

ARTIGOS

Submetido 24-01-2024. Aprovado 22-07-2025

Avaliado pelo sistema de revisão duplo-anônimo. Editor Associado: Marcus Vinícius Peinado Gomes

Avaliadores/as: Armindo dos Santos de Sousa Teodósio , Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil. Maria Clara de Oliveira Leite , Universidade Federal do Espírito Santo: Vitória, ES, Brasil. O/A terceiro/a avaliador/a não autorizou a divulgação de sua identidade e relatório de avaliação por pares.

O relatório de revisão por pares está disponível neste [link](#)

Versão original | DOI: <http://dx.doi.org/10.12660/cgpc.v31.n2.90659>

ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS: UMA ANÁLISE DO PLANO FORTALEZA 2040

Renewable energies in the context of sustainable city development: An analysis of the Fortaleza 2040 Plan

Energías renovables en el contexto del desarrollo de ciudades sostenibles: Un análisis del Plan Fortaleza 2040

Janaína dos Santos Benvindo*¹ | janainabenvindo@gmail.com | ORCID: 0000-0002-8548-0079

João Vitor Sales Machado Maia¹ | joaovitorsalesmm@gmail.com | ORCID: 0009-0001-5616-9986

Márcia Zabdiele Moreira¹ | marciazabdiele@ufc.br | ORCID: 0000-0001-8274-0034

Luma Louise Sousa Lopes¹ | lumalouise@ufc.br | ORCID: 0000-0003-2961-4041

Isabella Maria Coelho Veloso² | isabella.sepog@gmail.com | ORCID: 0000-0002-3032-4861

*Autora correspondente

¹Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, CE, Brasil

²Universidade Federal do Ceará, Laboratório de Estudos Avançados em Desenvolvimento Regional Sustentável, Fortaleza, CE, Brasil

RESUMO

O estudo teve como objetivo investigar, no Plano Fortaleza 2040, como as políticas públicas de energia renováveis estão alinhadas ao desenvolvimento de cidades sustentáveis. A abordagem qualitativa, aplicada e baseada em dados secundários, empregou a análise temática (AT) para avaliar os resultados. Embora o Plano Fortaleza 2040 esteja amplamente alinhado aos princípios de sustentabilidade urbana, a pesquisa identificou limitações na integração das energias renováveis, revelando que, em alguns casos, os gestores abordaram superficialmente esse aspecto na formulação do plano. Concluiu-se que a dinamicidade dos relacionamentos entre os atores urbanos é fundamental para a concepção de uma cidade sustentável. No contexto das energias renováveis, os alicerces destacados foram a microgeração de energia solar e a geração de energia a partir de resíduos urbanos por meio de usinas de biogás. Por fim, apresentam-se contribuições sobre as áreas que requerem maior atenção para otimizar a implementação de energias renováveis nos planos de longo prazo urbanos.

Palavras-chave: cidades sustentáveis, energias renováveis, Fortaleza 2040, sustentabilidade urbana, análise temática.

ABSTRACT

This study investigated the Fortaleza 2040 plan, designed for the Brazilian city of Fortaleza, focusing on the alignment between renewable energy policies and the development of sustainable cities. A qualitative and applied approach was adopted, based on secondary data and employing thematic analysis (TA) to assess the results. Although the Fortaleza 2040 plan is largely aligned with urban sustainability principles, the research found that the integration of renewable energy policies remains limited, with policymakers addressing this aspect only superficially.

in some cases. The study concludes that dynamic relationships among urban actors are essential for the development of a sustainable city. In the context of renewable energy, the most prominent initiatives were solar microgeneration and energy production from urban waste through biogas plants. Finally, the study identifies areas that require greater attention to optimize the implementation of renewable energy in long-term urban planning.

Keywords: sustainable cities, renewable energy, Fortaleza 2040, urban sustainability, thematic analysis.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo investigar cómo las políticas públicas de energía renovable en el Plan Fortaleza 2040 están alineadas con el desarrollo de ciudades sostenibles. El enfoque cualitativo, aplicado y basado en datos secundarios, empleó el análisis temático (AT) para evaluar los resultados. Aunque el Plan Fortaleza 2040 está ampliamente alineado con los principios de sostenibilidad urbana, la investigación identificó limitaciones en la integración de las energías renovables, revelando que, en algunos casos, los gestores abordaron este aspecto de manera superficial en la formulación del plan. Se concluyó que el dinamismo de las relaciones entre los actores urbanos es fundamental para la concepción de una ciudad sostenible. En el contexto de las energías renovables, los fundamentos destacados fueron la microgeneración de energía solar y la generación de energía a partir de residuos urbanos mediante plantas de biogás. Finalmente, se presentan aportes sobre las áreas que requieren mayor atención para optimizar la implementación de energías renovables en los planes urbanos a largo plazo.

Palabras claves: ciudades sostenibles, energías renovables, Fortaleza 2040, sostenibilidad urbana, análisis temático.

INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável, originado em 1987 com o Relatório de Brundtland, mobilizou acordos globais, mas é visto como oxímoro pelos críticos (Latouche, 2011; Redclift, 2002), ao promover uma falsa ideia de (re)conciliação entre o desenvolvimento proposto pelo modelo econômico capitalista e as questões ecológicas e sociais criadas por aquele (Tabarin, 2020; Vizeu et al., 2012).

A sustentabilidade é discutida em duas abordagens: fraca, que aceita substituir recursos naturais por bens, e forte, que vê essa substituição como inviável devido à limitação dos recursos naturais (Feil, 2022; Sugahara & Rodrigues, 2019). Essa divergência influencia as ações para o desenvolvimento sustentável.

A noção de desenvolvimento sustentável se expande rapidamente para diversas áreas, incluindo o desenvolvimento de cidades. A gestão de políticas públicas tem focado práticas sustentáveis, promovendo o conceito de cidade sustentável (Abubakar & Aina, 2019; Sodiq et al., 2019; Wang & Kintrea, 2019).

Uma cidade sustentável é uma rede complexa que atende às necessidades econômicas, ambientais e sociais dos cidadãos presentes e futuros (Bibri & Krogstie, 2017; Rogers & Gumuchdijan, 2013). Esse conceito visa promover qualidade de vida e engajamento ambiental, integrando objetivos econômicos, sociais, culturais e espaciais (Un-Habitat, 2023).

A sustentabilidade urbana enfrenta desafios, principalmente nas cidades do Sul Global, onde há questões de moradia, crescimento desordenado e infraestrutura de transporte (Gaspardo et al., 2022;

Wang & Kintrea, 2019). Além disso, o compromisso dos investidores com políticas públicas adaptadas ao contexto é essencial (Gasparelo et al., 2022).

As agendas governamentais foram elaboradas para enfrentar os desafios das cidades brasileiras, com políticas públicas para implementar o desenvolvimento sustentável em curto, médio e longo prazos (Albuquerque & Lima, 2023). O planejamento sustentável exige reduzir o uso de energia fóssil, integrar energias renováveis e gerenciar resíduos e águas residuais (Rahayu et al., 2023).

A criação de novas políticas energéticas intensificou-se perante os danos dos gases do efeito estufa e a insustentabilidade dos combustíveis fósseis, como óleo, gás e carvão (Dincer et al., 2022). Na transição para cidades sustentáveis, métodos de energia renovável buscam promover a consciência ambiental e atingir metas energéticas (Kumaran et al., 2023).

Diante dessa discussão, o objetivo desta pesquisa é investigar, no Plano Fortaleza 2040, a partir da análise da segunda edição do volume 6, “Qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais”, como as políticas públicas de energias renováveis estão alinhadas ao desenvolvimento de cidades sustentáveis.

As cidades tornaram-se centrais para soluções de sustentabilidade global, exigindo mudanças na concepção, administração e planejamento urbano (Abdala et al., 2014). O equilíbrio entre sociedade, economia e ambiente natural é essencial, especialmente nas grandes cidades, onde o crescimento desordenado impacta a pobreza, urbanização, segurança e saúde (Fundo de População das Nações Unidas Brasil, 2020).

A justificativa do estudo dá-se a partir da necessidade de investigar como o planejamento e as políticas públicas das urbes globais portam-se quanto à disposição das energias renováveis e a sua transformação em cidades ditas sustentáveis. Há exemplos na literatura que fazem essa análise em países como a Índia (Malav et al., 2020) e os Estados Unidos (Tomoiaga et al., 2021); a cidade de Fortaleza, enquanto metrópole com maior Produto Interno Bruto (PIB) da Região Nordeste (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2023b) e capital de um estado com relevante proeminência no campo das energias renováveis no Brasil (Federação das Indústrias do Estado do Ceará [FIEC], 2024), qualifica-se como objeto para a disposição desta pesquisa, ressaltando a necessidade de revisões constantes em planos estipulados de longo prazo (Bandeira, 2020).

O estudo contribui de maneira prática ao propor melhorias no Plano Fortaleza 2040 que podem auxiliar gestores no planejamento e na gestão urbana focados na sustentabilidade, especialmente nos contextos brasileiro e latino-americano, considerando as energias renováveis (Gasparelo et al., 2022; Sodiq et al., 2019). Além disso, os resultados gerados também podem orientar iniciativas de cidadãos na promoção de melhorias e controle por resultados efetivos no desenvolvimento sustentável do município. De modo auxiliar, contribui-se com o fomento à discussão sobre desenvolvimento sustentável, energias renováveis e cidades sustentáveis em uma capital brasileira, um debate ainda centrado na Ásia (Zhang, 2023) e Europa (D’Adamo et al., 2024).

As discussões estão alinhadas ao ODS 13, que trata da ação contra as mudanças climáticas, e ao ODS 17, focado em parcerias para gestão eficaz (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], 2019). Relacionamos também aos ODS 7 e 11, abordando planejamento de longo prazo e acesso à energia limpa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Cidades sustentáveis

Atualmente, 61% da população brasileira (IBGE, 2023a) e 56% da mundial (Un-Habitat, 2023) residem em áreas urbanas, com previsão de aumento para 68% até 2050 (Un-Habitat, 2023). Nesse contexto, as cidades tornam-se centrais no debate sobre o desenvolvimento sustentável, envolvendo dimensões econômicas, sociais e ambientais.

A preocupação com o desenvolvimento de cidades sustentáveis tem sido central nas discussões e práticas gerenciais, especialmente nas políticas públicas. Gestores enfrentam desafios complexos para promover a sustentabilidade urbana, sendo necessários novos arranjos institucionais, políticos, tecnológicos e econômicos para atender ao paradigma da sustentabilidade (Un-Habitat, 2023).

Uma cidade sustentável possui um caráter utópico (Noletto, 2016) e multifacetado (Saiu, 2017; Williams, 2009). É utópico, pois exige mudanças profundas de comportamento na sociedade, exigindo grande esforço sem garantias de resultado. É multifacetado, pois diferentes campos de conhecimento têm entendimentos distintos sobre uma cidade sustentável.

Uma cidade sustentável deve oferecer qualidade de vida aos seus habitantes, atendendo necessidades tecnológicas, culturais, políticas e ambientais, sem comprometer o desenvolvimento econômico no longo prazo (Bibri & Krogstie, 2017, 2020). Assim, esse pode ser visto como um processo contínuo, retroalimentado por seus habitantes, que integra objetivos sociais, ambientais e econômicos da cidade (Noletto, 2016; Un-Habitat, 2023).

A concepção de cidades sustentáveis enfrenta diversos desafios. O primeiro é a conciliação entre a lógica sustentável e o processo de urbanização. Embora a urbanização possa promover o desenvolvimento sustentável por meio do crescimento econômico, melhorar a moradia, o meio ambiente e diminuir a condição de pobreza (Wang & Kintrea, 2019), também pode restringi-lo ao fomentar o consumo excessivo e gerar um distanciamento socioecológico.

Nos países emergentes do Sul Global, os desafios das cidades englobam a inclusão (Abubakar & Aina, 2019), especialmente de grupos minoritários (Mastrodi & Batista, 2021), além de questões básicas como moradia digna, criminalidade, crescimento desordenado e transporte (Gaspardo et al., 2022). Esse cenário contrasta com as cidades do Norte Global, que se concentram mais nas questões ambientais (Wang & Kintrea, 2019).

Outro aspecto conflituoso nessa discussão são as divergências entre as formulações teóricas e a proposta de práticas de intervenção, tendo como dilema o compromisso dos gestores públicos na formulação e implementação de políticas públicas adequadas para a condução da sustentabilidade nas cidades, considerando o seu contexto (Gaspardo et al., 2022).

Compreender uma cidade sustentável é complexo (Bulkeley & Betsill, 2005; Williams, 2009). É crucial considerar desafios sistêmicos e conexões entre atividades humanas, impactos ambientais e governança (Bibri, 2018; Bibri & Krogstie, 2017). A sustentabilidade envolve questões como licitação verde, construções sustentáveis e promoção da qualidade de vida (Nalini & Levy, 2017; Zanini et al., 2023).

Com o intuito de elencar, de maneira ampla, algumas diretrizes para o desenvolvimento de cidades sustentáveis, [Sodiq et al. \(2019\)](#) propuseram princípios para a cidade sustentável que podem ser observados no planejamento e na gestão urbana, sem perder de vista o apelo ao desenvolvimento sustentável: educação sustentável, energias renováveis, eficiência energética, construções sustentáveis, transportes sustentáveis, desperdício de alimentos, acomodação do crescimento populacional, segurança da água, gestão dos recursos naturais e meio ambiente.

Os princípios indicados reforçam a multiplicidade de frentes para estabelecer uma cidade sustentável, evidenciando a inter-relação entre as dimensões tecnológicas e sociais, muitas vezes mediada pela gestão pública. Assim, o planejamento urbano assume um papel fundamental na delimitação e implementação de políticas e práticas voltadas à sustentabilidade, conciliando tecnologia e cenário social ([Bichueti et al., 2017](#); [Williams, 2009](#)).

No planejamento urbano, é essencial considerar particularmente as energias renováveis para o desenvolvimento sustentável da cidade ([Bibri & Krogstie, 2020](#); [Noleto, 2016](#); [Sodiq et al., 2019](#)). A utilização de recursos energéticos direcionados à preservação ambiental ajuda a mitigar impactos negativos ([Zhang, 2023](#)), promovendo a consciência ambiental ([Kumaran et al., 2023](#)).

Energias renováveis

Um dos pilares do desenvolvimento sustentável é combater as mudanças climáticas resultantes do aquecimento global, que causam impactos catastróficos em diversas escalas. Nesse contexto, uma das ações mais importantes para enfrentar a mudança do clima é substituir combustíveis poluentes, que emitem gás carbônico e aportes para o aumento da temperatura da Terra, por combustíveis renováveis ([Bezerra, 2021](#)).

No contexto das cidades sustentáveis, as energias renováveis são fundamentais para alcançar qualidade de vida ([Subramanian & Salvi, 2023](#)). Para explorar a complexa relação entre desenvolvimento sustentável e energias renováveis, uma abordagem multiespécies é necessária, problematizando a interconexão entre mundos sociais, humanos e não humanos, vivos ou não, em uma constante prática em conjunto ([Leite & Fantinel, 2024](#)).

As energias ditas renováveis podem ser definidas como aquelas obtidas por meio de processos naturais nos quais a reposição ocorre em uma taxa igual ou maior que o consumo desses processos, e entendem-se como as principais energias renováveis os tipos solar, eólico, geotérmico, hidráulico e de biomassa ([Organização das Nações Unidas \[ONU\], 2016](#)).

As fontes renováveis têm características de abundância ilimitada e melhor distribuição geográfica que os combustíveis fósseis, que são finitos e se esgotam devido ao crescimento populacional e ao aumento da qualidade de vida ([Dincer & Acar, 2015](#); [Scholten et al., 2020](#)). O consumo maior de energia pode ser atendido com políticas de investimento no setor ([Abas et al., 2015](#)).

Outro diferencial é que as energias renováveis se destacam pelo baixo teor de carbono emitido, resultando em menor poluição global em comparação às não renováveis ([Adams & Acheampong, 2019](#)). A substituição por fontes renováveis é considerada uma estratégia importante no combate à crise ambiental ([Burke & Stephens, 2018](#)). O hidrogênio verde (H2V) é um fator energético que contribui para essa redução ([Midilli, 2016](#); [Parra et al., 2019](#)).

A transição energética é um paradigma relevante globalmente, sendo amigável ao meio ambiente e viável economicamente (Abas et al., 2015). A crise energética decorrente da guerra na Ucrânia acelerou essa transição, com a ruptura do fornecimento de combustíveis fósseis pela Rússia aumentando os preços e tornando as fontes renováveis mais atrativas no âmbito econômico, segundo a Agência Internacional de Energia (International Energy Agency [IEA], 2022).

No entanto, é relevante perceber que, mesmo com pontos positivos determinantes para o seu uso, as energias renováveis também são elementos causadores de dificuldades e impactos negativos em seus processos de instalação, constituindo-se em objetos de disputas conflituosas nos locais onde procuram se estabelecer (Burke & Stephens, 2018).

A pandemia de Covid-19 e a recessão econômica global resultaram em deficiência de capital para projetos verdes, dificultando o financiamento dessas iniciativas (Rasoulinezhad & TaghizadehHesary, 2022). Desafios técnicos específicos incluem problemas de armazenamento e condições climáticas adversas no uso da energia eólica (Ahmed et al., 2020), altos custos na produção de biogás (Malav et al., 2020) e questões logísticas e de armazenamento na produção de H2V (Arsad et al., 2022).

Certas literaturas sugerem soluções para as dificuldades mencionadas: a emissão de títulos verdes e políticas governamentais de longo prazo para incentivar a participação privada em projetos de energia verde são exemplos interessantes e de incentivo em direção à renovação da matriz energética e redução de emissões de carbono (Rasoulinezhad & TaghizadehHesary, 2022). Jiakui et al. (2023) corroboram que o financiamento verde torna a produtividade mais ambiental, facilitando o alcance de metas sustentáveis.

O desenvolvimento financeiro está ligado a uma sociedade mais sustentável. Abid et al. (2022) mostram que, nas 10 principais economias globais, o financiamento é responsável por inovações verdes que ajudam a enfrentar desafios ambientais, já que esses países, em seu crescimento econômico, utilizam energias não renováveis em seus processos.

Diversificar a matriz renovável é crucial para resolver questões produtivas e a intermitência energética. Weschenfelder et al. (2020) e Hoang et al. (2021) indicam que a combinação dos modos solar e eólico é uma estratégia em várias nações, garantindo segurança energética ao cobrir as instabilidades de cada um, a depender do período do ano.

METODOLOGIA

Na presente pesquisa, optou-se por seguir a vertente metodológica qualitativa e aplicada, com a utilização de dados secundários para a sua construção. Este estudo elegeu como objeto de análise a segunda edição do volume 6, “Qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais”, do Plano Fortaleza 2040, lançado em 2017 e atualizado em 2019, por se tratar da versão mais atualizada e pela sua correlação direta com o tema da pesquisa, sendo considerada a mais propícia a conter dados e informações relevantes para o debate proposto.

Para a elaboração do protocolo de coleta de dados e a sua subsequente análise, foi utilizado o método da Análise Temática (AT), que possui contribuição significativa na construção de análises interpretativas de dados coletados e explorados (Souza, 2019). Foi adotada a vertente dedutiva da

AT, caracterizada por uma estrutura previamente estabelecida, e norteando-se por teorias e temas/ categorias de análise.

Para a realização da AT, é preciso seguir seis fases elencadas por [Braun e Clarke \(2006, 2014\)](#): (i) familiarizar-se com os dados; (ii) gerar códigos iniciais; (iii) buscar temas; (iv) revisar os temas definidos; (v) definir e nomear os temas; e vi) produzir o relatório final após realizar uma última análise dos extratos escolhidos. [Bardin \(2011\)](#) complementa que, para realização da AT, deve-se orientar pelas seguintes etapas: (i) dividir o texto em temas relevantes e, se necessário, em subtemas; (ii) identificar as características associadas ao tema central; (iii) realizar análise sequencial; (iv) analisar as oposições; e (v) analisar a enunciação.

A partir das recomendações descritas acima e da proposição de [Flick \(2009\)](#) sobre a AT, a construção do *corpus* desta pesquisa observou os seguintes passos: (i) definição da teoria e dos autores; (ii) criação de dimensões “guarda-chuva” a partir dos textos da teoria escolhida; (iii) escolha de subtemas representativos do conteúdo da teoria; (iv) pesquisa dos subtemas no volume 6 do plano; e (v) elaboração do quadro analítico com segmentos de texto representativos.

A Tabela 1 a seguir apresenta as dimensões, subtemas, fundamentações e autores utilizados para definição das dimensões a serem exploradas na análise do Plano Fortaleza 2040, os quais foram considerados na AT deste estudo. Além da pesquisa de [Sodiq et al. \(2019\)](#), os estudos de [Steg e Gifford \(2005\)](#), [Shi e Zhou \(2012\)](#), [Melo et al. \(2015\)](#), [Farias et al. \(2021\)](#), [Parra et al. \(2019\)](#), [Midilli \(2016\)](#), [Gurlit et al. \(2021\)](#) e [Silva et al. \(2024\)](#) também contribuíram para a identificação das dimensões, subtemas e respectivas fundamentações.

Tabela 1 – Dimensões e subtemas da pesquisa

DIMENSÃO	SUBTEMAS	FUNDAMENTAÇÃO	AUTORES
Energias Renováveis	Hidrogênio verde, Energia solar, Energia eólica, Sustentabilidade, Energia limpa	A busca por fontes de baixo impacto ambiental tem levado ao uso crescente de fontes renováveis, como eólica e solar, enquanto o hidrogênio verde emerge como uma solução promissora para redução de danos ambientais. O Brasil, devido às suas condições favoráveis, tem grande potencial de liderança na produção de H ₂ V.	Sodiq et al. (2019) ; Farias et al. (2021) ; Parra et al. (2019) ; Midilli (2016) ; Gurlit et al. (2021)
Eficiência Energética	Tecnologia, Inovação, Eficiência, Baixo custo e acessível	Políticas e regulamentações têm incentivado o uso eficiente de energia no Brasil, promovendo inovações tecnológicas e práticas sustentáveis, com foco em soluções acessíveis e de baixo custo.	Silva et al. (2024) ; Sodiq et al. (2019) .
Transportes Sustentáveis	Recursos renováveis, Poluição, Combustíveis fósseis, Combustíveis renováveis, Transporte público	Um sistema de transporte sustentável requer diversificação dos modos de transporte, redução do uso de combustíveis fósseis, diminuição da poluição e promoção de combustíveis renováveis e transporte público, contribuindo para o bem-estar ambiental e social.	Sodiq et al. (2019) ; Steg & Gifford (2005)

(continua)

(conclusão)

Tabela 1 – Dimensões e subtemas da pesquisa

DIMENSÃO	SUBTEMAS	FUNDAMENTAÇÃO	AUTORES
Gestão dos Recursos Naturais e Meio Ambiente	Preservação, Desenvolvimento sustentável, Segurança, Crescimento sustentável, Meio ambiente	O desenvolvimento sustentável deve ir além de indicadores econômicos como o PIB, promovendo resiliência econômica e bem-estar social, com foco na preservação ambiental, interação social e equidade, garantindo um crescimento sustentável.	Sodiq et al. (2019); Shi & Zhou (2012).
Segurança da Água	Recursos hídricos, Energia elétrica, Economicidade, Território, Proteção ambiental	A dependência de recursos hídricos na geração de energia elétrica enfrenta desafios com o aumento populacional e econômico, exigindo soluções que garantam economicidade e proteção ambiental em todo o território nacional.	Sodiq et al. (2019); Melo et al. (2015).

A partir da Tabela 1, construiu-se a Figura 1, que elenca as dimensões e seus subtemas pesquisados no volume 6 do Plano Fortaleza 2040:

Figura 1 – Dimensões e subtemas sobre cidades sustentáveis



Os subtemas foram pesquisados em toda a extensão do documento, composto por 316 páginas. Os segmentos de texto coletados, sejam no plural ou no singular, devem estar alinhados ao objetivo

da pesquisa, pois palavras têm significados diversos, e inúmeras menções aos subtemas estipulados encontradas no texto não possuem quaisquer relações com o que se almeja discutir na presente pesquisa.

A frequência dos subtemas é registrada, mesmo que não se relacione ao foco, para mostrar que foram devidamente analisados e descartados, a depender de sua utilidade. No documento, não foi encontrada nenhuma menção correlata aos subtemas “Hidrogênio verde”, “Recursos renováveis”, “Combustíveis renováveis” e “Economicidade”, os quais foram, portanto, suprimidos do quadro analítico final.

Os dados foram tabulados em planilha do programa *Microsoft Excel*, com registro do segmento de texto que tem sentido de acordo com o tema pesquisado, página em que esse segmento de texto se encontra e a quantidade de vezes que o subtema aparece nos documentos.

RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da análise dos subtemas e respectivos segmentos de texto estão apresentados nesta seção. A Tabela 2 contém os dados coletados contendo os subtemas e suas frequências no texto (representados pelo asterisco e pelo número ao lado), além dos segmentos de texto pertinentes a eles:

Tabela 2 – Segmentos de textos do Plano Fortaleza 2040 – Volume 6

PLANO FORTALEZA 2040 - VOLUME 6	
Subtema	Segmentos de Texto
Energia solar *4	“combina a microgeração distribuída de energia solar com aproveitamento dos resíduos orgânicos na geração de energia.”; “redefinição da matriz energética em favor de fontes renováveis (especialmente energia solar)”
Energia eólica *2	
Sustentabilidade *31	“valoração econômica dos serviços ecossistêmicos se configura para um caminho voltado para a sustentabilidade”
Energia limpa *1	“geração de energia limpa e renovável na cidade”
Desenvolvimento sustentável *12	“é fundamental que Fortaleza entre efetivamente na lógica do Desenvolvimento Sustentável”; “O histórico modelo de planejamento e gestão da cidade de Fortaleza nunca sinalizou na direção do Desenvolvimento Sustentável”; “Atualizar a Lei de Uso e Ocupação do Solo (Luos) visando promover o efetivo Desenvolvimento Sustentável na cidade”; “áreas urbanas que com base nos princípios do Desenvolvimento Sustentável adotem de forma integrada e articulada equipamentos”
Tecnologia *46	“articular ações de ciência, tecnologia e inovação, desenvolvendo tecnologias que moderam a pressão antrópica das atividades produtivas”; “as tecnologias ambientais, a geração de energias renováveis e a valoração de serviços ecossistêmicos”; “Criação e aperfeiçoamento de mecanismos de transferência de tecnologia para aplicação comercial de tecnologias desenvolvidas em linhas com o Plano de Energia Fortaleza 2040”

(continua)

Tabela 2 – Segmentos de textos do Plano Fortaleza 2040 – Volume 6

PLANO FORTALEZA 2040 - VOLUME 6	
Subtema	Segmentos de Texto
Inovação *17	
Eficiência *77	“Fortaleza será capital-modelo em eficiência energética e referência nacional em microgeração distribuída”; “Fortaleza deve aumentar a eficiência energética nas próximas décadas”; “Conceber arcabouço de mecanismos de eficiência energética”; “Os ganhos com medidas de eficiência energética sejam equivalentes de 20% da demanda de energia daquele ano”; “gestão dos indicadores de eficiência energética do município”; “Aprimorar regulamentação sobre encargos presentes no preço da energia elétrica sobre investimentos obrigatórios em eficiência energética”; “implementação do Plano de gestão de Eficiência Energética”; “(benchmark) com cidades referências em geração distribuída, eficiência energética”; “investimentos públicos ao fomento à eficiência energética”; “Criação/aperfeiçoamento e fortalecimento das linhas de crédito para autoprodução de energia, geração distribuída e eficiência energética”; “incentivos à instalação de soluções de microgeração, eficiência energética”; “acesso da classe de baixa renda a soluções de microgeração distribuída e eficiência energética”; “difusão e conscientização sobre a micro e minigeração distribuída e eficiência energética”
Baixo custo *1	
Acessível *2	
Renováveis *30	“O eixo estratégico se desdobra em quatro grandes objetivos estratégicos: [...] 3. Energias renováveis e eficiência energética.”; “tendo o Fator Verde, as tecnologias ambientais, a geração de energias renováveis e a valoração de serviços ecossistêmicos como critérios fundamentais”; “Criação e gestão do fundo municipal, amparado por instrumentos legais, para investimentos públicos ao fomento à eficiência energética, geração distribuída de energias renováveis e aproveitamento energético de resíduos no município”
Poluição *34	
Combustíveis fósseis *2	“Criação de linha verde (linha de ônibus que não utilizam combustíveis fósseis)”
Transporte público *3	“Ampliar e incentivar a rede de transporte público”
Preservação *134	“recuperação, a preservação e a conservação dos recursos naturais”; “adequado tratamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs)”; “recuperação e a preservação do meio ambiente natural”; “garantir que os processos de planejamento e gestão urbana sejam realizados com base nas premissas legais da conservação, preservação, sustentabilidade e resiliência ambiental”; “Revisar as políticas e o modelo de desenvolvimento urbano adequando-os à preservação e recuperação da biodiversidade”; “Demarcação e sinalização das áreas de preservação”; “Promover a valorização e a preservação das lagoas, rios, riachos e açudes”; “preocupação com a preservação do meio ambiente”

(continua)

(conclusão)

Tabela 2 – Segmentos de textos do Plano Fortaleza 2040 – Volume 6

PLANO FORTALEZA 2040 - VOLUME 6	
Subtema	Segmentos de Texto
Segurança *92	
Crescimento sustentável *2	
Meio ambiente *286	“uma cidade modelo no que concerne às políticas públicas para meio ambiente.”; “Caso o meio ambiente tivesse sido tratado com respeito, os inúmeros corpos hídricos da cidade que hoje se encontram poluídos, poderiam representar significativa reserva”; “o Plano de Meio Ambiente proposto pelo Fortaleza 2040 propõe ações e políticas de caráter integrado e holístico”; “na regulação da relação da economia com o meio ambiente e na implementação de medidas de recuperação de áreas degradadas”; “cumprimento da Política Nacional de Meio Ambiente e demais políticas setoriais nacionais”; “Garantida a harmonia da comunidade com o meio ambiente”; “garantir uma redução das pressões sobre o meio ambiente”
Recursos hídricos *139	“uso sustentável dos recursos hídricos”; “recuperação de áreas degradadas (recursos hídricos e cobertura florestal)”; “não se pode conceber que o planejamento das cidades seja realizado sem considerar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos”; “Os recursos hídricos das cidades são canalizados, aterrados”; “efetiva gestão de recursos hídricos urbanos”; “Fortaleza não possui um Plano de Gestão de Recursos Hídricos”; “A Segurança Hídrica, entendida como o suprimento de água em quantidade, qualidade e garantia aceitáveis para o suprimento da população e uso com finalidade econômica, requer uma visão integrada da gestão dos recursos hídricos”; “Os recursos hídricos superficiais são a principal fonte de abastecimento de Fortaleza”; “dificuldade de obter o verdadeiro potencial dos recursos hídricos subterrâneos”; “participação dos agentes públicos e dos atores sociais e econômicos da cidade das instâncias participativas do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos”; “prover fundos ao gerenciamento dos recursos hídricos”
Energia elétrica *30	“Fomento ao desenvolvimento de tecnologias de geração de energia elétrica a partir da maremotriz”
Território *40	“descontaminação dos corpos hídricos existentes no território”; “apesar de o percentual de abastecimento de água no município de Fortaleza ser considerado bom, isso não ocorre de forma igualitária no território”
Proteção ambiental *11	“Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Ceará implantado”

A partir da análise dessa tabela, foram elaboradas as análises e discussões apresentadas na seção a seguir.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A AT do volume 6 do Plano Fortaleza 2040 revelou que a maior parte do documento está alinhada ao conceito de cidade sustentável proposto nesta pesquisa, que considera a dinâmica das relações urbanas. Essa cidade mostra-se com potencial de atender de maneira integrada às necessidades econômicas, ambientais e sociais do presente, sem comprometer as futuras gerações (Bibri & Krogstie, 2017; Leite & Awad, 2012; Rogers & Gumuchdijan, 2013; Sodiq et al., 2019).

O volume analisado do Plano Fortaleza 2040 destaca o potencial solar e eólico do Ceará como solução para a transição energética, alinhando-se à literatura sobre a importância da diversificação das fontes renováveis e mitigação da intermitência produtiva (Hoang et al., 2021; Weschenfelder et al., 2020). No entanto, o documento não menciona o potencial do H2V, que se concretiza no Ceará com a implantação do *hub* de H2V no Porto do Pecém/CE (Benvindo & Moreira, 2024; Bezerra, 2021; Raccichini et al., 2022).

Embora o documento não foque exclusivamente em energias renováveis, ele aponta a importância da redução do impacto ambiental e a substituição de recursos energéticos combustíveis por combustíveis limpos como medidas significativas no combate às mudanças climáticas (Bezerra, 2021), além de serem competências centrais para estabelecer uma cidade sustentável (Sodiq et al., 2019).

Na dimensão “Energias renováveis”, o subtema “Energia solar” destaca a conexão entre o planejamento urbano de Fortaleza e as energias renováveis. Os principais pontos são a microgeração de energia solar por meio de painéis fotovoltaicos em residências, empreendimentos e prédios públicos, e a geração de energia a partir de resíduos urbanos por meio de usinas de biogás.

O subtema “Renováveis” ressalta a importância das energias renováveis no Plano Fortaleza 2040, sendo um dos principais objetivos estratégicos. Essa relevância é respaldada por dois instrumentos: o plano de energias renováveis e eficiência energética, e a proposta de um fundo municipal para investimentos em energias renováveis, eficiência energética e aproveitamento energético de resíduos. Destaca-se também a ênfase no subtema “Sustentabilidade”, que reflete a preocupação com o equilíbrio entre os ecossistemas ambientais no plano.

Na dimensão “Eficiência energética”, o plano evidencia a atenção da cidade a essa temática, com a palavra “eficiência” aparecendo 77 vezes. Essa dimensão também aborda a microgeração distribuída, especialmente na relação com o planejamento voltado para o acesso à energia renovável pela população em situação de vulnerabilidade, destacando a preocupação da cidade em garantir que a eficiência energética alcance a população de baixa renda, apesar da ausência de informações específicas sobre acessibilidade.

Ainda na mesma dimensão, a abordagem do potencial municipal para a geração de energias renováveis é surpreendentemente reduzida. O documento não detalha como a microgeração distribuída deve ser aplicada, nem sugere políticas para (re)modelar o comportamento dos cidadãos em relação ao uso da energia (Sodiq et al., 2019). Apesar da ênfase nas energias renováveis para cidades sustentáveis, o fator humano nas políticas de eficiência energética precisa ser mais bem desenvolvido.

Na dimensão “Transportes sustentáveis”, destaca-se o incentivo ao transporte público em vez do individual, reduzindo a poluição atmosférica. A ênfase no modal ciclovitário é constante ao longo do documento. Para o sucesso dessa dimensão, é essencial a sinergia entre empresas governamentais, privadas e cidadãos, garantindo mobilidade e sistemas inteligentes de gestão do transporte e habitabilidade (Sodiq et al., 2019).

Na quarta dimensão, “Gestão dos recursos naturais e meio ambiente”, destacam-se os subtemas “Meio ambiente” e “Preservação”, relacionados ao Plano de Meio Ambiente e Saneamento, que visa implementar políticas públicas para fortalecer a gestão ambiental e promover o crescimento urbano sustentável. Essa proposta alinha-se à ideia de cidade sustentável apresentada por Bibri e Krogstie (2017), indicando que sua execução pode conferir a Fortaleza a alcunha abordada.

O subtema “Desenvolvimento sustentável” aparece com menos frequência, mas provoca *insights* relevantes sobre a mudança de paradigma no planejamento e gestão da cidade. Antes subestimado, o desenvolvimento sustentável, com seus três pilares — equilíbrio ecológico, metas econômicas e justiça social — é agora considerado um elemento indispensável no plano. Os termos “segurança” e “crescimento sustentável” não estão relacionados a essa dimensão.

Embora o volume 6 do plano enfatize a preservação ambiental, não deixa claro o papel das energias renováveis nesse contexto. Reconhece-se que essas energias podem catalisar o desenvolvimento da cidade sustentável (Kumaran et al., 2023), especialmente na preservação ambiental (Zhang, 2023). No entanto, no Plano Fortaleza 2040, elas são pouco integradas na dimensão “Gestão dos recursos naturais e meio ambiente”.

Na dimensão “Segurança da água”, o subtema “Recursos hídricos” é o mais frequente, evidenciando a situação crítica e a maior conservação desses recursos no município. O relatório destaca a falta de mapeamento das águas subterrâneas e propõe um plano de gestão sustentável. O termo “Território” também reflete a necessidade de uso racional e gerenciamento adequado das águas existentes na cidade.

Nessa dimensão, as energias renováveis são discutidas em relação ao desenvolvimento de tecnologias para a geração de energia a partir da maremotriz. Embora considerada renovável, essa fonte pode ter impactos negativos na fauna e na flora locais. Assim, o aspecto tecnológico das energias renováveis está interligado à segurança da água, com vista ao desenvolvimento sustentável da cidade (Sodiq et al., 2019).

Diante dos resultados, propõem-se ações de melhorias no Plano Fortaleza 2040 de modo a direcionar estratégias governamentais de maneira mais eficaz, preservando os recursos naturais da região:

1. Desenvolvimento de políticas públicas para a promoção do H2V.
O Plano Fortaleza 2040 deve incluir o potencial de H2V como solução energética, promovendo pesquisas e tecnologias para sua produção e armazenamento e sugerir incentivos fiscais e parcerias público-privadas para desenvolver a necessidade de infraestrutura.
2. Fortalecimento da microgeração de energia distribuída.
Para maximizar o uso de energias renováveis, o governo deve facilitar o acesso à microgeração solar, oferecendo financiamento para painéis fotovoltaicos. Um programa de subsídios para

baixa renda pode garantir que essa energia limpa seja acessível, contribuindo para redução das desigualdades energéticas.

3. Criação de uma política de incentivos à eficiência energética em áreas vulneráveis.
Dado o foco na eficiência energética, o governo deve implementar programas voltados para a renovação e modernização de infraestruturas residenciais e comerciais em áreas vulneráveis, de modo a reduzir o desperdício energético e promover práticas de consumo consciente.
4. Integração das energias renováveis com a gestão de recursos hídricos.
É necessário conectar energias renováveis à preservação hídrica, como instalar usinas solares e eólicas perto de áreas de preservação, minimizando impactos ecológicos. A geração de biogás a partir de resíduos urbanos pode ser ampliada para tratar efluentes, promovendo a sustentabilidade integrada.
5. Promoção de transportes sustentáveis.
O plano deve fortalecer o incentivo ao uso de modais sustentáveis, como bicicletas e transporte público com energias limpas. Recomenda-se a expansão das ciclovias, a modernização da frota de transporte público para veículos elétricos e a integração com políticas de mobilidade urbana.
6. Criação de um fundo de investimentos para sustentabilidade urbana.
É essencial criar um fundo municipal para financiar projetos de energias renováveis e eficiência energética em áreas urbanas. O fundo pode ser financiado por parcerias internacionais e fundos climáticos, visando garantir a sustentabilidade da cidade e a preservação de seus recursos naturais.

O Plano Fortaleza 2040 demonstra esforço em estar alinhado aos ODS propostos pela ONU, vinculação que é destacada no volume analisado. Nesse sentido, as proposições aqui realizadas também se relacionam mais fortemente com os ODS 7, 11 e 13 mencionados na introdução. Uma busca ativa da esfera municipal por parcerias nacionais e internacionais que a auxiliem na implementação das referidas ações seria relevante para também se associar ao ODS 17.

O documento faz citações superficiais sobre o Plano Nacional de Energia (PNE 2030), instrumento de planejamento do Governo Federal. Este, no entanto, também não aborda de maneira ostensiva o aspecto sustentável; há uma dedicação considerável a energias e combustíveis poluentes. As poucas abordagens convergentes entre ambos ocorrem em subtemas como a eficiência energética e a inovação tecnológica, que podem ser mais fortemente explorados pelo Plano Fortaleza 2040 se uma aproximação ao PNE 2030 estiver em vista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo investigar, a partir da análise do volume 6, “Qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais”, do instrumento de planejamento de longo prazo Plano Fortaleza 2040, como as políticas públicas de energias renováveis estão alinhadas ao desenvolvimento de cidades

sustentáveis. Para tanto, a pesquisa baseou-se nos princípios apresentados por [Sodiq et al. \(2019\)](#) para estabelecimento de cidades sustentáveis.

A análise identificou um alinhamento parcial do volume pesquisado com os princípios de uma cidade sustentável. Essa convergência, no entanto, não se estende de maneira consistente à forma como as energias renováveis são articuladas para o cumprimento de cada dimensão específica, suscitando importantes reflexões.

A dimensão “Energias renováveis” destaca a importância das fontes limpas, como solar e eólica, mas não menciona o H2V. Considerando a implementação do *hub* de H2V no Porto do Pecém/CE, o Plano Fortaleza 2040 deve integrar essa fonte, reforçando a sustentabilidade e o equilíbrio dos ecossistemas ambientais.

A dimensão “Eficiência energética” do plano foca a tecnologia, como a microgeração distribuída e o acesso à energia para o ordenamento do território de baixa renda. No entanto, falta clareza sobre a implementação das ações sugeridas e a consideração do fator humano nas metas de eficiência energética.

Na dimensão de “Transportes sustentáveis”, discute-se a relação entre energias renováveis e a redução da poluição, destacando-se o transporte público. No entanto, não há um desincentivo robusto ao transporte individual. Para as dimensões de “Gestão dos recursos naturais” e “Segurança da água”, a atuação das energias renováveis não é evidenciada claramente, sendo pouco entrelaçadas à dimensão analisada.

O estudo contribui de três maneiras principais: (i) promove uma discussão sobre desenvolvimento sustentável, energias renováveis e cidades sustentáveis em uma das maiores capitais brasileiras; (ii) oferece reflexões e sugestões para melhorias em planos públicos, aplicáveis a Fortaleza e outros municípios; e (iii) destaca os pontos fortes e fragilidades do volume que trata da qualidade do meio ambiente e recursos naturais do Plano Fortaleza 2040. Portanto, o estudo pode auxiliar gestores no planejamento e na gestão urbana focados na sustentabilidade, além de orientar iniciativas de cidadãos na promoção de melhorias e na cobrança por resultados efetivos no desenvolvimento sustentável do município.

Assim, o planejamento de longo prazo de Fortaleza indica aspectos que favorecem o desenvolvimento sustentável, conforme [Sodiq et al. \(2019\)](#). No entanto, as energias renováveis estão pouco integradas às dimensões propostas, podendo melhorar a compreensão das relações no sistema urbano e a sinergia necessária para o desenvolvimento sustentável.

Uma limitação deste estudo é seu foco em um documento estratégico específico de uma cidade. Como forma de ampliar o escopo de análise, recomenda-se que pesquisas futuras considerem os planejamentos de longo prazo de outras capitais do Nordeste e do Brasil, além do contexto rural, subsidiando assim um panorama nacional de cidades sustentáveis a partir das energias renováveis. Outras possibilidades são a investigação do papel das energias renováveis em diferentes dimensões da sustentabilidade e a aplicação de métodos variados de coleta de dados para um entendimento mais aprofundado nas razões e consequências dessas inter-relações.

REFERÊNCIAS

- Abas, N., Kalair, A., & Khan, N. (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69(69), 31-49. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.03.003>
- Abdala, L. N., Schreiner, T., Costa, E. M. da, & Santos, N. dos. (2014). Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis? Uma revisão sistemática de literatura. *International Journal of Knowledge Engineering and Management*, 3(5), 98-120. <https://doi.org/10.47916/ijkem-vol3n5-2014-5>
- Abid, N., Ceci, F., Ahmad, F., & Aftab, J. (2022). Financial development and green innovation, the ultimate solutions to an environmentally sustainable society: Evidence from leading economies. *Journal of Cleaner Production*, 369, 133223. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133223>.
- Abubakar, IR, & Aina, YA (2019). As perspectivas e os desafios do desenvolvimento de cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis na Nigéria. *Política de uso do solo*, 87, 104105. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104105>
- Adams, S., & Acheampong, A. O. (2019). Reducing carbon emissions: The role of renewable energy and democracy. *Journal of Cleaner Production*, 240(1), 118245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118245>
- Ahmed, S. D., Al-Ismail, F. S. M., Shafiullah, M., Al-Sulaiman, F. A., & El-Amin, I. M. (2020). Grid integration challenges of wind energy: A review. *IEEE Access*, 8, 10857-10878. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2964896>
- Albuquerque, P. C., & Lima, F. A. X. (2023). Políticas públicas de sustentabilidade em Fortaleza, CE. *Interações*, 24(2), 521-535. <https://doi.org/10.20435/inter.v24i2.3318>
- Arsad, A. Z., Hannan, M. A., Al-Shetwi, A. Q., Mansur, M., Muttaqi, K. M., Dong, Z. Y., & Blaabjerg, F. (2022). Hydrogen energy storage integrated hybrid renewable energy systems: A review analysis for future research directions. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(39ed). <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.03.208>
- Bandeira, J. S. (2020). Planos “Fortaleza 2040” e “Ceará 2050”: A valorização do território e o planejamento estratégico. *Geographia Opportuno Tempore*, 6(1), 24-43. <https://doi.org/10.5433/got.2020.v6.35436>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Benvindo, J., & Moreira, M. (2024). *Competitividade do Brasil na transição energética global com a implantação do Hub de hidrogênio verde do Ceará: Um estudo à luz da Teoria da Hélice Quintupla*. Administração de Empresas em Revista, 3(36), 27-59. <https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/6876>
- Bezerra, F. D. (2021). *Hidrogênio verde: Nasce um gigante no setor de energia*. Caderno Setorial ETENE, 6(212). <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1109>
- Bibri, S. E. (2018). A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. *Sustainable Cities and Society*, 38, 758-794. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.032>

- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31(1), 183-212. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2020). Smart eco-city strategies and solutions for sustainability: The cases of Royal Seaport, Stockholm, and Western Harbor, Malmö, Sweden. *Urban Science*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.3390/urbansci4010011>
- Bichueti, R. S., Gomes, C. M., Kneipp, J. M., Motke, F. D., & Costa, C. R. R. (2017). Cidades sustentáveis no contexto brasileiro: A importância do planejamento para o desenvolvimento urbano sustentável. In *XIX Engema*, São Paulo, SP.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Braun, V., & Clarke, V. (2014). What can “thematic analysis” offer health and wellbeing researchers? *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 9(n1). <https://doi.org/10.3402/qhw.v9.26152>
- Bulkeley, H., & Betsill, M. (2005). Rethinking sustainable cities: Multilevel governance and the “urban” politics of climate change. *Environmental Politics*, 14(1), 42-63. <https://doi.org/10.1080/0964401042000310178>
- Burke, M. J., & Stephens, J. C. (2018). Political power and renewable energy futures: A critical review. *Energy Research & Social Science*, 35, 78-93. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.018>
- D’Adamo, I., Gastaldi, M., Koh, S. C. L., & Vigiano, A. (2024). Lighting the future of sustainable cities with energy communities: An economic analysis for incentive policy. *Cities*, 147, 104828-104828. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104828>
- Dincer, I., & Acar, C. (2015). A review on clean energy solutions for better sustainability. *International Journal of Energy Research*, 39(5), 585-606. <https://doi.org/10.1002/er.3329>
- Dincer, I., Javani, N., & Karayel, G. K. (2022). Sustainable city concept based on green hydrogen energy. *Sustainable Cities and Society*, 87, 104154. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104154>
- Farias, M. E. A. C., Martins, M. F., & Cândido, G. A. (2021). Agenda 2030 e energias renováveis: Sinergias e desafios para alcance do desenvolvimento sustentável. *Research, Society and Development*, 10(17), e13101723867. <https://doi.org/10.33448/rsdv10i17.23867>
- Federação das Indústrias do Estado do Ceará. (2024). *Energias renováveis*. <https://www.cin-ce.org.br/exibir/094444/energias-renovaveis>
- Feil, A. (2022). Níveis de sustentabilidade: Revisão sistemática da literatura. *REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade*, 12(4), 81-93. <https://doi.org/10.18696/reunir.v12i4.1146>
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa* (3a ed.). Artmed.
- Fundo de População das Nações Unidas Brasil. (2020). *Relatório Situação da População Mundial*. <https://brasil.unfpa.org/pt-br/publications/situacao-da-populacao-mundial-2020#:~:text=O%20Relat%C3%B3rio%20sobre%20a%20Situa%C3%A7%C3%A3o,meninas%20e%2C%20impedem%20a%20igualdade>

- Gasparelo, E., Stefani, S., & Schmidt, L. (2022, maio/agosto). A visão dos stakeholders para cidade sustentável no centro-sul paranaense. *Revista Brasileira Planejamento e Desenvolvimento* 11(2), 493-513. <https://doi.org/10.3895/rbpd.v11n2.14060>
- Gurlit, W., Guillaumon, J., Aude, M., & Ceotto, H. (2021, 25 de novembro). *Hidrogênio verde: uma oportunidade de geração de riqueza com sustentabilidade para o Brasil e o mundo*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/br/our-insights/hidrogenio-verde-uma-oportunidade-de-geracao-de-riqueza-com-sustentabilidade-para-o-brasil-e-o-mundo>
- Hoang, A. T., Pham, V. V., & Nguyen, X. P. (2021). Integrating renewable sources into energy system for smart city as a sagacious strategy towards clean and sustainable process. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127161>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023a). *Censo Brasileiro de 2022*.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023b). *PIB dos municípios mostra que economia do país continuou a se desconcentrar em 2021*. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38683-pib-dos-municipios-mostra-que-economia-do-pais-continuou-a-se-desconcentrar-em-2021>
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2019). *Cadernos ODS: ODS 11 – Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis*. https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190612_cadernos_ODS_objetivo_11.pdf
- International Energy Agency. (2022). *Renewables 2022: Analysis and forecasts to 2027*.
- Jiakui, C., Abbas, J., Najam, H., Liu, J., & Abbas, J. (2023). Green technological innovation, green finance, and financial development and their role in green total factor productivity: Empirical insights from China. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135131. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135131>
- Kumaran, K. M., Manivannan, R., Kalaiselvi, S., & Elavarasi, S. A. (2023). An IoT based environment conscious green score meter towards smart sustainable cities. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 37, 100839. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100839>
- Latouche, S. (2011). *O pequeno tratado do decrescimento sereno*. Edições 70.
- Leite, C., & Awad, J. C. M. (2012). *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: Desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Bookman.
- Leite, M. C. O., & Fantinel, L. D. (2024). Organizar em ruínas: Contribuições de abordagens multiespécies na Administração. *Revista de Administração Contemporânea*, 28(1), e230243. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2024230243>
- Malav, L. C., Yadav, K. K., Gupta, N., Kumar, S., Sharma, G. K., Krishnan, S., Rezanía, S., Kamyab, H., Pham, Q. B., Yadav, S., Bhattacharyya, S., Yadav, V. K., & Bach, Q.-V. (2020). A review on municipal solid waste as a renewable source for waste-to-energy project in India: Current practices, challenges, and future opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123227>

- Mastrodi, J., & Batista, W. M. (2021). Cidades (in)sustentáveis: A nova agenda urbana da ONU/ Habitat III e as relações raciais. *Espaço Jurídico Journal of Law*, 22(2), 331-350. <https://doi.org/10.18593/ejl.20382>
- Melo, A. P. de S., Garcia, H. L., Mendonça, M. C. S., Barreto, V. L., & Garcia, C. A. B. (2015, novembro). *Qualidade da água dos reservatórios Algodoeiro e Glória através do índice de qualidade de água de reservatório*. Trabalho apresentado no XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável – desafios do conhecimento e da gestão, Brasília, DF, Brasil.
- Midilli, A. (2016). Green hydrogen energy system: A policy on reducing petroleum-based global unrest. *International Journal of Global Warming*, 10(1/2/3), 354. <https://doi.org/10.1504/ijgw.2016.077906>
- Nalini, J. R., & Levy, W. (2017). *Cidades inteligentes e sustentáveis: Desafios conceituais e regulatórios*. Revista de Direito da Administração Pública, 2(1), 189-207. <https://centrodeestudosdedireito.com.br/revistas/index.php/redap/article/view/229/168>
- Noletto, R. de A. C. (2016). *A cidade sustentável: Regeneração de espaços subutilizados em áreas centrais* (Dissertação). <https://dspace.mackenzie.br/items/f06935e2-01ad-45d1-9bed-c15db7769f16>
- Organização das Nações Unidas. (2016). *Specifications for the Application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 to Renewable Energy Resources*. Economic Commission for Europe.
- Parra, D., Valverde, L., Pino, F. J., & Patel, M. K. (2019). A review on the role, cost and value of hydrogen energy systems for deep decarbonisation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 279-294. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.010>
- Raccichini, A., Contardi, M., & Ristuccia, S. M. (2022). *The brazilian hydrogen move*. Fundação Getúlio Vargas. <https://www.fgvreports.de/fgvreports/the-brazilian-hydrogen-move/>
- Rahayu, H. G., Warsono, H., Kurniati, R., & Purnaweni, H. (2023). The effect of green intellectual capital on green competitive advantage in sustainable city management. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(3), 532-537. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14434>
- Rasoulinezhad, E., & Taghizadeh-Hesary, F. (2022). Role of green finance in improving energy efficiency and renewable energy development. *Energy Efficiency*, v15 (n2). <https://doi.org/10.1007/s12053-022-10021-4>
- Redclift, M. (2002). Pathways to sustainability? *Geography*, 87(3), 189-196. <https://www.jstor.org/stable/40573734>
- Rogers, R. G., & Gumuchdjian, P. (2013). *Cidades para um pequeno planeta*. G. Gili.
- Saiu, V. (2017). The three pitfalls of sustainable city: A conceptual framework for evaluating the theory-practice gap. *Sustainability*, 9(12), 2311. <https://doi.org/10.3390/su9122311>
- Scholten, D., Bazilian, M., Overland, I., & Westphal, K. (2020). The geopolitics of renewables: New board, new game. *Energy Policy*, 138, 111059. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111059>

- Shi, J., & Zhou, N (2012). A quantitative approach to evaluating investments in transport projects with aspects of equity and efficiency. *Research in Transportation Economics*, 36(1), 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.03.002>
- Silva, L. Q., Oliveira, A. M. de, Belchior, F. N., & Villena, J. E. N. (2024). Aplicações de eficiência energética nos setores residenciais, comerciais e industriais. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 22(6), e5138-e5138. <https://doi.org/10.55905/oelv22n6-077>
- Sodiq, A., Baloch, A. A. B., Khan, S. A., Sezer, N., Mahmoud, S., Jama, M., & Abdelaal, A. (2019). Towards modern sustainable cities: Review of sustainability principles and trends. *Journal of Cleaner Production*, 227, 972-1001. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.106>
- Souza, L. K. de. (2019). Pesquisa com análise qualitativa de dados: Conhecendo a análise temática. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 71(2), 51-67. <https://doi.org/10.36482/1809-5267.ARB2019v71i2p.51-67>
- Steg, L., & Gifford, R. (2005). Sustainable transportation and quality of life. *Journal of transport geography*, 13, 59-69. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.003>
- Subramanian, K. A., & Salvi, B. L. (2023). Editorial: Renewable energy systems for sustainable cities. *Frontiers in Sustainable Cities*, 5. <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1210359>
- Sugahara, C., & Rodrigues, E. (2019). Desenvolvimento sustentável: Um discurso em disputa. *Desenvolvimento em Questão*, 17(49), 1-13. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.49.30-43>
- Tabarin, C. (2020). Desenvolvimento urbano sustentável na agenda internacional. *Revista de Geografia*, 10(1), 1-16. <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2020.v10.18083>
- Tomoiaga, A. S., Ammar, S., & Freund, C. (2021). Case study on renewable energy in New York: Bridging the gap between promise and reality. *International Journal of Energy Sector Management*, 15(1), 21-35. <https://doi.org/10.1108/ijesm-02-2020-0016>
- Un-Habitat. (2023). *Annual Report 2022*. United Nations Human Settlements Programme.
- Vizeu, F., Meneghetti, F., & Seifert, R. (2012). Por uma crítica ao conceito de desenvolvimento sustentável. *Cadernos EBAPE.BR*, 10(3), 569-583. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512012000300007>
- Wang, Y., & Kintrea, K. (2019). Sustainable, healthy and learning cities and neighbourhoods. *Environment and Urbanization ASIA*, 10(2), 146-150. <https://doi.org/10.1177/0975425319859129>
- Weschenfelder, F., Leite, G. de N. P., Costa, A. C. A. da, Vilela, O. de C., Ribeiro, C. M., Ochoa, A. A. V., & Araújo, A. M. (2020). A review on the complementarity between grid-connected solar and wind power systems. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120617. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120617>
- Williams, K. (2009). Sustainable cities: Research and practice challenges. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 1(1/2), 128-132. <https://doi.org/10.1080/19463131003654863>
- Zanini, P., Pereira, W., & Pereira, R. (2023). Cidades sustentáveis e a agenda ambiental na administração pública brasileira. *RISUS - Journal on Innovation and Sustainability*, 14(2), 1-16. <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2023v14i2p4-19>

Zhang, Y. (2023). The impact of energy transition and eco-innovation on environmental sustainability: A solution for sustainable cities and communities of top ten Asian countries. *Engineering Economics*, 34(1), 32-45. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.34.1.32161>

CONFLITOS DE INTERESSE

Os/as autores/as não têm conflitos de interesse a declarar.

DISPONIBILIDADE DOS DADOS

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Janaína dos Santos Benvindo: Conceitualização, curadoria de dados, análise formal; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Visualização; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.

João Vitor Sales Machado Maia: Conceitualização, curadoria de dados, análise formal; Investigação; Administração de projetos; Visualização; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.

Márcia Zabdiele Moreira: Conceitualização, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Supervisão; Visualização; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.

Luma Louise Sousa Lopes: Conceitualização, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Supervisão; Visualização; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.

Isabella Maria Coelho Veloso: Curadoria de dados, análise formal; Investigação; Administração de projetos; Supervisão; Visualização; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.