de indicadores para orientar e medir o desempenho dos seus serviços rumo à inteligência, sustentabilidade e resiliência. Esta norma oferece um conjunto padronizado de indicadores que permite às cidades avaliar áreas críticas como gestão de água, saneamento, energia, transporte, e serviços de saúde (ABNT, 2021). Ao implementar e monitorar indicadores, os gestores urbanos podem identificar potencialidades e fragilidades, facilitando a elaboração de políticas públicas mais eficazes e direcionadas (Januzzi, 2009). Além disso, a adoção dessa série técnica promove a transparência e a comparabilidade entre diferentes municípios, incentivando um ambiente de cooperação e troca de boas práticas. Assim, ao seguirem essa orientação, as cidades não apenas melhoram sua governança local, mas também contribuem para os esforços globais de desenvolvimento sustentável (Botton *et al.*, 2021).

O compromisso com ambientes urbanos inteligentes e sustentáveis reflete uma tendência global, alinhada ao emergente conceito de Economia Circular (EC), fundamentado entre princípios como o uso consciente de recursos naturais (Geissdoerfer *et al.*, 2017). Baseia-se em um sistema regenerativo em que a entrada de recursos, geração de resíduos, emissão e perdas de energia são minimizadas (Santos *et al.*, 2018). Compreende-se que a difusão deste conceito pode oferecer maior clareza à gestão pública no alcance do desenvolvimento sustentável (Kirchherr; Reike; Hekkert, 2017), visto que pode ser associado diretamente às metas prioritizadas pelos ODS e aos indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120. Desta forma, o presente estudo objetiva integrar os princípios da EC aos ODS e indicadores de saneamento, a fim de contribuir como referencial teórico para identificação de estratégias que possam orientar a gestão pública na transição para ambientes urbanos mais sustentáveis, inteligentes e resilientes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa qualitativa (Yin, 2016) foi realizada a partir de etapas interativas e complementares, a saber:

Etapa 1: Realizou-se a associação dos indicadores de “cidades inteligentes”, presentes na NBR ISO 37120 (ABNT, 2021), referentes aos serviços de saneamento para verificação da relação destes com os ODS e em seguida com os princípios da EC. Realizada a partir de revisão sistêmica por meio do Método de Pesquisa em Arquivo (Searcy; Mentzer, 2003), com as palavras-chave deste trabalho combinadas com os conectivos ‘and’ e ‘or’, nas bases de dados científicas *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*. As buscas foram ordenadas por relevância no período dos últimos 5 anos (2018 a 2023).

Levantado os princípios da EC, os ODS e suas respectivas metas foram dispostos em mapas mentais individuais, com o uso do *software yEd* 3.23.1 (2023). Os mapas mentais foram comparados à matriz de indicadores de saneamento presentes na série ABNT 37120 e princípios da EC, dispostos em tabelas dinâmicas no *software Microsoft Excel* (2019). Em seguida, realizou-se a associação dos princípios da EC aos indicadores de saneamento, utilizando como critério a contribuição destes princípios em caso de atendimento aos indicadores (Marques, 2008; Andrade *et al.*, 2021). A avaliação da contribuição partiu da conversão dos dados qualitativos multicategóricos em um sistema de classificação e análise binário, onde: ‘0’ representa o não-atendimento do princípio no cumprimento da meta; e ‘1’ o atendimento do princípio à meta, consequentemente ao ODS (Dos Santos, 2004). O sistema de classificação foi validado por meio de consulta à *experts* à priori por pares (Vasconcelos, 2021).



Etapa 2: Foram identificados os municípios brasileiros certificados como cidades sustentáveis inteligentes para análise das soluções de EC empregadas para os serviços de saneamento, realizada a partir de um levantamento documental, subsidiado pela análise de conteúdo estes elementos em conformidade com os marcos regulatórios do setor (Bardin, 2011; Silva; Fossa, 2015). A partir das Etapas 1 e 2, é proposto um aperfeiçoamento do referencial conceitual sobre EC, balizada pelos indicadores de saneamento da ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, e seus impactos nos ODSs.

RESULTADOS

Os principais resultados obtidos em cada etapa da pesquisa são apresentados a seguir.

Etapa 1: A partir da revisão sistemática da literatura definiu-se uma amostra final de 15 artigos científicos para leitura integral, estes foram analisados e classificados por temática do estudo apresentado, evidenciado nos itens ‘objetivo’ e ‘resultados’ de cada trabalho. Este processo permitiu categorizar em níveis e subníveis os princípios da EC, conforme apresentado na Figura 1. A relação de autores que abordam os princípios da EC, mostrados nos elementos da figura, estão dispostos na Tabela 1.



Figura 1: Princípios da Economia Circular organizados em níveis e subníveis.



Tabela 1: Pilares da Economia Circular por autor

Princípios Economia Circular	Autores
Sistemas	Marques; Schmitt, 2021; Silva <i>et al.</i> , 2021.
Recursos	Geissodoerfer, <i>et al.</i> , 2017; Kirchherr; Hekkert, 2017; Sariatli, 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2019; Kiss; Ruzkai; Takács-Gyorgy, 2019; Pieroni; Mcaloone; Pigosso, 2019; Rodriguez-Anton <i>et al.</i> , 2019; Akhimien; Latif; Hou, 2021; Dantas <i>et al.</i> , 2021; Silva <i>et al.</i> , 2021; Rivera Acosta; Martinez; Torres, 2021; Velenturf; Purnell, 2021.
Energia	Geissodoerfer, <i>et al.</i> , 2017; Dantas <i>et al.</i> , 2021; Velenturf; Purnell, 2021.
Produção/Serviços	Geissodoerfer, <i>et al.</i> , 2017; Kirchherr; Hekkert, 2017; Sariatli, 2017; Kirchherr <i>et al.</i> , 2018; Ellen MacArthur Foundation, 2019; Kiss; Ruzkai; Takács-Gyorgy, 2019; Pieroni; Mcaloone; Pigosso, 2019; Rodriguez-Anton <i>et al.</i> , 2019; Schroeder; Anggraeni; Weber, 2019; Akhimien; Latif; Hou, 2021; Dantas <i>et al.</i> , 2021; Marques; Schmitt, 2021; Silva <i>et al.</i> , 2021; Rivera Acosta; Martinez; Torres, 2021; Velenturf; Purnell, 2021;

A associação dos princípios da EC aos indicadores de saneamento presentes nas normas da ABNT NBR ISSO 37120, 37122 e 37123, foi realizada classificando as práticas fundamentadas nos princípios da EC e a contribuição do atendimento aos indicadores, conforme destacado na Figura 2.

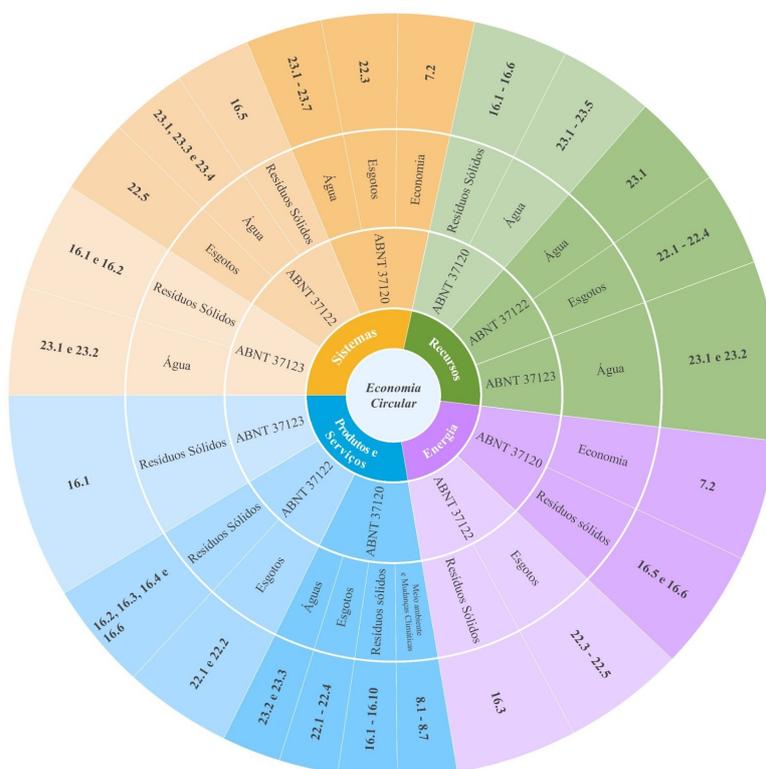


Figura 2: Associação de indicadores da norma ABNT NBR ISSO série 37120 com a EC



Por fim, a relação dos princípios da EC e os ODS foi estabelecida por meio da associação destes com os indicadores de saneamento da ABNT, compreendendo que os ODS relativos aos indicadores de saneamento também serão aplicáveis aos princípios da EC, conforme relacionado na Figura 3.

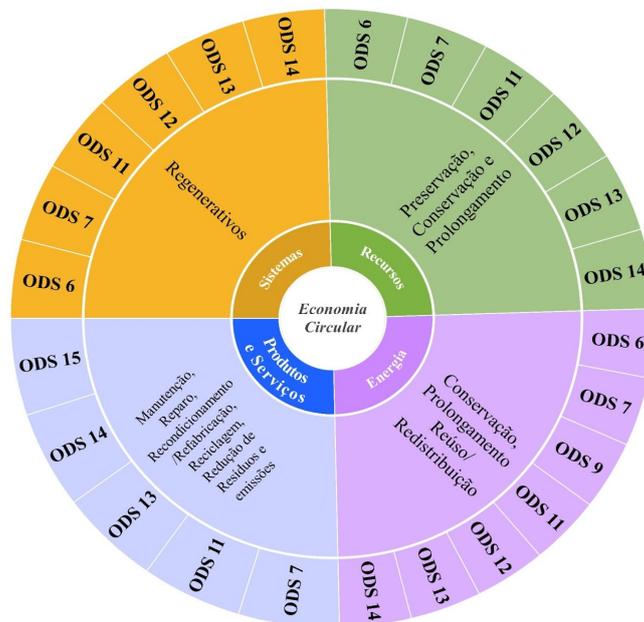


Figura 3: Associação dos ODS com os princípios da Economia Circular

Etapa 2: os municípios brasileiros de São José dos Campos-SP, Jundiaí-SP e Pindamonhangaba-SP são certificados pela ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, nos níveis platina, ouro e bronze, com validade até 2024, conforme destacado na Tabela 2.

Tabela 2: Municípios certificados como sustentáveis, resilientes e inteligentes ABNT

Município	Certificação ABNT NBR ISO	Nível
São José dos Campos	- 37120	- Platina
	- 37122	- Ouro
	- 37123	- Ouro
Pindamonhangaba	37120	Platina
Jundiaí	37120	Bronze

A partir da verificação dos municípios já certificados, verificou-se indicadores de saneamento prioritários que estes atendem, a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referentes ao ano de 2022. Os indicadores prioritários para este trabalho, são evidenciados pela ABNT NBR ISO 37120, considerando os serviços de água, esgoto e resíduos sólidos, conforme representados na Tabela 3.

**Tabela 3: Indicadores de água, esgoto e resíduos sólidos (SNIS, 2022)**

Indicadores	Localidade				
	São José dos Campos	Pindamonhangaba	Jundiaí	Sudeste	Brasil
IN022 - Consumo médio <i>per capita</i> de água (l/hab/dia)	159,50	163	204,40	159,85	148,19
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	41,84	31,22	31,87	33,90	37,78
IN055 - Índice de atendimento total de água (%)	96,79	96,70	99,63	90,85	84,92
IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (kWh/m ³)	0,77	0,62	0,98	0,52	0,67
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto (%)	95,53	94,29	98,79	80,89	56
IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)	100	100	100	79,07	81,64
IN046 - Índice de Esgoto Tratado Referido à Água Consumida (%)	89,28	91,21	98,40	61,56	52,23
IN059 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	0,26	0,17	0,03	0,28	0,29
IN015 - Cobertura total (%)	97,97	100	99,98	95,65	90,39
IN023 - Custo coleta (R\$/t)	138,8	187,6	149,25	199,02	193,48
IN031 - Taxa recuperação (%)	5,85	0,18	1,52	1,89	2,37
População	697.054	165.428	443.221	84.840.113	203.080.756

As cores das células da coluna de 'Indicadores' são referentes aos serviços prestados pelos municípios certificados, sendo a cor azul para indicadores referentes aos dados de abastecimento de água, a verde indicadores de esgoto e a cinza indicadores referentes a resíduos sólidos. Seguindo a mesma lógica, para os indicadores de saneamento em destaque, estes foram associados aos princípios da EC e, assim, aos ODS já relacionados, por meio de uma matriz de interação. A Tabela 4 representa com um 'x' a interação entre os diferentes aspectos da gestão de água, esgoto e resíduos sólidos, com os princípios da EC e a contribuição para os ODS.

Tabela 4: Matriz de interação indicadores de água, esgoto e resíduos sólidos x princípios EC

Indicadores	Princípios Economia Circular			
	Sistemas	Recursos	Energia	Produção e Serviços
IN022 - Consumo médio <i>per capita</i> de água (l/hab/dia)		x		
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	x			
IN055 - Índice de atendimento total de água (%)				x
IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (kWh/m ³)			x	
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto (%)				x
IN016 - Índice de tratamento de				x



esgoto (%)				
IN046 - Índice de Esgoto Tratado Referido à Água Consumida (%)	x		x	
IN059 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário				
IN015 - Cobertura total (%)				x
IN023 - Custo coleta (R\$/t)		x		
IN031 - Taxa recuperação (%)	x			
ODS associados	6, 7, 9, 11, 12, 13 e 14	6, 7, 11, 12, 13 e 14	6, 9, 7, 11, 12, 13 e 14	7, 11, 12, 13, 14 e 15

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na **Etapa 1**, a pesquisa identificou e categorizou os princípios da EC com base em uma revisão sistemática da literatura. Adotou-se a definição de EC que contemplou elementos comuns entre os autores encontrados. Estabelecendo este conceito como um sistema de produção regenerativo, no qual os recursos são renováveis e mantidos por mais tempo na cadeia de produção, a energia utilizada é conservada, reutilizada ou redistribuída, e os produtos e serviços oferecidos são produzidos de maneira a reduzir desperdícios, resíduos e emissões (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Kirchherr *et al.*, 2018; Rivera Acosta; Martínez Torres, 2021).

A partir da definição do termo EC, os princípios associados foram identificados e categorizados em níveis e subníveis (Figura 1), em seguida foram organizados em uma representação em forma de mandala, para indicar o caráter de integração e complementaridade dos níveis e subníveis, conforme observado por Matsuo e Silva (2021). Sendo assim o conceito de EC (círculo central) está hierarquicamente relacionado com os quartos de círculo ao redor, em níveis de detalhamento crescente à medida que se afastam do centro, correspondendo aos princípios em termos de conceito (nível) e ação (subnível). Estas relações foram estabelecidas a partir da contribuição dos autores destacados na Tabela 1.

Para a associação dos princípios da EC aos indicadores de saneamento (Figura 2), utilizou-se como critério a contribuição dos princípios e ações (nível e subnível) no atendimento aos indicadores urbanos de saneamento da ABNT 37120, 37122 e 37123. Estes indicadores incluem: Água, Economia, Esgoto, Resíduos Sólidos e Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (ABNT, 2021). Os indicadores foram especificados em uma ordem hierárquica, relacionando o princípio, a norma ABNT, o elemento do saneamento básico e o índice numérico referente à identificação do indicador na respectiva norma.

Uma vez que os indicadores de saneamento já estavam categorizados pelos princípios da EC, foi possível relacioná-los aos ODS (Figura 3). Os ODS6 - 'Água limpa e saneamento' e ODS7 - 'Energias renováveis' são recorrentes nos princípios de 'Sistemas', 'Recursos' e 'Energia'. Já os ODS 11 - 'Cidades e comunidades sustentáveis', ODS 13 - 'Combate às mudanças climáticas' e ODS14 - 'Vida na água' são recorrentes em todas as categorias dos princípios da EC. De acordo com Andrade *et al.* (2021), estas relações permitem inferir que os indicadores relacionados a esses princípios são referentes a ações e/ou características fundamentais das cidades sustentáveis e inteligentes.

Na **Etapa 2**, verifica-se que todos os municípios certificados estão na região Sudeste do Brasil. Este fato pode ser justificado pela desigualdade inter-regional no atendimento dos diferentes índices dos sistemas de saneamento do país, seja no abastecimento de água, na cobertura de serviços de tratamento de esgoto ou na coleta de resíduos sólidos. Tal situação contraria as concepções de universalização dos serviços de saneamento básico, priorizadas no Marco Legal do Saneamento (Brasil, 2020; Valcácer; Moraes, 2023). Embora essa desigualdade acentue as vulnerabilidades ambientais das comunidades fora do Sudeste, é importante reconhecer que os elevados índices de saneamento da região oferecem um modelo de sucesso. Esses índices têm potencial para que as soluções a nível local sejam replicadas em outras regiões (De Oliveira, 2021).

Para facilitar a replicação dessas soluções bem-sucedidas, ferramentas de certificação, como as normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, desempenham um papel crucial. Essas ferramentas, constituídas por



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

indicadores de desempenho, auxiliam no monitoramento e controle da interação histórica entre diversos aspectos ambientais, sociais e econômicos (Couto *et al.*, 2023). Dessa forma, os gestores das cidades urbanas podem se basear nestes exemplos de aplicação dessas ferramentas para aprimorar o desempenho dos serviços de saneamento, promovendo a transição para comunidades sustentáveis, inteligentes e resilientes (Calzada-Infante *et al.*, 2020). A análise desses indicadores é fundamental para embasar políticas integradas e a tomada de decisão, além de proporcionar maior transparência na gestão pública aos cidadãos (Abreu; Marchiori, 2020).

Para ilustrar a aplicação prática dessas ferramentas de certificação e a análise dos indicadores de desempenho, a Tabela 3 fornece uma análise abrangente sobre o uso e a eficiência dos recursos hídricos e sanitários em diferentes localidades do Brasil, comparando três cidades específicas (São José dos Campos, Pindamonhangaba e Jundiaí) com a média das regiões Sudeste e do Brasil. Em termos do consumo médio *per capita* de água (l/hab/dia) (IN022), Jundiaí apresenta o maior consumo (204,40 l/hab/dia) em relação aos demais municípios, à região Sudeste e ao país, o que pode refletir maior disponibilidade do recurso ou diferentes hábitos de consumo. Em relação às perdas na distribuição de água (IN049), São José dos Campos tem o maior índice de perdas (41,84%), enquanto Pindamonhangaba e Jundiaí apresentam índices mais baixos (31,22% e 31,87%, respectivamente) em comparação ao contexto regional e nacional. Quanto ao percentagem da população atendida com abastecimento de água (IN055), todos os municípios apresentam valores acima da média regional e nacional.

Em termos de serviços de esgotamento sanitário verifica-se que o índice de atendimento total de esgoto, Jundiaí apresenta maior percentual (98,79%), contrastando com a média nacional de 56%. A medida que para o índice de tratamento de esgoto (IN016), todos os municípios certificados coletam 100% do efluente gerado, enquanto a média regional é de 79,07% e média nacional é 81,64%. Em se tratando do índice de esgoto tratado referido à água consumida, Jundiaí tem novamente o maior índice (98,40%), enquanto a média regional é 61,56% e a média nacional é 52,23%.

Para os serviços associados ao tratamento de resíduos sólidos todas as cidades têm alta cobertura, com destaque para Pindamonhangaba e Jundiaí com quase 100%. Enquanto o custo para realização da coleta varia entre os municípios, São José dos Campos apresenta o menor custo (138,80 R\$/t), com média regional sendo 199,02 R\$/t e a nacional de 193,48 R\$/t. Destaca-se ainda que São José dos Campos tem a maior taxa de recuperação dos resíduos (5,85%), enquanto Pindamonhangaba apresenta a menor (0,18%).

No contexto do consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (kWh/m³), Jundiaí tem o maior consumo (0,98 kWh/m³), o que pode indicar menor eficiência energética comparada a outras localidades. Já para sistemas de esgotamento sanitário o consumo de Jundiaí tem o menor consumo (0,03), o que pode indicar maior eficiência energética.

De modo geral, Jundiaí destaca-se pela alta cobertura de serviços de água e esgoto, além de boa eficiência energética no esgotamento sanitário. São José dos Campos apresenta maior índice de perdas de água. O custo de coleta e a taxa de recuperação variam consideravelmente, o que pode refletir diferenças nas políticas e eficiências dos sistemas locais. Estas diferenças revelam como as políticas de gestão hídrica e sanitária variam entre as localidades, refletindo desafios e sucessos específicos. Melhorar a eficiência energética e reduzir perdas na distribuição de água são áreas chave para avanços sustentáveis.

A análise da interação entre os indicadores de água, esgoto e resíduos sólidos com os princípios da EC, disponível na Tabela 4, revela uma correlação significativa que reforça a necessidade de uma abordagem integrada e sustentável na gestão de saneamento básico. Os indicadores relacionados a sistemas, recursos, energia, e produção e serviços, evidenciam que a análise integrada da eficiência e cobertura dos serviços de abastecimento e tratamento, viabiliza a gestão mais sustentável de recursos naturais e energéticos.

Por fim, associação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) evidencia a relevância dos ODS 6 (Água limpa e saneamento), ODS 7 (Energia acessível e limpa), ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), e ODS 14 (Vida na água), entre outros. Esses resultados sugerem que a adoção à sistemas de certificação, tem potencial para construir práticas baseadas na EC, que



não só aprimoram a eficiência e sustentabilidade dos sistemas de saneamento, mas também contribuem para o alcance dos ODS, promovendo a transição para cidades mais sustentáveis, resilientes e inteligentes.

CONCLUSÕES

Considerado o ritmo do crescimento populacional e a expansão urbana, os impactos ambientais relacionados a não cobertura dos serviços de saneamento básico, são ainda mais intensos. Para reverter este cenário e transformar as cidades em ambientes sustentáveis e resilientes, garantindo qualidade de vida, saúde e bem-estar, os caminhos no sentido deste horizonte transpassam o desenvolvimento e aplicação de estratégias e ferramentas, alinhadas aos princípios da economia circular. Ou seja, para superar os desafios atuais é necessário adotar um sistema regenerativo de produção e gerenciamento de serviços, fundamentado na circularidade entre recursos e energia desprendida.

As normas da série ABNT 37120 estabelecem orientações para que as cidades alcancem a condição de sustentável e resiliente, com indicadores de saneamento que em caso de cumprimento, convergem para os princípios da economia circular. Desta forma, é possível afirmar que os municípios que são certificados e reconhecidos pelo seu desempenho ambiental, no âmbito das normas, especificamente no aspecto de saneamento, seguem em suas operações e serviços, os princípios da economia circular.

A universalização do saneamento estabelece marcos a serem alcançados em termos de cobertura de serviços básicos no país, um caminho a ser percorrido pelos gestores públicos. Este estudo apresenta referencial teórico que acentua a sinergia entre os princípios da EC, ODS e indicadores de saneamento, contribuindo na superação dos desafios atuais na transição para ambientes urbanos mais sustentáveis e inteligentes.

O estudo encontra limitações quanto ao acesso de informações públicas para referenciar as ações existentes nos municípios já certificados. Muitos ainda não possuem séries históricas sobre o monitoramento dos referidos indicadores, o que impossibilita a compreensão das diferenças entre as localidades, seus atributos ambientais e socioeconômicos. Estes fatores podem ser melhor explorados em pesquisas futuras.

Ademais, este estudo oferece *insights* importantes para gestores públicos na condução e definição de políticas, ações, estratégias e ferramentas que contribuirão para a construção de cidades inteligentes, sustentáveis e resilientes. Desta forma, compreende-se que um ambiente urbano em transição para uma cidade sustentável, ao priorizar os indicadores presentes na série ABNT, contempla algumas metas dos ODS balizadas pelos princípios da EC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (2020). NBR 37.122. Cidades e Comunidades sustentáveis – indicadores para cidades inteligentes. Rio de Janeiro-RJ.
2. ANDRADE, M. *et al.* Desenvolvimento da MAIA-Matriz de Indicadores de Adequação jurídica do espaço rural a legislação ambiental brasileira. 2021.
3. BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. SP: Edições 70, 2011.
4. BENTO, S. C. *et al.* As novas diretrizes e a importância do planejamento urbano para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 469-488, 2018.
5. BOTTON, G. Z. *et al.* As construções das abordagens conceituais de cidades sustentáveis e inteligentes para superar os desafios dos objetivos do desenvolvimento sustentável. **Desafio Online**, v. 9, n. 3, 2021.
6. CALZADA-INFANTE, L. *et al.* Assessing the efficiency of sustainable cities using an empirical approach. **Sustainability**. V. 12, n. 7, p. 2618, 2020.
7. CUNHA, M. A.; BORJA, P. C. O programa de aceleração do crescimento no estado da Bahia e os desafios da universalização do saneamento básico. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 173-185, 2018.
8. COUTO, E. A. *et al.* Indicadores de desenvolvimento sustentável ISO 37120: o Rio de Janeiro e o cenário latino-americano. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e01322, 2023.
9. DA SILVA NEIVA, S. *et al.* Sustainable urban development: Can the balanced scorecard contribute to the strategic management of sustainable cities?. **Sustainable Development**, v. 29, n. 6, p. 1155-1172, 2021.
10. DE OLIVEIRA, A. J. C. Urbanização e os Problemas Relacionados com o Saneamento Básico e Meio Ambiente nas Cidades. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 9, n. 23, 2021.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

11. DIAS, G. H.; DA SILVA, M. R. F.; GRIGIO, A. M. Vulnerabilidade ambiental: uma abordagem sobre a exposição ao risco e a degradação ambiental em Mossoró/RN–Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 17199-17216, 2021.
12. DOS SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. Oficina de Textos, 2004.
13. GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy–A new sustainability paradigm?. **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 757-768, 2017.
14. JANNUZZI, P. M. Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações. In: **Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações**. 2009. p. 141-141.
15. KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, conservation and recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.
16. MARQUES, A. M. M. Utilização Pedagógica de Mapas Mentais e de Mapas Conceituais. Dissertação de Mestrado em Expressão Gráfica, Cor e Imagem apresentado à Universidade Aberta, 2008.
17. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. World Urbanization Prospects. 2018. v. 12. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>>.
18. SANTOS, J. P. O. *et al.* Economia circular como via para minimizar o impacto ambiental gerado pelos resíduos sólidos. Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular, Recife, EDUFRPE, p. 8-17, 2018.
19. SEARCY, D.; MENTZER, J. A framework for conducting and evaluating research. *Journal of Accounting Literature*, v.22, p.130-69, 2003.
20. SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 16, n. 1, 2015.
21. VASCONCELOS, V. I. R. Aprendizagem baseada na resolução de problemas no ensino fundamental II: um debate sobre a implantação do parque municipal urbano Sítio Batalha, Vila Velha-ES. 2021.
22. YIN, R. K. Pesquisa qualitativa do início ao fim [recurso eletrônico]. Porto Alegre, RS. **Penso Editora**, 2016.