

Regina Negri Pagani
André Luiz Przybysz
Clayton Pereira de Sá
(Organizadores)

CIDADES INTELIGENTES e DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

o contexto dos países desenvolvidos e em
desenvolvimento



AYA EDITORA
2023

**Regina Negri Pagani
André Luiz Przybysz
Clayton Pereira de Sá**
(Organizadores)

Cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável: o contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento

Ponta Grossa

2023

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizadores

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

Prof.º Me. André Luiz Przybysz

Prof.º Me. Clayton Pereira de Sá

Capa

AYA Editora©

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora©

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharias

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva

Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

Universidade Estadual de Londrina

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal do Amapá

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Centro Universitário FACEX

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Ma. Denise Pereira

Faculdade Sudoeste – FASU

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

Universidade Federal do Paraná

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

Universidade Federal do Amapá

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

Universidade Estadual de Londrina

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Jéssyka Maria Nunes Galvão

Faculdade Santa Helena

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. João Paulo Roberti Junior

Universidade Federal de Roraima

Prof.º Me. Jorge Soistak

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

Faculdade Santana

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

Universidade Norte do Paraná

Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa

Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP

Prof.º Dr. Myller Augusto Santos Gomes

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Pedro Fauth Manhães Miranda

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

Instituto Federal do Acre

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

Universidade Federal do Piauí

**Prof.ª Dr.ª Silvia Aparecida Medeiros
Rodrigues**

Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira
Miranda Santos**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

Instituto Federal de Santa Catarina

© 2023 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição *Creative Commons* 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas nos capítulos deste Livro, bem como as opiniões nele emitidas são de inteira responsabilidade de seus autores e não representam necessariamente a opinião desta editora.

C5689 Cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável: o contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento [recurso eletrônico]. / Regina Negri Pagani, André Luiz Przybysz , Clayton Pereira de Sá (organizadores). -- Ponta Grossa: Aya, 2023. 110 p.

Inclui biografia
Inclui índice
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN: 978-65-5379-302-6
DOI: 10.47573/aya.5379.2.215

1. Cidades inteligentes. 2. Cidades e vilas – Inovações tecnológicas.
5. Desenvolvimento urbano sustentável. I. Pagani, Regina Negri. II. Przybysz, André Luiz. III. Sá, Clayton Pereira de. IV Título

CDD: 307.76

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

**International Scientific Journals Publicações de
Periódicos e Editora LTDA**

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53
Fone: +55 42 3086-3131
WhatsApp: +55 42 99906-0630
E-mail: contato@ayaeditora.com.br
Site: <https://ayaeditora.com.br>
Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

SUMÁRIO

Apresentação..... 9

01

Cidades configurada para as pessoas: Uma abordagem antropotecnológica das cidades inteligentes 10

Angelica Duarte Lima
Clayton Pereira de Sá
David Nunes Resende
João Luiz Kovaleski
Regina Negri Pagani

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.1

02

Sistemas de informação e cidades inteligentes: uma abordagem teórica 21

Clayton Pereira de Sá
Vitória Ceccato
Leila Cleuri Pryjma
Regina Negri Pagani
João Luiz Kovaleski

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.2

03

Uma análise sobre Índice de Desenvolvimento Sustentável na cidade de Palmas/TO 33

Iaraí Vizolli

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.3

04

Utilização de água potável em descargas sanitárias e no consumo humano: uma análise sobre o uso de cisternas no município de Marechal Cândido Rondon.41

Logan Mallmann
Régis Andrade Passos

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.4

05

Gestão de resíduos: normalização para emprego de agregado de RCD e os riscos à saúde do trabalhador.50

Dayana Ruth Bola Oliveira
Thiago Alberto Pruner
Ademir Winkert

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.5

06

Preservação da água de shopping centers 69

Lucas Morais de Souza
Leonardo Carlos de Oliveira

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.6

07

Cidades inteligentes e sustentáveis..... 82

Yuri Vinicius Souza de Jesus

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.7

08

Hidrogênio e amônia verdes: uma solução sustentável para a produção de fertilizantes..... 94

Giovani de Oliveira Silva Junior
Flavio Barcelos Braz da Silva
Marcio Greick Pereira Brito
Raôny Magnago Traspadini
Rodrigo Rezende Simões da Silva Vieira

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.8

Organizadores..... 104

Índice Remissivo..... 106

Apresentação

Os ambientes urbanos, cada vez mais complexos, exigem respostas rápidas para os desafios da grande concentração humana nas cidades. Este livro é uma contribuição para o debate sobre cidades inteligentes. Ao longo da obra, é possível acessar estudos sob diversas perspectivas, contemplando assuntos que abordam questões tecnológicas, antropotecnológicas, meio ambiente, desenvolvimento sustentável e gestão de resíduos. Conhecer estes assuntos e entender os reflexos que podem gerar nos ambientes urbanos é fundamental para o planejamento e adoção de ações estratégicas que possam melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

Sob o ponto de vista da inovação, são várias as tecnologias utilizadas nas cidades. Em geral, elas visam melhorar os serviços públicos, a governança, a mobilidade, a conectividade, e a gestão urbana como um todo. É importante lembrar que estes aspectos são voltados para a melhorar a interação entre os ambientes urbanos e seus cidadãos. Assim, as experiências e estudos apontadas nesta obra demonstram a crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável, tema cada dia mais relevante e caro para a sociedade.

Nesse contexto, o livro é de grande importância, contribuindo para o debate sobre cidades inteligentes, bem como o desenvolvimento de políticas públicas que possam melhorar a capacidade de planejamento urbano e desenvolvimento sustentável das cidades. Assim, este livro visa suscitar o interesse por este tema tão amplamente debatido atualmente.

Tenham uma agradável leitura!

Prof.^a Dr.^a Regina Negri Pagani

Prof.^o Me. André Luiz Przybysz

Prof.^o Me. Clayton Pereira de Sá

Organizadores

Cidades configurada para as pessoas: Uma abordagem antropotecnológica das cidades inteligentes

Cities designed for people: an anthropotechnological approach to smart cities

Angelica Duarte Lima
Clayton Pereira de Sá
David Nunes Resende
João Luiz Kovaleski
Regina Negri Pagani

RESUMO

Este estudo tem como objetivo identificar os desafios para as cidades inteligentes implementarem tecnologias e as soluções da abordagem antropotecnológica aplicada à transferência de tecnologia, além de estabelecer uma relação entre estas temáticas. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura sobre cidades inteligentes, transferência de tecnologia e antropologia, utilizando como metodologia a Methodi Ordinatio. As bases de dados utilizadas na pesquisa foram: Scopus, Science Direct e Scopus. Após as pesquisas, não foram encontrados estudos que abordassem os três aspectos desejados, então foram realizadas duas buscas, que resultaram em dois portfólios. O primeiro identificou três estudos sobre a transferência de tecnologia em cidades inteligentes. O segundo possui quatro artigos sobre antropotecnologia na transferência de tecnologia. Os resultados demonstram que os desafios identificados para transferências de tecnologia nas cidades inteligentes diversos, entre eles destacam-se: a identidade local, questões culturais; falta de informações sobre as tecnologias utilizadas, custo-benefício, obsolescência, interoperabilidade com outros equipamentos, adequação ao uso, dependência com a empresa fornecedora dos serviços, utilidade, confiabilidade, segurança e eficiência das soluções de cidades inteligentes. Em resumo, as cidades inteligentes precisam ser capazes de escolher, se adaptar e gerenciar tecnologias que sejam voltadas para os usuários, tornando o processo de interação mais eficiente. A antropotecnologia pode ajudar na superação dos desafios das interações entre humanos e tecnologias voltadas para ambientes urbanos.

Palavras-chave: cidades inteligentes. transferência de tecnologia.

Cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável: o contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento

DOI: 10.47573/aya.5379.2.215.1



antropotecnologia.

ABSTRACT

This study aims to identify the challenges for smart cities to implement technologies and the solutions of the anthropotechnological approach applied to technology transfer, in addition to establishing a relationship between these themes. For that, a literature review on smart cities, technology transfer, and anthropology was carried out, using the Methodi Ordinatio as a methodology. The databases used in the research were: Scopus, Science Direct, and Scopus. After the searches, no studies were found that addressed the three willing aspects, so two searches were carried out, which resulted in two portfolios. The first identified three studies on technology transfer in smart cities. The second has four articles on anthropotechnology in technology transfer. The results demonstrate that the challenges identified for technology transfers in smart cities are diverse, among which stand out: local identity, cultural issues; lack of information about the technologies used, cost-effectiveness, obsolescence, interoperability with other equipment, suitability for use, dependence on the service provider, utility, reliability, security, and efficiency of smart city solutions. In summary, smart cities need to be able to choose, adapt and manage technologies that are user-oriented, making the interaction process more efficient. Anthropotechnology can help overcome the challenges of interactions between humans and technologies aimed at urban environments.

Keywords: smart cities. technology transfer. anthropotechnology.

INTRODUÇÃO

As definições de cidade inteligente mudaram de uma visão tecnocêntrica para antropocêntrica (YIGITCANLAR *et al.*, 2019). Adotar tecnologias por si só não faz uma cidade ser inteligente, elas devem contribuir aos objetivos das cidades inteligentes, tais como, melhorar os serviços aos cidadão (GIFFINGER *et al.*, 2007; MARSAL-LLACUNA *et al.*, 2014) empresas e visitantes (ISO 37122:2019) e oferecer melhor qualidade de vida às pessoas (CHEN, 2010; NAM e PARDO, 2011; NEIROTTI, 2014).

A tecnologia é vista como um possível meio de tornar a cidade inteligente. Dificilmente as soluções implementadas em cidades podem ser pensadas sem tecnologias, mas sua função é tornar as cidades mais habitáveis, funcionais e competitivas (MISHRA, 2013).

Na busca pelo avanço tecnológico, a transferência de tecnologia pode ser uma opção para as cidades buscarem tecnologias existentes em países desenvolvidos ou em empresas com capacidade de desenvolvê-las. No entanto, isso representa riscos, caso estas atendam as necessidades ou interesses de quem fornece, sem estar adaptadas ao contexto da nova cidade (YIGITCANLAR *et al.*, 2019).

Neste contexto, o conceito de antropotecnologia pode desempenhar o papel relevante na transferência de tecnologia e conhecimento, ao adaptar a tecnologia às necessidades de quem está adquirindo. Antropotecnologia observa os aspectos humanos da transferência de tecnologia, e é definida como sendo o processo de introduzir um conhecimento tecnológico já existente onde ele não foi concebido (SANTOS, 1997).

No entanto, a contribuição da antropotecnologia na transferência de tecnologia em cidades inteligentes ainda carece de estudos. Em uma busca por artigos que contivessem

em qualquer parte do seu texto os três termos (cidades inteligentes, transferência de tecnologia e antropotecnologia), nas bases Scopus, Science Direct e Scopus, não foram encontrados artigos.

Sendo assim, buscou-se estudos que abordassem separadamente o tema de transferência de tecnologia com cidades inteligentes e com antropotecnologia. Partindo dessa temática, foi realizada uma revisão de literatura aplicando a *Methodi ordinatio*, com objetivo de ver a relação entre os temas e discutir as seguintes questões de pesquisa:

RQ1 - Quais os desafios da transferência de tecnologia nas cidades inteligentes?

RQ2 - Qual a contribuição da antropotecnologia na transferência de tecnologia?

Este artigo está dividido em x seções, sendo a primeira a presente introdução. A segunda seção apresenta a metodologia. Na Terceira seção são apresentados os resultados. Por fim, a última seção traz uma conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta revisão de literatura foi utilizado a *Methodi Ordinatio*, metodologia desenvolvida por Pagani *et al.* (2017). O método é composto por 9 etapas: (i) Estabelecendo a intenção de pesquisa; (ii) Pesquisa preliminar com as palavras-chave nas bases de dados; (iii) Definição da combinação das palavras-chave e das bases de dados a serem utilizadas; (iv) Busca final nas bases de dados; (v) Procedimentos de filtragem; (vi) Identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações; (vii) Classificando os artigos utilizando o *InOrdinatio*; (viii) Localizando os trabalhos em formato integral; (ix) Leitura sistemática e análise dos artigos.

A *Methodi Ordinatio* proporciona um panorama do tema pesquisado, ao resultar em um portfólio com os artigos mais significativos, pois seleciona considerando o fator de impacto, as citações e o ano de publicação.

Para este estudo, foi realizado uma busca preliminar nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct* utilizando os termos de busca “*Smart City*”, “*Technology Transfer*” e “*Anthropotechnology*”, em todos os campos. No entanto, não foram encontrados artigos que contivessem as três palavras. Mostrando a falta de estudos que abordem essa temática.

Em vista disso, o estudo foi separado em duas buscas, que resultaram em dois portfólios (Tabela 1). A pesquisa final foi realizada nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct*, pesquisando em título, resumo e palavras-chave. Não foi realizado recorte temporal.

Tabela 1 - Busca final nas bases de dados.

| Termo de busca | Scopus | Science Direct | Web of science |
|--|--------|----------------|----------------|
| 1 - ("smart city" OR "smart cities") AND "technology transfer" | 19 | 2 | 5 |
| 2 - "technology transfer" AND anthropotechnology | 9 | 1 | 6 |

Source: Elaborated by the authors (2022).

A pesquisa final resultou em dois portfólios iniciais, sendo o primeiro composto por 26 artigos e o segundo por 16. Posteriormente, foi realizado o processo de filtragem, apresentado os critérios na Tabela 2.

Tabela 2 - Procedimentos de filtragem.

| Procedimentos de filtragem | Artigos excluídos | |
|----------------------------|-------------------|-------------|
| | Portfolio 1 | Portfolio 2 |
| Documentos duplicados | 5 | 6 |
| Lingua | 0 | 2 |
| Não encontrados | 2 | 1 |
| Fora do tema | 19 | 3 |

Source: Elaborated by the authors (2022).

A etapa de classificação do método auxilia na escolha de artigos mais relevantes, principalmente em áreas com grande quantidade de estudos. No entanto, como nesta pesquisa foram encontrados poucos artigos sobre o tema, foi realizada a leitura completa de todos, e esta etapa serviu unicamente para destacar a relevância dos estudos encontrados.

Por fim, foram realizadas a leitura e análises dos artigos do portfólio para compreender o cenário geral do tema e embasar as discussões das questões de pesquisa, que são apresentados na próxima seção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados estruturados em três tópicos: (3.1) Contextualização do portfólio, (3.2) Análise do conteúdo, (3.3) Discussão.

Contextualização do portfólio

Os temas pesquisados ainda são pouco abordados na literatura, resultando em portfólio com poucos artigos. Para o portfólio 1, que aborda cidades inteligentes e transferência de tecnologia, foram encontrados 3 artigos relevantes. Para o portfólio 2, que aborda a transferência de tecnologia e antropotecnologia, foram encontrados 5 artigos. A Tabela 3 apresenta os artigos encontrados.

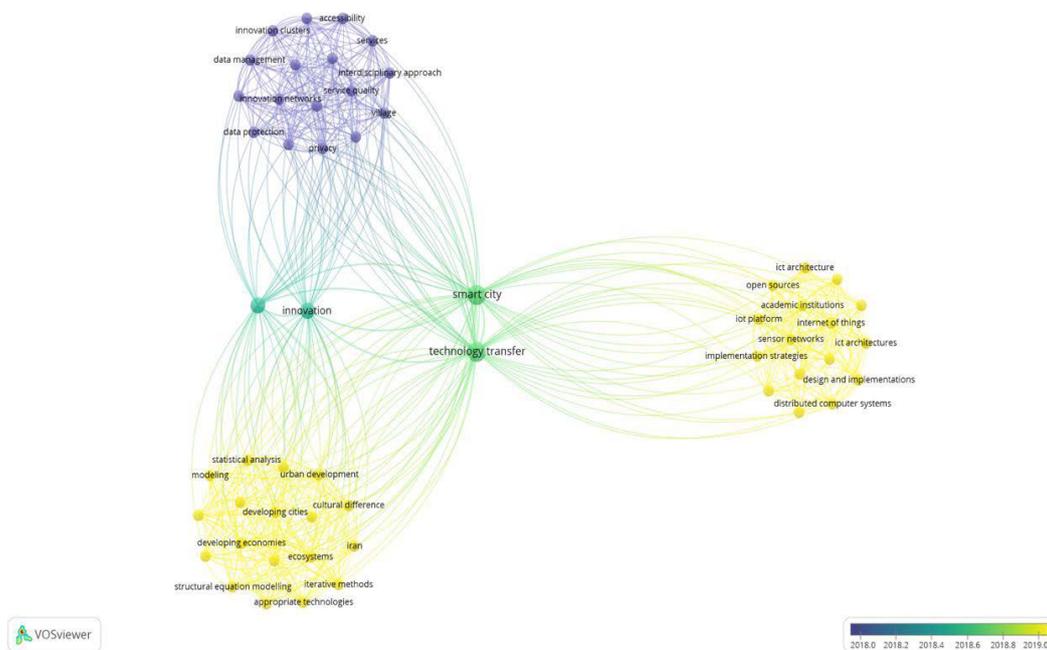
Tabela 3 - Artigos dos portfólios.

| Portfólio | Título | Fonte |
|---|--|---------------------------|
| 1 - smart city e transferência de tecnologia | Who uses smart city services and what to make of it: Toward interdisciplinary smart cities research | Lytras and visvizi (2018) |
| | Implementing citizen centric technology in developing smart cities: A model for predicting the acceptance of urban technologies | Sepasgozar (2019) |
| | IoT Manager: An open-source IoT framework for smart cities | Calderoni (2019) |
| 2 - Transferência de tecnologia e antropotecnologia | Macroergonomics: A proposed approach for use with anthropotechnology and ergonomic work analysis in effecting technology transfer | Hendrick (1997) |
| | Science and technology policy in Latin America: The political activity and the anthropotechnology in technology transfer processes | Gomes and Kovalski (2017) |
| | Offset policy and the process of technology transfer: A case study in Brazilian public health | Gomes et al. (2021) |
| | The social shaping of waste and sorting technologies: The case of MRFs transfer in São Paulo | De Souza et al. (2021) |

Source: Elaborated by the authors (2022).

A primeira análise deste portfólio foi referente às palavras-chave. No portfólio 1, os artigos somam um total de 56 palavras-chave. As palavras-chave mais frequentes são: *smart city, smart cities, technology transfer and innovation*, sendo todas com duas ocorrências no portfólio. A Figura 1 apresenta as redes de palavras-chave para os 3 artigos, resultante da função *Overlay Visualization do software VOSviewer*. Esta função mostra a atualidade das palavras-chave utilizadas, sendo em amarelo as mais atuais

Figure 1 - Keyword network of portfolio 1.



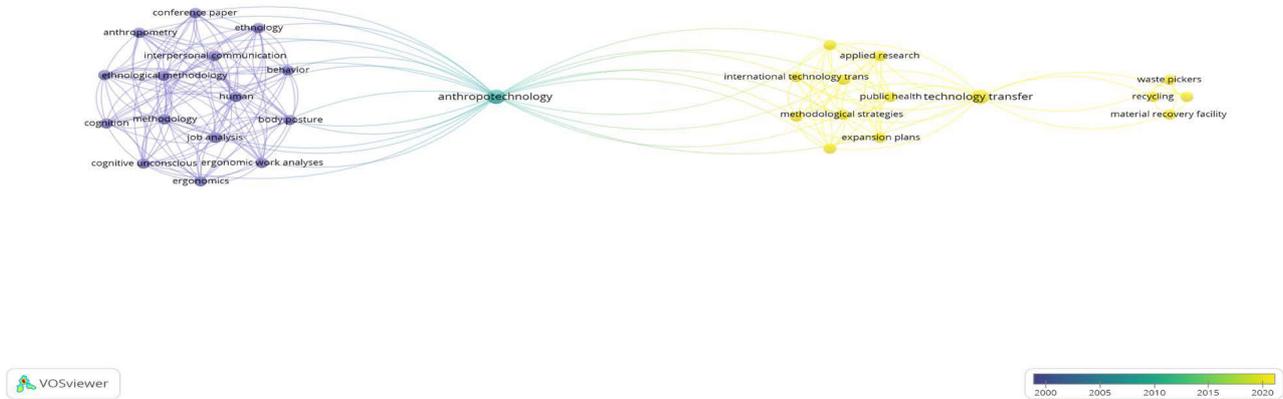
Source: Elaborated by the authors (2022).

Para o portfólio 1, as palavras mais frequentes foram *smart, city e services*. O termo “*smart city*” ou “*smart cities*” ocorre 351 vezes, mas por ser um dos termos de busca era esperado que estivesse entre as palavras mais frequentes. O termo *smart* também apareceu acompanhado de outras palavras, tais como *building, technology, sensor networks* entre

outras.

No portfólio 2, os artigos apresentam um total de 36 palavras-chave, sendo “*anthropotechnology*” a com maior ocorrência, constando em dois artigos e todas as demais só aparecem uma vez. A Figura 2 apresenta redes de palavras-chave para os quatro artigos.

Figure 2 - Keyword network of portfolio 2.



Source: Elaborated by the authors (2022).

A segunda análise é a frequência das palavras em cada tema. A Tabela 4 apresenta as palavras mais frequentes em cada portfólio, mostrando o número de ocorrências e o percentual que representa com relação ao total de palavras dos artigos, conforme resultado obtido com o software ATLAS.ti.

No portfólio 2, as palavras mais frequentes foram *technology*, *system* and *transfer*. Sendo que o termo de busca “*technology transfer*” apareceu 83 vezes e a palavra “*anthropotechnology*” 53 vezes.

Tabela 4 - Palavras com maior ocorrência nos portfólios.

| Portfólio | Palavras | Nº de ocorrências | % |
|-------------|------------|-------------------|-------|
| 1 - SC + TT | smart | 400 | 2,11% |
| | city | 262 | 1,38% |
| | services | 253 | 1,33% |
| | technology | 185 | 0,98% |
| | cities | 179 | 0,94% |
| | model | 136 | 0,72% |
| | data | 123 | 0,65% |
| | iot | 115 | 0,61% |
| | acceptance | 96 | 0,51% |
| | users | 96 | 0,51% |

| | | | |
|-------------|--------------------|-----|-------|
| 2 - TT + AT | technology | 192 | 0,77% |
| | system | 111 | 0,45% |
| | transfer | 100 | 0,40% |
| | analysis | 85 | 0,34% |
| | human | 85 | 0,34% |
| | materiais | 73 | 0,29% |
| | social | 69 | 0,28% |
| | organizational | 66 | 0,26% |
| | ergonomics | 56 | 0,22% |
| | policy | 54 | 0,22% |
| | anthropotechnology | 53 | 0,21% |

Source: Elaborated by the authors (2022).

Análise do Conteúdo

Os artigos do portfólio 1 não abordavam diretamente sobre transferência de tecnologia. O termo aparece uma única vez em um dos três artigos, e como palavra-chave dos autores e indexada em todos eles. Os artigos foram mantidos no estudo por abordarem o tema indiretamente, trazendo desafios da escolha, aplicação e manutenção das tecnologias para as cidades inteligentes. A Tabela 5 apresenta o objetivo dos estudos do portfólio 1.

Tabela 5 - Objetivo dos artigos do portfólio 1.

| Fonte | Objetivo |
|---------------------------|--|
| Lytras and visvizi (2018) | Propor um modelo de aceitação de tecnologia para auxiliar as smart cities a implementar tecnologias e garantir que estas sejam apropriadas aos contextos culturais locais. O modelo leva em conta fatores-chave, tais como, compatibility, self-efficacy etc |
| Sepasgozar (2019) | Analisar as plataformas de IoT mais comumente utilizadas e propor uma estrutura de IoT de código aberto para cidades inteligentes |
| Calderoni (2019) | Analisar o debate sobre cidades inteligentes pela perspectiva do usuário levando em conta a este apelo para o uso e sua capacidade para usar as soluções inteligentes propostas |

Source: Elaborated by the authors (2022).

Os artigos do portfólio 2 utilizam uma abordagem centrada nas pessoas e aplicam a antropologia na transferência de tecnologia. Alguns artigos aplicam os estudos em áreas específicas, sendo um realizado no campo da saúde e outro em tecnologias para triagem de resíduos. A Tabela 6 apresenta a ideia geral dos artigos do portfólio.

Tabela 6 - Objetivo dos artigos do portfólio 2.

| Fonte | Objetivo |
|---------------------------|--|
| Hendrick (1997) | Propor uma integração da macroergonomia com a antropotecnologia para melhorar, com abordagem centrada no ser humano, a transferência de tecnologia |
| Gomes and Kovalski (2017) | Analisar questões de transferência de tecnologia e antropotecnologia nas políticas de ciência e tecnologia |
| Gomes et al. (2021) | Analisar a transferência de tecnologia com abordagem antropotecnológica aplicado ao campo da saúde |

| | |
|------------------------|---|
| De Souza et al. (2021) | Estudar a transferência de tecnologia a luz da antropotecnologia em um estudo de caso da transferência de centrais mecanizadas de triagem de resíduos |
|------------------------|---|

Discussão

Quais os desafios da transferência de tecnologia nas cidades inteligentes?

A literatura sobre cidades inteligentes aborda de maneira genérica, no entanto um aspecto importante em sua aplicação são as características locais. A identidade local, questões culturais moldam a capacidade inovadora e devem ser levados em conta na hora de implementar tecnologias nas cidades inteligentes (LYTRAS e VISVIZI, 2018).

Lytras e visvizi (2018) aponta três desafios quanto ao uso das tecnologias. O primeiro é saber selecionar na grande quantidade de tecnologias disponíveis a que melhor se adequa e atende as suas características locais, levando em conta também a identidade e a cultura da sua cidade. A segunda, é conseguir adequar a tecnologia escolhida ao seu contexto. Por fim, a terceira é ser capaz de gerenciá-la.

Além das questões humanas e culturais, um outro desafio enfrentado pelas cidades inteligentes é a falta de informações sobre as tecnologias adquiridas, sendo entregue uma espécie de “caixa preta”, causando dependência com este fornecedor. Sepasgozar (2019) apresenta o caso das plataformas de IoT, em que as maiores empresas da área de tecnologia da informação tendem a oferecer o produto na forma de serviço, fazendo parte do modelo de negócio das empresas manterem este sigilo tecnológico.

Nas questões técnicas e financeiras, deve-se ter em conta ao desenvolver estudos das tecnologias a ser aplicada informações tais como: o custo benefício, a obsolescência, o uso a longo prazo, a interoperabilidade com outros equipamentos, a adequação ao uso, a dependência com a empresa fornecedora entre outros (YIGITCANLAR *et al.*, 2019).

Outro desafio é a adequação ao uso dos cidadãos. Calderoni (2019) conclui que os usuários têm dúvidas quanto à utilidade, confiabilidade, segurança e eficiência das soluções de cidades inteligentes, mesmo os mais habilitados, com conhecimento e acesso às tecnologias, sendo que isso não é realidade da maioria das pessoas.

Qual a contribuição da antropotecnologia na transferência de tecnologia?

Inicialmente o conceito de antropotecnologia se referia a transferência de tecnologia entre países, principalmente de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, mas posteriormente passou a contemplar também outros campos, tais como a transferência de tecnologia e conhecimento em organizações, comunidades, cidades entre outros (DE CARVALHO, 2012).

A antropotecnologia é apresentada como uma ampliação da ergonomia, e se baseia em diferentes áreas do conhecimento para compreender o contexto, tais como: a história das técnicas, a geografia, a economia, a antropologia entre outras (SANTOS, 1997).

A antropotecnologia auxilia na transferência de tecnologia trazendo mais efetividade (CORSI *et al.*, 2021). Hendrick (1997) afirma que a antropotecnologia associada à análise

ergonômica permite avaliar com maior profundidade as características do trabalho permitindo um desenvolvimento deste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo identificar os desafios para as cidades inteligentes implementarem tecnologias e as soluções da abordagem antropotecnológica aplicada à transferência de tecnologia. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio*, que resultou em artigos relevantes à temática. No entanto, percebe-se que a temática ainda carece de estudos

Nos desafios identificados para transferências de tecnologia nas cidades inteligentes, entre eles, destacam-se: a identidade local, questões culturais; falta de informações sobre as tecnologias utilizadas, custo-benefício, obsolescência, interoperabilidade com outros equipamentos, adequação ao uso, dependência com a empresa fornecedora dos serviços, utilidade, confiabilidade, segurança e eficiência das soluções de cidades inteligentes. Nesse cenário, nota-se que as cidades inteligentes precisam ser capazes de escolher, se adaptar e gerenciar tecnologias que sejam voltadas para os usuários, tornando o processo de interação mais eficiente. A antropotecnologia pode ajudar na superação dos desafios das interações entre humanos e tecnologias voltadas para ambientes urbanos. Além disso, a antropotecnologia pode auxiliar as cidades inteligentes, identificando contextos locais e as necessidades dos usuários, o que certamente permite encontrar soluções mais apropriadas para os diversos problemas que as cidades inteligentes podem apresentar. Assim, as cidades devem ter a capacidade de escolher, adaptar e gerenciar as novas tecnologias. Outro fator importante é a adequação aos usuários, que devem tomar conhecimento e serem capazes de usar as soluções tecnológicas da cidade.

Portanto, a antropotecnologia tem potencial para tornar as cidades inteligentes mais eficientes, auxiliando a transferência de tecnologia e tornando-a mais efetiva. Além disso, se mostra capaz de superar os desafios encontrados na transferência de tecnologia em cidades inteligentes, pois é capaz de auxiliar na identificação de soluções tecnológicas adequadas para o ambiente de utilização. No entanto, o tema ainda carece de mais estudos, como uma ampliação da pesquisa utilizando, por exemplo, outros termos de busca para encontrar estudos na mesma temática que utilizem nomenclaturas diferentes. Uma sugestão para trabalhos futuros é identificar na prática a relação entre as temáticas.

REFERÊNCIAS

CALDERONI, L., MAGNANI, A., MAIO, D. IoT Manager: An open-source IoT framework for smart cities. *Journal of Systems Architecture*, 98, pp. 413-423, 2019. DOI: 10.1016/j.sysarc.2019.04.003.

CHEN, Thomas M. Smart grids, smart cities need better networks [Editor's Note]. *IEEE Network*, v. 24, n. 2, p. 2-3, 2010.

CORSI, Alana; KOVALESKI, João Luiz; NEGRI PAGANI, Regina. Technology Transfer, Anthropotechnology and Sustainable Development: How Do the Themes Relate?. *Journal of technology management & innovation*, v. 16, n. 4, p. 96-108, 2021.

DE CARVALHO, Ricardo José Matos. ERGOPOLIS: an ergonomics approach applied to a city. *Work*, v. 41, n. Supplement 1, p. 6071-6078, 2012.

DE SOUZA, M.A., DE PAULA ANTUNES LIMA, F., VARELLA, C.V.S. The social shaping of waste and sorting technologies: The case of MRFs transfer in São Paulo, *Urbe*, 13, art. no. e20200073, 2021. DOI: 10.1590/2175-3369.012.E20200073.

GIFFINGER, Rudolf; GUDRUN, Haindlmaier. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities?. *ACE: architecture, city and environment*, v. 4, n. 12, p. 7-26, 2010.

GOMES, M.A.S., KOVALESKI, J.L. Science and technology policy in Latin America: The political activity and the anthropotechnology in technology transfer processes [Article: Política de Ciência e Tecnologia na América Latina: A atividade política e a antropotecnologia em processos de transferência de tecnologia], *Espacios*, 38 (4), p. 21, 2017.

GOMES, M.A.S, KOVALESKI, J., PAGANI, R., ZAMMAR, G. Offset policy and the process of technology transfer: A case study in Brazilian public health. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 61, art. no. 101633, 2021. DOI: 10.1016/j.jengtecman.2021.101633.

HENDRICK, H.W. Macroergonomics: A proposed approach for use with anthropotechnology and ergonomic work analysis in effecting technology transfer. *Travail Humain*, 60 (3), pp. 255-272, 1997.

ISO 37122/2019. Available online: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:dis:ed-1:v1:en:e>. (accessed on 09 de January de 2022).

LYTRAS, M.D., VISVIZI, A. Who uses smart city services and what to make of it: Toward interdisciplinary smart cities research. *Sustainability (Switzerland)*, 10 (6), art. no. 1998, 2018. DOI: 10.3390/su10061998.

MARSAL-LLACUNA, Maria-Lluïsa; COLOMER-LLINÀS, Joan; MELÉNDEZ-FRIGOLA, Joaquim. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 90, p. 611-622, 2015.

MISHRA, Dr; KUMAR, Mukesh. Role of Technology in Smart Governance: 'Smart City, Safe City'. *Safe City* (August 15, 2013), 2013.

NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times*. 2011. p. 282-291.

NEIROTTI, P., DE MARCO, A., CAGLIANO, A. C., MANGANO, G., SCORRANO, F. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25-36, 2014.

SANTOS, Neri dos *et al.* *Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção*. Curitiba: Genesis, 1997.

SEPASGOZAR, S.M.E., HAWKEN, S., SARGOLZAEI, S., FOROOZANFA, M. Implementing citizen centric technology in developing smart cities: A model for predicting the acceptance of urban Technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, pp. 105-116, 2019. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.09.012.

YIGITCANLAR, T., KAMRUZZAMAN, M., FOTH, M., SABATINI-MARQUES, J., DA COSTA, E., IOPPOLO, G. Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable cities and society*, 45, 348-365, 2019. 10.1016/j.scs.2018.11.033.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Capítulo 02

Sistemas de informação e cidades inteligentes: uma abordagem teórica

Information systems and smart cities: a theoretical approach

Clayton Pereira de Sá

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

Vitória Ceccato

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

Leila Cleuri Pryjma

Instituto Federal do Paraná - IFPR

Regina Negri Pagani

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

João Luiz Kovaleski

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

RESUMO

O tema Sistemas de Informação (SI) é discutido em diversas pesquisas acadêmicas, bem como por diversos autores em livros e demais produções. Em geral, o sistema de informação nada mais é do que um conjunto de processos que envolvem sistemas, pessoas, documentos ferramentas, tendo como função auxiliar a gestão de uma empresa, instituição ou uma cidade, por exemplo. Outro assunto que está ganhando destaque em diversos centros de pesquisa, é o tema: cidades inteligentes. As discussões sobre como as cidades podem ser mais inteligentes, oferecendo melhores serviços para os cidadãos vêm ganhando importância no meio acadêmico. Partindo desta ótica, este estudo visa investigar nas produções científicas a relação entre o tema sistemas de informação gerencial e cidades inteligentes. Assim, o objetivo deste estudo é identificar se os sistemas de informações estão sendo utilizados para melhorar o processo de gestão das cidades inteligentes, ou seja, se a literatura apresenta essa relação. A presente pesquisa utiliza como metodologia a revisão sistemática de literatura, conhecida como Methodi Ordinatio. Basicamente, esta metodologia é composta por nove fases, sendo utilizada uma fórmula conhecida como InOrdinatio, possibilitando ranquear os artigos do portfólio pesquisado. O estudo é qualitativo e exploratório. As bases de dados consultadas foram: Scopus e Web of Science. Com relação aos resultados, identificou-se que todos os artigos analisados apresentam algum tipo de sistema de informação ou tecnologia sendo utilizados em cidades inteligentes. Por fim, após análise do portfólio de artigos selecionados, pode-se concluir que uma cidade inteligente está diretamente ligada ao uso de tecnologias e seus desdobramentos.

Cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável: o contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento



Palavras-chave: Sistemas de Informação, Cidades Inteligentes, Tecnologia da Informação.

ABSTRACT

The theme of information system is discussed in several academic researches, as well as by several authors in books and other productions. In general, the information system is nothing more than a set of processes that involve systems, people, documents and tools, with the function of assisting the management of a company, institution or city, for example. Another theme that is gaining prominence in several research centers is the topic: Smart Cities. Discussions about how cities can be smarter, offering better services to citizens, are gaining importance in the academic environment. From this perspective, this study aims to investigate in scientific productions the relationship between the theme management information system and Smart Cities. Thus, the objective of this study is to identify whether information systems are being used to improve the management process of Smart Cities, that is, whether the literature presents this relationship. The present research uses as methodology the systematic literature review, known as *Ordinatio Methodi*. Basically, this methodology is composed of nine phases, using a formula known as *InOrdinatio*, which allows the classification of the articles in the researched portfolio. The study is qualitative- quantitative and exploratory. The databases consulted were Scopus and Web of Science. As for the results, it was identified that all the analyzed articles present some information system or technology to be used in Smart Cities. Finally, after analyzing the portfolio of selected articles, it can be concluded that a smart city is directly linked to the use of technologies and their development.

Keywords: Information Systems, Smart Cities, Information Technology.

INTRODUÇÃO

O ambiente econômico, em constante mudança, exige que os gestores tomem decisões de forma rápida e, ao mesmo tempo, proporcionem os melhores resultados para as organizações. Tal fato acontece de forma constante no mundo dos negócios, mas também é uma realidade na administração pública, bem como na gestão das cidades.

O tema cidades inteligentes vêm ganhando cada vez mais destaque em discussões acadêmicas. São várias as pesquisas que abordam o assunto, bem como conceitos que tentam estabelecer o que é uma cidade inteligente, quais são os elementos que tornam uma cidade inteligente, quais as consequências na vida dos cidadãos que utilizam os serviços e moram nestas cidades.

Em geral, infraestrutura, conectividade, acessibilidade e mobilidade, entre outros elementos, compõem a classificação de uma cidade inteligente e influenciam sua definição. No entanto, ainda não há um conceito concreto do que seja uma cidade inteligente. Algumas definições para cidades inteligentes, são: espaços com tendências para gerenciar e minimizar o impacto da vida em sociedade, onde a utilização de tecnologia da informação e comunicação (TIC), dentro de uma infraestrutura integrada acessível, permite oferecer melhor qualidade de vida. Este conceito é conhecido como cidades inteligentes (ISMAGILOVA *et al.*, 2019).

As cidades inteligentes são consideradas como sistemas sociotécnicos com cidadãos como seus usuários finais (SIMONOFSKI *et al.*, 2018). As cidades precisam

ser inteligentes, pois os usuários podem utilizar plataformas que permitem o bem-estar econômico, social e ambiental, gerando ambientes urbanos com mais qualidade de vida. (JIN *et al.*, 2014). Assim, percebe-se que as cidades inteligentes são funcionais, articuladas pela utilização de sistemas de informações e comunicação, com infraestruturas modernas capazes de tornar as cidades mais eficientes e sustentáveis.

Nesse cenário, a tecnologia da informação pode ser uma importante aliada no processo de gestão. É uma tecnologia de habilitação chave para a inteligência das cidades. Os sistemas são capazes de armazenar dados, que podem gerar ideias e correlações. O Big Data, por exemplo, é uma tendência crescente em sistemas de informação para fornecer melhores serviços aos cidadãos e apoiar os processos de tomada de decisão nas cidades que buscam ser classificadas como inteligentes.

Os sistemas de informação em cidades inteligentes são mais eficientes do que os sistemas urbanos tradicionais e, ao introduzir algumas tecnologias de ponta, como sistemas inteligentes, a “sabedoria” das cidades inteligentes será mais proeminente. (JIANG, 2020). Assim, o Big Data vem sendo gradual e intensivamente utilizado em diversos aspectos da vida social. Dessa forma, questões como compartilhar Big Data no sistema de informação geográfica (GIS), como gerenciar e proteger arquivos, dados e como lidar com muitos dados são desafios para os GIS na era do Big Data (LV *et al.*, 2016). É importante destacar que existem também várias iniciativas de dados abertos que podem contribuir para melhorar a entrega de valor público em contextos de cidades inteligentes nas dimensões econômica, estratégica, política, gestão e qualidade de vida (PEREIRA *et al.*, 2016).

A internet das coisas (IoT) também é uma ferramenta importante em cidades inteligentes. Essa tecnologia permite que, quanto mais os cidadãos usarem os sistemas habilitados com IoT, por exemplo, mais dados e informações serão gerados, dando mais possibilidades para que os gestores das cidades possam, por meios de sistemas de informações, analisar mais dados e adotar ações corretivas (NITTI *et al.*, 2017).

As tecnologias da IoT, computação em nuvem e bluetooth são as tecnologias discutidas em relação às cidades inteligentes. A noção crítica de integração de arquitetura inteligente e tecnologia de sistemas de informação (SI) para operação efetiva de cidades inteligentes é um consenso aceito na literatura. Além disso, o conceito e a prática de cidades inteligentes têm o potencial de cumprir muitos dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (ISMAGILOVA *et al.*, 2019). Assim, na construção de cidades inteligentes, é fundamental coletar, analisar e armazenar os dados relacionados à tecnologia da informação. Com a crescente maturidade e precisão das principais tecnologias relacionadas à internet das coisas e computação em nuvem, as cidades inteligentes continuarão a se desenvolver na direção da inteligência contínua (JIANG, 2020).

Os estacionamentos de carros são um bom exemplo de como as informações podem auxiliar a gestão dos espaços, bem como o tráfego de veículos. Estes incluem monitoramento de estacionamento público, monitoramento de microclima e acesso e mobilidade (pedestres, ciclistas, carros e veículos de carga). Assim, os serviços de câmaras municipais podem melhorar a prestação dos serviços aos seus cidadãos. Ao coletar as informações sobre a ocupação da vaga de estacionamento sem fio, o município pode fornecer, por exemplo, informações de vagas de estacionamento aos usuários em uma

plataforma de visualização como um smartphone (JIN *et al.*, 2014).

Nesse sentido, percebe-se que são vários os sistemas e tecnologias que podem colaborar na gestão das cidades, sendo fundamental continuar desenvolvendo sistemas que possam projetar e melhorar a gestão das cidades do futuro. Nesse contexto, os dados e informações gerados pelas aglomerações urbanas, são fundamentais para o processo de tomada de decisão. Sem dúvidas, a velocidade com que a administração de uma cidade pode corrigir falhas em serviços públicos, por exemplo, pode definir o grau de evolução de uma cidade.

No entanto, é importante colocar as pessoas no centro do desenvolvimento das cidades, haja vista que o cidadão é o usuário final dos serviços, e tudo que uma cidade pode oferecer faz parte do processo de classificação de um ambiente urbano inteligente. Assim, as cidades Inteligentes devem capturar inovação criativa e colaborativa por meio de interações (diretas) entre órgãos públicos, atores privados e cidadãos em (WALRAVENS, 2015).

Os aplicativos também podem ser aliados importantes nesse processo. Os aplicativos de cidades inteligentes permitem que as autoridades municipais monitorem, gerenciem e forneçam planos, bem como recursos públicos e infraestruturas em ambientes urbanos, permitindo ao mesmo tempo em que cidadãos e empresas possam se beneficiar com o uso desses serviços inteligentes nas cidades (KOLOZALI *et al.*, 2019).

Partindo desta contextualização, o objetivo deste trabalho é verificar como os sistemas de informações gerenciais e suas tecnologias estão sendo abordados nas pesquisas científicas que tratam sobre cidades inteligentes. Dessa forma, acerca da temática e contextualização do tema objeto deste estudo, surge a seguinte pergunta de pesquisa: como os sistemas de informações gerenciais estão sendo utilizados nas cidades inteligentes? Para fundamentar os argumentos apresentados, foi realizada uma pesquisa na base de dados Scopus e Web of Science. A busca foi realizada por título do artigo, resumo e palavras-chave. A metodologia utilizada é a *Methodi Ordinatio*, que é uma revisão sistemática.

Portanto, esta pesquisa apresenta: (i) a quantidade de publicações relacionadas a temática; (ii) classifica os artigos mais relevantes pelo índice *InOrdinatio*; (iii) discute os artigos mais relevantes sobre o tema; e (iv) responde à pergunta apresentada nesta pesquisa.

METODOLOGIA

O estudo utiliza como metodologia a revisão sistemática *Methodi Ordinatio*. Esta forma de revisão sistemática foi proposta por Pagani *et al.* (2015;2018). A sistemática *Methodi Ordinatio* utiliza uma equação, conhecida como *InOrdinatio*, o que facilita o processo para ranquear os artigos do portfólio pesquisado nas diversas bases de dados.

Basicamente, a referida metodologia utiliza nove etapas. Nas Etapas de 1 à 4, foram feitas buscas exploratórias nas bases de dados Scopus e Web of Science (WoS). A pesquisa foi realizada nas bases de dados após o estabelecimento das palavras-chave,

sendo utilizadas como mecanismo de busca: Título do artigo, resumo e palavras-chave. As palavras-chave utilizadas para pesquisa foram:

- *“management information systems” and “smart cities”*
- *“information systems” and “smart cities”*
- *“information systems” and “smart cities” and (“big data” or “data analytics”)*

Estas etapas são compostas pelo processo de pesquisa nas bases de dados, ou seja, é a pesquisa propriamente dita, em que o pesquisador faz as buscas preliminares. A pesquisa foi realizada no mês de julho de 2022, sendo realizado a busca final para encontrar o portfólio de artigos e artigos de revisão, ordenados pelo Methodi Ordinatio.

Na Etapa 5, foi realizada a filtragem dos artigos, momento em que se iniciou os procedimentos de filtragem ao portfólio de 662 artigos. Com o auxílio dos gerenciadores de referências, Mendeley e JabRef, que são softwares para auxiliar no processo de coleta de dados dos artigos, considerando título, autores, tipo de documento, bem como o ano de publicação; foi possível encontrar e deletar 201 artigos duplicados, bem como 353 artigos sem relação específica com o tema da pesquisa, resultando em um portfólio de 108 artigos. Essa etapa foi fundamental para organizar o material encontrado.

Nas Etapas 6 a 7, os dados foram lançados na planilha RankIn, que permite ranquear os documentos, realizando a ordenação dos artigos por meio no número InOrdinatio.

Os procedimentos de filtragem, consideram: Fator de impacto (IF) JCR e SRJ; Número de citações (Ci) e ano de publicação (PublishYear), já o número de citações dos artigos foi coletado no Google Scholar, e o ano de publicação dos artigos foram identificados nos próprios artigos. A partir da coleta das variáveis, foi atribuído o valor 10 ao coeficiente α , por se tratar de um tema atual, e então aplicada a Equação (1) InOrdinatio para obtenção da ordenação dos artigos.

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF}/1000) + \alpha \cdot [10 - (\text{ResearchYear} - \text{PublishYear})] + (\text{Ci}) \quad (1)$$

Os artigos com InOrdinatio < 110 foram excluídos, resultando em um portfólio de 19 artigos. Destes, 2 artigos não foram considerados, em função de serem pagos, ou seja, não havia a possibilidade de baixar os documentos. Dessa forma, o portfólio final ficou em 17 artigos.

Por fim, após definir o portfólio de artigos científicos, estes foram localizados, dando início às leituras sistemáticas dos artigos (Etapas 8 e 9), permitindo então os procedimentos de coleta e análise dos dados

Tabela 1 – Resultado da aplicação dos protocolos da Methodi Ordinatio

| Passos 1 - 4 | | |
|--|------------|-----|
| Combinações de Palavras-chave | Scopus | WoS |
| "management information systems" and "smart cities" | 5 | 2 |
| "information systems" and "smart cities" | 349 | 211 |
| "information systems" and "smart cities" and ("big data" or "data analytics") | 54 | 41 |
| Total de Artigos | 662 | |
| Passo 5 | | |
| Artigos duplicados deletados | 201 | |
| Artigos sem relação com o tema | 353 | |
| Total de Artigos deletados | 554 | |
| Total de Artigos Restantes | 108 | |
| Passos 6-7 | | |
| Aplicado novo filtro de exclusão: Artigos excluídos por conter InOrdinatio < 110 | | |
| Artigos deletados em função de serem pagos | 2 | |
| Portfólio Final | 17 | |
| Passos 8-9 | | |
| Localização dos artigos e Leituras sistemáticas | | |

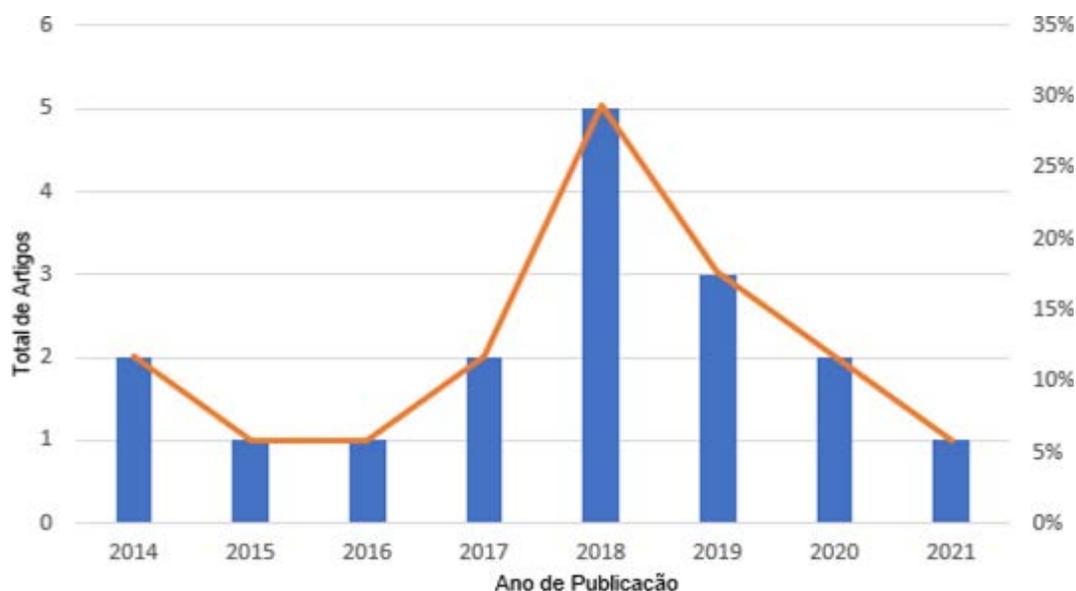
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões são apresentados em subseção, (3.1) que apresenta o total de artigos do portfólio final, publicações por ano; a nuvem de países, que apresenta qual é nacionalidade do autor principal dos artigos; bem como o título, síntese e índice InOrdinatio do Portfólio Final.

Resultados da análise bibliométrica

Após a classificação dos artigos pelo InOrdinatio, Gráfico 1, foi realizada a análise da distribuição de artigos publicados ao longo dos anos. Esta análise demonstra a tendência de publicação acerca do assunto objeto desta pesquisa.

Gráfico 1 – Total de artigos do portfólio final (Publicações por Ano)

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Conforme Gráfico 1, em 2018 e 2019 foram os anos que mais foram publicados artigos relevantes, que abordam sobre algum tipo de sistema ou tecnologia da informação em cidades inteligentes. Tal fato demonstra que o tema está ganhando cada vez mais importância nas pesquisas acadêmicas, visando o desenvolvimento das cidades inteligentes.

Já com relação aos países que mais publicam sobre o tema, destacam-se:

Figura 1 – Nuvem de Países



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Percebe-se, conforme Figura 1, nuvem de palavras, que os países em que os autores mais pesquisam sobre os sistemas de informação e cidades inteligentes, são: China (várias cidades chinesas estão investindo em ambientes urbanos inteligentes), Reino Unido e Bélgica. Além desses, destacam-se as pesquisas realizadas na Itália, EUA e Austrália. Estudo brasileiro também aparece no portfólio final. É importante destacar que esse levantamento levou em consideração o país de origem do primeiro autor.

Já com relação ao ranqueamento dos artigos, a partir dos resultados obtidos com o índice InOrdinatio (Equação 1), são apresentados no Quadro 1 os 17 artigos mais relevantes sobre os temas: sistemas de informação e cidades inteligentes. Dessa forma, na tabela abaixo são apresentados os títulos dos artigos, a síntese dos estudos e o índice InOrdinatio dos artigos analisados na revisão sistemática de literatura.

Quadro 1 – Título, síntese e índice InOrdinatio do Portfolio Final.

| Classificação/Título | | Síntese dos Artigos | InOrdinatio |
|----------------------|---|--|-------------|
| 1 | Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts | Este documento fornece uma compreensão abrangente da noção de Cidade Inteligente (SC) por intermédio da elaboração de uma taxonomia de domínios de aplicação pertinentes, nomeadamente: recursos naturais, energia, transportes, mobilidade, edifícios, habitação, governo, economia e pessoas. Aborda também a influência que diversas variáveis econômicas, urbanas, demográficas e geográficas podem gerar no planejamento de uma cidade inteligente. Os resultados revelam que os padrões de evolução de uma cidade inteligente dependem fortemente de fatores do seu contexto local, tais como: desenvolvimento econômico, localização geográfica e densidade populacional, entre outros (NEIRÓTTI et al. 2014) | 2304,00 |

| Classificação/Título | | Síntese dos Artigos | InOrdinatio |
|----------------------|---|---|-------------|
| 2 | An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things | Este estudo apresenta um quadro para a realização de cidades inteligentes com uso da Internet das Coisas (IoT). O framework abrange o sistema completo de informação urbana, desde o nível sensorial, estrutura de suporte de rede até o gerenciamento de dados e integração baseada em nuvem dos respectivos sistemas e serviços, gerando uma parte transformacional do sistema ciber-físico existente (JIN et al. 2014). | 1445,00 |
| 3 | Smart cities: Advances in research—An information systems perspective | Este estudo fornece uma síntese valiosa da literatura relevante, analisando e discutindo as principais conclusões da investigação existente sobre questões relacionadas com as cidades inteligentes, numa perspectiva de Sistemas de Informação (SI). O estudo proporciona uma melhor compreensão do estado atual da investigação sobre cidades inteligentes. A discussão também se concentra no alinhamento das cidades inteligentes com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (ISMAGILOVA et al. 2019). | 556,01 |
| 4 | Delivering public value through open government data initiatives in a Smart City context | O artigo apresenta os benefícios que a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) pode gerar para os governos que visam melhorar a prestação de serviços e a interação com as partes interessadas em cidades inteligentes. Os autores propõem um modelo conceitual para analisar a iniciativa de cidades inteligentes (PEREIRA et al. 2016). | 262,00 |
| 5 | Modeling and Visualizing Smart City Mobility Business Ecosystems: Insights from a Case Study | Neste documento, são apresentados os resultados do desenvolvimento, da implementação e da implantação prototípica de um sistema de análise visual (VAS) no contexto do estudo de caso de uma iniciativa de cidade inteligente (FABER et al., 2018). | 251,00 |
| 6 | Government affairs service platform for smart city | Este estudo utiliza um sistema de informação geográfica (SIG) 3D e a computação em nuvem. O documento apresenta uma nova plataforma para serviços de assuntos governamentais. A plataforma permite a gestão e a utilização eficientes dos dados da cidade, a análise 3D e a visualização das informações da cidade, resultando numa plataforma para cidades inteligentes. Além disso, o artigo discute serviços públicos que podem ser eletrônicos, bem como iniciativas tecnológicas que podem auxiliar em desastres urbanos, proteção ambiental, transporte inteligente, monitoramento e avaliação da situação urbana (LV et al. 2018). | 202,01 |
| 7 | Emergence of Big Data Research in Operations Management, Information Systems, and Healthcare: Past Contributions and Future Roadmap | Este estudo aborda como a análise de grandes volumes de dados tem sido utilizada nos domínios dos sistemas de informação, da gestão de operações e dos cuidados de saúde. O estudo aborda igualmente o potencial futuro das aplicações de grandes volumes de dados nestes domínios (especialmente nas áreas da computação em nuvem, Internet das coisas, cidades inteligentes e saúde inteligente) e os desafios associados. Além disso, a investigação apresenta as contribuições que a gestão dos dados integradas aos sistemas de informação, voltados para a gestão das operações, da cadeia de abastecimento e dos cuidados de saúde. O documento apresenta uma estrutura para aplicações de Big Data nesses domínios (GUHA; KUMAR, 2018). | 183,00 |
| 8 | The construction of smart city information system based on the Internet of Things and cloud computing | Nos sistemas de cidades inteligentes baseados na Internet das Coisas (IoT), as redes de sensores são frequentemente colocadas em ambientes de comunicação não fiáveis, o que normalmente provoca falhas na transmissão de informações. Por conseguinte, este estudo propõe um algoritmo de agregação de dados baseado em cadeias de Markov para resolver o problema no processo de transmissão de dados. Nos últimos anos, as cadeias de Markov têm sido utilizadas para resolver alguns problemas de otimização combinatoria. Por conseguinte, para resolver estes problemas utilizando uma abordagem de estrutura de conceção de algoritmos distribuídos, o estudo utiliza a cadeia de Markov (JIANG, 2020). | 172,00 |

| | | | |
|----|---|---|--------|
| 9 | Optimization of real-time traffic network assignment based on IoT data using DBN and clustering model in smart city | Neste artigo, são analisados os índices econômicos de um centro de processamento de transportes, centrando-se na otimização dinâmica e na atribuição da rede de transportes com base em uma grande base de dados de entrada contínua da Internet das coisas (IoT). O estudo apresenta um modelo de computação de alto desempenho capaz de proporcionar um planejamento dinâmico do tráfego. O planejamento de transporte proposto é baseado na IoT em tempo real e nos dados do sistema de informações geográficas (GIS), processados por DBN e K-means para tornar a solução final próxima da prática e atender aos requisitos de computação de alto desempenho e custo econômico (YANG et al. 2020). | 154,01 |
| 10 | Qualitative indicators for smart city business models: The case of mobile services and applications | Este estudo apresenta um quadro teórico para a análise de modelos de negócio que envolvem atores públicos, e governos municipais em particular, na rede de valor. Parte de um quadro de modelos de negócio estabelecido e expande-o para incluir um conjunto adicional de indicadores necessários para realizar com sucesso uma análise qualitativa dos modelos de negócio de novos serviços (digitais) oferecidos pelas cidades com o objetivo de tornar as cidades “mais inteligentes” (WALRAVENS, 2015). | 144,00 |
| 11 | Virtual Reality Smart City Based on WebVRGIS | O estudo aborda, com base no motor de realidade virtual (RV) em rede, a capacidade de interação, análise e visualização imersiva da cidade inteligente, visando integrar várias tecnologias de informação mais recentes, ou seja, realidade virtual web (WebVR), internet das coisas (IoT), tecnologia tridimensional (3-D), sistema de informação geográfica (3-DGIS) com peer-to-peer (P2P). Assim, o estudo demonstra o grande potencial que a análise GIS no globo 3-D e o mecanismo de rede de dados de RV geográfica P2P têm para a construção de cidades inteligentes (LV et al., 2016) | 135,00 |
| 12 | Hearing the Voice of Citizens in Smart City Design: The CitiVoice Framework | O objetivo deste documento é descobrir como os cidadãos podem contribuir para transformar uma cidade numa cidade “inteligente” e fornecer um quadro para estruturar e avaliar essa participação. Para o efeito, o estudo aborda um quadro de organização e de avaliação da participação dos cidadãos nas cidades inteligentes. O CitiVoice é utilizado como ferramenta de avaliação para várias cidades inteligentes belgas, a fim de descobrir e analisar as desvantagens e as deficiências da participação dos cidadãos. É também demonstrado como o CitiVoice pode atuar como uma ferramenta de governança para a concepção de cidades inteligentes (SIMONOFSKI et al. 2018). | 129,01 |
| 13 | IoT Architecture for a Sustainable Tourism Application in a Smart City Environment | Este artigo analisa a viabilidade da utilização de uma abordagem da Internet das coisas (IoT) e propõe uma arquitetura específica para uma aplicação de turismo sustentável. Assim, o estudo propõe uma arquitetura com IoT para uma aplicação de turismo sustentável em um cenário de Smart City (NITTI et al. 2017). | 129,00 |
| 14 | An urban building database (UBD) supporting a smart city information system | Neste artigo, propõe-se um quadro conceitual para a construção de uma Base de Dados de Edifícios Urbanos (BDU), cujo objetivo é fornecer um repositório de dados integrados, disponível em um formato universal, para diferentes utilizadores. Funcionando como um sistema de informação (SI) para cidades inteligentes. Além disso, são apresentadas as principais características para o desenvolvimento de uma UBD. Portanto, a integração e análise de dados é fundamental para validar diferentes métodos de previsão e modelagem da energia consumida nas cidades, por exemplo, bem como abordar seu potencial de economia de energia, além de outras contribuições para facilitar a gestão de cidades inteligentes (MONTEIRO et al. 2018). | 127,00 |

| | | | |
|----|--|---|--------|
| 15 | New Trends in Using Augmented Reality Apps for Smart City Contexts | Neste documento, é demonstrado o potencial das técnicas de realidade aumentada (RA) no contexto de uma cidade inteligente. Para tanto, foi desenvolvida uma aplicação móvel multiplataforma com funcionalidades de realidade aumentada ligadas a serviços, bem como sistemas de informações geográficas (SIG) para avaliar diferentes características, tais como: o desempenho, a usabilidade, a eficácia e a satisfação da tecnologia de realidade aumentada no contexto de ambientes inteligentes. Assim, a pesquisa procura investigar o uso da RA para aprimorar o conhecimento e a experiência do usuário (RAMOS et al. 2018). | 116,00 |
| 16 | Observing the Pulse of a City: A Smart City Framework for Real-Time Discovery, Federation, and Aggregation of Data Streams | O estudo trata de um sistema de processamento de dados semântico que permite a observação em tempo real da pulsação de uma cidade. Desta forma, o estudo permite a integração semântica eficiente de fluxos de dados, e o processamento de eventos complexos sobre a agregação de dados em tempo real e a análise da qualidade em um ambiente Web semântico. Os pesquisadores utilizaram um sensor de observações em tempo real que foram publicadas por intermédio de uma plataforma aberta chamada Aarhus Open Data (KOLOZALI et al. 2019). | 115,00 |
| 17 | Towards Effective BIM/GIS Data Integration for Smart City by Integrating Computer Graphics Technique | Este estudo tem como objetivo demonstrar e facilitar o uso de informações de Building Information Modeling (BIM) integradas a sistemas de informações geográficas (SIG) e beneficiar estudos que trabalham com questões digitais e cidades inteligentes, com foco no desenvolvimento de modelos para gestão. O método proposto visa facilitar o uso de modelos BIM em SIG, com foco no apoio a estudos sobre a cidade inteligente (ZHU; WU, 2021). | 111,00 |

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Após análise dos artigos, identificou-se que os SI estão sendo utilizados de forma intensa nas cidades inteligentes, destacando-se: a) sistemas de informação para melhorar a gestão das cidades; b) estrutura de Big Data; c) sistemas para integrar a internet das coisas e inteligência artificial em cidades inteligentes; d) transportes; e) sistema de segurança de dados; f) sistema analítico visual (VAS) de informação integrado em sistema de informação geográfica 3D (GIS) e Building Information Modeling (BIM); g) computação em nuvem; h) cadeias de Markov (algoritmo) para otimização combinatória integrado a IoT;

i) realidade virtual da Web (WebVR); j) CitiVoice (participação do cidadão) como ferramenta de avaliação cidades inteligentes k) modelos de negócios que envolvem atores públicos, e governos municipais em particular, visando criar valor para cidades inteligentes, centradas na saúde; l) realidade aumentada (RA); m) sistemas para processo de coleta, mapeamento, limpeza e integração de dados urbanos para suporte de sistemas de informação para cidades inteligentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de informações gerências são ferramentas responsáveis por facilitar o processo de gestão, integrando as pessoas, ferramentas e sistemas, de modo a colaborar com a gestão pública, bem como pode melhorar o processo de tomada de decisão. Dessa forma, é evidente que o SIG, pode, por exemplo, melhorar a assertividade das políticas públicas implementadas nas cidades, colaborando com o planejamento das cidades. Além disso, pode-se destacar que o setor privado também pode utilizar dados e informações para orientar seus interesses econômicos.

O processo de gestão de uma cidade carece que os gestores públicos possam considerar as características e necessidades da população que vivem nas zonas urbanas, pensando justamente em ofertar melhores serviços para o cidadão. Nesse sentido, é fundamental que as cidades inteligentes gerem dados, informações e conhecimentos que possam ser traduzidos em políticas públicas que de fato melhorem a vida da população.

Após a pesquisa nos bancos de dados Scopus e Web of Science foi possível identificar que os todos os artigos analisados neste estudo abordam sistemas de informação, ou tecnologias de comunicação, ou tecnologias diversas que facilitam o processo de gestão, tornando as cidades mais eficientes e inteligentes. Observou-se que Sistemas de informações, tecnologia da informação, Big Data e Data Analytics, internet das coisas e inteligência artificial são assuntos diretamente ligados às cidades inteligentes, demonstrando que os sistemas de informações são pilares para estabelecer uma boa gestão nos ambientes urbanos. Portanto, é fundamental que os dados e informações sejam tratados, processados e interpretados de forma rápida, segura e eficiente. Dessa forma, percebe-se que sistemas de informações gerenciais são elementos indispensáveis para o desenvolvimento das cidades inteligentes. Integrar todos os diferentes sistemas, em um sistema de gestão centralizado é um grande desafio para o desenvolvimento da infraestrutura tecnológica para cidades inteligentes.

Este estudo limita-se pela abordagem tanto em quantidade quanto em profundidade. Sugere-se que trabalhos futuros façam esse tratamento mais extensivo sobre o assunto e seus possíveis benefícios para as cidades, bem como investigar alternativas para países em desenvolvimento, considerando o elevado investimento que essas estruturas de sistemas de informação possam representar.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradecemos também ao Governo Brasileiro, ao Ministério da Educação, à UTFPR e ao programa de pós-graduação PPGEP pelo apoio e empenho no incentivo a pesquisa acadêmica.

REFERÊNCIAS

FABER, A. *et al.* Modeling and Visualization of Smart City Mobility Enterprise Ecosystems: Insights from a case study. *Information*, v. 9, n. 11, p. 270, 29. 2018.

GUHA, S.; KUMAR, S. Emergence of Big Data Research in Operations Management, Information Systems, and Healthcare: Past Contributions and Future Roadmap. *Production and Operations Management*, v. 27, n. 9, p. 1724–1735, 2018.

ISMAGILOVA, E. *et al.* Smart cities: Advances in research—An information systems perspective. *International Journal of Information Management*, v. 47, p. 88–100, 2019.

JIANG, D. The construction of smart city information system based on the Internet of Things and cloud computing. *Computer Communications*, v. 150, p. 158–166, 2020.

- JIN, J. *et al.* An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 1, n. 2, p. 112–121, 2014.
- KOLOZALI, S. *et al.* Observing the Pulse of a City: A Smart City Framework for Real-Time Discovery, Federation, and Aggregation of Data Streams. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 6, n. 2, p. 2651–2668, 2019.
- LV, Z. *et al.* Government affairs service platform for smart city. *Future Generation Computer Systems*, v. 81, p. 443–451, 2018.
- LV, Z. *et al.* Virtual Reality Smart City Based on WebVRGIS. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 3, n. 6, p. 1015–1024, 2016.
- MONTEIRO, C. S. *et al.* An urban building database (UBD) supporting a smart city information system. *Energy and Buildings*, v. 158, p. 244–260, 2018.
- NEIROTTI, P. *et al.* Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, v. 38, p. 25–36, 2014.
- NITTI, M. *et al.* IoT Architecture for a Sustainable Tourism Application in a Smart City Environment. *Mobile Information Systems*, v. 2017, p. 1–9, 2017.
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015.
- PEREIRA, G. V. *et al.* Delivering public value through open government data initiatives in a Smart City context. *Information Systems Frontiers*, v. 19, n. 2, p. 213–229, 2016.
- RAMOS, F. *et al.* New Trends in Using Augmented Reality Apps for Smart City Contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 7, n. 12, p. 478, 2018.
- SIMONOFSKI, A. *et al.* Hearing the Voice of Citizens in Smart City Design: The CitiVoice Framework. *Business & Information Systems Engineering*, v. 61, n. 6, p. 665–678, 2018.
- WALRAVENS, N. Qualitative indicators for smart city business models: The case of mobile services and applications. *Telecommunications Policy*, v. 39, n. 3-4, p. 218–240, 2015.
- YANG, J. *et al.* Optimization of real-time traffic network assignment based on IoT data using DBN and clustering model in smart city. *Future Generation Computer Systems*, v. 108, p. 976–986, 2020.
- ZHU, J.; WU, P. Towards Effective BIM/GIS Data Integration for Smart City by Integrating Computer Graphics Technique. *Remote Sensing*, v. 13, n. 10, p. 1889, 2021.

Uma análise sobre Índice de Desenvolvimento Sustentável na cidade de Palmas/TO

An Analysis of the Sustainable Development Index in the city of Palmas, Tocantins

Iaraí Vizolli

Bacharela em Relações Internacionais pela Universidade Federal do Tocantins - UFT

RESUMO

O presente estudo busca analisar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU na cidade de Palmas, localizada no estado do Tocantins. A metodologia utilizada uma abordagem qualiquantitativa, realizada por meio de uma revisão bibliográfica de produções nacionais e internacionais que versam sobre o tema de desenvolvimento sustentável, sobre cidade de Palmas, bem como a análise de dados do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades. O estudo é dividido em dois eixos temáticos, o primeiro versando sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e o segundo sobre uma análise desses objetivos baseada no Índice de Desenvolvimento Sustentável na cidade de Palmas-TO. A cidade de Palmas ficou em primeiro lugar no ranking das cidades mais sustentáveis da região norte do país. Apesar da grande conquista para toda a região e para o estado do Tocantins, que faz parte da Amazônia Legal, o estudo mostra que ainda são necessários diversos avanços para a plena sustentabilidade em Palmas.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável. cidades. Palmas. ODS.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the UN Sustainable Development Goals in the city of Palmas, located in the state of Tocantins. The methodology used a qualitative and quantitative approach, executed through a bibliographic review of national and international productions aligned with the theme of sustainable development and the analysis of data from the Sustainable Development Index of Cities - Brazil. The study is divided into two thematic axes, the first one discusses the United Nations Sustainable Development Goals and the second one is an analysis of the Sustainable Development Goals based on the Sustainable Development Index in Palmas-TO. Palmas ranked first in of the most sustainable cities in the northern region of the Brazil. Despite the great achievement for the region

Cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável: o contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento



and the state of Tocantins, which is part of the Legal Amazon, the study shows that several advances are still necessary for the full sustainability of Palmas.

Keywords: sustainable development. cities. Palmas. SDG.

INTRODUÇÃO

A cidade de Palmas, localizada no estado do Tocantins foi considerada pelo Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades do Brasil - IDSC-BR (2022) a capital mais sustentável do norte do país. De acordo com o índice, a cidade de Palmas ocupa a 1ª colocação entre as capitais mais sustentáveis da região e a nível nacional a 655ª colocação entre as cidades, se considerarmos todas as cidades brasileiras avaliadas.

Apesar de figurar como 1ª colocada no índice, os dados evidenciam que, como tantos outros municípios no Brasil, em especial do norte do Brasil, a capital do Tocantins ainda possui uma série de pontos a serem aperfeiçoados para o atingimento do desenvolvimento sustentável.

Levando em consideração esses dados, nesta pesquisa propomos uma análise do Índice de Desenvolvimento Sustentável (2022) tendo como ponto focal a cidade de Palmas, situada no Tocantins, região norte do país.

Cabe salientar que esta investigação não planeja esgotar as discussões acerca da implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nos municípios, mas sim ser um contributo as discussões relacionadas ao desenvolvimento sustentável e sua implementação nas cidades.

A metodologia utilizada para a produção desta publicação foi a análise bibliográfica de produções acadêmicas que versam sobre a temática, bem como a análise de dados do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (2022).

Para uma melhor compreensão a pesquisa é dividida dois eixos: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e análise do Índice de Desenvolvimento Sustentável no município de Palmas-TO.

Apesar da temática ser de extrema importância para o bem-estar da humanidade de maneira geral, faltando apenas sete anos para o prazo limite do atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, as análises de dados indicam que Palmas-TO ainda está distante de obter êxito nas metas propostas.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ONU

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ou como também são comumente chamados, Agenda 2030, das Nações Unidas (ONU) são um Plano de Ação global construída no ano de 2015 visando levar a sustentabilidade a todos os cantos do planeta até 2030.

Os ODS derivam dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), firmados ainda nos anos 2000 em Nova Iorque, através da Declaração do Milênio da ONU.

A Declaração foi adotada por 191 estados membros, incluindo o Brasil. Os ODM foram formados por oito metas, sendo elas 1. Erradicar a pobreza extrema e a fome, 2. Educação Básica Universal, 3. Promover igualdade de gênero e empoderar as mulheres, 4. Reduzir a Mortalidade Infantil, 5. Melhorar a Saúde Materna, 6. Combater HIV/AIDS, a Malária e outras doenças, 7. Garantir Sustentabilidade Ambiental e 8. Parceria global pelo desenvolvimento. (ROMA, 2016)

Como parte do processo de criação de uma agenda que viria a substituir os ODM, dado o vencimento do período de execução destes em 2015, em junho de 2012 foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20). O documento resultante da Conferência, intitulado “O Futuro que Queremos”, lançava as bases para que os países-membros da ONU construíssem, coletivamente e a partir da experiência exitosa dos ODM, um novo conjunto de objetivos e metas voltadas para o desenvolvimento sustentável, que passariam a vigorar no período pós-2015.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS da ONU foram instituídos no ano de 2015 por 193 estados membros signatários, entre eles o Brasil. Ao aderirem aos ODS, as partes interessadas precisaram criar iniciativas internas para a implementar suas metas e objetivos, levando em consideração suas realidades locais. A agenda é composta por 17 objetivos e 169 metas a serem alcançadas até o ano de 2030.



Fonte: ONU

Como é possível observar na figura acima, os ODS são compostos por 17 objetivos, são eles: 1. Erradicação da Pobreza, 2. Erradicação da Fome, 3. Saúde de Qualidade, 4. Educação de Qualidade, 5. Igualdade de Gênero, 6. Água Potável e Saneamento, 7. Energias Renováveis e Acessíveis, 8. Trabalho Digno e Crescimento Econômico, 9. Indústria, Inovação e Infraestrutura, 10. Redução das Desigualdades, 11. Cidades e Comunidades sustentáveis, 12. Produção e Consumo sustentáveis, 13. Ação Climática, 14. Proteger a Vida Marinha, 15. Proteger a Vida Terrestre, 16. Paz, Justiça e Instituições eficazes e 17. Parcerias para a Implementação dos Objetivos. (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Podemos observar a grande influência dos ODM na construção dos ODS. Porém algumas evoluções e diferenças podem ser observadas. A exemplo dos ODMs Erradicação da Pobreza Extrema e a Fome, que foram desmembrados em novos dois ODS, sendo respectivamente os ODS 1 Erradicação da Pobreza e 2 Erradicação da Fome. E o ODM 7, a respeito da Sustentabilidade Ambiental, que abrange uma gama maior de ODS, a

exemplo do 13. Ação Climática, 14. Proteger a Vida Marinha e 15. Proteger a Vida Terrestre.

Além da junção de alguns objetivos, em especial aos que abrangem a área da saúde, sendo agora tratados pelo ODS 3. E no desenvolvimento e ampliação de outros pontos focais, tais como a promoção da paz e o desenvolvimento econômico.

Apesar das temáticas distintas, todos os objetivos possuem relações intrínsecas uns com os outros (NAÇÕES UNIDAS, 2015). Haja visto que não existe igualdade de gênero sem a redução das desigualdades. Água potável sem o combate às ações climáticas. Cidades sustentáveis sem a proteção da vida marinha e terrestre, ou ainda erradicação da pobreza sem trabalho digno. Quanto à visão da ONU sobre os ODS é possível destacar que:

Nestes Objetivos e metas, estamos estabelecendo uma visão extremamente ambiciosa e transformadora. Prevemos um mundo livre da pobreza, fome, doença e penúria, onde toda a vida pode prosperar. Prevemos um mundo livre do medo e da violência. Um mundo com alfabetização universal. Um mundo com o acesso equitativo e universal à educação de qualidade em todos os níveis, aos cuidados de saúde e proteção social, onde o bem-estar físico, mental e social estão assegurados. Um mundo em que reafirmamos os nossos compromissos relativos ao direito humano à água potável e ao saneamento e onde há uma melhor higiene; e onde o alimento é suficiente, seguro, acessível e nutritivo. Um mundo onde habitats humanos são seguros, resilientes e sustentáveis, e onde existe acesso universal à energia acessível, confiável e sustentável. (NAÇÕES UNIDAS, 2015)

É possível observar que os ODS se constituem com intenções bastante arrojadas e que abrangem uma vasta gama de temas variados, desde a educação de qualidade à preservação do meio ambiente, da promoção da paz ao crescimento econômico, do saneamento básico à igualdade de gênero.

Os ODS visam assegurar um mundo mais justo, onde todos os seres humanos, independentemente de seus Estados de origem ou de suas condições socioeconômicas, credos, religião, gênero, entre outros aspectos interfiram em seus direitos humanos, tais como o direito à paz, saúde, educação e meio ambiente. Garantindo assim a dignidade e o bem-estar de toda pessoa humana.

Aos países signatários ficou a responsabilidade de realizar as adequações das metas a realidade de cada Estado. No caso brasileiro das 169 metas propostas, foram adotadas 167. Destas 128 sofreram alterações e 39 metas não foram modificadas. Foram também adicionadas mais 8 novas metas, totalizando 175 metas à nível nacional. (ROMA, 2019)

De acordo com Gallo e Seiti (2014), a territorialização das ações são fatores essenciais para lograr êxito na aplicação efetiva das agendas internacionais. Neste contexto, a territorialização dos ODS à níveis locais, a exemplo da esfera municipal, se torna um fator determinante para o sucesso ou fracasso das ações de implementação da Agenda 2030.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CIDADE DE PALMAS-TO

A título de contextualização, Palmas é a capital mais nova do Brasil, sendo

constituída a partir da criação do estado do Tocantins, que foi desmembramento do estado do Goiás. A criação do novo estado ocorreu pela Constituição Federal de 1988. (TEIXEIRA, 2009)

O estado do Tocantins é um dos membros da Amazônia Legal, que engloba o Mato Grosso, Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá e parte do Maranhão.

Palmas é uma cidade planejada, criada no final do século XX. A cidade celebrou em maio de 2022 seus 33 anos, e estima-se que a população de habitantes seja de 300 mil pessoas. (IBGE, 2021)

A capital foi construída na região central do estado, próxima as cidades de Porto Nacional e Miracema entre a Serra do Lajeado e as margens do Rio Tocantins, como é possível observar na imagem abaixo.



Fonte: Google Maps.

Em 2021 a cidade de Palmas realizou a adesão à Carta de Compromisso Executivo ao Programa Cidades Sustentáveis (PSC). Os ODS também estão presentes no Plano Plurianual Municipal (PPA) 2022-2025.

O Plano Plurianual Municipal, instituído por meio da Lei nº 2.669, de 23 de dezembro de 2021, em seus objetivos apresenta os ODS da ONU. “Capítulo 1º Art 2º [...] inciso VI - objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS), os estabelecidos na Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável das Nações”. (PALMAS, 2021)

Como observado, o município possui compromissos voltados ao atingimento da Agenda 2030, seja através da criação de legislações, como o Plano Plurianual, seja pela adesão voluntária da Carta de Compromisso.

Em 2022, com a publicação do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil (IDSC-BR) a cidade de Palmas foi considerada a capital mais sustentável da região norte do Brasil.

Apesar da boa colocação entre as capitais do Norte, em uma avaliação de 0-100 a cidade recebeu nota 55, ou seja, um pouco acima da metade. No índice geral das cidades brasileiras, Palmas ocupa a 655ª posição de 5570 cidades avaliadas.

Segundo o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (2022) a metodologia foi desenvolvida pela UN *Sustainable Development Solution Network* (SDSN). Rede que teve início na ONU, com o objetivo de mobilizar diferentes atores para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

De acordo com o IDSC-BR (2022), o mesmo pode ser utilizado como ferramenta para a formulação de políticas públicas voltadas a implementação dos ODS através da análise de dados presentes no instrumento. Bem como para a criação de planos de ação, baseadas nessas análises, visando a melhoria contínua dos indicadores e, conseqüentemente, o atingimento dos objetivos.

Abaixo a tabela de avaliação do Índice de Cidades Sustentáveis sobre a cidade de Palmas-TO:



Fonte: Instituto Cidades Sustentáveis.

Os indicadores em verdes sinalizam os ODS atingidos, os amarelos onde ainda existem desafios, os em laranja os que possuem desafios significativos e por fim o vermelho simboliza os ODS mais distantes do atingimento.

Na avaliação do Índice é possível observar que apenas dois dos dezessete objetivos foram cumpridos até o momento. Sendo eles o ODS 9 Indústria, inovação e infraestrutura e as 14 proteções da vida marinha.

Os objetivos em que a cidade se encontra mais defasada, de acordo com o Índice, foram os ODS 2 combates à fome, 4 educações de qualidade, 5 igualdades de gênero, 10 reduções das desigualdades, 11 cidade e construção sustentável, 12 produção e consumo sustentável e 16 paz, justiça e instituições eficazes.

Acerca dos ODS supramencionados, é possível salientar no ODS 2 a falta de produção agrícola orgânica e apoio do PRONAF à agricultura familiar, no ODS 4 Jovens com 19 anos e ensino médio concluído, professores de educação infantil com ensino superior, razão entre o número de alunos e professores no ensino fundamental e, por fim, a existência de centros culturais na cidade.

Quando ao ODS 5, os pontos mais preocupantes foram o número de feminicídios, baixo número de vereadoras e desigualdade salarial por sexo. No ODS 10 a renda adequada dos 20% mais pobres, violência contra a população LGBTQIA+, distorção/idade série no ensino fundamental e a razão do rendimento médio real.

No ODS 11 as mortes no trânsito e domicílios em favelas, no ODS 12 a recuperação

de resíduos sólidos e coleta seletiva e no ODS 16 o homicídio juvenil, morte por agressão, morte por arma de fogo e taxa de homicídio.

Os pontos de criticidade média, que no Índice podem ser visualizados nas cores amarelo e alaranjado são o ODS 1 Combate a Pobreza, com percentual de pessoas vivendo abaixo da linha da pobreza, famílias que estão no Cadastro Único e famílias que recebem Bolsa Família. O ODS 3 Saúde de Qualidade os pontos a serem melhorados são o orçamento para saúde, cobertura de vacinas, Unidades Básicas de Saúde, morte por suicídio, dengue entre outros. No ODS 6 Água Potável a perda de água.

Quando aos pontos de atenção, no ODS 7 Energias Renováveis a vulnerabilidade energética, o ODS 8 Trabalho Decente o PIB per capita, desemprego, jovens que não estudam nem trabalham entre outros. No ODS 13 Ação Climática a concentração de calor, a emissão de CO², o desflorestamento e a prevenção de riscos a desastres naturais. No ODS 15 Proteger a Vida Terrestre a taxa de florestas naturais e no 17 Parcerias para Implementação dos Objetivos a falta de investimento público.

Como pudemos observar, apesar de Palmas ser a capital mais sustentável da região norte do país ainda existem muitos pontos a serem melhorados até o atingimento de todas as metas de desenvolvimento sustentável da ONU.

Na área social alguns dos problemas encontrados foram a quantidade de jovens que são vítimas de homicídio juvenil. O feminicídio entra as mulheres, a disparidade de salários e a falta de representatividade política entre vereadores. A população LGBTQIA+, que é vítima de violência. E a população pobre, que não possui renda mínima apropriada.

Na área ambiental a cidade precisa diminuir a emissão de CO² e os focos de calor, aumentar as áreas de florestas e diminuir o desflorestamento. Reduzir a perda de água, aumentar a reciclagem e a recuperação de resíduos sólidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Palmas, capital do Tocantins, foi eleito a capital mais sustentável do norte do país. A administração pública demonstrou engajamento em atingir os objetivos ao realizar em 2021 com sua adesão à Carta de Compromisso Executivo ao Programa Cidades Sustentáveis (PSC) e ao adicionar no Plano Plurianual Municipal (PPA) 2022-2025 os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Ainda assim, existem muitos aspectos a ser melhorados para o atingimento total dos objetivos e metas de sustentabilidade para as cidades.

A análise do Índice de Desenvolvimento Sustentável indica que tanto a preservação ao meio ambiente quanto a diminuição da vulnerabilidade social devem ser aspectos trabalhados no município, afim de alcançar os ODS e garantir qualidade de vida à população palmense.

É imprescindível para o atingimento das metas a implementação de políticas públicas voltadas à correção dos problemas socioambientais apresentados pela cidade. Para isso o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (2022) pode ser uma

das ferramentas utilizadas pelas repartições públicas que, por meio da análise de dados, poderão construir políticas públicas que fortaleçam o município e auxiliem no atingimento dos ODS da ONU.

Faltando apenas sete anos para o prazo limite do atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, a análise de dados indica que Palmas-TO ainda está distante de obter êxito nas metas propostas.

REFERÊNCIAS

SACHS, Ignacy. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Editora Garamond, 2000.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em 06 de ago. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, Relatório das Nações Unidas sobre o desenvolvimento do Milênio (2006b). PNUD/ONU, jul. 2006.

INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS, Índice de Desenvolvimento de Cidades Sustentáveis, Palmas TO. Disponível em: <<https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/profiles/palmas-TO>>. Acesso em 06 de ago. 2022.

INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS, Índice de Desenvolvimento de Cidades Sustentáveis: Apresentação. Disponível em: <<https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/introduction>>. Acesso em 06 de ago. 2022.

BRASIL, O. D. M. Objetivos de desenvolvimento do milênio. Relatório Nacional de Acompanhamento. Brasília: IPEA, 2010.

ROMA, Júlio César. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. *Ciência e cultura*, v. 71, n. 1, p. 33-39, 2019.

GALLO, Edumundo; SETTI, Andreia Faraoni Freitas. Território, intersectorialidade e escalas: requisitos para a efetividade dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. *Ciência & Saúde Coletiva* 19 (11): 4383-4396. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2014

TEIXEIRA, Luís Fernando Cruvinel. A formação de Palmas. *Revista UFG*, v. 11, n. 6, 2009.

PALMAS. Lei nº 2.669, de 23 de dezembro de 2021. Plano Plurianual (PPA 2022-2025) “Palmas para o Amanhã”. Diário Oficial do Município. Palmas, TO, n. 2.889, p. 1, 30 dez., 2021.

IBGE, Estimativa da população residente no Brasil e Unidades da Federação <Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2021>. ibge.gov.br. Consultado em 08 de agosto de 2022.

Utilização de água potável em descargas sanitárias e no consumo humano: uma análise sobre o uso de cisternas no município de Marechal Cândido Rondon

Use of potable water for toilet flushing and human consumption: an analysis of cistern usage in the municipality of Marechal Cândido Rondon

Logan Mallmann

Engenheiro de produção, doutorando em Desenvolvimento Rural Sustentável e professor orientador da Faculdade Isepe Rondon.

Régis Andrade Passos

Acadêmico do curso de Engenharia de Produção da Faculdade Isepe Rondon.

RESUMO

O presente estudo busca realizar uma análise das demandas dos habitantes do município de Marechal Cândido Rondon para o uso da água, seja no consumo humano ou nas descargas sanitárias. Para isso, calculou-se as quantidades médias de uso diário e anual em sanitários por habitante e comparou-se com a média descrita como ideal para consumo humano, sendo que os resultados ilustraram que a população utiliza quase treze vezes mais água potável em descargas do que para hidratação. Calculou-se, aproximadamente, a quantidade de casas com sistema de cisternas que seriam necessárias para suprir as demandas de água utilizadas em descargas no município, a fim de ter um comparativo e dimensionamento do potencial do sistema. Os dados apontaram que 35,91% das residências com cisternas supririam toda a necessidade de água para o fim de saneamento especificado, gerando economia de água potável.

Palavras-chave: habitantes do município de Marechal Cândido Rondon. cisternas. água potável. descargas sanitárias.



ABSTRACT

This study aims to analyze the water demands of the residents of Marechal Cândido Rondon for both human consumption and toilet flushing. For this purpose, the average quantities of daily and annual toilet usage per inhabitant were calculated and compared with the ideal average for human consumption. The results illustrated that the population uses almost thirteen times more potable water for toilet flushing than for hydration. The study also estimated the number of houses with cistern systems necessary to meet the toilet flushing water demands in the municipality, aiming to provide a comparative analysis and system potential assessment. The data indicated that 35.91% of households with cisterns would cover the entire specified sanitation water requirement, thus conserving potable water.

Keywords: residents of Marechal Cândido Rondon, cisterns, potable water, toilet flushing.

INTRODUÇÃO

A população mundial se aproxima da marca de oito bilhões de pessoas, e a projeção é que este alcance nove bilhões antes do ano de 2050. Mesmo com um aumento expressivo da população do planeta nas últimas décadas, o consumo de água aumentou seis vezes no século XX em comparação com o século XIX, isso equivale ao dobro do aumento populacional para o mesmo período (ONU, 2023; TUCCI, 2008).

Do mesmo modo, como a população do globo está distribuída de forma desigual, a disponibilidade de água também não é a mesma em regiões diferentes do planeta. Um dado que ilustra este fato é que mais de dois bilhões de habitantes estão sem acesso à água potável, suscetíveis a doenças e até à morte por consumo do líquido contaminado (MAY, 2004; ONU, 2023).

O Brasil contém 12% de toda a água doce do planeta, porém mais de 70% desta se encontra em locais com baixa densidade populacional, dificultando o acesso e a disponibilidade do recurso para o consumo da população. Além disso, de acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU (2023), o fornecimento de água potável está ameaçado, principalmente pelo uso insustentável do recurso, pelas mudanças climáticas causadas pela ação humana inconsequente e pela poluição resultante do uso de agrotóxicos e resíduos industriais.

Diversas ações podem ser realizadas pela população para evitar o uso excessivo da água e adiar a escassez, sendo que estas são motivos de inúmeros movimentos de conscientização (HESPANHOL, 2002). Podem ser citados a redução do tempo dos banhos e da lavagem de louças e calçadas, a reutilização da água das máquinas de lavar roupas e a coleta e utilização da água das chuvas por meio de um sistema de cisternas (BAPTISTA *et al.*, 2005).

A água captada pelas cisternas não pode ser destinada para o consumo humano ou animal, por conter inúmeros elementos prejudiciais, porém pode ser utilizada para diversas atividades, como na limpeza de calçadas, carros, máquinas e quintais, na irrigação de plantas e nas descargas sanitárias, nas quais se utilizam de até doze litros de água em um único acionamento (ANNECCHINI, 2005).

O município de Marechal Cândido Rondon, localizado na região oeste do estado do Paraná, conta com diversas moradias e organizações equipadas com este sistema. A partir do que foi descrito, o artigo tem o objetivo de apresentar cálculos relacionados à quantidade de água utilizada para o consumo humano e pelas descargas sanitárias no município e estimar a capacidade de captação de águas da chuva para a totalidade de residências, comparando com as demandas em descargas.

A partir das estimativas de consumo de água e de uso em descargas pela população de Marechal Cândido Rondon é possível informar, dimensionar e conscientizar a população sobre a quantidade de água potável que é utilizada para este fim e que poderia ser substituída por uma fonte sustentável, como a água da chuva captada pelas cisternas.

Atualmente, faz-se necessário realizar o máximo possível de atitudes em prol da conscientização sobre o uso da água, dado os problemas apresentados relacionados à escassez e à poluição dos recursos hídricos. Com os dados estimados sobre o potencial de captação da água da chuva de todas as residências do município é possível também informar e dimensionar a real possibilidade das cisternas em suprirem ou não as demandas no uso das descargas.

REVISÃO DE LITERATURA

Saneamento básico e o uso de cisternas

A preocupação com o saneamento remonta desde a antiguidade. Apesar de muitos eventos ligados a enfermidades por falta de higiene, evidências arqueológicas mostram que por volta de 3750 a.c. os babilônios já haviam utilizado coletores de esgotos na cidade de Nippur, os egípcios por volta de 2750 a.c. utilizavam tubos de cobre e em 2000 a.c. iniciou a utilização de sulfato de alumínio na água para sua limpeza. (REZENDE; HELLER, 2002).

Saneamento básico pode ser definido como o agrupamento de ações fundamentais a saúde pública, que abrange o abastecimento de água potável suficiente assegurando o uso e a higiene para o conforto da população. Tratamentos de esgotos, coletas de resíduos sólidos, recolhimento de águas pluviais e controle ambiental adequado de roedores, insetos entre outros compõem as atividades relacionadas ao saneamento (MORAES, 1993).

Apesar da chamada “evolução” da humanidade, principalmente exaltada pela produção e consumo desenfreado de produtos, o tema saneamento é pouco difundido e trabalhado com grande parte da população, principalmente de países em desenvolvimento, como o Brasil, sendo assim, para muitas pessoas, o termo está relacionado apenas com água potável e rede de esgoto (OMS, 2015).

Diversas medidas foram elaboradas com o objetivo de informar e direcionar as nações e pessoas para atitudes sustentáveis, uma delas aconteceu em 2015 em Nova York, chamada de Cúpula das Nações Unidas, na qual foi estruturada uma agenda contendo dezessete objetivos para o desenvolvimento sustentável. Esses objetivos englobam diversos aspectos da relação com homem e a natureza e entre seus pares e busca a sua concretização até o ano de 2030. O sexto objetivo da lista é relacionado a garantir a

disponibilidade e gestão de água e saneamento para toda a população, sendo que busca o acesso de água potável e saneamento, melhoria da qualidade de água, proteção de ecossistemas relacionados aos recursos hídricos e a conscientização sobre o uso e reuso da água (ONU, 2023).

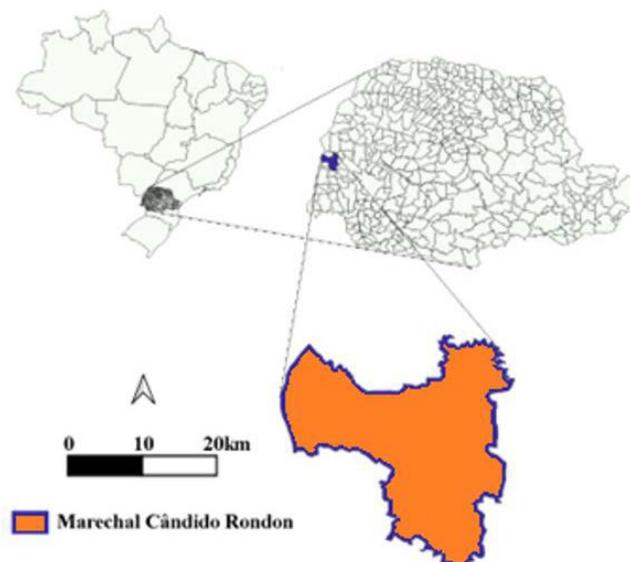
Se tratando do reuso da água, o sistema de cisternas é utilizado em diversos locais do Brasil. Inicialmente foi direcionado para a região nordeste do país, devido aos problemas registrados com a falta de chuvas e a consequente deficiência na irrigação das plantações e hidratação de animais. Atualmente, todas as regiões do Brasil usam o sistema, seja para fins acadêmicos, extensão rural, residências, empresariais ou setor público (ANNECCHINI, 2005).

Para a construção desse sistema se faz necessário avaliar diversos pontos, relacionados com a dimensão e a viabilidade da cisterna, tais como área de telhado que irá captar a água, média e oscilação de chuvas da região para o ano e o volume necessário para a caixa da água. A partir da construção de uma cisterna, é possível obter vantagens relacionadas a redução do consumo de água potável da rede pública, a sustentabilidade e a redução da necessidade de transporte de água em caminhões pipa (PORTE JR, 2019).

Município de Marechal Cândido Rondon

O município de Marechal Cândido Rondon está localizado na região oeste do estado do Paraná, sendo um local em que existe a predominância de atividades ligadas a agricultura e agroindústria. O IBGE (2023) estima que a população do município no ano de 2023 era de 54.031 habitantes e destes, a quantidade levantada como ocupada era de 36,2%. Em termos de renda, em 2018 a média salarial dos rondonienses estava na marca de 2,3 salários-mínimos. A Figura 1 ilustra o mapa de localização do município em relação ao Brasil e a região oeste do Paraná.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Marechal Cândido Rondon.



Fonte: Os autores, (2023).

Se tratando de saneamento, tem-se dados do IBGE (2023) relacionados a rede de esgoto nas residências rondonenses, sendo que em 2022 apenas 32,8% das moradias

possuíam conexão com o sistema de esgoto, o que coloca o município na posição 2.982 entre as 5.570 cidades brasileiras e abaixo da média nacional, que ultrapassa a marca de 40%.

METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica sobre os temas relacionados com o município, uso da água e sustentabilidade. Em seguida, coletou-se dados da precipitação acumulada de chuvas em Marechal Cândido Rondon entre os anos de 2011 e 2021 e calculou-se a média anual de chuvas no município. Levantou-se dados referentes a população estimada, a quantidade de litros de água em média que uma descarga sanitária utiliza e quantas descargas por dia uma pessoa utiliza.

Estimou-se a quantidade de residências no município, considerando a quantidade média de pessoas residentes em uma casa. A partir disso calculou-se a área aproximada de telhados no município e a área média de telhado per capita. Os dados da área de telhado por pessoa no município foram multiplicados pela quantidade de chuva média anual que está área é capaz de coletar, comparando assim, o valor possível de ser coletado com o valor médio gasto em descargas naquele ano, por um habitante do município.

Com os resultados obtidos pelos cálculos e análises foi possível discutir sobre as possibilidades de suprimento da água utilizada em descargas com base no uso de cisternas e outros meios de reaproveitamento da água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo dados pluviométricos obtidos em Agrícola Horizonte (2023), entre janeiro de 2011 e janeiro de 2021, foram precipitados na região de Marechal Cândido Rondon – PR, cerca de 19.120 mm, sendo uma média de 1.912 mm por ano. Tem-se que 1 mm de chuva precipitada equivale a um litro de água acumulado em um espaço de um metro quadrado, dessa forma, em cada ano precipitou-se em média quase dois mil litros de água por metro quadrado de superfície.

Em termos do uso de água potável para as descargas em vasos sanitários, verificou-se que atualmente existem modelos de sistemas mais econômicos, mas que ainda utilizam uma quantidade considerável de água em cada acionamento (entre 3 e 6 litros por descarga) e os mais antigos, que podem alcançar a marca de até 12 litros em uma única utilização. Considerando uma média de 8 litros por descarga e que uma pessoa utilize 4 vezes a descarga em um dia, o valor resultante é de 32 litros de água por dia usado por cada habitante. O site governamental Água Mineral, do Serviço Geológico do Brasil – SGB (2023), aponta que a quantidade aproximada que um ser humano necessita beber por dia é de 2,5 litros de água, com isso, ilustra-se na Figura 2, o comparativo entre a quantidade ideal para consumo e a quantidade utilizada em descargas.

Figura 2 – Comparativo entra a quantidade de água utilizada por dia em descargas e para consumo humano per capita.

Fonte: Os autores, 2023.

Conforme ilustrou a Figura 2, se consome 12,8 mais água em descargas do que para hidratação humana. Ou seja, a quantidade de água potável que uma pessoa utiliza em um dia seria suficiente para a sua ingestão no período de praticamente 13 dias. Uma informação considerada preocupante pelos autores.

Em termos da população do município, tem-se que o IBGE estimou para o início de 2021, a marca de 54.031 habitantes em Marechal Cândido Rondon. Multiplicando pela quantidade de litros utilizados em média com descargas, tem-se o valor de 1.728.992 litros de água, ou 1.728,99 metros cúbicos por dia no município. A partir dos dados do número de habitantes no município, demandas de água para consumo e descargas estruturou-se o Quadro 1, que informa as demandas por dia e ano por habitante e pelo total de municípes.

Quadro 1 – Dados referentes as demandas e consumo de água da população rondonense para fins de consumo e de saneamento

| Demanda/consumo | Consumo por dia per capita | Consumo per capita por ano | Consumo por dia pela população do município | Consumo por ano pela população do município |
|---|----------------------------|----------------------------|---|---|
| Demandas para consumo humano (litros de água) | 2,5 | 912,5 | 135.077,5 | 49.303.287,5 |
| Demandas em descarga (litros de água) | 32 | 11.680 | 1.728.992 | 631.082.080 |

Fonte: Os autores, 2023.

O Quadro 1 possibilita visualizar os dados calculados e verificar, principalmente no período anual, as diferenças entre a quantidade da água utilizada para consumo humano e pelas descargas da população rondonense. Tem-se a marca de mais de 630 milhões de litros de água tratada e potável (caso nenhuma residência conte com sistema de cisternas) apenas para despacho de dejetos humanos nas redes de esgoto ou fossas sépticas em um período de um ano. Conforme a relação que foi enfatizada pela Figura 1, essa quantidade de água supriria o consumo humano por 12,8 anos.

Já para o dimensionamento da capacidade de captação de água das chuvas nas residências do município, estimou-se, para fins de cálculo da quantidade de m² de telhados, a quantidade de residências de acordo com a população. Para isso, considerou-se a média de área dos telhados como tendo 70m² e que exista um imóvel com esta área para cada quatro moradores. Sendo assim, tem-se aproximadamente 13.508 moradias e uma área de telhado total de 945.542,5 m².

Tendo como base, a média calculada por dia de uso da água da população rondonense para as descargas sanitárias, calculou-se o uso anual para este fim, a partir da multiplicação da quantidade diária pelo número de dias no ano. Obteve-se o total de 631.082.080 litros de água ou 631.082,08 m³ por ano.

Sendo a somatória da área de telhados residenciais de Marechal Cândido Rondon estimada em 945.542,5 m², tornou-se possível calcular a capacidade total de captação de águas da chuva e qual a porcentagem e área de telhados necessária para suprir as demandas das descargas. Com 100% dos telhados, obteve-se 1.807.877.260 litros ou 1.807.877,26 metros cúbicos por ano de potencial acumulativo de água das chuvas por sistema de cisterna, levando em conta as médias de precipitação anuais entre os anos de 2011 e 2021.

Comparando com os 631.082.080 litros utilizados pela população rondonense em descargas, teria um excedente de 1.176.795.180 litros de água. Em termos de porcentagem, tem-se que seria necessário o sistema de cisterna em apenas 34,91% das áreas de telhado das residências do município, para que a água captada fosse suprir todas as demandas de uso em descargas. Claro que estes dados são apenas comparativos, com o intuito de dimensionar e abordar qual seria a demanda de água para este fim e se existe ou não o potencial. A Figura 3 resume os valores encontrados e serve como uma maneira de destacá-los.

Figura 3 – Comparativo entre o potencial de coleta de água por cisternas nas residências de Marechal Cândido Rondon e as demandas da população do município para saneamento.



Se 34,91% das residências...

Do município fossem equipadas com cisternas, a quantidade de água captada seria equivalente ao total utilizado em descargas.

Fonte: Os autores, 2023.

A partir dos dados apresentados, é possível constatar que a captação da água das chuvas é uma possibilidade para suprir as demandas em usos no qual não se faz necessária a condição de potabilidade, como lavagem de calçadas e descargas sanitárias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nestes resultados, tem-se algumas discussões relacionadas à sustentabilidade, o uso e reaproveitamento da água. Da mesma forma que se torna cada vez mais popular o uso de sistemas de geração de energia solar, no qual a energia gerada é “vendida” para a rede, sendo feito um pagamento da diferença consumida, poderiam ser pensados para a questão da água, dois sistemas de rede, um de água potável e o outro para água destinada a fins como descargas e lavagem de calçadas.

Estes sistemas, poderiam se ligar as casas, que necessitariam de um duplo sistema hidráulico (potável e não potável), resultando em maior disponibilidade de água potável para o consumo humano.

Os dados apresentados também se destinam a uma reflexão individual e coletiva, que se torna evidente em todos os momentos em que se utiliza um sanitário e diversos litros de água potável, que seriam suficientes para a hidratação de um ser humano por pelo menos três dias, são usados como mero solvente para despachar dejetos pelas redes de esgoto ou fossas sépticas.

Por outro lado, os autores possuem consciência de que se tem as demandas industriais e empresariais pela utilização da água, que podem alcançar quantidades elevadas, em comparação ao que é utilizado pela população nas descargas e que, da mesma forma, devem ser repensadas e melhoradas, a fim de que se possa reduzir o uso e poluição da água e conseqüente conservação da única casa da humanidade.

REFERENCIAS

AGRÍCOLA HORIZONTE. Registro de chuvas e geadas. Marechal Cândido Rondon. 2023. Disponível em: <https://www.agricolahorizonte.com.br/registro-de-chuvas-e-geadas>. Acesso em: 25 mai. 2023.

ANNECCHINI, K. P. V. Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES). 2005. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf/. Acesso em: 16 maio 2023.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. 1 ed. Porto Alegre, RS: Ed. Universidade / UFRGS – ABRH, 2005.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil. Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

IBGE. Cidades: Panorama: Marechal Cândido Rondon. Brasil. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/marechal-candido-rondon/panorama>. Acesso em 06 mai. 2023.

- MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 189p
- MORAES, L. R. S. (1993). Conceitos de Saúde e Saneamento. DHS/UFBA, Salvador.
- OMS. Temas de Salud. 2015. Disponível em: <https://www.who.int/topics/sanitation/es/>. Acesso em: 23 maio. 2023.
- ONU. Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Brasil. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em 30 mai. 2023.
- PORTE JR. Captação de águas Pluviais. 2019. Disponível em: <https://portejr.com.br/captacao-deaguas-pluviais/>. Acesso em: 16 maio 2020.
- REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. O saneamento no Brasil: Políticas e interfaces. Belo Horizonte: UFMG, 2002.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Água Mineral. Brasil. 2023. Disponível em: https://aguamineral.cprm.gov.br/agua_e_saude.html. Acesso em 30 mai. 2023.
- TUCCI, C.E.M. Águas urbanas: Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 97- 112, 2008.

Gestão de resíduos: normalização para emprego de agregado de RCD e os riscos à saúde do trabalhador

Waste management: standardization for the use of recycled construction and demolition waste aggregate and health risks to workers

Dayana Ruth Bola Oliveira

Doutora em Engenharia Civil e Engenharia de Segurança do Trabalho

Thiago Alberto Pruner

Engenheiro Civil e Engenheiro de Segurança do Trabalho

Ademir Winkert

Mestre em Administração

RESUMO

A indústria da construção civil é reconhecida como uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social, empregando milhões de pessoas e movimentando a economia, porém, é uma das grandes causadoras de impactos ambientais. Principalmente, devido à geração de resíduos e consumo dos recursos naturais para extração de agregados. Dentro desse contexto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a abrangência das recomendações da norma brasileira NBR 15116 (2021) quanto às normas internacionais, em relação à utilização de agregados produzidos através da reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) para uso em concretos e argamassas, evidenciando os riscos quanto a segurança do trabalho na gestão deste processo. Realizou-se uma revisão bibliográfica abordando os principais parâmetros de normas. O controle de qualidade empregado nas normativas internacionais demonstrou que é possível o emprego em larga escala e em diversas porcentagens de substituição para o agregado reciclado proveniente da construção e demolição em argamassas e concretos estruturais e não estruturais. A longo prazo, espera-se que a quantidade de resíduos de construção e demolição diminua, como resultado das legislações mais severas quanto à destinação e reutilização de agregados reciclados de construção



e demolição. Além disso é de suma importância os cuidados com a saúde e segurança dos colaboradores. Faz-se necessário uma mudança cultural em todos os envolvidos no processo, por um lado para aceitação dos resíduos reciclados, por outro, no que tange o controle e fiscalização quanto à guarda da saúde dos trabalhadores.

Palavras-chave: agregados reciclados. segurança do trabalho. normalização.

ABSTRACT

The construction industry is recognized as one of the most essential economic and social development activities, employing millions of people and moving the economy. However, it is a significant cause of environmental impacts, mainly due to the generation of waste and consumption of natural resources to extract aggregates. Within this context, the objective of the research was to evaluate the scope of the recommendations of the Brazilian standard NBR 15116 (2021) regarding international standards regarding the use of aggregates produced through the recycling of construction and demolition waste for use in concrete and mortar, evidencing the risks related to work safety in the management of this process. A bibliographic review was carried out addressing the parameters of the leading standard. The quality control used in international standards has shown that it is possible to use it on a large scale and in several substitution percentages for the recycled aggregate from the construction and demolition of structural and non-structural mortars and concretes. In the long term, construction and demolition waste is expected to decrease due to stricter legislation regarding the destination and reuse of recycled construction and demolition aggregates. In addition, care for employees' health and safety is paramount. Cultural change is necessary for everyone involved in the process, on the one hand, to accept recycled waste, on the other, in terms of control and inspection regarding the protection of workers' health.

Keywords: recycled aggregates. workplace safety. normalization.

INTRODUÇÃO

É indiscutível a importância da Construção Civil para o desenvolvimento econômico, social e ambiental de nosso país, por meio da elevada geração de empregos, renda, impostos, viabilização de moradias, infraestrutura, estradas e tudo que dela advém. Porém é a grande consumidora de recursos naturais e energéticos e geradora de resíduos (SCRIVENER *et al.*, 2018; SNIC, 2019). Essa realidade, cada vez mais têm impulsionado para uma tomada de consciência no sentido de adotarmos práticas e processos produtivos mais seguros e sustentáveis.

A necessidade de ambiente seguros, pois é um dos setores que mais cria empregos diretos e indiretos, tendo sido responsável, de acordo com dados do FIESP (2018), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), por envolver 10,231 milhões de pessoas, e emprega com carteira assinada 4,973 milhões de trabalhadores em 2018, o que representa 10,6% dos trabalhadores brasileiros. Estima-se que os investimentos totais em obras e serviços de construção foram de R\$ 600,4 bilhões e geraram um PIB de R\$ 424,9 bilhões na cadeia produtiva da construção em 2018.

No que tange as práticas sustentáveis, tendo em vistas as ações globais, como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que norteiam ações voltadas à redução

dos impactos ambientais antropodinâmicos, a importância da redução do consumo de matérias-primas e o reaproveitamento dos resíduos gerados, associados principalmente à indústria da construção civil, solidifica a importância da gestão e destinação do setor para economia circular, de forma a alcançar as metas propostas.

No Brasil, estima-se que em 2018 teriam sido coletadas o total de 122.012 toneladas/dia de resíduos de construção e demolição (RCD) e 0,585 kg/habitante/dia (ABRELPE, 2019). De acordo com Singh e Singh (2016) a geração de resíduos sólidos da indústria de concreto deverá alcançar 27 bilhões de toneladas até 2050. Quanto a composição dos resíduos, esta é variável e abrange uma série de materiais (tijolos, telhas, concretos, argamassas, papelão, plásticos, madeira, etc.) de diversas origens (construção, reformas ou demolições, que podem ser proveninetes ainda de edifícios, pavimentos, infraestrutura, etc.), sendo composto principalmente de resíduos de concreto e cerâmica (ANDRADE *et al.*, 2018; CONAMA, 2002; CONAMA, 2015; POLISSENI, 2018) tendo como principais destinos os aterros e os descartes clandestinos, andando na contramão dos objetivos do desenvolvimento sustentável da indústria da construção, apresentando-se como desafio à economia circular, uma vez que é gerado em grandes quantidades.

A literatura destaca que o RCD pode ser reciclado para diversas finalidades, como no emprego para a produção de concretos (AKHTAR; SARMAH, 2018; BAI *et al.*, 2020; VIANA NETO *et al.*, 2018) e argamassas (ANDRADE *et al.*, 2018; ZHAO *et al.*, 2015) sendo altamente benéfico para cenários mais sustentáveis.

Ademais, o setor é considerado um dos mais perigosos do mundo, pois é defasado em tecnologias e processos produtivos racionalizados, além da ausente em ações preventivas de segurança do trabalho. Sabe-se que é um dos setores que mais desperdiçam materiais, tem deficiência de mão de obra qualificada e expõe os trabalhadores a situações precárias, onde é constante a convivência com situações de riscos, comprovado pelas elevadas taxas de acidentes de trabalho.

Para tanto, o grande desafio é o de harmonizar a atividade produtiva de reciclagem de RCD e gerar condições de trabalho seguras para os colaboradores do setor, conciliando assim, questões econômicas, sociais e ambientais, sem comprometer as gerações futuras. Desta forma, o objetivo da pesquisa é apresentar um panorama das normas internacionais e da NBR 15116 (ABNT, 2021), que regem a utilização de RCD, apresentando seu potencial de aproveitamento, bem como atenuar condições inseguras nesta cadeia produtiva.

REVISÃO DA LITERATURA

A rápida urbanização, a industrialização e o crescimento populacional, tornaram a construção civil a responsável por cerca de 50% das emissões de CO₂ lançados na atmosfera e por quase metade da quantidade de resíduos sólidos gerados no mundo (MILLER *et al.*, 2018). A composição destes resíduos é determinada por diferentes tipos de construções e seus componentes. O Conselho Nacional do Meio Ambiente através da Resolução nº 469 (CONAMA, 2015) e Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), classifica e destina os resíduos gerados pela construção civil em:

- Classe A (tijolo, telhas, concretos, argamassas e outros. Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou através de incorporações ou encaminhados a aterro de resíduos classe A para preservação de material para usos futuros);
- Classe B (resíduos recicláveis para outra destinação como papel, papelão, plástico, madeira etc. Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização futura);
- Classe C (materiais não recicláveis, armazenados e destinados em conformidade com normas técnicas específicas);
- Classe D (resíduos perigosos, destinados em conformidade com normas técnicas específicas).

A NBR 10004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente, classificando os resíduos como perigosos, não inertes e inertes:

- Classe I (perigosos): Apresentam riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Classe IIA (não inertes): Podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, porém, não se enquadram como resíduo I e IIB.
- Classe IIB (inertes): Não têm constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão potabilidade da água. Como exemplos destes materiais têm-se: rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Uma das políticas nacionais desenvolvidas para o gerenciamento de resíduos sólidos é a Lei nº 12.305, Brasil (2010), que incentiva a reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos, bem como sua destinação ambientalmente adequada. Esta política institui como responsabilidade das empresas envolvidas na cadeia de produção a recuperação e destinação corretas dos materiais após o uso. Tornou obrigatória para empresas da Construção Civil a elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que visa a redução, reutilização ou a reciclagem de resíduos, incluindo o planejamento, as responsabilidades e as práticas destes procedimentos. Porém os empregos destes resíduos ainda são limitados, a tecnologia e normas, tem se concentrado essencialmente na produção e no uso de agregados reciclados (KROUR *et al.*, 2020; ULSEN *et al.*, 2013) como é o caso da norma brasileira NBR 15116 (ABNT, 2021), que prevê a utilização do RCD apenas em pavimentação e concretos sem fins estruturais.

Os agregados reciclados são definidos como aqueles materiais granulares oriundos do processo de beneficiamento dos resíduos que, por sua vez, possuem aspectos e características técnicas para serem aplicados em obras de edificação, de infraestrutura ou outras obras de engenharia (CALÇADO, 2015).

De acordo com Mehta e Monteiro (2014), o principal obstáculo no uso dos resíduos de construção e demolição como agregado para o concreto é o processo de britagem, controle de graduação, o pó e a separação dos constituintes indesejáveis. Esses fatores podem acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores, vindo a serem classificados de acordo com a Norma Regulamentadora 9 (NR9 – PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) da Subsecretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) do Ministério da Economia, em riscos físicos, químicos e biológicos, em função da natureza, concentração, ou intensidade e tempo de exposição; e NR 17, que estabelece parâmetros ergonômicos e permite a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, visando conforto, segurança e desempenho; e NR 7 (PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional), que promove, com base nos riscos identificados no PPRA, a monitoração e preservação da saúde ocupacional através da realização de exames e emissão do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO), NR6 (EPI – Equipamento de Proteção Individual) e por fim NR18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção).

Ademais, vários são os benefícios na reciclagem do RCD, entre os quais, a grande geração de empregos formais ou informais, a redução significativa dos resíduos inertes enviados à aterros, a conservação dos recursos naturais e atenuação da demanda de agregados naturais, que contribui para mitigação de gases de efeito estufa e outros poluentes, redução do custo de gerenciamento do resíduo; a eliminação da necessidade de grandes áreas urbanas destinadas à deposição dos resíduos; a diminuição dos gastos com transporte; e a contribuição efetiva para promover a cultura da sustentabilidade, além de minimizar os impactos ambientais adversos, cria oportunidades de fomento nas atividades econômicas em setores relacionados (AKHTAR; SARMAH 2018; FERREIRA, 2017; KAZMI *et al.*, 2019, LIMA, 2016; MISTRI *et al.*, 2020; POLISSENI, 2018)

No entanto, as diferenças entre as propriedades dos agregados naturais e reciclados, denotam alguns entraves referentes à utilização e também a confiabilidade dos mesmos (CABRAL, 2007; LIMA, 2016). De acordo com Krour *et al.* (2020), Polisseni (2018) e Viana Neto *et al.* (2018) a caracterização é complicada porque eles contêm muitos tipos de materiais (agregados naturais, pasta de cimento endurecida, solos, tijolos etc.) e suas composições dependem do contexto regional (fases da obra, qualidade dos materiais empregados, equipes de serviço, boas práticas de gestão de resíduos e sazonalidade), de suas origens (infraestrutura, construção, resíduos municipais etc.) ou de seus tratamentos (moagem, peneiração e lavagem), fornecendo características físico-químicas e mineralógicas heterogêneas às composições.

Para que possam ser aplicados em argamassas e concretos, devem ser classificados segundo parâmetros físicos, químicos, mecânicos e geométricos, sendo os principais: composição granulométrica, absorção de água, porosidade, massa específica, forma, consistência, expansibilidade, teor de contaminantes e resistência à compressão. Esses parâmetros quanto mais próximos do desempenho do agregado natural, maior a confiabilidade esperada como material de construção.

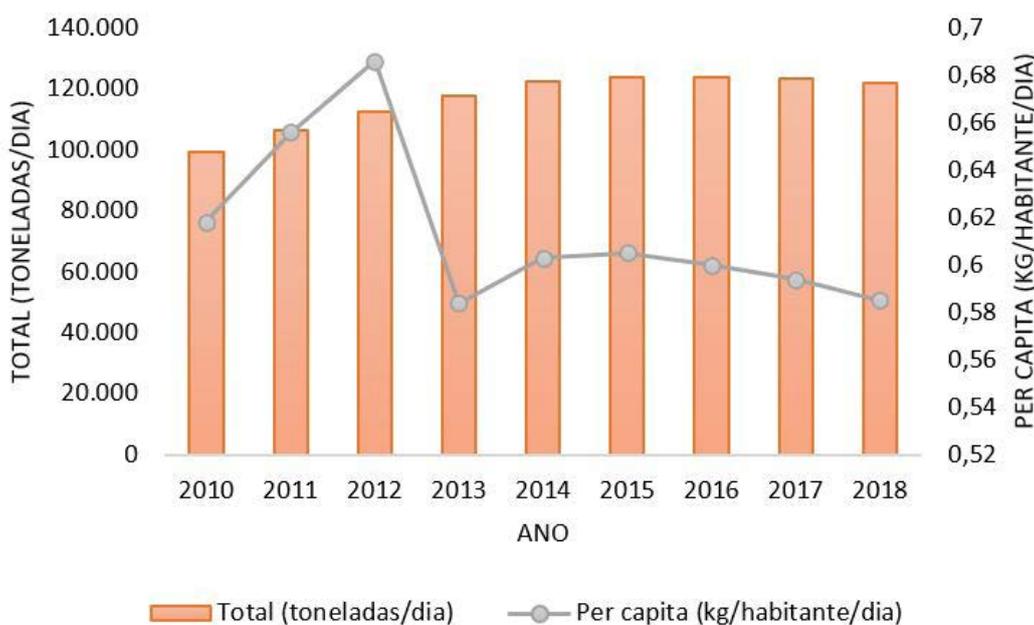
METODOLOGIA

A metodologia utilizada para realização deste trabalho foi a revisão de literatura em artigos, dissertações, teses e principais normas internacionais, a fim de coletar informações sobre o uso de agregado oriundo de resíduo de construção e demolição, aplicado em elementos estruturais e revestimentos de argamassa, comumente utilizados na construção civil e os riscos desta atividade produtiva na segurança e saúde dos trabalhadores.

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

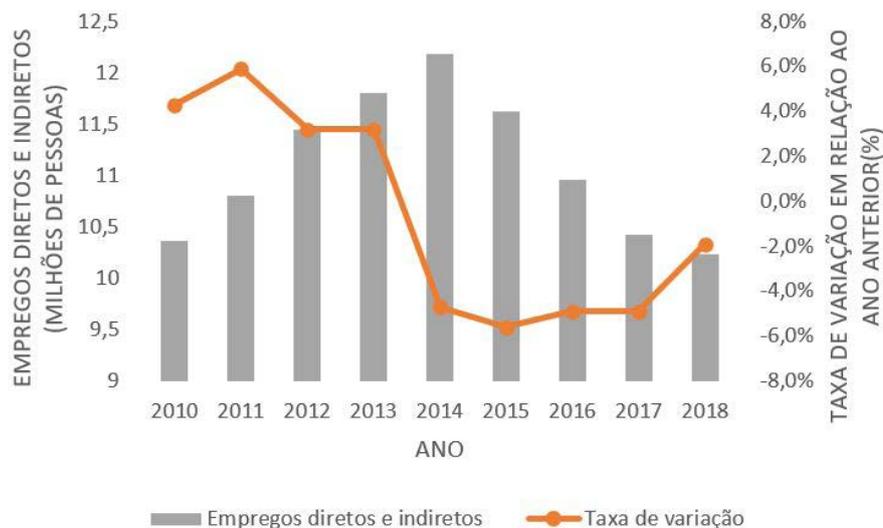
Em 2002 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu que os resíduos classe A deverão ser reciclados ou reutilizados na forma de agregados ou encaminhados a aterros específicos, e/ou reservados para usos futuros (restos de construções, demolições, reformas em pavimentos, resíduos de terraplanagem, restos de reformas e demolição de peças pré-moldadas de concreto). Nota-se na figura 1 a grande disponibilidade destes materiais para aproveitamento.

Figura 1 -Quantidade total de RCD coletados pelos municípios no Brasil.



Fonte: Os autores (2022)

Observa-se que a quantidade total de RCD coletados segue tendência de quantidade de empregos gerados pelo mesmo setor, conforme figura 2.

Figura 2 - Quantidade total de empregos gerados pela Construção Civil nos municípios no Brasil.

Fonte: Os autores (2022)

De acordo com as estimativas da ABRECON (2015), a taxa de reciclagem dos resíduos provenientes de construção e demolição no país gira em torno de 20%, o que é ainda muito baixo quando comparado aos 98% da Holanda e 91% do Taiwan (TAM, 2018). A necessidade da preservação dos recursos naturais, aliada à grande demanda de resíduos, levaram à reavaliação global dos métodos empregados para reciclar e reutilizar os resíduos de RCD. Com mais pesquisa e desenvolvimento para superar as barreiras técnicas e de mercado, um aumento considerável nas taxas de recuperação pode ser alcançado com incentivos em tecnologia e normalização.

Em 2004 foi publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a primeira edição da NBR 15116 (ABNT, 2004) atualizada em 2021, que faz menção ao uso dos agregados reciclados de resíduo sólido da construção civil para a utilização em pavimentação e preparo de concretos sem função estrutural. Essa norma estabelece os limites a serem respeitados e diretrizes para o uso do resíduo reciclado, apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros de agregados reciclados de acordo com a NBR 15116 (ABNT, 2021)

| Ensaio | | Limite sugerido | Requisito | Método de ensaio |
|--|-----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Teor de cerâmica vermelha ou branca não polida | Classe ARCO | 0% | Anexos A e B | Anexos A e B |
| | Classe ARCI | <10% | | |
| | Classe ARM | <40% | | |
| Granulometria | Agregado graúdo | 4.75/12.5mm | ABNT NBR 7211 | ABNT NBR NM 248 |
| | | 9.5/25mm | | |
| | | 19/31.5mm | | |
| | | 37.5/75mm | | |
| | | 25/50mm | | |
| | Agregado miúdo | Zona utilizável | ABNT NBR 7211 | ABNT NBR NM 248 |
| Zona ótima | | | | |

Fonte: NBR 15116 (ABNT, 2021)

Os concretos e argamassas são materiais fundamentais na cadeia produtiva da construção, e se destacam como um dos elementos mais consumidos e difundidos em todo o planeta. São materiais produzidos em larga escala e são imprescindíveis ao desenvolvimento de todo país. A demanda para edificar e manter o ambiente construído, aliado ao elevado déficit habitacional e de infraestrutura, junto à expectativa de crescimento populacional, aponta para uma retomada do crescimento na produção de médio à longo prazo (SCRIVENER *et al.*, 2018; SNIC, 2019).

Os materiais básicos para confecção de concretos e argamassas são: cimento, areia, brita e água. A areia e a brita, que são chamados de agregados miúdo e graúdo, respectivamente, são materiais que podem ser eventualmente substituídos na fabricação das argamassas e concretos para algumas aplicações construtivas (LIMA, 2016). Para tanto, faz-se necessário conhecer as especificações das normas nacionais e internacionais de agregados miúdos e graúdos, para nortear o desenvolvimento de novos parâmetros nacionais que ampliam sua capacidade de aplicação.

Para tal, a pesquisa apresenta um compilado dos dados bibliográficos obtidos, apresentados nos quadros 2 a 5 e complementos, de acordo com ABNT (2004); Ahmed *et al.* (2020); Aguiar (2004); Akthar e Sarmah (2018); Andrade *et al.* (2018); Angulo e John (2002); Bai *et al.* (2020); Bordy *et al.* (2017); Gonçalves (2007); Hanssen (1992); Kazmi *et al.* (2019); Kim *et al.* (2012); Kiouranis (2015); Kisku *et al.* (2017); Krour *et al.* (2020); Leite (2001); Lima (2016); Melo (2011); Meyer (2009); Miller *et al.* (2018); Mistri (2020); Polisseni (2018); Solyman (2005); TAM *et al.* (2018); Ulsen *et al.* (2013), Zhang *et al.* (2019) e Zhao *et al.* (2015).

No quadro 2 são abordados os limites de sulfatos para agregados em mistura com cimento Portland, e as considerações relativas aos contaminantes mais comuns em agregados reciclados de RCD na presença de sulfatos solúveis em agregados naturais e reciclados são apresentados no quadro 3.

Quadro 2- Limites de sulfatos para agregados em mistura com cimento Portland.

| País | Referência | Norma | Limite de sulfatos solúveis | | Aplicação |
|----------|--------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|--|
| | | | Valor | Forma de expressão | |
| França | AFNOR (1994) | NF P 18541 | 0,15% em massa de agregado | SO ₄ | Agregados reciclados para concreto |
| França | RILEM (1994) | TC 121 DRG | 1,0% em massa de agregado | SO ₃ | Agregados reciclados para concreto |
| Alemanha | DIN (2002) | DIN 4226-100/02 | 600 mg/l | SO ₄ | Agregados reciclados para concretos e argamassas |
| Japão | ASD (2004) | Specification 378 | 1,0% em massa de agregado | SO ₃ | Substituição de 20% do agregado natural por reciclado, em concreto |
| Holanda | NEN(1990) | NEN 5936 | 1,0% em massa de agregado | SO ₃ * | Agregados reciclados |
| Itália | UNI (1999) | UNI 8520-2 | 0,20% | SO ₃ | Agregados naturais |
| Brasil | IPT (1981) | IPT – ES – 5 (1981) | 0,05% - | | Agregado miúdo de argamassa de revestimento |
| Brasil | ABNT (2004) | NBR 15116/04 | 1,0% em massa de agregado | SO ₄ | Agregados reciclados para concreto não estrutural |

Fonte: Os autores (2020)

Quadro 3 - Especificações nacionais e estrangeiras para a presença de sulfatos solúveis em agregados naturais e reciclados.

| Propriedade | NBR 15116/04 | NEN 5905/04 | Hendriks; | RESIBA | DIN 4226-100/02 | ¹ prEN 13139/01 |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------|-----------|--------|-----------------|----------------------------|
| | | | Janssen | | | |
| Teor de finos < 63 μm | - | - | - | - | - | < 5% |
| Cloretos | < 1% | < 1% | - | - | - | < 0,15% |
| Matéria solúvel em água | - | - | - | - | - | < 1% |
| Sulfatos | < 1% | < 1% | - | - | <600 mg/l | - |
| SO ₃ solúvel em ácido | - | - | - | - | - | < 1% |
| Ferro e vanádio | O total deve ser menor que | < 20 | - | - | - | - |
| Matéria orgânica | < 3% | - | - | <0,1% | - | - |
| Plásticos, papéis e borracha | | - | - | < 1% | - | - |
| Madeira | | < 1% | < 10% | < 1% | - | - |
| Vidro | | < 1% | < 1% | < 1% | - | - |
| Betume | | < 1% | < 5% | < 1% | < 1% | - |
| Metal | | < 1% | - | < 1% | - | - |
| Absorção | < 12% | - | - | < 10% | | - |
| Massa específica (kg/m ³) | - | - | - | > 2000 | > 2000 | - |
| Abrasão Los Angeles | - | < 40% | - | - | - | - |

¹ Para argamassa de revestimento interno e externo

Fonte: Os autores (2020)

De acordo com Lima (2016), 90% dos resíduos provenientes da construção civil podem ser reciclados, reutilizados ou transformados em agregados com boas características de desempenho para certos tipos de aplicação. Porém, um fato interessante observado por Gonçalves (2001) é que a maioria das pesquisas internacionais consultadas, somente citam trabalhos com agregados graúdos reciclados, deixando de lado a fração miúda, sendo este um grande desperdício, visto que no processo de britagem existe uma quantidade de aproximadamente metade do material inicial.

No quadro 4 são apresentadas algumas das experiências internacionais, com base às referências bibliográficas, com relação ao emprego dos agregados reciclados:

Quadro 4 - Experiências internacionais com emprego de agregados reciclados

| País | Reuso e reciclagem dos RCD |
|-----------------------|--|
| Brasil | · Permite o emprego de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição em concretos sem função estrutural com frações grossas e finas. |
| Alemanha | · regulamentou o uso de agregado reciclado em concreto. · Limita o uso em concretos para ambientes com baixa umidade e climas secos, bem como à concretos leves ou protendidos. |
| Bulgária | · Projeto piloto de reciclagem de concreto para agregados em convênio com a Universidade do Norte da França. |
| Espanha | · Publicação do Plano Nacional de Resíduos da Construção e Demolição de Edifícios e Obras Civas; · Regulação técnica para padronização da qualidade para reuso ou reciclagem dos materiais obtidos dos resíduos de construção e demolição; · Criação do Standing Committee on Concrete, organização governamental responsável pela regulação técnica para concretos estruturais. · Uso de agregado reciclado restrito a concreto massa e concreto armada, vedada à concretos protendidos. |
| Estados Unidos | · Incentivos ao transporte dos resíduos de concreto; |
| Hong Kong | · Produção de agregado reciclado para concreto massa. |
| Japão | · Diretrizes para a qualidade do agregado reciclado graúdo para construção; · Diretrizes para utilização do agregado reciclado graúdo para construção; · Diretrizes para projetos e práticas de concreto de agregado reciclado para trabalho público; · Delineamento da padronização para uso de agregado reciclado e concreto de agregado reciclado. |
| Portugal | · Estabelece diretrizes para a utilização de agregado reciclado em concretos hidráulicos, |
| Taiwan | · Produção de agregado reciclado para concreto massa. |
| União Européia | · Definição da terminologia. Diretrizes para matéria prima na mistura de concreto; · Diretrizes para a reciclagem de agregado de concreto; · Diretrizes para produtos de concreto sem resíduo de concreto reciclado de construção; · Diretrizes para produtos reciclados de concreto sem resíduo de materiais de construção; · Diretrizes para reforço e produtos de concreto protendido; · Diretrizes para produção e utilização do agregado reciclado pré-misturado ao concreto, incluindo os requisitos e ensaios. |

Fonte: Os autores (2020)

Quadro 5 - Abrangência da normalização nacional e internacional para agregados reciclados.

| Exigências | Brasil (NBR 15116) | Alemanha (DIN 4226-100) (DafStB, 1998) | Holanda Recomendações C.U.R | Hong Kong: WBTC No. 12/2002 | Japão JIS 5021 BCSJ (1977) | Reino Unido (BS 8500) BS EN 206-1 | RILEM TC 121 DRG (1994) |
|------------------------------------|---|---|--|--|--|--|--|
| | Natureza do agregado | Resíduos de concreto, resíduos de alvenaria | Resíduos de concreto, resíduos de alvenaria, resíduos de construção e demolição | Concreto, alvenaria, argamassas, concreto leve, produtos cerâmicos, rochas naturais | Não definida | Concreto | Resíduos de concreto, resíduos de alvenaria, resíduos de construção e demolição |
| Granulometria | Miúdo e gráudo Granulometria de acordo com ANBT NBR 7211(2009) | Miúdo e Gráudo | Miúdo e Gráudo | Apenas gráudo | Agregados miúdos e gráudos de concreto | Apenas agregados gráudos | Fração de agregados reciclados maior que 4mm |
| Classificações | a) ARC (agregado reciclado de concreto) – fração gráuda mínima de 90%, em massa, de fragmentos compostos por cimento Portland e rochas; | Tipo 1: resíduos de concreto; Tipo 2: resíduos de construção e demolição; | CUR (1984) Agregado reciclado de concreto, deve possuir massa específica superior a 2100 kg/m ³ e porcentagem de resíduos de concreto superior a 95%. | Não definida | BCSJ (1977) classifica em três tipos: I – Fração gráuda reciclada e fração miúda natural II – Fração gráuda reciclada e fração miúda é uma mistura de natural e reciclado III – Fração gráuda e miúda reciclada | ARC (Agregados Reciclados de Concreto) - compreendem mais de 95% de sua composição de concreto britado | I - Agregados provenientes principalmente de materiais cerâmicos I - Agregados provenientes principalmente de concreto |
| | b) ARM (agregado reciclado misturado) – fração gráuda, em massa, inferior a 90% de fragmentos compostos por cimento Portland e rochas. | Tipo 3: resíduos de alvenaria; Tipo 4: mistura de material. | CUR (1998) Agregado reciclado de alvenaria, com pelo menos 95% de resíduos de alvenaria. CUR (1994) Agregados de argamassa bitada | Produção de concreto simples, armado ou pretendido. Se o percentual de substituição for inferior a 20%, o concreto pode ser considerado como convencional. Caso o concreto a ser produzido seja utilizado em elementos estruturais, e sua composição possua mais de 20% em massa de agregados reciclados, a altura ou espessura das peças devem ser aumentadas em 10% para garantir sua rigidez. | O concreto produzido com 100% de substituição de agregados naturais por reciclados, deve ser utilizado apenas para finalidades não estruturais. Para concreto de comportamento especificado, podem ser substituídos 20% dos agregados, para resistências compreendidas entre 25-35 MPa. | Confirme a norma JIS A 5021 (2005), os agregados são classificados conforme seu tamanho e reatividade álcali-silica. | AR (Agregados Reciclados) - agregados que contêm menos que essa proporção de concreto britado |
| Aplicação | Produção de concretos sem fins estruturais | Para uso em concretos, permite-se o uso de agregados reciclados de concreto limitado à classe C30/37, e em ambientes interiores. Para concretos expostos a ambientes mais severos, as proporções varia entre 20% e 30%. | | | Tipo I - Fundações de prédios em geral, fundações de edifícios de apartamentos, edificações residenciais unifamiliares, edificações similares de um pavimento, fundações pesadas, etc. Tipo II - Fundações para construções de bloco de concreto pré-fabricado, construções leves não residenciais, fundações de máquinas, etc. | A norma permite a utilização de ARC para produção de concreto estruturais, quando limitado às resistências e classes de exposição especificadas. Para concretos com classes de resistências compreendidas entre C20/25 e C40/50, a porcentagem de utilização de RCA não deve exceder 20%. Contudo, para classes de resistências inferiores, pode ser feita a substituição total de agregados naturais por reciclados | A norma permite a utilização de ARC para produção de concretos estruturais, quando limitado às resistências e classes de exposição especificadas |
| Máx f _c (MPa) | | Classe C30/37 Não são permitidos resíduos das classes 3 e 4 no concreto estrutural | Limite não definido | 25-35MPa (até 20% de substituição) até 20 MPa (substituição de 100%) | Tipo I – 18 (projeto) e 30 (dosagem) Tipo II – 15 (projeto) e 27 (dosagem) Tipo II – 12 (projeto) e 24 (dosagem) | Classe C40/50 | Tipo I – C16/20 Tipo II – C50/60 Tipo II – Sem limite |
| Classes de exposição | | XC1 (Carbonat.) X0 (Sem ataque) XC1 e XC4 (Carbonat.) XF1 e XF3 (Gelo-degelo sem sais) XA 1 (Ataque químico) | Limite não definido | Não definida | Limite não definido | X0 (sem ataque), XC1, XC2, XC3 e XC4 (carbonatação), XF1 (gelo-degelo), DC-1 | 2a e 4a; 2b e 4b e 3 |
| Sulfatos (% em massa) | < 0,8% M40-F83 | Tipos 1, 2, 3 < 0,8% Tipo 4 n.d. | < 1,0%, para agregados de concreto e alvenaria | < 1,0% | Limite não definido | Sulfatos solúveis em ácidos (SO ₄) < 1% | Sulfatos solúveis em água (SO ₄) Tipos I e II ≤ 1% |
| Clorretos (% em massa) | < 1,0%, para agregados de concreto e alvenaria | Tipos 1, 2, 3 < 0,04% Tipo 4 < 0,15% | Porcentagens variam conforme o tipo de agregado e a aplicação | < 0,05% | ≤ 0,04% | BS EM 1744-1 | Limite não definido |
| Passante # 0,075 µm < (% em massa) | ARC gráudo ≤ 10% ARC miúdo ≤ 15% ARM gráudo ≤ 10% ARM miúdo ≤ 20% | Limite não definido | 0,1% para ARC e 2% para agregado reciclado de alvenaria | Material fino > 0,063mm < 4% | ≤ 1,0% para agregados gráudos ≤ 7,0% para agregados miúdos | Limite não definido | Material fino > 0,063mm Tipo I ≤ 3% Tipo II ≤ 2% Tipo III ≤ 2% |

| Exigências | Brasil (NBR 15116) | Alemanha (DIN 4226-100) (DafStB, 1998) | Holanda Recomendações C.U.R | Hong Kong: WBTC No. 12/2002 | Japão JIS 5021 BCSJ (1977) | Reino Unido (BS 8500) BS EN 206-1 | RILEM TC 121 DRG (1994) |
|-----------------------------|--|---|--|---|--|--|--|
| | Materiais não minerais (madeira, plástico, betume, materiais carbonizados, vidros e cerâmicas) | 2% para todas as frações de agregados de ARC e ARM | Limite não definido | 0,5% para fração ARC < 4mm 0,1% para fração ARC > 4mm 1% para todas as frações de agregado reciclado de alvenaria | < 0,5% | ≤ 0,5% | < 1% |
| Densidade | Limite não definido | Massa específica aparentes Tipo 1 e 2 – 2000 kg/m ³ Tipo 3 – 1800 kg/m ³ Tipo 4 – 1500 kg/m ³ | Massa específica > 2100 kg/m ³ (ARC) | 2000 kg/m ³ | Estado seco em estufa ≥ 2500kg/m ³ | Limite não definido | Massa específica agregado saturado superfície seca Tipo I ≥ 1500 kg/m ³ Tipo II ≥ 2000 kg/m ³ Tipo III ≥ 2400 kg/m ³ |
| Absorção (%) | ARC gráudo ≤ 7% ARC miúdo ≤ 12% ARM gráudo ≤ 12% ARM miúdo ≤ 17% | Absorção de água máxima após 10 minutos Tipo 1 – 10% Tipo 2 – 15% Tipo 3 – 20% Tipo 4 – n.d. | Limite não definido | 10% | ≤ 3,0% para agregados gráudos ≤ 3,5% para agregados miúdos | Limite não definido | Tipo I ≤ 20% Tipo II ≤ 10% Tipo III ≤ 3% |
| Retração | Limite não definido | Limite não definido | Coeficiente de retração, agregados reciclados de concreto: Classes C15/20 e C20/25 = 1,35 Classes C25/30 e C40/50 = 1,55 Agregados reciclados de alvenaria: Classes C15/20 e C20/25 = 1,25 | Limite não definido | Limite não definido | Máximo de 0,075% de retração por secagem | Coeficiente de retração Tipo I – 2 Tipo II – 1,5 Tipo III – 1 |
| Fluência | Limite não definido | Limite não definido | Coeficiente de fluência, agregados reciclados de concreto: Classes C15/20 e C20/25 = 1,45 Classes C25/30 e C40/50 = 1,25 Agregados reciclados de alvenaria: Classes C15/20 e C20/25 = 1,15 | Limite não definido | Limite não definido | Limite não definido | Coeficiente de fluência Tipo I – 1 Tipo II – 1 Tipo III – 1 |
| Reatividade álcali-agregado | Limite não definido | Limite não definido | Limite não definido | Limite não definido | Os agregados reciclados miúdos e gráudos devem ser avaliados conforme a reatividade álcali-silica de acordo com as normas JIS A 1145 (2007), JIS A 1146 (2007) ou JIS A 1804 (2009). | A contribuição de álcalis dos RCA terá de cumprir as seguintes exigências: - 0,20 kg Na ₂ O por 100 kg de RCA; - quando a composição dos RCA for conhecida o teor de álcalis deve ser calculado para o concreto original. | A norma exige que se realize ensaio de expansão para avaliar a reatividade álcali-silica, nas classes 2a, 4a e 2b, 4b |

Fonte: Os autores (2020)

A difusão do uso de agregados reciclados na construção civil está em muito prejudicada pela inadequação das normas existentes ou pela falta de normas específicas ao uso desse material. Para Kiouranis (2015) os agregados reciclados devem ser abordados como um “novo” material e é necessário o desenvolvimento de estudos para tornar viável sua aplicação. As normas existentes e os procedimentos de ensaio são muito variados, dificultando a execução de uma metodologia padronizada para os estudos com agregados reciclados, desta forma, muitas vezes acabam sendo divergentes. Muitos dos pesquisadores concentram seus estudos em procedimentos de separação de resíduos, coleta e tratamento, os quais influenciam diretamente a saúde dos trabalhadores, sujeitando-os ao compilado de riscos apresentados nos quadros 6, 7 e 8:

Quadro 6 – Riscos físicos da cadeia produtiva do RCD

| Riscos Físicos | Consequências |
|-----------------------|--|
| Riscos Físicos | Consequências |
| Ruído | Cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição, aumento da pressão arterial, problemas do aparelho digestivo, taquicardia e perigo de infarto. |
| Vibrações | Cansaço, irritação, dores nos membros, dores na coluna, doenças do movimento, artrite, problemas digestivos, lesões ósseas e dos tecidos moles e lesões circulatórias. |
| Calor | Taquicardia, aumento da pressão, cansaço, irritação, internação, prostração térmica, choque térmico, fadiga térmica, hipertensão. |
| Radiação no ionizante | Queimaduras, lesões nos olhos e na pele e em campos visuais. |
| Umidade | Doenças respiratórias, quedas, doenças da pele e em campos visuais. |
| Pressões anormais | Hiperbarismo: Intoxicação pelos gases. Hipobarismo: Mal das montanhas. |

Fonte: Os autores (2022)

Quadro 7 – Riscos químicos da cadeia produtiva do RCD.

| Riscos Químicos | Consequências |
|--|---|
| Poeiras Vegetais | Bissione (algodão) e Bagaçose (cana-de-açúcar). |
| Poeiras Minerais | Silicose (quartzo), abestose (amianto), pneumocinose (minérios de carvão). |
| Fumos Metálicos | Doença pulmonar obstrutiva crônica, febre de fumos metálicos e intoxicação específica (minério de carvão). |
| Névoas, gases e vapores, poeiras incômodas | Irritações, asfixiantes e anestésicos. Interação com outros agentes nocivos no ambiente de trabalho, aumentando a sua potencialidade. |

Fonte: Os autores (2022)

Quadro 8 – Riscos biológicos da cadeia produtiva do RCD.

| Riscos Biológicos | Consequências |
|---------------------------------|---|
| Vírus, bactérias e protozoários | Doenças infecto-contagiosas. |
| Fungos e Bacilos | Infecções variadas externas (dermatites) e internas (doenças pulmonares). |
| Parasitas | Infecção cutâneas ou sistêmicas, podendo causar contágio. |

Fonte: Os autores (2022)

Aponta-se ainda os riscos ergonômicos relacionados ao processo de reciclagem dos resíduos de construção e demolição, como postura para coleta e transporte destes

materiais, separação e destinação, apresentando riscos iminentes de acidentes ou doenças ocupacionais, conforme quadro 9:

Quadro 9 – Riscos ergonômicos da cadeia produtiva do RCD.

| Riscos Ergonômicos | Consequências |
|--|--|
| Esforço físico, levantamento e transporte manual de pesos e exigências de posturas. | Cansaço, dores musculares, fraquezas, hipertensão arterial, diabetes, acidentes e problemas da coluna vertebral. |
| Ritmos excessivos, trabalhos de turno e noturno, monotonia e receptividade, jornada prolongada, controle rígido de produtividade e outras situações (conflitos, ansiedade e responsabilidade). | Cansaço, dores musculares, fraquezas, alterações do sono, da libido e da vida social, com reflexões na saúde e no comportamento, hipertensão arterial. |

Fonte: Os autores (2022)

Além disso, acidentes relacionados as condições do ambiente de coleta, tratamento e reciclagem podem também provocar lesões e danos à integridade física do trabalhador, conforme quadro 10.

Um dos riscos apontados é do uso inadequado nas centrais de RCD do equipamento de proteção individual (EPI), dispositivo utilizado pelo trabalhador que visa sua proteção à riscos e ameaças. Estes devem apresentar o Certificado de Aprovação (CA) válido, visando proteger: cabeça, olhos, face, membros inferiores e superiores no geral, fornecer proteção auditiva e respiratória, como: capacete de segurança, protetor auricular, botina de segurança, máscara para poeira, máscara para produtos químicos, luvas, viseiras, óculos de proteção e filtro solar. Além do emprego dos equipamentos de proteção coletivas (EPCs) como: isolamento das partes móveis de máquinas e equipamentos, dispositivos de parada, acionamento do tipo comando bimanual nos maquinários, isolamento de áreas perigosas, sinalização de segurança, guarda-corpos entre outros.

Quadro 10 – Riscos de acidentes da cadeia produtiva do RCD.

| Riscos Acidentes | Consequências |
|--|--|
| Arranjo Físico Inadequado | Acidentes e desgaste físico excessivo. |
| Máquinas sem proteção | Acidentes graves. |
| Iluminação Deficiente | Fadiga, problemas visuais e acidentes de trabalho. |
| Ligações Elétricas Deficientes | Curto circuito, choque elétrico, incêndio, queimadura e acidentes fatais. |
| Armazenamento inadequado | Acidentes por estocagem de materiais sem observação das normas de segurança. |
| Ferramentas Defeituosas ou Inadequadas | Acidentes, principalmente com repercussão nos membros superiores. |
| EPI inadequado | Acidentes e doenças profissionais. |

Fonte: Os autores (2022)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essas recomendações visam classificar os agregados reciclados com base na sua composição, e em seguida, estabelecer os requisitos para a sua utilização em agregados reciclados de concreto e argamassas. Conhecendo a variabilidade de suas características e o efeito que poderiam causar em suas propriedades, existe uma ampla gama de soluções nas quais os agregados reciclados podem ser usados. O uso não estrutural não são proibidos nem o uso da fração fina, para algumas normas.

Os resíduos de construção civil, são os que mais carecem de logística reversa, e por meio do trabalho apresentado, foi possível verificar que o controle de qualidade empregado nas normativas internacionais demonstra a possibilidade do emprego em larga escala e em diversas porcentagens de substituição para o agregado reciclado proveniente da construção e demolição para argamassas, concretos não estruturais e estruturais.

A longo prazo, espera-se que a quantidade de resíduos de construção e demolição diminua, como resultado das legislações mais severas quanto à destinação dos resíduos, a preocupação com as questões ambientais, a tendência para construções mais flexíveis e um aumento da vida útil de edifícios e estruturas devido ao emprego de materiais mais duráveis e manutenções preventivas.

Por fim, para se obter uma indústria eficaz quanto à reutilização de agregados reciclados de construção e demolição, é de suma importância os cuidados com a saúde e segurança dos colaboradores. Faz-se necessário uma mudança cultural em todos os envolvidos no processo, por um lado para aceitação dos resíduos reciclados, por outro, no que tange o controle e fiscalização quanto à guarda da saúde dos trabalhadores. A melhor maneira de se obter retorno satisfatório é trabalhar com critérios de segurança. Treinamentos rotineiros, fornecimento dos EPIs, revisão dos EPCs, manutenção preventiva dos maquinários e equipamentos utilizados, instruções claras, diálogos diários de segurança (DDS), entre outros.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública. Panorâma dos resíduos sólidos no Brasil, 2019.

AGUIAR, G.de.; Estudo de argamassa com agregado reciclado contaminados por gesso de construção. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

AHMED, H.; TIZNOBAIK, M.; HUDA, S. B.; ISLAM, M. S.; SHAHRIA, A. Recycled aggregate concrete from large-scale production to sustainable field application. *Construction and Building Materials*, 2020.

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M. Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade. ENTAC. Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Foz do Iguaçu, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7211: Agregados para

concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15116: Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2021.

AKHTAR, A.; SARMAH, A. K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. *Journal of Cleaner Production*, v. 186, p. 262–281, 2018. Elsevier Ltd.

ANDRADE, J. J. DE O.; POSSAN, E.; SQUIAVON, J. Z.; ORTOLAN, T. L. P. Evaluation of mechanical properties and carbonation of mortars produced with construction and demolition waste. *Construction and Building Materials*, v. 161, p. 70–83, 2018. Elsevier Ltd.

BAI, G.; ZHU, C.; LIU, C.; LIU, B. An evaluation of the recycled aggregate characteristics and the recycled aggregate concrete mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 20. abr. 2020. Elsevier Ltd.

BORDY, A.; YOUNSI, A.; AGGOUN, S.; FIORIO, B. Cement substitution by a recycled cement paste fine: Role of the residual anhydrous clinker. *Construction and Building Materials*, v. 132, p. 1–8, 2017. Elsevier Ltd.

BRASIL. Lei no 12.305 de 2010: Dispõe da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010.

CABRAL, A. E. B. Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CALÇADO, G. C. S., 2015, Influência da Adição de agregados reciclados de construção e demolição no desempenho de argamassas de cimento Portland. UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CONAMA. Resolução no 307, de 5 de Julho de 2002. Brasil, 2002.

CONAMA. Resolução no 469, de 29 de julho de 2015. 2015.

ESCOLA NACIONAL DE INSPEÇÃO DO TRABALHO (ENIT). NR 6: Equipamento de proteção individual - EPI, 2018.

ESCOLA NACIONAL DE INSPEÇÃO DO TRABALHO (ENIT). NR 7: Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO, 2018.

ESCOLA NACIONAL DE INSPEÇÃO DO TRABALHO (ENIT). NR 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), 2019.

ESCOLA NACIONAL DE INSPEÇÃO DO TRABALHO (ENIT). NR 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, 2019.

ESCOLA NACIONAL DE INSPEÇÃO DO TRABALHO (ENIT). NR 17: Ergonomia, 2018.

- ESCOLA NACIONAL DE INSPEÇÃO DO TRABALHO (ENIT). NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, 2018.
- FERREIRA, E. G. A. Modelagem descritiva do comportamento do cimento Portland em ambiente de repositório para rejeitos radioativos, 2017.
- FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. PIB cadeia produtiva da construção, 2018.
- GONÇALVES, P. C. M. Concrete with recycled aggregates – commented analysis of exististing legislation. Dissertação (Mestrado) Instituto superior técnico de Lisboa, Lisboa, 2007.
- GONÇALVES, R. D. C. Agregados reciclados de resíduos de concreto – um novo material para dosagens estruturais. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- GREEN, S. Green Building Council of Australia, (2015).
- HANSEN, T. Recycling of demolished concrete and masonry. London: E & FN SPON, Rilem, 1992.
- JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na Construção Civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- JOHN, V. M.; DAMINELI, B. L.; QUATTRONE, M.; PILEGGI, R. G. Fillers in cementitious materials — Experience, recent advances and future potential. Cement and Concrete Research, 1. dez. 2018. Elsevier Ltd.
- JUENGER, M. C. G.; SNELLINGS, R.; BERNAL, S. A. Supplementary cementitious materials: New sources, characterization, and performance insights. Cement and Concrete Research, 1. ago. 2019. Elsevier Ltd.
- KAZMI, S. M. S.; MUNIR, M. J.; WU, Y. F.; *et al.* Influence of different treatment methods on the mechanical behavior of recycled aggregate concrete: A comparative study. Cement and Concrete Composites, v. 104, p. 103398, 2019. Elsevier Ltd.
- KIM, Y. J.; CHOI, Y. W. Utilization of waste concrete powder as a substitution material for cement. Construction and Building Materials, v. 30, p. 500–504, 2012. Elsevier.
- KIOURANIS, A. Utilização de agregados reciclados em concretos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- KISKU, N.; JOSHI, H.; ANSARI, M.; *et al.* A critical review and assessment for usage of recycled aggregate as sustainable construction material. Construction and Building Materials, 30. jan. 2017. Elsevier Ltd.
- KROUR, H.; TRAUCHESSEC, R.; LECOMTE, A.; *et al.* Incorporation rate of recycled aggregates in cement raw meals. Construction and Building Materials, v. 248, p. 118217, 2020. Elsevier Ltd.
- LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Tese (doutorado) - Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Porto Alegre, 2001.

LIMA, K. de S. Propriedades mecânicas do concreto elaborado com agregado miúdo reciclado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2016.

MELO, A. V. S. Diretrizes para a produção de agregados reciclado em usinas de reciclagem de resíduos de construção civil. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, PAULO J. M. Concreto – Estrutura, Propriedades e Materiais. 4ª. ed. São Paulo: Ibracon, 2014.

MEYER, C. The greening of the concrete industry. *Cement and Concrete Composites*, v. 31, n. 8, p. 601–605, 2009. Elsevier.

MILLER, S. A.; JOHN, V. M.; PACCA, S. A.; HORVATH, A. Carbon dioxide reduction potential in the global cement industry by 2050. *Cement and Concrete Research*, v. 114, p. 115–124, 2018. Elsevier Ltd.

MISTRI, A.; BHATTACHARYYA, S. K.; DHAMI, N.; MUKHERJEE, A.; BARAI, S. V. A review on different treatment methods for enhancing the properties of recycled aggregates for sustainable construction materials. *Construction and Building Materials*, 10. fev. 2020. Elsevier Ltd.

POLISSENI, G. DE C. Efeito de finos reciclados de concreto (FRC) de diferentes origens nas propriedades físico-químicas e mecânicas de matrizes cimentícias. , 2018.

SCHOON, J.; DE BUYSSER, K.; VAN DRIESSCHE, I.; DE BELIE, N. Fines extracted from recycled concrete as alternative raw material for Portland cement clinker production. *Cement and Concrete Composites*, v. 58, p. 70–80, 2015. Elsevier Ltd.

SCRIVENER, K. L.; JOHN, V. M.; GARTNER, E. M. Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, v. 114, p. 2–26, 2018. Elsevier Ltd.

SINGH, N.; SINGH, S. P. Carbonation resistance and microstructural analysis of Low and High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete containing Recycled Concrete Aggregates. *Construction and Building Materials*, v. 127, p. 828–842, 2016. Elsevier Ltd.

SNIC; ABCP. Roadmap tecnológico do cimento. Rio de Janeiro, 2019.

SOLYMAN, M. Classification of recycled sands and their applications as fine aggregates for concrete and bituminous mixtures. Doktor-Ingenieurs Dissertation, Fachbereich Bauingenieurwesen der niversität Kassel, Kassel, 2005.

TAM, W. Y.; SOOMRO, M.; EVANGELIST, A. C. A review of recycled aggregate in concrete applications (2000–2017). *Construction and Building Materials*, v. 172, p. 272-292, 2018. Elsevier Ltd.

ULSEN, C.; KAHN, H.; HAWLITSCHKEK, G.; *et al.* Production of recycled sand from construction and demolition waste. *Construction and Building Materials*, v. 40, p. 1168–1173, 2013. Elsevier Ltd.

VIANA NETO, L. A. DA C.; SALES, A. T. C.; SALES, L. C. Efeitos da variabilidade de agregados de RCD sobre o desempenho mecânico do concreto de cimento Portland. *Revista Materia*, v. 23, n. 1, 2018. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre, 2004.

ZHANG, L. W.; SOJOB, A. O.; LIEW, K.M. Sustainable CFRP-reinforced recycled concrete for cleaner eco-friendly construction. *Journal of Cleaner Production*, v.233, p.56-75, 2019. Elsevier Ltd.

ZHAO, Z.; REMOND, S.; DAMIDOT, D.; XU, W. Influence of fine recycled concrete aggregates on the properties of mortars. *Construction and Building Materials*, v. 81, p. 179–186, 2015. Elsevier Ltd.

Preservação da água de shopping centers

Water conservation in shopping centers

Lucas Morais de Souza
Leonardo Carlos de Oliveira

RESUMO

As áreas urbanas buscam novas opções de serviço de água, para garantir o abastecimento. A literatura acadêmica versa sobre o pensamento de que a crise hídrica está relacionada ao crescimento urbano; no entanto, o fator predominante é o aumento do consumo, independentemente do crescimento populacional, pois fatores comportamentais devem ser revisados a partir de simples hábitos diários. Os empresários não focam apenas nas questões de economia ou da discussão ambiental, de mais vale a garantia da autonomia, pois a insegurança hídrica é cada vez mais crescente. Empreendimentos como os shopping centers poderão consumir volumes de água equivalentes ao consumo de 5 mil pessoas. Para saber as percepções dos atores envolvidos no design e na gestão de shopping centers, este trabalho utilizou o método AHP, com a aplicação de questionários e resultados combinados. Dados resultantes demonstram que o conhecimento dos envolvidos nem sempre corresponde aos conceitos de conservação de água e que uma melhor sinergia entre a ciência e o mercado deve estar mais próxima.

Palavras-chave: conservação de água. shopping. edifícios sustentáveis. fontes alternativas de água.

ABSTRACT

Urban areas are looking for new water service options to guarantee supply. The academic literature deals with the thought that the water crisis is related to urban growth; however, the predominant factor is the increase in consumption, regardless of population growth, as behavioral factors must be revised from simple daily habits. Entrepreneurs do not focus only on issues of economics or environmental discussion, it is better to guarantee autonomy, as water insecurity is increasingly growing. Enterprises such as shopping centers can consume volumes of water equivalent to the consumption of 5,000 people. In order to know how to apply the actors involved in the design and management of shopping centers, this work used the AHP method, with the application of sessions and combined results. Resulting data demonstrate that the knowledge of those involved does not always correspond to the concepts of water conservation and that a better

Cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável: o contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento



synergy between science and the market must be closer.

Keywords: water conservation. shopping malls. buildings sustainable. alternative sources of water.

INTRODUÇÃO

O mundo enfrenta uma grave crise hídrica. Em onde a disponibilidade limitada, a reciclagem e a reutilização ocorrem de crescente, compensando o uso de água e de uso geral têm uma descarga de águas residuais. Nunes (2006) afirma que há necessidade de pesquisas nos segmentos comerciais pela opção de serviços e entretenimentos, pesquisa para um empreendimento comercial de grande porte, como um shopping center, neste, visto que a maioria dos casos existentes em desenvolvimentos para conservação de água está focada em pesquisa e, assim, retificou a escolha do tema.

Com base nas pesquisas realizadas pelos autores no portal da Capes, foram publicados 7 periódicos de autores de referência, sendo 4 artigos tratando de compras e 3 sobre edificações comerciais. A Figura 1 apresenta os autores referidos aos artigos citados. Já os artigos sobre a relação de uso da AHP em conservação em shopping centers foram localizados, o que corrobora a lacuna a ser tratada com água, analisando a relação de grandes empreendimentos comerciais de grande porte, sendo esses consumidores de água.

Figura 1 - Artigos publicados.

| Autores | Título | Ano | Fonte | Shopping ou edifício comercial | Pais | Afiliação |
|--------------------------|--|------|---|--------------------------------|---------------|---|
| Bint <i>et al.</i> | "Alternative water sources in New Zealand's commercial buildings" | 2019 | <i>Water Supply</i> | Comercial | Nova Zelândia | BRANZ / Institute of Environmental Science and Research |
| Cook, Sharma e Gurung | "Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: A case study in Brisbane, Australia" | 2014 | <i>Resources, Conservation and Recycling</i> | Comercial | Austrália | CSIRO Land and Water Austrália, Highett / Griffith University |
| De Góis, Rios e Costanzi | "Evaluation of water conservation and reuse: A case study of a shopping mall in southern Brazil" | 2015 | <i>Journal of Cleaner Production</i> | Shopping | Brasil | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |
| Joustra e Yeh | "Framework for net-zero and net-positive building water cycle management" | 2015 | <i>Building Research and Information</i> | Comercial | EUA | University of South Florida |
| Wang, Chang e Nunn | "Lifecycle assessment for sustainable design options of a commercial building in Shanghai" | 2010 | <i>Building and Environment</i> | Comercial | China | Shandong University, China / Faithful Gould, United Kingdom |
| Sousa, Silva e Meireles | "Performance of water efficiency measures in commercial buildings" | 2019 | <i>Resources, Conservation and Recycling</i> | Shopping | Portugal | University of Lisbon / University of Aveiro |
| Sousa, Silva e Meireles | "Technical-financial evaluation of rainwater harvesting systems in commercial buildings-case ase studies from Sonae Sierra in Portugal and Brazil" | 2018 | <i>Environmental Science and Pollution Research</i> | Shopping | Portugal | University of Lisbon / University of Aveiro |

Fonte: primária.

Os shopping centers formam uma categoria que consome grande quantidade de água em todo o Brasil, devido ao crescente número de usuários e ao consumo unitário. Prédios comerciais são potenciais consumidores de água e de 50 a 90% do uso é destinado para descargas sanitárias e torre de resfriamento. Fontes alternativas devem ser exploradas para redução do consumo de água potável (BOYLE, 2005; FREIRE, 2011).

No desta pesquisa, o AHP é projetado para estruturar um processo de decisão em um cenário para afetar o método de fatores. Trata-se de uma metodologia aceita pela

comunidade científica internacional, a sua flexibilidade na tomada de decisões, a qual envolve a solução de problemas complexos (BOTTERO; COMINO; RIGGIO, 2011).

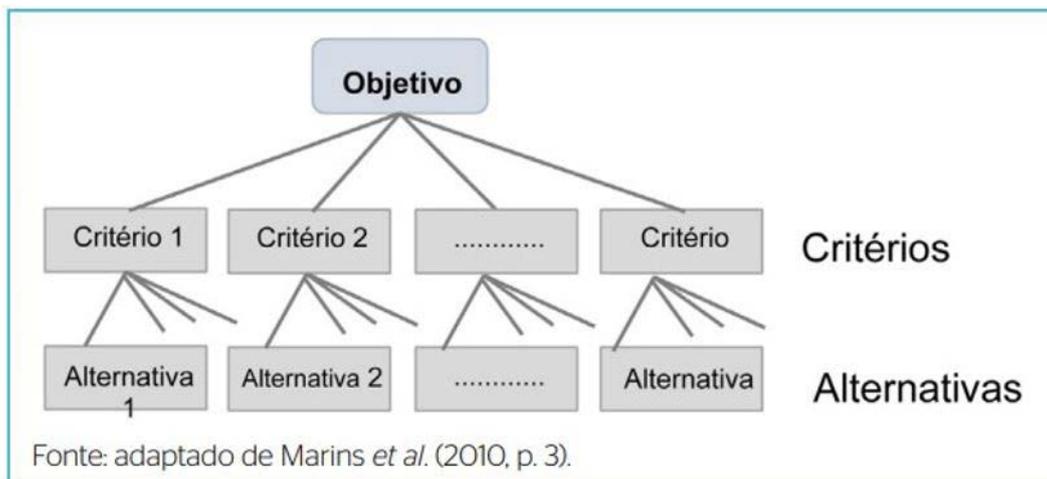
Neste caso, o método AHP foi considerado o mais indicado, devido a sua capacidade em incorporar uma atividade com interesses conflitantes. Dessa forma, a ferramenta deste Vila Velha considerou a possibilidade de uma visão de trabalho sobre o que pensam e como os envolvidos de modo geral de planejamento de um empreendimento, como o planejamento geral de um empreendimento. Por último, por último, o Expert Choice, o software de modelos matemáticos e comparações por pares, servido de base para a elaboração, que por meio de estrutura, montado em níveis (objetivo, critério, alternativas e critérios) formulando gráficos individuais por participantes e combinados entre todos. O propósito foi quantificar o que discorria dos agentes envolvidos e como seu pensamento está relacionado ao dos responsáveis pela elaboração das normas e que dá sustentação à ciência à questão.

Considerar se a tomada de decisão deve ser uma opção entre várias, a qual apresenta o melhor desempenho, a avaliação e o acordo entre as expectativas de quem decide, que, por sua vez, deve escolher a melhor alternativa disponível para o curso de ação que uma pessoa deve seguir.

METODOLOGIA

Para elaborar o estudo e ouvir os participantes, foi utilizado o Processo de Hierarquia Analítica (AHP) mais popular Tomada de decisão multicritério (MCDM) para tomar e analisar decisões. AHP foi desenvolvido por Thomas L. Saaty em 1977 como Um método de análise de decisão por meio da estruturação de componentes de decisão, ou seja, além de poder analisar múltiplas alternativas e compará-las rapidamente, pode-se derivar o motivo de uma série de comparações relacionadas (TRENTIM, 2012). Projeto do método AHP Auxiliar o processo em situações onde há múltiplos tomadores de decisão. Usando-o, problemas complexos podem ser divididos em subseções. Descrição, de acordo com o grau de classificação (BOTTERO; COMINO; RIGGIO, 2011; JATAP; BIVOR, 2017). Para Ribeiro e Costa (1999, p. 7), o método baseia-se em três níveis de pensamento analítico (Figura 2).

Figura 2 - Estrutura hierárquica básica.



Fonte: adaptado de Marins et al. (2010)

A hierarquia deve seguir a seguinte ordem: o objetivo geral da pergunta, Objetivos, critérios e, finalmente, opções. A primeira tarefa é decompor fatores de acordo com suas inter-relações e afiliações, e os fatores estão concentrados em diferentes níveis. Então organize o problema na forma de um modelo estrutural analítico multinível, pode-se resolver atribuindo pesos relativos a diferentes níveis, começando pelo mais baixo mais alto (representando metas gerais), ou bom e ruim (KURTIKA *et al.*, 2000). Para determinar as prioridades, os tomadores de decisão iniciam o processo de atribuição de importância relativa aos elementos em cada nível. Para cada nível da hierarquia, cada critério e subcritério tem um peso diferente. O mesmo Desta forma, as alternativas para cada padrão serão diferentes (CHEN, 2006). As etapas para determinar a prioridade são as seguintes:

Julgamentos paritários: aqui é proposta a comparação entre pares por meio de uma matriz de comparação pareada. Os resultados são representados na matriz de julgamento, que é usada para fazer as comparações entre os pares e representa a importância dos elementos entre os níveis atual e anterior (WANG *et al.*, 2018). Os elementos da matriz são calculados pela Equação 1:

$$a_{ij} > 0, a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, a_{ij} = 1 \quad (1)$$

Em que:

A = a matriz de comparação; n = as alternativas;

a_{ij} = a medida de preferência da alternativa na linha i quando se compara com a alternativa da coluna j.

Tanto i quanto j variam de 1 a n (Equação 2).

$$A \begin{bmatrix} 1 & a_{12} \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} \dots & 1 \end{bmatrix} \left| \begin{matrix} 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \end{matrix} \right. \quad (2)$$

Os valores dos elementos na matriz de julgamento seguem as determinações de Saaty e variam de 1 a 9, como mencionado na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Escala numérica de Saaty.

| Escala de comparação dos Critérios com as Alternativas A e B | | | | | | | | |
|--|----------|-------|-------|--------------|-------------------------------|-------|----------|--------------|
| 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Extremamente | Bastante | Muito | Pouco | Igual A=B | Pouco | Muito | Bastante | Extremamente |
| valores para A em relação a B | | | | | Valores para B em relação a A | | | |

Fonte: Primária

- Normalização das matrizes: segundo Costa, Rodrigues e Felipe (2008, p. 8), para normalizar é necessário “somar cada coluna da matriz, dividida por todos os elementos de cada coluna pelo somatório referente à coluna”;
- Cálculo das prioridades médias locais (PMLs): são as médias aritméticas das colunas e linhas dos quadros;

- Cálculo das prioridades globais: o intuito dessa etapa é identificar um vetor de prioridade global (PG) que seja capaz de armazenar a prioridade interligada a cada alternativa em relação ao foco principal. Para isso, é necessário combinar os PMLs no vetor de prioridades global. Consistência lógica: para ter utilidade, o método AHP tem de ter consistência de julgamento par a par. A consistência é definida pela fórmula: $a_{ij} \times a_{jk} = a_{jk}$. Quando a matriz de comparação é consistente, o maior valor próprio é (λ_{max}) será igual a n . Quando há consistência, ocorre um desvio ($\lambda_{max}-n$) e, por sua vez, essa medida é dividida por $n-1$, resultando na média dos autovetores (ABEDI; TORABI; NOROUZI, 2013). O consistency index (CI) é obtido por meio da Equação 3:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Para saber se as avaliações são consistentes, é necessário calcular o consistency ratio (CR). Esse índice é a razão entre IC e o random index (RI). A fórmula então ficaria da seguinte forma: $CR = CI/RI$. O índice aleatório é o grau de consistência que surge de maneira automática quando se completa a matriz com os valores na escala de 1–9 (Tabela 2) (MACHARIS *et al.*, 2004). O limite do CR aceito é menor que 0,10, caso contrário será necessário refazer o processo de avaliação para encontrar a consistência (TEMIZ; CALIS, 2017). Por meio do método AHP é que se apresentam os dados empíricos desta pesquisa.

Aplicação do método: analytic hieracty process.

Para entender as perspectivas dos participantes envolvidos no processo para a construção e operação de um shopping center foi utilizado o AHP para a elaboração de um questionário. Questionário respondido por 6 gerentes, 8 empresas, a resposta de uma gerente corresponde ao processo de várias de suas lojas administração, uma das quais opera 40 shoppings em todo o país. Questionário 40 participantes dessa categoria de profissionais responderam a essas perguntas, 20 arquitetos e 20 engenheiros, todos profissionais atuantes no estado, estar no ramo há pelo menos 5 anos. O questionário é dividido em Há duas etapas para cada categoria de participantes. O primeiro questionário foi Comparação de critérios e subcritérios, o segundo questionário é Comparação de padrões e alternativas. A categoria está definida Entre profissionais (arquitetos e engenheiros) e gestores e empresas, são Setores relacionados com higiene, abastecimento, gestão sustentável e operadores de centros comerciais. Eles são enviados aos participantes selecione e uma vez devolvidos e respondidos, os resultados são inseridos em uma tabela de valores gerada no software de seleção de especialistas, um programa Projetado especificamente para aplicar resultados matemáticos e gerar gráficos Resultados parciais e coletivos.

De acordo com o método AHP, foi criada uma estrutura no nível composta por objetivos, critérios, subcritérios e alternativas, que serviu de base para o desenvolvimento do questionário, conforme mostra a Figura 2.

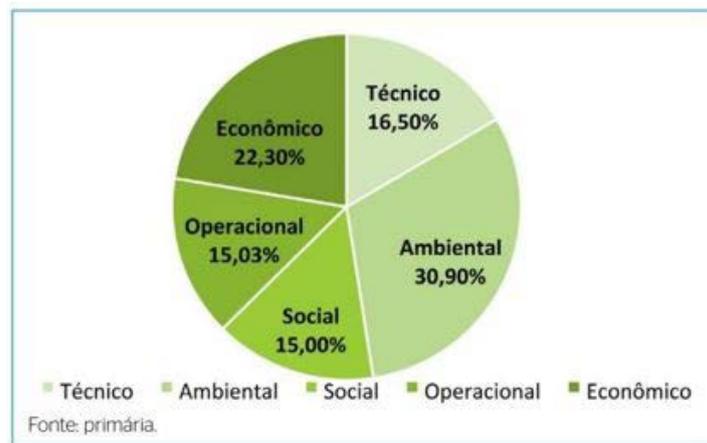
No primeiro questionário, denominado questionário 1, foram realizadas comparações entre os critérios e, em seguida, comparação entre critérios e subcritérios, gerando gráficos individuais por participantes ou gráficos combinados que representam o resumo de todos os julgamentos dos participantes. No segundo questionário, denominado questionário 2, as

comparações se repetem entre os critérios, pois é preciso manter os 3 níveis da estrutura, conforme o método AHP, e, em seguida, são feitas as comparações entre critérios e alternativas, gerando, da mesma forma, gráficos por participantes e gráficos combinados.

A Figura 3 apresenta a resposta do julgamento entre os critérios, envolvendo todos os participantes (gestoras, empresas e profissionais [arquitetos e engenheiros]), sendo aplicado o questionário 1.

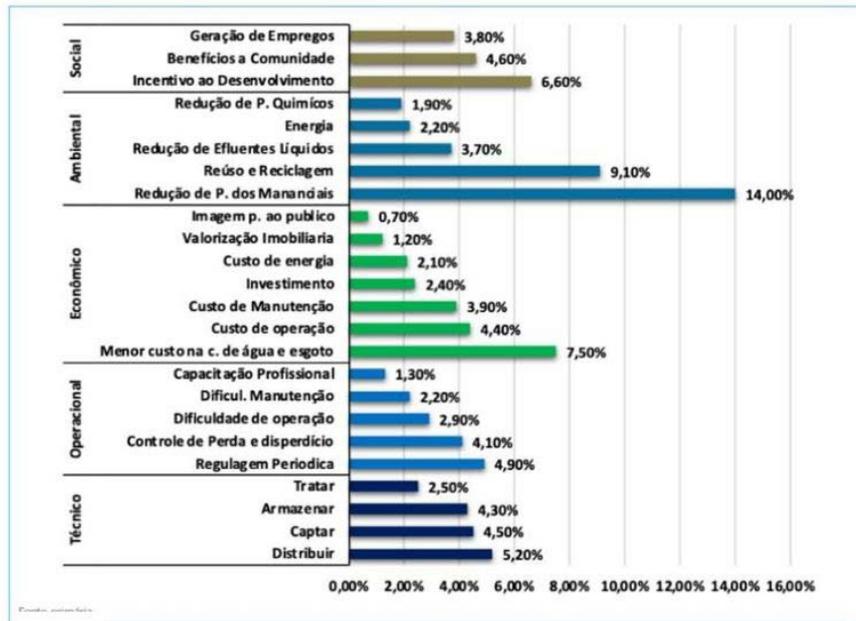
Fica claro, como mostrado na Figura 3, que, na comparação entre os critérios, o ambiental foi o de maior peso no julgamento de todos os participantes combinados, ficando com 30,9%, seguido pelo econômico (22,3%) e, depois, pelo técnico (16,5%), pelo operacional (9,8%) e, por fim, pelo social (15%). Lembrando que os subcritérios que formam o critério ambiental são a redução da pressão nos mananciais, a redução de produtos químicos, a redução de efluentes líquidos, o reúso e a reciclagem e, por fim, a energia incorporada.

Figura 3 - Critério x critério/profissionais, gestoras, empresas.



Fonte: primária

No questionário 2, aplicado a todas as categorias (Figura 4), define-se o resultado entre os critérios e as alternativas, considerando-se que no caso as alternativas são os subcritérios que formam os critérios.

Figura 4 - Critério × Alternativas (subcritérios)/profissionais, gestoras, empresas.

Fonte: primária

Em uma análise parcial dentro do critério técnico, o subcritério distribuição foi considerado como o item de maior importância, com 5,2%, seguido por captar (4,5%), armazenar (4,3%) e tratar (2,5%). Já para o critério operacional o subcritério regulagem periódica fica à frente como o de maior relevância (4,9%), vindo a seguir controle de perdas e desperdícios (4,1%), dificuldade de operação (2,9%), dificuldade de manutenção (3,9 %) e, por fim, capacitação profissional (1,3%), nessa ordem decrescente. No critério econômico, o subcritério considerado de maior importância foi menor custo na conta de água e esgoto (7,5%), seguido por custo de operação (4,4%), custo de manutenção (3,9%), investimento (2,4%), custo de energia (2,1%), valorização imobiliária (1,2%) e, por último, imagem perante o público (0,7%).

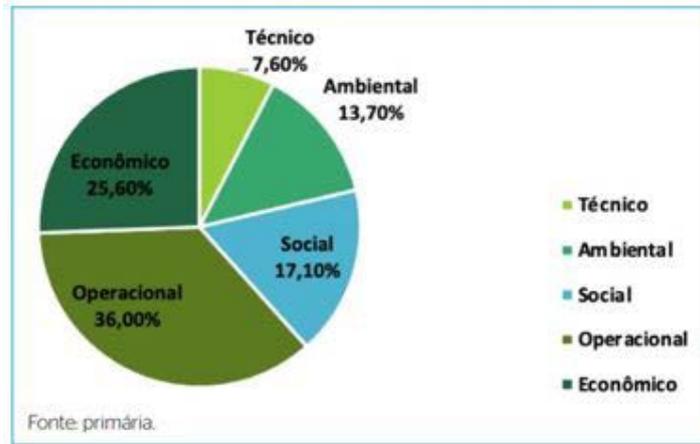
Dentre os itens do critério ambiental, a redução da pressão nos mananciais foi o subcritério de maior impacto entre os profissionais (14%), seguida por reúso e reciclagem (9,1%), redução de efluentes líquidos (3,7%), energia (2,2%) e, por fim, redução de produtos químicos com 1,9%, nessa ordem decrescente.

Por último, e não menos importante, vem o julgamento do critério social, ficando incentivo ao desenvolvimento local como o subcritério de maior peso (6,6%), seguido por benefícios à comunidade (4,6%) e, por último, geração de emprego (3,8%). Somando-se o resultado de todos os subcritérios de cada critério, chega-se a 100% dos valores julgados e o de maior valor de julgamento, pela ótica de todos os participantes combinados, foi “redução da pressão nos mananciais”, representando 14%, seguido por “reúso e reciclagem”, com 9,1%. Um resultado que surpreende, pois espera-se dos empresários que os resultados econômicos sejam os de maior relevância, considerando-se a construção do empreendimento e os resultados financeiros em operação; no entanto, a pesquisa apontou para ações ambientais como de maior valor de julgamento.

A Figura 5 apresenta a resposta do julgamento entre os critérios, envolvendo todos os participantes (gestoras, empresas e profissionais [arquitetos e engenheiros]), sendo

aplicado o questionário 2 (critério × critério e critérios × alternativas [subcritérios]).

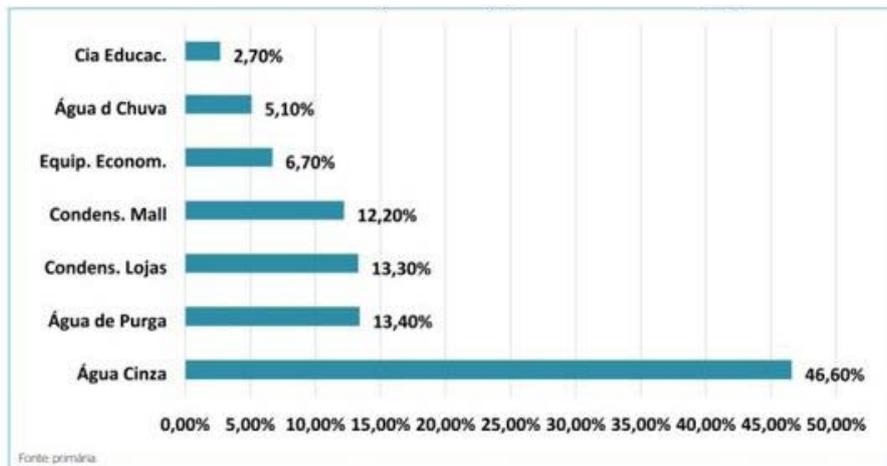
Figura 5 - Critério × critério/profissionais, gestoras, empresas.



Fonte: primária

Para o julgamento das fontes alternativas, a Figura 6 apresenta como item de maior importância, na visão dos participantes combinados, a água cinza.

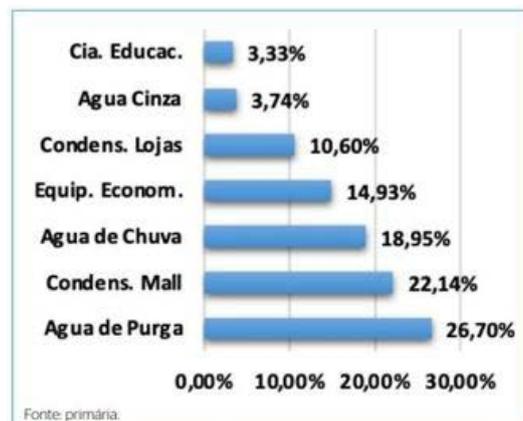
Figura 6 - Critério × alternativas (fontes)/profissionais, gestoras e empresas.



Fonte: primária

Para uma análise parcial entre cada critério e as alternativas, os resultados estão apresentados nas Figuras 7, 8, 9, 10 e 11.

Figura 7 - Critério técnico.



Fonte: primária.

Figura 8 - Critério operacional.



Fonte: primária

Figura 9 - Critério econômico.



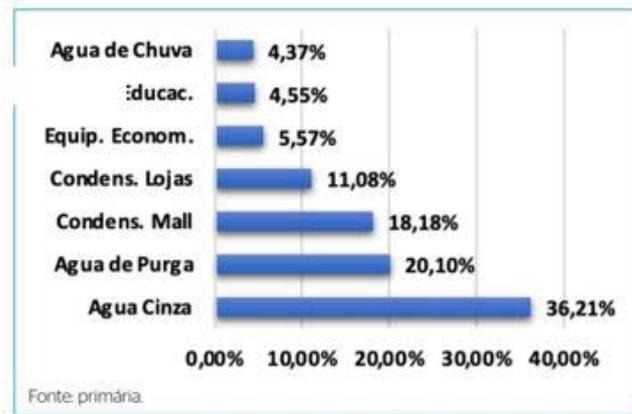
Fonte: primária

Figura 10 - Critério ambiental.



Fonte: primária

Figura 11 - Critério social.



Fonte: primária

RESULTADOS

A percepção dos envolvidos (profissionais, gestoras e empresas) foi resultante do pensamento de todos combinados, sendo que a aplicação dos questionários foi para saber como pensam e agem os participantes, por meio da experiência de cada um, no sentido de expressar o raciocínio nas fases de concepção e criação, quando envolvidos no desenvolvimento de projeto ou gestão de um shopping.

A Figura 12 expressa o resultado resumido de cada subcritério relativo ao critério de referência.

Figura 12 - Resultados dos subcritérios.



Fonte: Primária

O subcritério “redução da pressão sob os mananciais” (critério ambiental) foi o item de maior peso, com 14%, pela ótica dos profissionais, gestoras e empresas, ficando o subcritério “menor custo na conta de água e esgoto” com 7,50% (critério econômico), seguido do subcritério “incentivo ao desenvolvimento local”, com 6,60% (critério social), depois pelo subcritério “distribuir”, com 5,20% (critério técnico), e, por último, pelo subcritério “regulagem periódica” (4,9%), no critério operacional.

A concepção de um shopping se inicia no projeto arquitetônico, que parte de um programa de necessidades levantadas a partir do estudo técnico e econômico da viabilidade do negócio e dos resultados pretendidos. É notório que difundir a ciência, ao alcance dos atores, seja de extrema valia para um resultado superior. Conteúdos de pesquisas e

conversas com o empresariado devem ser levados à frente para serem aplicados.

CONSIDERAÇÃO FINAIS

O ato de incorporar medidas de gestão da oferta e demanda, com o uso de fontes alternativas e maior capacidade de operação e manutenção, compõe um dos elementos que poderão garantir um abastecimento estratégico e independência.

Dentro do pensamento de especialistas, o que poderá, de fato, proporcionar a redução do consumo de água potável em um shopping ou qualquer empreendimento é o monitoramento e o controle do consumo, reunindo aspectos tecnológicos e comportamentais na gestão. Essa ação deverá preceder investimentos em equipamentos e o uso de fontes alternativas. Só com essa atividade já se poderá ter ganhos na redução da água, pois não adianta inserir novas tecnologias sem antes controlar o que já existe (KIPERSTOK, 2008).

Uma brigada de bombeiros hidráulicos deverá estar apta para ações rápidas e contínuas de manutenção e regulação dos equipamentos economizadores, calibrando-os em relação à vazão ótima para cada finalidade. Para isso, um bom projeto em parcimônia com as questões de conservação de água irá contribuir muito para as ações e reações da equipe responsável pela boa gestão do shopping.

Os dados de consumo e as metas de redução devem ser acompanhados diariamente pelos administradores e expostos ao público, como fonte de incentivo ao usuário consciente, o que poderá promover a sensibilização do usuário, trazendo ganhos econômicos, sociais e ambientais, por meio da construção permanente educacional.

De maneira geral, o uso de fontes alternativas não é uma medida de otimização do uso, apenas substituição de fonte. O conceito de otimização está associado a práticas e processos que efetivamente reduzem o consumo da água no empreendimento, o que pode ser verificado pelo consumo específico de água, por exemplo (litros por usuário).

O reúso de água pode ser benéfico em um cenário de escassez de água e para a redução dos custos associados às despesas com água e esgotos da companhia de saneamento local. Já o aproveitamento da água de chuva tem benefício na redução do escoamento superficial e econômico. Segundo Mierzwa (2002), nenhuma dessas opções implica em redução do consumo, pois, como dito anteriormente, a redução do consumo virá do comportamento do usuário; em seguida (e somadas), virão todas as ações e reações da manutenção e operação do shopping.

De forma a concluir, os resultados finais necessitam de uma visão holística, que se inicia na concepção do empreendimento, passando pela execução e pelos demais conceitos de uso consciente. A base de todas as ações está no conhecimento e na aplicação; para isso, os profissionais de projetos devem ter acesso às pesquisas, para que possam pôr em prática seus conhecimentos, aproximando, cada vez mais, o mercado da academia e, com isso, produzindo empreendimentos mais sustentáveis, com ganhos ambientais, sociais e econômicos.

REFERÊNCIAS

- ABEDI, M.; TORABI, S.A.; NOROUZI, G.H. Application of fuzzy AHP method to integrate geophysical data in a prospect scale, a case study: Seridune copper deposit. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Tehran, v. 54, n. 2, p. 145-164, 2013. <http://doi.org/10.4430/bgta0085>
- BELLO, F.L. Água: Cada Vez Mais Escassa. *Shopping Centers*, São Paulo, v. 1, n. 185, p. 58-60, 2013. Disponível em: https://www.ipt.br/download.php?filename=990-Revista_Shopping_Centers_Outubro_de_2013.pdf Acesso em: 12 abr. 2018.
- BINT, L.; GARNETT, A.; SIGGINS, A.; JAQUES, R. Alternative water sources in New Zealand's commercial buildings. *Water Supply*, v. 19, n. 2, p. 371-381, 2019. <https://doi.org/10.2166/ws.2018.082>
- BOTTERO, M.; COMINO, E.; RIGGIO, V. Application of the analytic hierarchy process and the analytic network process for the assessment of different wastewater treatment systems. *Journal Environmental Modelling & Software*, v. 26, n. 10, p. 1211-1224, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.04.002>
- BOYLE, C.A. Sustainable buildings. *Engineering Sustainability*, v. 158, n. 1, p. 41-48, 2005. <https://doi.org/10.1680/ensu.2005.158.1.41>
- CHEN, C.-F. Applying the Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach to Convention Site Selection. *Journal of Travel Research*, v. 45, n. 2, p. 167-174, 2006. <https://doi.org/10.1177%2F0047287506291593>
- COOK, S.; SHARMA, A.K.; GURUNG, T.R. Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: A case study in Brisbane, Australia. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 89, p. 86-93, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.05.003>
- COHIM, E.; GARCIA, A. P. A.; KIPERSTOK, A. Captação e Utilização de Água Pluvial em Residências Para população de Baixa Renda em Áreas Urbanas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., Salvador, 2008. Anais... Salvador, 2008.
- COSTA, J.F.D.S.; RODRIGUES, M.D.M.; FELIPE, A.P.M. Utilização do método de análise hierárquica (AHP) para escolha de interface telefônica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008. Anais [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. p. 1-14.
- DE GOIS, E.H.B.; RIOS, C.A.S.; COSTANZI, R.N. Evaluation of water conservation and reuse: A case study of a shopping mall in southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 263-271, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.097>
- FREIRE, M.T.M. O consumo racional de água no aeroporto internacional de Salvador, Bahia/Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- KURTTILA, M.; PESONEN, M.; KANGAS, J.; KAJANUS, M. Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis — a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics*, v. 1, n. 1, p. 41-52, 2000. [https://doi.org/10.1016/S1389-9341\(99\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S1389-9341(99)00004-0)
- MACHARIS, C.; SPRINGAEL, J.; BRUCKER, K.; VERBEKE, A. PROMETHEE and AHP:

The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, Bruxelas, v. 153, n. 2, p. 307-317, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00153-X)

Marin MJS, Lima EFG, Paviotti AB, Matsuyama DT, Silva LKD, Gonzalez C, *et al.* Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. *Rev Bras Educ Méd [serial on the internet]*. 2010

NUNES, M. L. F. Educação Física e esporte escolar: poder, identidade e diferença. 2006. 206 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

SOUSA, V.; SILVA, C. M.; MEIRELES, I. Performance of water efficiency measures in commercial buildings. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 143, p. 251-259, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.013>

SOUSA, V.; SILVA, C.M.; MEIRELES, I.C. Technical-financial evaluation of rainwater harvesting systems in commercial buildings—case ase studies from Sonae Sierra in Portugal and Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, p. 19283- 19297, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0648-0>

RIBEIRO, Alcimar das Chagas e COSTA, Helder Gomes. Emprego do método de análise hierárquica (AHP) na distribuição de custos indiretos: uma proposta para a pequena e média empresa. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 19, 1999, Rio de Janeiro, Anais... UFRJ, 1999. CD-ROOM

TEMIZ, I.; CALIS, G. Selection of Construction Equipment by Using Multi-criteria. In: CREATIVE CONSTRUCTION CONFERENCE, 2017. Anais [...]. Primosten: Science Direct, 2017. p. 19-22.

TRENTIM, M. Tomada de Decisão em Projetos – Método AHP. *Mundo Project Management*, 2012. Disponível em: <https://projectdesignmanagement.com.br/blog/tomada-de-decisao-em-projetos/> Acesso em: 19 fev. 2019.

WANG, *et al.* 2018 – Building Synergy between Regulatory and HTA Agencies.

Cidades inteligentes e sustentáveis

Smart and sustainable cities

Yuri Vinicius Souza de Jesus

RESUMO

O conceito de cidades inteligentes e sustentáveis constitui um objeto de estudo cada vez mais relevante diante da urbanização acelerada e da necessidade de respostas eficazes aos desafios socioambientais. Estas cidades utilizam de maneira estratégica recursos de tecnologia da informação e comunicação (TICs) para melhorar a qualidade, desempenho e interação dos serviços urbanos, reforçando o desenvolvimento humano e a sustentabilidade. Entretanto, o termo “cidade inteligente e sustentável” muitas vezes é usado sem uma clara definição do que realmente significa e quais características são necessárias para uma cidade ser enquadrada nesta categoria. Isso leva à necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre o tema. Diante disso, este trabalho objetiva investigar e identificar as principais características que uma cidade deve apresentar para ser considerada inteligente e sustentável, explorando exemplos aplicados em cidades brasileiras e ao redor do mundo. Em conclusão ressalta a importância de autoridades e sociedade trabalharem em conjunto, para estabelecer um futuro urbano mais acessível, próspero e harmônico para as gerações presentes e futuras.

Palavras-chave: cidade inteligente. sustentabilidade. planejamento urbano.

ABSTRACT

The concept of smart and sustainable cities is becoming an increasingly relevant area of study due to rapid urbanization and the need for effective responses to socio-environmental challenges. These cities strategically employ information and communication technology (ICT) resources to enhance the quality, performance, and interaction of urban services, thereby promoting human development and sustainability. However, the term “smart and sustainable city” is often used without a clear definition of what it truly entails and what characteristics are necessary for a city to fall under this category. This necessitates a more in-depth investigation into the topic. Accordingly, this study aims to investigate and identify the key characteristics a city should possess to be considered both smart and sustainable, while exploring examples from cities in Brazil and around the world. In conclusion, it underscores the importance of authorities and society working together to establish a more accessible, prosperous, and harmonious urban future for present and future generations.

Keywords: smart city, sustainability, urban planning.



INTRODUÇÃO

Na era contemporânea, à medida que crescemos desafios associados ao aumento da população nas cidades, adversidades ambientais e as complexidades na administração e planejamento urbano, a necessidade de reformulação das cidades e a busca pela implementação de métodos de gerenciamento mais eficazes e amigáveis ao meio ambiente, prevalecem como assuntos relevantes em diretrizes governamentais (LEITE, 2012).

Conforme o estudo *World Urbanization Prospects*, publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2018, é esperado que, em 2050, aproximadamente 6.6 bilhões de pessoas residam em grandes aglomerações urbanas. Desta maneira, o debate sobre estruturação e organização das cidades se torna cada vez mais premente.

Em 2015, a ONU divulgou a Agenda 2030, que estabelece 17 objetivos e 169 metas para Desenvolvimento Sustentável (DS), levando em consideração as diversas capacidades, realidades nacionais e graus de desenvolvimento. As metas globais compreendem questões socioeconômicas, políticas e culturais, como erradicação da pobreza e fome, redução de desigualdades, acesso à água limpa, saneamento básico, energia limpa, sustentabilidade na agricultura e comunidades, consumo e produção conscientes e combate às mudanças climáticas, para citar alguns.

O Índice de Cidades Sustentáveis (SUSTAINABLE CITIES INDEX, 2016) identificou que, habitualmente, muitas cidades têm dificuldades em equilibrar os três pilares da sustentabilidade (social, ambiental e econômico). Algumas obtêm resultados positivos em até dois pilares, mas raras são as que se destacam nos três simultaneamente. A pesquisa é fruto de dados levantados em 100 cidades mundiais, usando 32 indicadores variados para oferecer classificações quanto à sustentabilidade.

Recentemente, o termo “cidade inteligente” tem se destacado como um importante objeto de análise em vários campos de estudo, adquirindo destaque também na órbita das políticas públicas. As cidades estão no cerne do crescimento econômico, político e social, tendo também um papel relevante em assuntos de natureza ambiental (MORI E CHRISTODOULOU, 2012).

Sob a ótica de aprimorar serviços, ofertar qualidade de vida, fomentar ambientes inovadores e aumentar a eficiência em sustentabilidade, surge o conceito das Cidades Inteligentes, fortemente conectado aos avanços tecnológicos. No cerne, essas cidades combinam Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) com as demandas de um ambiente urbano ecologicamente balanceado. Objetiva-se assim, mobilizar conhecimentos e inovações tecnológicas para aprimorar a administração urbana, tornando-a mais eficiente e sustentável aos usuários (BID, 2016).

Mediante ao exposto, surge a pergunta que gere a pesquisa: O que uma cidade precisa para ser considerada inteligente e sustentável? Com o intuito de responder a essa pergunta, esta pesquisa tem como objetivo investigar as características de tais cidades no Brasil e no mundo.

Para cumprir com o propósito desta pesquisa, adotaremos uma abordagem metodológica centrada em uma extensa revisão bibliográfica. Essa revisão terá como base

não apenas artigos acadêmicos, mas também livros, relatórios decorrentes de organizações internacionais, e uma gama de documentos administrativos pertinentes.

Com essa revisão bibliográfica, objetivamos alcançar uma visão panorâmica e perspicaz das várias estratégias e experiências ligadas ao planejamento urbano de cidades inteligentes. Além disso, buscamos compreender os possíveis impactos ambientais desse cenário urbano inovador, e identificar os elementos que podem conferir a essas cidades o status de sustentáveis.

O CONCEITO DE CIDADE INTELIGENTE

O conceito de “cidades inteligentes” não possui uma definição unificada. Seu surgimento data da década de 90, ocorrendo paralelamente à integração de novas tecnologias de informação e comunicação (TICs) em estruturas urbanas. O pioneiro no estudo do tema foi o *California Institute for SmartCommunities*, instituição que explorou as maneiras como as comunidades poderiam se tornar inteligentes e como se dá o projeto de cidades indo ao encontro da implementação dessas tecnologias emergentes (ALAWADHI *et al.*, 2012).

Anos mais tarde, o Centro de Governança da Universidade de Ottawa questionou o enfoque excessivo na tecnologia na concepção de cidades inteligentes. Em um novo entendimento, a instituição propôs que o modelo de cidades inteligentes deveria incluir o fortalecimento de mecanismos de governança orientados por, e promotores de capital social para o progresso urbano.

No entanto, a nomenclatura “cidade inteligente” ganhou popularidade no início do século 21 como uma espécie de “marca urbana”. Com o passar do tempo, os acadêmicos passaram a questionar as cidades autodenominadas “inteligentes” a demonstrar os elementos que justificassem o uso do termo (HOLLANDS, 2008).

Em um contexto mais corporativo, Harrison *et al.* (2010), em um trabalho para a IBM, mencionaram que a “cidade inteligente” denota uma “cidade nomeada, interligada e dotada de inteligência”. O primeiro termo se refere à habilidade de obter e integrar dados dos cidadãos por meio de sensores, medidores, aparelhos domésticos, dispositivos pessoais entre outros. O termo “interligada” descreve a faculdade de consolidar esses dados em uma plataforma computacional que facilite a comunicação dessas informações entre os diversos serviços da cidade. Já a característica “inteligente” engloba a capacidade de realizar análises complexas, modelagem, otimização e visualização de serviços para melhorar as decisões operacionais (HARRISON *et al.*, 2010).

Comumente, no âmbito do planejamento urbano, “cidade inteligente” é entendido como uma ideologia cuja inteligência assume estratégias direcionadas. Governos e instituições públicas tem usado o atributo de inteligência para diferenciar suas políticas e programas com foco em desenvolvimento sustentável, progresso econômico e aumento da qualidade de vida de seus cidadãos (BALLAS, 2013).

Por último, Alves *et al.* (2019) ressaltam que o adjetivo “*smart*” abrange duas áreas amplas: de um lado, assume uma conotação de tecnópolis, com a implementação de novas

tecnologias (como IoT, big data, governança algorítmica, etc.) e, de outro lado, concebe a ideia de uma cidade criativa, que aprecia a inclusão e a participação cidadã na governança urbana.

O Desenvolvimento Sustentável

De acordo com Leite (2012, p.132): “uma cidade sustentável é muito mais do que um desejável conjunto de construções sustentáveis. Ela deve incorporar parâmetros de sustentabilidade no desenvolvimento urbano público e privado”.

O desenvolvimento sustentável é um princípio central que comanda as políticas e ações da Organização das Nações Unidas (ONU) desde o século 20. O conceito enfatiza a necessidade de uma abordagem equilibrada, envolvendo as dimensões econômica, social e ambiental para garantir um futuro próspero e seguro a todos (WCED, 1987).

O 11º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, se concentra na construção de cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (UN, 2015).

No campo do Desenvolvimento Sustentável, as políticas públicas desempenham um papel crucial no desenvolvimento de cidades e comunidades mais sustentáveis (Díez *et al.*, 2018). Este papel é refletido na demanda do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da ONU para tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (UN, 2015).

Estes mesmos objetivos, inclusive, assumem importância significativa agora, dada a crescente urbanização global. Mais da metade da população mundial reside em áreas urbanas, valor que deve aumentar ainda mais nas próximas décadas (WORLD BANK, 2019).

Por exemplo, políticas públicas que promovem o desenvolvimento urbano sustentável são fundamentais na provisão de acesso a moradias seguras e acessíveis. Elas também são essenciais para melhorar os sistemas de transporte, visando a otimização energética e a redução de emissões gasosas poluentes ao meio ambiente (BANISTER, 2005).

Ademais, políticas que incentivem a ampliação de espaços públicos verdes, a proteção de áreas e a preservação do patrimônio cultural são vitais para tornar as cidades mais habitáveis e sustentáveis (JORGENSEN, 2015).

Implementar políticas e alcançar os objetivos do ODS11 ainda representam uma tarefa complexa. Os desafios variam desde questões financeiras, como necessidade de investimentos significativos em infraestrutura sustentável, até problemas complexos de coordenação entre diferentes setores governamentais e atores não governamentais (HÁK *et al.*, 2016).

As cidades, como motores da economia global e centros de inovação e criatividade, detêm grande potencial para liderar a sustentabilidade. No entanto, para que isso ocorra, as políticas públicas precisam ser concebidas e implementadas de forma participativa, englobando diversos stakeholders - desde moradores urbanos e o setor privado até

comunidades locais e organizações da sociedade civil (BURCH *et al.*, 2019).

OS COMPONENTES QUE AS TORNAM INTELIGENTES

Dirks e Keeling (2009) realçam que, para uma “cidade inteligente” realmente se manifestar, é fundamental que todos os seus múltiplos sistemas — de transporte a segurança pública, passando por educação, saúde, infraestrutura, entre outros — devem funcionar em completa sinergia. Este posicionamento é amplamente reconhecido por estudiosos que defendem este modelo, sublinhando que, no contexto urbano, nenhum sistema efetivamente opera de forma isolada.

A perspectiva de Kanter e Litow (2009), explicitada em seu “Manifesto para Cidades Mais Inteligentes” (*Manifest for SmarterCities*), vai ao encontro desse pensamento. Eles argumentam que apenas infundir inteligência de forma sequencial nas diversas áreas urbanas não irá gerar uma cidade inteligente — é necessário que cada esfera converse com as outras, de maneira orgânica.

Apesar dessa visão unificada, muitos autores dividem o conceito de cidade inteligente em diferentes características e dimensões, a fim de facilitar o seu entendimento e aplicação, como bem explana Komninos (2002, 2011). Ele defende que uma cidade inteligente apresenta quatro dimensões principais, relativas ao uso da tecnologia para transformar sociedade, trabalho e infraestrutura da cidade, e para estimular inovação, aprendizado e disseminação de conhecimento.

Em 2007, Giffinger e colaboradores sugeriram que uma cidade inteligente inclui quatro pilares essenciais: indústria, educação, participação e infraestrutura técnica. Posteriormente, um projeto do Centro de Ciência Regional da Universidade de Tecnologia de Viena ampliou a lista para incluir economia, mobilidade, meio ambiente, população, estilo de vida e governança (GIFFINGER E GUDRUN, 2010).

De fato, a “qualidade de vida” surge como um componente-chave nesta estrutura mais recente. Ela reforça a ideia de que uma cidade inteligente deve buscar o bem-estar individual e coletivo (GIFFINGER *et al.*, 2007). Contudo, parte da academia problematiza se a “qualidade de vida” deve mesmo ser considerada uma dimensão à parte ou se todas as demais áreas, naturalmente, não deveriam ser direcionadas a esta finalidade (SHAPIRO, 2006).

Conforme destacam Nam e Pardo (2011), cidade inteligente incorpora tecnologia, pessoas (com toda a diversidade, criatividade e educação que elas trazem) e instituições (governança e política). A inteligência urbana verdadeira só se manifesta quando investimentos em capital humano e social, aliados à infraestrutura de TIC, promovem o crescimento sustentável e melhoram a qualidade de vida.

Em uma cidade inteligente, podemos esperar encontrar serviços governamentais interconectados e online, permitindo conectividade global e transformando processos-chave para cidadãos e empresas (AL-HADER *et al.*, 2009). Isto indica que as TICs devem ser facilitadoras para a criação de um novo tipo de ambiente comunicativo, que requer o desenvolvimento equilibrado de habilidades criativas, instituições orientadas para a

inovação e espaços colaborativos virtuais (KOMNINOS, 2011).

A tese de Paskaleva (2011) aprofunda a discussão em torno da inovação aberta e engajamento do usuário, pontuando o cuidado necessário para que uma abordagem corporativa na criação de cidades inteligentes não acabe por comprometer a autonomia governamental.

Cidades inteligentes genuínas colocam em primeiro plano a condição de seu capital humano, em contraposição à suposição de que a implantação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) resultará instantaneamente em uma cidade inteligente (SHAPIRO, 2006, HOLLANDS, 2008).

Esforços voltados para educação e liderança em um contexto de cidade inteligente se empenham em fomentar atmosferas incentivadoras ao empreendedorismo, amplamente disponíveis para todos os habitantes. Uma governança inteligente acima de tudo, procura a eliminação de obstáculos ligados à língua, cultura, instrução e condições especiais. O elemento 'pessoas' abrange uma variedade de fatores, tais como educação contínua, diversidade social e étnica, adaptabilidade, inventividade, senso de comunidade global, pensamento progressista e engajamento cívico (NAM E PARDO, 2011).

Adicionalmente, questões decorrentes da aglomeração urbana podem encontrar solução através da inventividade, da habilidade das pessoas e da colaboração entre atores relevantes (BARON, 2012). Portanto, a denominada "cidade inteligente" deve representar a habilidade de pessoas com capacidades acima da média de conceber respostas sábias para problemas urbanos. Governança inteligente implica em uma ampla representação de partes interessadas participando ativamente no processo decisório e na provisão de serviços públicos.

A governança potencializada por TIC, também conhecida como e-governança, é crucial para tornar acessíveis aos cidadãos as iniciativas de cidades inteligentes e garantir a transparência no processo de tomada e execução de decisões. Contudo, o cerne da e-governança em uma cidade inteligente precisa ser cidadão-centrado e cidadão-orientado. As características mais frequentemente encontradas em cidades inteligentes emergentes são:

- Estrutura interconectada facilitando eficiência política e evolução sociocultural;
- Priorização do desenvolvimento urbano pautado pela atividade empresarial e criativa para encorajar o crescimento da cidade;
- Integração social dos habitantes urbanos e estímulo ao capital social no avanço urbano;
- Consideração do meio ambiente como um componente estratégico para o futuro.

Cidades inteligentes

Londres

De acordo com a Unidade de Assessoria Institucional (UARI) do SEBRAE (2017),

Londres, que é um dos principais centros culturais e econômicos do mundo, tem uma população de 8.673.713 habitantes, com uma renda per capita de US\$ 162.200. O projeto *Smart London* iniciou em 2013, com o objetivo de melhorar as infraestruturas, converter a cidade em destino referência para empreendedores e incrementar a qualidade de vida do londrino.

Existem muitas ações realizadas em Londres que a classifica como uma cidade inteligente, com um maior destaque para mobilidade e meio ambiente:

- I. Taxas por congestionamento: Cobrança de taxa diária de £11.50 para trafegar em áreas de alta circulação, entre 07h e 18h, de 2^a a 6^a feira;
- II. Sistema de Semáforos inteligentes: Controle dos semáforos de acordo com o fluxo dos ônibus;
- III. Sensores de tráfego: Controle de semáforos de acordo com o fluxo de automóveis e bicicletas;
- IV. *Wifi*: Disponibilizada no metrô;
- V. *Oyster Card*: Pagamento integrado do transporte urbano;
- VI. Aluguel de bicicletas: Informações em tempo real sobre onde alugar e devolver bicicletas;
- VII. Horários de ônibus: Informação em tempo real sobre mais de 19 mil ônibus em Londres, via aplicativos, website, SMS e sinalização eletrônica na cidade;
- VIII. Gestão dos resíduos: Reutilização de calor gerado em poços subterrâneos e fomento ao uso da energia do hidrogênio para o transporte urbano, prédios residenciais e escritórios;
- IX. Táxis elétricos: Previsão de estarem ainda mais presentes na cidade até 2018;
- X. Londres limpa: Aplicativos que permitem ao público reportar às autoridades locais questões relacionadas à qualidade ambiental, tais como ruas grafitadas e mau armazenamento de lixo.

Conforme Copaja-Alegre; Esponda-Alva (2019), a metrópole Londrina está direcionando suas metas para eficiência de recursos, resiliência, uma visão mais ecológica e uma economia com ênfase em baixo carbono. Para isso, o governo municipal está apostando em inovação, criação de empregos, alocação de recursos, pesquisa, avanço tecnológico, transparência de dados, engajamento social, aprendizado a partir de experiências e desenvolvimento urbano inteligente.

O objetivo do projeto é fazer com que Londres se torne autossustentável, com uma meta fixada de que 54% de toda energia seja localmente produzida. Em um prazo maior, as residências serão equipadas com medidores de energia linkados a dispositivos móveis que fornecerão alertas de consumo e sugerirão como os cidadãos podem modificar seus padrões de consumo (REINA, 2020).

Nova York

A metrópole norte-americana, Nova York, abriga cerca de 8,5 milhões de habitantes. A renda per capita da população nova-iorquina é de aproximadamente 66,614 dólares. Segundo informações do portal SmartCities (2017), foi lançado na cidade um projeto intitulado “*Smart City, Equitable City*” (Cidade Inteligente, Cidade Equitativa), uma iniciativa do departamento de tecnologia e inovação do conselho municipal de Nova York, que foi reconhecida na maior conferência global de cidades.

De acordo com Nansen (2017), esse plano estratégico baseia-se em quatro fundamentos principais:

- prover conectividade para todos os cidadãos;
- elaborar um programa de tecnologias inteligentes voltado para otimizar os serviços públicos;
- estimular o crescimento de uma economia pautada em inovações;
- implementar uma série de diretrizes que asseguram a igualdade de acesso às tecnologias inteligentes.

Múltiplas iniciativas estão sendo conduzidas na cidade com o objetivo de fomentar seu desenvolvimento, com particular ênfase nos setores de saúde e segurança, alguns exemplos serão expostos a seguir:

I. CompStat: Análise de dados a partir de sistemas de monitoramento da cidade (câmeras e sensores), celulares, carros do departamento de polícia etc. Disponibilização de informações em tempo real para policiais em serviço, permitindo acesso online à ficha criminal do suspeito;

II. Câmeras escondidas: Acopladas ao corpo do policial, permitem redução de custos com compensações pagas pela polícia em processos por condutas equivocadas e aumentam a segurança do policial;

III. Monitoramento do Ar: Monitores capazes de transmitir a qualidade das partículas do ar a cada 15 minutos, a fim de rastrear fatores poluentes

IV. Monitoramento de Água: Detecção de anomalias no fluxo e qualidade de água na cidade, por meio de sensores;

V. Acústica Inteligente: Detecção de tiroteio em tempo real por meio de sistema de acústica inteligente integrado ao sistema de polícia da cidade.

VI. Lixeiras Inteligentes: Lixeiras que suportam cinco vezes que lixo que modelos convencionais, transmitindo alertas para serem esvaziadas no tempo adequado;

São Paulo

A cidade de São Paulo, a maior do país, ocupa o topo do *ranking Conecte Smart Cities*, elaborado pela *Urban Systems*. Foi eleita por possuir o sistema de transporte mais eficiente do país, contando com maior disponibilidade de modais de transporte coletivo de

massa, investimentos em ciclo faixas e corredores de ônibus.

Ainda de acordo com Payão (2017), recentemente foi implantado sistema digital de Zona Azul e prevê a inauguração de novas estações de Metrô da linha Lilás na capital paulista. A cidade também conta com novas leis de Plano Diretor e Uso e Ocupação do Solo com o propósito de fazer a cidade ‘mais humana, moderna e equilibrada’.

A cidade também se destaca por ser o nascedouro de muitas pequenas empresas, além de destino de verbas de pesquisas e sede de dezenas de espaços colaborativos para o desenvolvimento de negócios. Ainda é sede de empresas de tecnologia de todos os portes, atraindo investimentos para o setor e concentrando negócios nessas áreas (PAYÃO, 2017)

Flor (2017) afirma que: “o prefeito de São Paulo, João Doria, quer transformar a capital numa *smartcity*, mas para isso precisa garantir uma agenda *multistakeholder* envolvendo governo, empreendedores, investidores, iniciativa privada e organizações sociais.”

Um dos desafios prioritários para transformar São Paulo em uma *Smart City*, é a desburocratização dos serviços públicos. “Até dezembro de 2018 todos os processos da cidade serão digitais. São Paulo não terá mais carimbo, elástico, papel, cordão e pasta, tudo será feito digitalmente e as pessoas não precisarão mais se deslocar ou comparecer presencialmente para resolver alguma coisa” afirma Doria (*apud* STARTUPi, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração deste artigo, ficou bem claro que as cidades ditas inteligentes e sustentáveis se empenham continuamente para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes. O aporte de tecnologias inteligentes e a eficiência na utilização dos recursos atuam como propulsores importantes dessas melhorias, enquanto também intensificam a participação da comunidade nos processos de decisões vitais.

Assim, percebemos ser de interesse primário assegurar que todos tenham acesso à conectividade digital, que os serviços públicos adotem um viés tecnológico mais avançado para maximizar a eficiência e eficácia, e que haja estímulo constante ao desenvolvimento de uma economia que tenha a inovação como peça-chave. Não menos importante, o acesso a essas plataformas e recursos tecnológicos deve ser proporcional, estando disponível de maneira igual para todos os residentes.

A análise de cidades como Londres e Nova York nos apresentou algumas práticas notáveis vinculadas à intensificação da segurança e saúde dos cidadãos, à mitigação da pegada ecológica e à implementação de ações para uma transição efetiva na direção de uma economia de baixo carbono.

Concluindo, após um olhar cuidadoso, podemos inferir que uma cidade, para alcançar o status de inteligente e sustentável, deve estar em contínuo processo de atualização e transformação, de modo a responder adequadamente às demandas de seu cenário e população. Este movimento requer a incorporação de soluções inovadoras e eficientes, sempre respeitando o princípio de equidade social e a premissa de sustentabilidade ambiental.

É fundamental destacar a necessidade de uma colaboração estreita entre os órgãos públicos e a própria sociedade. A cooperação entre esses atores é crucial para construir um ambiente urbano que seja ao mesmo tempo mais inclusivo e sustentável, garantindo um futuro próspero e equilibrado para as atuais gerações e para aquelas que estão por vir.

REFERÊNCIAS

- ALAWADHI, S. *et al.* Building understanding of smart city initiatives. *Electronic government, an international journal*, 2012.
- AL-HADER, M. *et al.* Smart city components architecture. In *Computational Intelligence, Modelling and Simulation*, 2009. *CSSim'09. International Conference on*, pp. 93-97. IEEE, 2009.
- ALVES, A. C. *et al.* Smart cities and urban areas—A case study of Porto. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 2019.
- Arcadis (2016). Sustainable Cities Index 2016. Disponível em: <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-index-2016/>. Acesso em: 04 ago. 2023
- BALLAS, D. What makes a 'happy city'? *Cities*, 32, S39-S50, 2013.
- BANISTER, D. *Unsustainable transport: City transport in the new century*. Abingdon: Routledge, 2005.
- BARON, C. Urban concentration and public policy. *A Place for Global Cities: Urban Concentration beyond Megacities*, 25, 2012.
- BID – Caminho para as Smart Cities: da Gestão Tradicional para a Cidade Inteligente, 2016. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Caminho-para-as-smart-cities-Da-gest%C3%A3o-tradicional-para-a-cidade-inteligente.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2023
- BURCH, S. *et al.* New directions in earth system governance research. *Earth System Governance*, 1, 100006, 2019.
- COPAJA-ALEGRE, M.; ESPONDA-ALVA, C. Tecnologia e inovação para a cidade inteligente. *Avanços, perspectivas e desafios. Bitácora Urbano Territorial*, v. 29, n. 2, p. 59-70, 2019.
- DÍEZ, P. *et al.* Cities and biodiversity: Perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level. *Biological Conservation*, 214, 226-233, 2018.
- DIRKS, S. *et al.* *A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustainable future*. IBM Global Business Services, 2009.
- FLOR, Wal. Como transformar São Paulo numa cidade inteligente? 2017. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/blogs/causas-e-marcas/como-transformar-sao-paulo-numa-cidade-inteligente/>. Acesso em: 04 ago. 2023.
- GEELS, F. W. *et al.* Sociotechnical transitions for deep decarbonization. *Science*, 353(6304), 1019-1021, 2016.

- GIFFINGER, R. *et al.* Smart cities: Ranking of European medium-sized cities. Vienna UT: Centre of Regional Science, 2007.
- GIFFINGER, R.; HANSL, G. Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of cities? ACE: Architecture, City and Environment, 4(12), 7-26, 2010.
- HÁK, T. *et al.* Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. Ecological Indicators, 60, 565-573, 2016.
- HARRISON, C. *et al.* Foundations for Smarter Cities. IBM Journal of Research and Development, 2010.
- HOLLANDS, R. G. Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? City, 12(3), 303-320, 2008.
- JORGENSEN, A. Urban green spaces and the potential for health improvement and environmental justice in a changing climate. In: The Routledge Handbook of Urbanization and Global Environmental Change, pp. 237-251. London, UK: Routledge, 2015.
- KANIE, N. *et al.* Governing through goals: Sustainable development goals as governance innovation. Cambridge, MA: The MIT Press, 2017.
- KANTER, R. M.; LITOW, S. S. Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities. Harvard Business School General Management Unit Working Paper, (09-141), 2009.
- KOMNINOS, N. Intelligent cities: Innovation, knowledge systems and digital spaces. Spon Press, 2002.
- KOMNINOS, N. Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence. In INTELLIGENT BUILT ENVIRONMENT FOR LIFE, pp. 87-102, 2011.
- LEITE, C.; AWAD, JDCM. Cidades sustentáveis: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. 2012.
- MORI, Koichiro; CHRISTODOULOU, Aris. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). Environmental impact assessment review, v. 32, n. 1, p. 94-106, 2012.
- NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times, pp. 282-291, 2011.
- NANSEN. O que torna uma cidade inteligente?, 2017. Disponível em: <<http://geracao-smart-grid.com.br/o-que-torna-uma-cidade-inteligente/>>. Acesso em: 04 ago. 2023.
- PASKALEVA, K. The smart city: A nexus for open innovation? Intelligent Buildings International, 3(3), 153-171, 2011.
- PAYÃO, Felipe. São Paulo é a cidade mais inteligente e conectada do BR, diz estudo, 2017. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/pesquisa/118171-paulo-cidade-inteligente-conectada-br-diz-estudo.htm>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

REINA, L. D. C. B. *et al.* Smartcities: Um estudo de caso no município de Ilhabela-SP. Engenharia de Produção: Tecnologia e Inovação no Setor Produtivo, v. 1, n. 1, p. 397-408, 2020.

SEBRAE. Referências Internacionais, Cidades Inteligentes, 2017. Disponível em: <<http://ois.sebrae.com.br/publicacoes/smart-cities/>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

SHAPIRO, J. M. Smartcities: Qualityoflife, productivity, andthegrowtheffectsofhuman capital. The Review ofEconomicsandStatistics, 88(2), 324-335, 2006.

SMARTCITIES. Nova Iorque é a melhor smartcity de 2016, 2016. Disponível em: <<http://www.smart-cities.pt/pt/noticia/nova-iorque-vence-smartcity235/>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

STARTUPI. “Até dezembro de 2018 todos os processos de São Paulo serão digitais”. João Dória fala sobre Cidades Inteligentes durante o CIAB, 2017. Disponível em: <<https://startupi.com.br/2017/06/ate-dezembro-de-2018-todos-os-processos-de-sao-paulo-serao-digitais-joao-doria-fala-sobre-cidades-inteligentes-durante-o-ciab/>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

UN. TransformingOur World: The 2030 Agenda for SustainableDevelopment. United Nations, New York, 2015.

UNITED Nations. World Urbanization Prospects 2018. Disponível em: <https://www.un.org/pt/desa/2018-revision-world-urbanization-prospects>. Acesso em: 04 ago. 2023

WORLD BANK. Population living in slums (% ofurbanpopulation). Washington, DC: The World Bank, 2019.

Hidrogênio e amônia verdes: uma solução sustentável para a produção de fertilizantes

Green hydrogen and ammonia: a sustainable solution for fertilizer production

Giovani de Oliveira Silva Junior

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Controle e Automação Instituto Federal do Espírito Santo Serra, Brasil

Flavio Barcelos Braz da Silva

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Controle e Automação Instituto Federal do Espírito Santo Serra, Brasil

Marcio Greick Pereira Brito

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Controle e Automação Instituto Federal do Espírito Santo Serra, Brasil

Raôny Magnago Traspadini

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Controle e Automação Instituto Federal do Espírito Santo Serra, Brasil

Rodrigo Rezende Simões da Silva Vieira

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Controle e Automação Instituto Federal do Espírito Santo Serra, Brasil

RESUMO

A amônia verde é uma fonte de fertilizantes ambientalmente sustentável, produzida a partir de fontes renováveis de energia. O Brasil, como um dos maiores produtores de commodities agrícolas do mundo, tem um papel fundamental no desenvolvimento e produção da amônia verde (NH₃V), que pode ajudar a reduzir as emissões de gases de efeito estufa decorrentes do uso de fertilizantes tradicionais. Os fertilizantes são um dos principais contribuintes para as emissões de gases de efeito estufa no setor agrícola. No entanto, a produção e o uso da amônia verde podem ajudar a mitigar essas emissões, pois ela pode substituir os fertilizantes convencionais produzidos a partir de combustíveis fósseis. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de commodities agrícolas do mundo, o que torna o desenvolvimento e produção da amônia verde de grande importância para o país. Além disso, como um dos países com maior biodiversidade e recursos naturais renováveis, o Brasil tem grande potencial para liderar a produção de amônia verde no mundo. Portanto, o desenvolvimento da amônia verde no Brasil é uma importante iniciativa para reduzir as emissões de gases de efeito estufa do setor agrícola e para fortalecer a posição do país no cenário mundial do agronegócio, tornando-se um líder na produção de fertilizantes sustentáveis.

Cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável: o contexto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento



Palavras-chave: amônia verde. hidrogênio verde. agronegócio, sustentável. gases de efeito estufa. fontes de energia renováveis. fertilizantes.

ABSTRACT

Green ammonia is an environmentally sustainable source of fertilizer, produced from renewable energy sources. Brazil, as one of the world's largest agricultural commodity producers, plays a crucial role in the development and production of green ammonia (NH₃V), which can help reduce greenhouse gas emissions resulting from the use of traditional fertilizers. Fertilizers are one of the main contributors to greenhouse gas emissions in the agricultural sector. However, the production and use of green ammonia can help mitigate these emissions, as it can replace conventional fertilizers produced from fossil fuels. Brazil is one of the largest producers and exporters of agricultural commodities in the world, which makes the development and production of green ammonia of great importance to the country. Additionally, as one of the countries with the greatest biodiversity and renewable natural resources, Brazil has great potential to lead the production of green ammonia in the world. Therefore, the development of green ammonia in Brazil is an important initiative to reduce greenhouse gas emissions in the agricultural sector and to strengthen the country's position in the global agribusiness scenario, becoming a leader in the production of sustainable fertilizers

Keywords: green ammonia. green hydrogen. agribusiness. sustainable. greenhouse gases. renewable energy sources. fertilizers.

INTRODUÇÃO

A produção de amônia é fundamental para o agronegócio no mundo, uma vez que é uma das matérias-primas mais importantes para a fabricação de fertilizantes nitrogenados.

[1] No entanto, a produção convencional de amônia a partir de combustíveis fósseis é responsável por cerca de 1,8% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). [1] e [2] Dessa forma, a produção de NH₃V, a partir de hidrogênio verde (H₂V), se torna uma opção promissora para reduzir as emissões de GEE associadas à produção de fertilizantes. [3]. Neste estudo, além de discutir a importância da produção de amônia verde, o processo de produção a partir de hidrogênio verde, suas aplicações na agricultura, seus benefícios ambientais, os desafios e as oportunidades inseridas neste contexto, será mostrado que a produção de amônia verde no Brasil tem um grande potencial de desenvolvimento e pode contribuir significativamente para a redução das emissões de GEE (gases de efeito estufa) e para o desenvolvimento do agronegócio.

METODOLOGIA

Neste estudo foi utilizada a pesquisa exploratória que busca investigar e adquirir conhecimento sobre fenômenos pouco estudados. O objetivo, então, é proporcionar familiaridade com o problema, tornando-o mais claro e construindo uma base para hipóteses. Tal metodologia foi escolhida porque, de maneira geral, há falta de compreensão sobre o assunto. Foram utilizadas abordagens como revisão bibliográfica, estudos de

caso, entrevistas e observações não estruturadas para obter uma visão geral do assunto e amadurecimento científico, além de mostrar novas ideias e oportunidades. É uma etapa inicial da pesquisa que define direções futuras e estudos mais específicos.

PRODUÇÃO DE AMÔNIA VERDE

A produção de amônia verde envolve a produção de hidro- gênio verde a partir de fontes renováveis de energia, como solar, por exemplo, e a síntese de nitrogênio e hidrogênio em alta pressão e temperatura, catalisada por um catalisador de ferro ou rênio. [4]

Hidrogênio Verde

O hidrogênio é um elemento químico amplamente encontrado na Terra, mas raramente é encontrado em sua forma pura. Em vez disso, ele é encontrado em compostos químicos, principalmente em estado líquido ou gasoso, combinando-se com outros elementos para formar substâncias comuns, como a água e hidrocarbonetos. [5].

Para ser utilizado como combustível em veículos, por exemplo, o hidrogênio precisa ser separado desses outros elementos por meio de processos de produção. Esses processos geralmente requerem uma grande quantidade de energia para separar o hidrogênio dos elementos que o compõem. A forma de produção pode variar de acordo com a fonte de energia utilizada. Se a fonte de energia é uma fonte renovável, como a energia solar, então o processo de separação do hidrogênio pode ser considerado como “verde”, ou seja, a produção é feita de forma sustentável. Por outro lado, se a fonte de energia utilizada é não renovável, como o carvão ou o petróleo, então o processo de produção é considerado como “cinza” ou “preto”, ou seja, não é sustentável. [6]

Tabela I - Classificação do Hidrogênio pela forma de obtenção

| Classificação | Descrição |
|----------------------|---|
| Hidrogênio Preto | Produzido por gaseificação do carvão mineral (antracito), sem CCUS* |
| Hidrogênio Marrom | Produzido por gaseificação do carvão mineral (hulha), sem CCUS* |
| Hidrogênio Cinza | Produzido por reforma a vapor do gás natural, sem CCUS* |
| Hidrogênio Azul | Produzido por reforma a vapor do gás natural, com CCUS |
| Hidrogênio Verde | Produzido via eletrólise da água com energia de fontes renováveis* |

***CCUS - Carbon Capture, Usage and Storage ou, em português, a captura, uso e armazenamento de Carbono é uma tecnologia que pode capturar e fazer uso efetivo das altas concentrações de CO₂ emitidas pelas atividades industriais. Fonte: Elaborado a partir [6], [7] e [8].**

Conforme mencionado na tabela, o hidrogênio verde é obtido por meio da eletrólise da água, utilizando eletricidade proveniente de fontes renováveis, como a solar. Essa forma de hidrogênio é considerada a mais limpa e sustentável, uma vez que não emite gases de efeito estufa durante o processo de produção. [9] A produção de hidrogênio verde é amplamente reconhecida como uma importante fonte de energia limpa e sustentável, que

apresenta inúmeras possibilidades de uso, tais como combustível para veículos, na geração de eletricidade e como matéria-prima em processos industriais. Sua produção a partir de fontes de energia renováveis, como a energia solar, faz com que seja uma alternativa altamente eficiente e ecologicamente correta, que pode contribuir significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a transição energética global. [10]

A eletrólise da água é um processo eletroquímico de grande importância para a engenharia, pois consiste na decomposição da molécula de água em seus componentes básicos, hidrogênio e oxigênio, por meio da passagem de uma corrente elétrica controlada. Essa técnica apresenta diversas vantagens, dentre elas a produção de hidrogênio puro, que pode ser utilizado como uma fonte de energia limpa e renovável em diversas aplicações, tais como a geração de energia elétrica, o transporte de veículos e a utilização como matéria-prima em processos industriais. [11]

Durante o processo de eletrólise da água, a reação química ocorre em uma célula eletrolítica composta por dois eletrodos (ânodo e cátodo) submersos em uma solução aquosa de eletrólito, geralmente composta por hidróxido de potássio ou hidróxido de sódio. A aplicação de uma corrente elétrica na célula provoca a oxidação do ânodo, liberando oxigênio, e a redução do cátodo, liberando hidrogênio. Com o objetivo de evitar a mistura dos gases produzidos, o hidrogênio e o oxigênio são coletados em recipientes separados, geralmente por meio de uma membrana permeável. Esse processo ocorre de forma segura e eficiente, resultando na produção de hidrogênio puro que pode ser utilizado como fonte de energia limpa em diversas aplicações industriais. [12]

Além das técnicas convencionais para produção de hidrogênio, é importante destacar que existem reservatórios geológicos naturais de hidrogênio em Mali. [13]. Diferentes processos naturais, como a radiólise da água, a serpentinização e a oxidação do minério de ferro, podem resultar na produção natural de hidrogênio. [8]. Embora já exista uma quantidade significativa de literatura científica sobre o tema, a utilização desses recursos ainda é pouco discutida em relação à sua viabilidade econômica no mercado.

Fontes renováveis - Solar

As fontes de energia renováveis são aquelas que se re-novam de forma contínua, como recursos naturais. Essas fontes de energia são consideradas sustentáveis, e permitem a obtenção de energia de forma responsável. Entre as fontes renováveis, a energia solar se destaca como uma das mais promissoras, uma vez que aproveita a luz solar para gerar eletricidade, sem produzir emissões de gases de efeito estufa. O uso da energia solar é uma alternativa limpa e renovável que vem crescendo em todo o mundo, e pode ser utilizada em diversas aplicações para atender a demanda crescente por energia de forma sustentável. [14]. A energia fotovoltaica é gerada pela conversão da luz solar em eletricidade por meio de células fotovoltaicas. Feitas de materiais semicondutores como o silício, elas absorvem a luz solar e liberam elétrons, gerando uma corrente elétrica. Essa fonte de energia é limpa e renovável, já que não emite poluentes ou gases de efeito estufa. [15].

Síntese de Hidrogênio e Nitrogênio

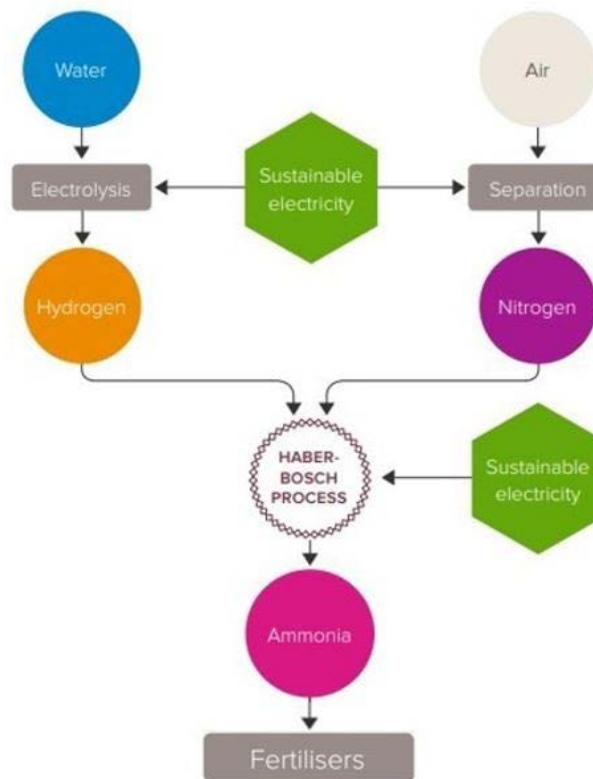
O processo é conhecido como síntese de Haber-Bosch e é um processo fundamental

na indústria química, uma vez que é responsável por produzir amônia (NH_3), um importante composto utilizado na fabricação de fertilizantes. A síntese ocorre através de uma reação química entre hidrogênio e nitrogênio sob altas pressões e temperaturas, que é catalisada por um catalisador de ferro. A equação química que representa essa reação é $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$. O processo é crucial para a indústria agrícola, pois fornece os nutrientes necessários para o crescimento das plantas, garantindo a segurança alimentar em todo o mundo. [16]

Fluxograma da produção de Amônia Verde

Diversas rotas tecnológicas podem ser utilizadas para a produção de amônia verde, e um exemplo simplificado de uma dessas possíveis rotas é apresentado na Fig. 1.

Figura 1- Fluxograma da produção de amônia verde.



Fonte: Adaptado de [2]

Primeiramente, a obtenção de hidrogênio verde dada a partir de fontes renováveis, como a eletrólise da água utilizando energia elétrica proveniente de fontes renováveis e a obtenção de nitrogênio diretamente do ar atmosférico por meio de processos de separação seletiva de gases. Posteriormente, a síntese de amônia realizada utilizando o processo Haber-Bosch, que consiste em combinar o hidrogênio e o nitrogênio em condições específicas de temperatura e pressão na presença de catalisadores. A amônia produzida é então separada e purificada para uso em diversos processos industriais, como a produção de fertilizantes.

Aplicações de amônia verde na agricultura

A amônia verde é uma opção promissora como fertilizante na agricultura. A amônia é uma das principais fontes de nitrogênio para as plantas e é essencial para o crescimento e desenvolvimento das mesmas. [17].

A amônia verde tem várias vantagens em relação aos fertilizantes nitrogenados convencionais já que não contém contaminantes, como metais pesados e substâncias orgânicas voláteis, presentes nos fertilizantes convencionais, e é mais eficiente do que os fertilizantes convencionais, uma vez que é mais facilmente absorvida pelas plantas.

A aplicação de amônia verde na agricultura pode trazer benefícios significativos à qualidade do solo, tendo em vista que sua utilização promove um aumento no pH, o que ajuda a neutralizar a acidez e melhorar a retenção de nutrientes. Adicionalmente, o uso de amônia verde pode favorecer o aumento da atividade de microrganismos no solo, contribuindo para a melhoria da saúde deste. Esses fatores são de grande importância para a produção agrícola sustentável, visto que um solo saudável e fértil é fundamental para o sucesso da produção e, conseqüentemente, para a segurança alimentar.

Portanto, a amônia verde pode ser considerada uma alternativa promissora e eficiente para a produção agrícola, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais. [18]

BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

Além dos benefícios para a agricultura, em comparação com a produção convencional de amônia a partir de combustíveis fósseis, a produção de amônia verde reduz significativamente as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de fertilizantes, o que gerará os créditos de carbono para quem produzir NH_3V , uma vez que parte dos 240 milhões de toneladas anuais de CO_2 lançadas na atmosfera oriundas da fabricação de amônia convencional deverá ser reduzida. [19].

Além disso, a produção de amônia verde pode ajudar a reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e aumentar a segurança energética. A produção de hidrogênio verde pode ajudar a reduzir a dependência de combustíveis fósseis importados, aumentar a diversificação da matriz energética e melhorar a segurança energética do país. [20].

Desafios e oportunidades

Embora a produção de amônia verde ofereça benefícios significativos para o meio ambiente e para a agricultura, ainda existem alguns desafios a serem superados.

Custo da produção

O custo da produção de hidrogênio verde é atualmente mais alto do que o custo do hidrogênio convencional produzido a partir de combustíveis fósseis. No entanto, à medida que a tecnologia se desenvolve e a demanda por hidrogênio verde aumenta, espera-se que o custo do hidrogênio verde diminua. [7] e [21].

Disponibilidade das fontes renováveis

Além disso, a produção de amônia verde ainda é limitada pela disponibilidade de fontes renováveis de energia. A produção de hidrogênio verde depende da disponibilidade de fontes renováveis de energia, como eólica, solar e hidrelétrica. [22]

A disponibilidade dessas fontes de energia varia de acordo com a localização geográfica e as condições climáticas, o que pode limitar a produção de hidrogênio verde em algumas áreas. [23].

No entanto, a produção de amônia verde também oferece oportunidades significativas. A produção de hidrogênio verde pode ajudar a integrar fontes de energia renovável intermitente na rede elétrica, permitindo que a energia excedente seja armazenada sob a forma de hidrogênio e utilizada posteriormente na produção de amônia verde. [24].

Considerando a relevância estratégica dos fertilizantes para o país, especialmente diante do atual cenário global de escassez e aumento de preços desses insumos em 2021/22, é crucial que se estabeleça uma política setorial de longo prazo. Essa medida visa reduzir a dependência externa, resolver problemas de infraestrutura e armazenamento, solucionar questões tecnológicas, regulatórias, tributárias e ambientais. [25].

Panorama mundial

A produção de amônia verde é uma tecnologia emergente e ainda está em fase de desenvolvimento. No entanto, já existem algumas plantas piloto em operação em todo o mundo, como a planta da Yara, uma das maiores produtoras de fertilizantes do mundo, que anunciou planos de produzir amônia verde a partir de hidrogênio renovável em sua planta em Porsgrunn, na Noruega, que tem capacidade para produzir 20 toneladas de amônia verde por dia. [26]

Além disso, alguns países também estão incentivando a produção de amônia verde. A União Europeia, por exemplo, lançou recentemente um plano de ação para o hidrogênio verde, que inclui o objetivo de produzir 10 milhões de toneladas de hidrogênio renovável até 2030. [27]

Durante discurso no Fórum Econômico Mundial, o primeiro-ministro japonês Suga Yoshihide divulgou que o plano de transição do Japão para uma economia neutra em emissões de carbono resultará em um impacto econômico de 190 trilhões de ienes, o que equivale a cerca de US\$ 190 bilhões, e criará 15 milhões de postos de trabalho no país até 2050. [28]

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de amônia verde a partir de hidrogênio verde é, sem dúvida, uma opção promissora para reduzir as emissões de GEE associadas à produção de fertilizantes. A amônia verde também oferece benefícios significativos para a agricultura, incluindo a melhoria da qualidade do solo e a eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas. Além disso, a produção de NH₃V pode ajudar a reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e aumentar a segurança energética. Embora ainda existam desafios a serem superados, a produção de amônia verde está se tornando cada vez mais viável e atrativa para as empresas e governos em todo o mundo já que tem o potencial de transformar a indústria de fertilizantes e, ao mesmo tempo, ajudar a combater as mudanças climáticas e a promover o desenvolvimento sustentável. No Brasil, a produção de amônia verde também tem potencial

para se tornar uma importante fonte de receita e desenvolvimento econômico. O país é rico em recursos naturais, como sol, vento e água, que podem ser utilizados na produção de hidrogênio verde. Além disso, o Brasil é um grande produtor de commodities agrícolas o que torna a produção de amônia verde particularmente relevante para o agronegócio. No entanto, para que a produção de amônia verde seja realmente viável e sustentável no Brasil, é necessário que sejam superados alguns desafios. Um dos principais desafios é a falta de infraestrutura para a produção e distribuição de hidrogênio verde. É preciso investir em infraestrutura, como usinas de produção de hidrogênio verde, tanques de armazenamento e tubulações de distribuição, para tornar viável a produção em larga escala de amônia verde. Além disso, é necessário que sejam criados incentivos para a produção de amônia verde, como a redução de impostos e tarifas, a fim de tornar a produção mais competitiva em relação aos fertilizantes convencionais. Ainda assim, a produção de amônia verde no Brasil tem um grande potencial de desenvolvimento e pode contribuir significativamente para a redução das emissões de GEE, geração de créditos de carbono e para o desenvolvimento do agronegócio.

REFERÊNCIAS

1. Amônia verde: entenda a importância para o futuro do meio ambiente. Disponível em <<https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/amonia-verde/>>. Acesso em 27 de abril de 2023.
2. THE ROYAL SOCIETY, 2020. Ammonia: zero-carbon fertiliser, fuel and energy store. DES5711. ISBN: 978-1-78252-448-9.
3. BORGES, A. C. F. Hidrogênio verde: alternativa para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e contribuir com a transição energética. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/238476>>.
4. Portal Hidrogênio Verde. A Importância do hidrogênio para o Brasil: fonte para energia limpa e caminho para produção de fertilizantes nitrogenados. 2022. Disponível em <<https://www.h2verdebrasil.com.br/noticia/a-importancia-do-hidrogenio-para-o-brasil-fonte-para-energia-limpa-e-caminho-para-producao-de-fertilizantes-nitrogenados/>>. Acesso em 27 de abril de 2023.
5. VEIGA, L. E. T. Hidrogênio Verde e sua implementação no Sistema Elétrico Nacional. 2022.
6. BAKER MCKENZIE. Shaping tomorrow's Global hydrogen market. 2020. Disponível em: https://www.bakermckenzie.com/-/media/files/insight/publications/2020/01/hydrogen_report.pdf. Acesso em 25 de abril de 2023.
7. IEA. The Future of Hydrogen, Paris. Disponível em <<https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>>, License: CC BY 4.0. Acesso em 25 de abril de 2023. 2019.
8. ZGONNIK, V. "The occurrence and geoscience of natural hydrogen: A comprehensive review", Earth-Science Reviews, Volume 203, 2020, 103140.
9. German-Brazilian: Energy Partnership. Mapeamento do Setor de Hidrogênio Brasileiro: Panorama Atual e Potenciais para o Hidrogênio Verde, 2021.

10. DIAS, J., BORGES, F. RS aposta no hidrogênio verde como combustível do futuro. Disponível em < <https://estado.rs.gov.br/rs-aposta-no-hidrogenio-verde-como-combustivel-do-futuro> >. Acesso em 27 de abril de 2023.
11. MARQUES, A. R. *et al.* O Hidrogênio como Vector Energético nos Transportes. Seminários De Desenvolvimentos Sustentável. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2004.
12. URSÚA, A. GANDÍA, L. M. SANCHIS, P. Hydrogen production from water electrolysis: current status and future trends. Proceedings of the IEEE, v. 100, n. 2, p. 410-426, 2012.
13. PRINZHOFER, A. CISSÉ, C. S. T. DIALLO, A. B. “Discovery of a large accumulation of natural hydrogen in Bourakebougou (Mali)”, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 43, Issue 42: 19315-19326, 2018.
14. S, EN, Z. Solar energy in progress and future research trends. Progress in energy and combustion science, v. 30, n. 4, p. 367-416, 2004.
15. DE OLIVEIRA, J. R. H. Energia Solar Fotovoltaica. Revista Ibero- Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 9(3), 1945–1954. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i3.9030>. 2023.
16. HUMPHREYS, J., LAN, R., TAO, S. Development and recent progress on ammonia synthesis catalysts for Haber–Bosch process. Advanced Energy and Sustainability Research, v. 2, n. 1, p. 2000043, 2021.
17. FARIA, J. A. Renaissance of ammonia synthesis for sustainable production of energy and fertilizers. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, v. 29, p. 100466, 2021.
18. YARA. Green ammonia - carbon neutral fertiliser production. Disponível em: <<https://www.yara.co.uk/grow-the-future/sustainable-farming/green-ammonia/>>. Acesso em 26 de abril de 2023.
19. O Especialista. Amônia verde reduz emissão de carbono no agronegócio, 2021. Disponível em < <https://oespecialista.com.br/amonia-verde-agronegocio/> >. Acesso em 27 de abril de 2023.
20. FIEMGLAB. O que é Hidrogênio Verde e como torná-lo fonte renovável? Disponível em < <https://fiemglab.com.br/o-que-e-hidrogenio-verde/> >. Acesso em 28 de abril de 2023.
21. DASH, S. K., CHAKRABORTY, S., & ELANGO VAN, D. 2023. A Brief Review of Hydrogen Production Methods and Their Challenges. Energies, 16(3), 1141. <https://doi.org/10.3390/en16031141>
22. ADAS, C., LOPES, D., G. SAE4MOBILITY. Mapeamento de Cadeias e Mobilidades. Disponível em <<http://arquivos.saebrasil.org.br/2022/SAE4mobility/Mapeamento-de-Cadeias-de-Mobilidade-Plano-Nordeste-Potencia.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2022.
23. VILLALVA, M. G. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015. 224 p.
24. IPEA. 2022. Panorama do Hidrogênio no Brasil. Disponível em < https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11291/1/td_2787_web.pdf >

25. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos; Plano Nacional de Fertilizantes 2050 (PNF 2050); Brasília: SAE, 2021; 195 p.1v.: il. Anexos.
26. POLO, E. 2022. Parceiros deixam projeto de amônia verde da Yara na Noruega. Disponível em < <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2022/03/29/parceiros-deixam-projeto-de-amonia-verde-da-yara-na-noruega.ghtml> > Acesso em 27 de abril de 2023.
27. EPBR. 2023. União Europeia lança sua definição de hidrogênio renovável. 2023. Disponível em < <https://epbr.com.br/uniao-europeia-lanca-sua-definicao-de-hidrogenio-renovavel/#:text=A%20UE%20pretende%20atingir%2010,do%20con%20sumo%20total%20da%20UE> >. Acesso em 26 de 2023.
28. EPBR. 2021. Japão calcula que transição para economia verde terá impacto de US\$ 190 bilhões. Disponível em < <https://epbr.com.br/japao-calcula-que-transicao-para-economia-verde-tera-impacto-de-us-190-bilhoes/> >. Acesso em 28 de abril de 2023.

Organizadores

Regina Negri Pagani

Bolsista Produtividade PQ-2 CAPEs, Professora Adjunta do Magistério Superior na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) no Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção (DAENP). Docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (Mestrado e Doutorado). É doutora em Engenharia de Produção (UTFPR) com período sanduíche na Université de Technologie de Compiègne - Sorbonne Universités; Mestre em Engenharia de Produção (UTFPR); Especialista em Gestão Industrial (CEFET); Bacharel em Administração de Empresas (UEM); proficiente na Língua Inglesa pela Universidade de Miami (EUA). Foi professora colaboradora na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), professora visitante na Université de Technologie de Troyes (UTT), França; Professora de Sociologia, Filosofia e Ética na Escola de Ministros Espírito e Verdade. É vice-líder no grupo de pesquisa Gestão da Transferência de Tecnologia, e suas pesquisas atualmente são sobre o tema Transferência de Tecnologia, Smart Cities e Tecnologias 4.0.

André Luiz Przybysz

Doutorando na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, na Linha de Pesquisa Gestão do Conhecimento e Inovação. Possui Mestrado pela UTFPR, no Programa de Pós-Graduação em Informática, na Linha de Pesquisa em Inteligência Computacional (2016). É Professor no Ensino Básico, Técnico e Tecnológico na UTFPR, desde 2002. Possui Especialização em Engenharia de Software pela UNOPAR (2002). Possui Graduação em Tecnologia Em Processamento de Dados pela UNOPAR (2000). Possui Graduação em Teologia pela UniCesumar (2023). Tem Experiências nas Áreas de Educação, Programação, Redes de Computadores, Engenharia de Software, Arquitetura de Computadores e Sistemas Operacionais, Atuando Principalmente nos Seguintes Temas: Smart Cities, Desenvolvimento de Software e Redes Sem Fio.

Clayton Pereira de Sá

Possui graduação em Administração pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO (2011). Possui Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO (2020). Doutorando em Engenharia de Produção - UTFPR - Campus Ponta Grossa. Atualmente é docente do Instituto Federal do Paraná. Tem experiência na área de Administração, atuando principalmente nos seguintes temas: Contabilidade, Gestão Financeira, Introdução à Economia, Representações Sociais, Identidade, Gestão da Inovação, Cooperativismo e Desenvolvimento Regional.

Índice Remissivo

A

abordagem 10, 16, 18
agronegócio 94, 95, 101
água 36, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 69, 70, 75, 76,
78, 79, 80, 83, 89, 96, 97, 98, 101
ambiental 39, 43, 69, 74, 75, 77, 78, 83, 84, 85, 88, 90
ambientalmente 94
amônia verde 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 103
análise 12, 14, 15, 17, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 83, 90
antropotecnologia 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19
áreas urbanas 69, 85, 86

C

cidade inteligente 11, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 91, 92
cidades inteligentes 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18
comunicação 82, 84
conservação 48, 69, 70, 79
crise hídrica 69, 70

D

desenvolvimento 12, 17, 18, 36, 33, 34, 35, 85, 37, 39,
40, 57, 40, 62, 66, 43, 90, 50, 52, 56, 90, 61, 65, 73,
75, 78, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 95,
98, 100, 101
desenvolvimentos 70

E

economia 17, 41, 85, 86, 88, 89, 90, 91
educação 36, 38, 86, 87
eficiência 10, 17, 18
energéticos 51
energia renováveis 95, 97
estratégica 82
estratégico 87, 89

F

fertilizantes 94, 95, 98, 99, 100, 101
fiscalização 51, 64

G

gestão 44, 50, 52, 54, 69, 73, 78, 79

H

habitantes 37, 41, 42, 44, 46, 87, 88, 89, 90
hidrogênio verde 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102

I

informação 17, 82, 84

J

juízo 72, 73, 74, 75, 76

M

meio ambiente 36, 39, 53, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 99,
101
método 12, 13, 69, 70, 71, 73, 74, 80, 81
metodologia 10, 12, 18

N

normalização 50, 51, 56, 61

P

processo 10, 11, 13, 18, 35, 50, 51, 53, 54, 59, 62, 64,
70, 71, 72, 73, 87, 90, 95, 96, 97, 98
processos 19, 86, 89, 90, 93, 96, 97, 98

R

reciclagem 39, 50, 52, 53, 54, 56, 62, 63, 67, 70, 74, 75

S

segurança 10, 17, 18, 50, 51, 52, 54, 55, 63, 64, 86, 89,
90, 98, 99, 100
segurança energética 99, 100
serviço 17, 69, 89
sistema 5
social e ambiental 51, 85
sociedade 82, 86, 91
socioeconômicas 83
soluções 10, 11, 16, 17, 18
sustentabilidade 82, 83, 85, 90
sustentáveis 33, 34, 35, 36, 43, 69, 79, 82, 83, 84, 85,
90, 92, 94, 97
sustentável 33, 34, 35, 43, 35, 85, 36, 37, 38, 39, 40, 42,
43, 85, 82, 83, 95, 83, 84, 85, 86, 90, 91, 92, 94, 96,
97, 99, 100, 101

T

tecnologia 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 82, 84, 86,
89, 90
tecnologias 10, 11, 16, 17, 18
tecnológicos 83, 90
transferência 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19

