



# TÍTULOS VERDES COMO IMPULSIONADORES NO DESENVOLVIMENTO DE CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE AS BARREIRAS AO INVESTIMENTO (ST 6)

**Kenny Lopes Rodrigues Leite**

Universidade Nove de julho | kenny\_lrl@uni9.edu.br

**Leonardo Nascimento Silva Santos**

Universidade Nove de julho | leosantos26@uni9.edu.br

**Waldir Agnello**

Universidade Nove de julho | w.agnello@uni9.edu.br

**Roberto Rodrigues Leite**

Universidade Nove de julho | beto.r.leite@gmail.com

**Luiz Fernando Rodrigues Pinto**

Universidade Nove de julho | luiz.rodrigues@uni9.edu.br

---

## Sessão Temática 06: Natureza, crise ambiental e mudanças climáticas

---

**Resumo:** Os títulos verdes se apresentam como instrumentos importantes para estimular investimentos em projetos de impacto ambiental positivo, contribuindo para uma economia sustentável. No entanto, seu uso enfrenta barreiras significativas que limitam seu potencial. Este estudo tem como objetivo identificar e descrever as principais barreiras ao uso dos títulos verdes, por meio de uma revisão sistemática da literatura através da base de dados Scopus e seguindo a metodologia PRISMA. Foram analisados 26 artigos, que apontaram 12 barreiras, entre as mais citadas estão falta de padronização, lento desenvolvimento, falta de confiança dos investidores e altos custos transacionais. A pesquisa reforça que superar as barreiras é essencial para mobilizar recursos financeiros para iniciativas sustentáveis. Os resultados contribuem para estratégias que incentivam o uso de títulos verdes, tornando-os mais acessíveis e eficazes como ferramentas de finanças sustentáveis.

**Palavras-chave:** Títulos verdes; barreiras; investimentos; cidades inteligentes; sustentáveis

# GREEN BONDS AS DRIVERS IN THE DEVELOPMENT OF SMART AND SUSTAINABLE CITIES: AN INVESTIGATION INTO INVESTMENT BARRIERS

**Abstract:** Green bonds emerge as important instruments to stimulate investments in projects with positive environmental impacts, contributing to a sustainable economy. However, their use faces significant barriers that limit their potential. This study aims to identify and describe the main barriers to the use of green bonds through a systematic literature review using the Scopus database and following the PRISMA methodology. A total of 26 articles were analyzed, highlighting 12 barriers, among which the most cited include lack of standardization, slow market development, lack of investor trust, and high transaction costs. The research emphasizes that overcoming these barriers is essential to mobilize financial resources for sustainable initiatives. The results contribute to strategies that encourage the use of green bonds, making them more accessible and effective as tools for sustainable finance.

**Keywords:** Green bonds; barriers; investments; smart cities; sustainable

---

# TÍTULOS VERDES COMO IMPULSORES EN EL DESARROLLO DE CIUDADES INTELIGENTES Y SOSTENIBLES: UNA INVESTIGACIÓN SOBRE LAS BARRERAS PARA LA INVERSIÓN

**Resumen:** Los títulos verdes se presentan como instrumentos importantes para estimular inversiones en proyectos con impacto ambiental positivo, contribuyendo a una economía sostenible. Sin embargo, su uso enfrenta barreras significativas que limitan su potencial. Este estudio tiene como objetivo identificar y describir las principales barreras para el uso de los títulos verdes, mediante una revisión sistemática de la literatura utilizando la base de datos Scopus y siguiendo la metodología PRISMA. Se analizaron 26 artículos, que identificaron 12 barreras, entre las cuales se destacan la falta de estandarización, el desarrollo lento, la falta de confianza de los inversores y los altos costos transaccionales. La investigación refuerza que superar estas barreras es esencial para movilizar recursos financieros para iniciativas sostenibles. Los resultados contribuyen a estrategias que fomentan el uso de los títulos verdes, haciéndolos más accesibles y eficaces como herramientas de finanzas sostenibles.

**Palabras clave:** Títulos verdes; barreras; inversiones; ciudades inteligentes; sostenibles.

# 1 INTRODUÇÃO

A busca pelo desenvolvimento sustentável tem sido uma preocupação central em diversos setores da sociedade, trazendo à tona, desafios relacionados com questões ambientais, sociais e de governança, tendo como contraponto e maior relevância, os fatores econômicos. Em 2004, a Organização das Nações Unidas (ONU), lançou a iniciativa "Who Cares Wins", que propôs diretrizes para integrar esses aspectos nas estratégias de instituições financeiras (Banco Mundial, 2007). Desde então, empresas e investidores têm demonstrado crescente conscientização em relação à importância das práticas ambientais, sociais e de governança (ESG) em suas avaliações de investimento (Betti; Consolandi; Eccles, 2018).

Os títulos verdes, instrumentos de dívida destinados ao financiamento de projetos que promovem benefícios ambientais, surgem como uma ferramenta importante para viabilizar esse desenvolvimento sustentável. Esses títulos financiam iniciativas relacionadas a mudanças climáticas, biodiversidade, energia renovável, transportes, tecnologias limpas entre outros, oferecendo aos investidores não apenas retorno financeiro, mas também a oportunidade de contribuir para a preservação ambiental (Capriotti; Schmid, 2017). No contexto das cidades, que enfrentam pressões crescentes para atender as demandas ambientais, os títulos verdes se apresentam como uma alternativa para financiar projetos que incentivem a sustentabilidade e melhorem a qualidade de vida urbana. (Xu e Xu, 2024).

O conceito de cidades inteligentes surge como uma nova abordagem para enfrentar esses desafios urbanos, integrando tecnologia e inovação no planejamento e na gestão das cidades, observação validada por Ahvenniemi et al. (2017) quando afirmam que as tecnologias aplicadas no contexto dos espaços urbanos precisam ser inteligentes, enxutas, integradas, econômicas e eficientes em recursos, e devem ter impacto não apenas nas metas de sustentabilidade ambiental, mas também na sustentabilidade social e econômica.

Dessa maneira, as cidades inteligentes precisam utilizar infraestrutura digital para otimizar serviços públicos, melhorar a mobilidade e promover um ambiente urbano mais sustentável, e nesse sentido, os títulos verdes podem desempenhar um papel crucial ao financiar projetos que suportem essa transformação, contribuindo para a criação de ambientes urbanos resilientes e sustentáveis (Heidari, 2022; Costa et al. 2024).

Entretanto, o investimento em títulos verdes ainda enfrenta barreiras que limitam sua adoção e eficácia, o que se torna uma preocupação crescente em um cenário de urbanização acelerada e desafios climáticos. Para entender tais limitações este artigo busca responder à seguinte questão de pesquisa: Quais barreiras impactam os investimentos em títulos verdes que impulsionam o desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis? O objetivo do artigo é identificar as barreiras que impactam o investimento em títulos verdes que impulsionam o desenvolvimento de cidades inteligentes. Os resultados deste estudo podem contribuir com uma compreensão mais aprofundada sobre as barreiras, tornando possível o desenvolvimento de futuras ações para sua superação, possibilitando resultados significativos para o desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis.

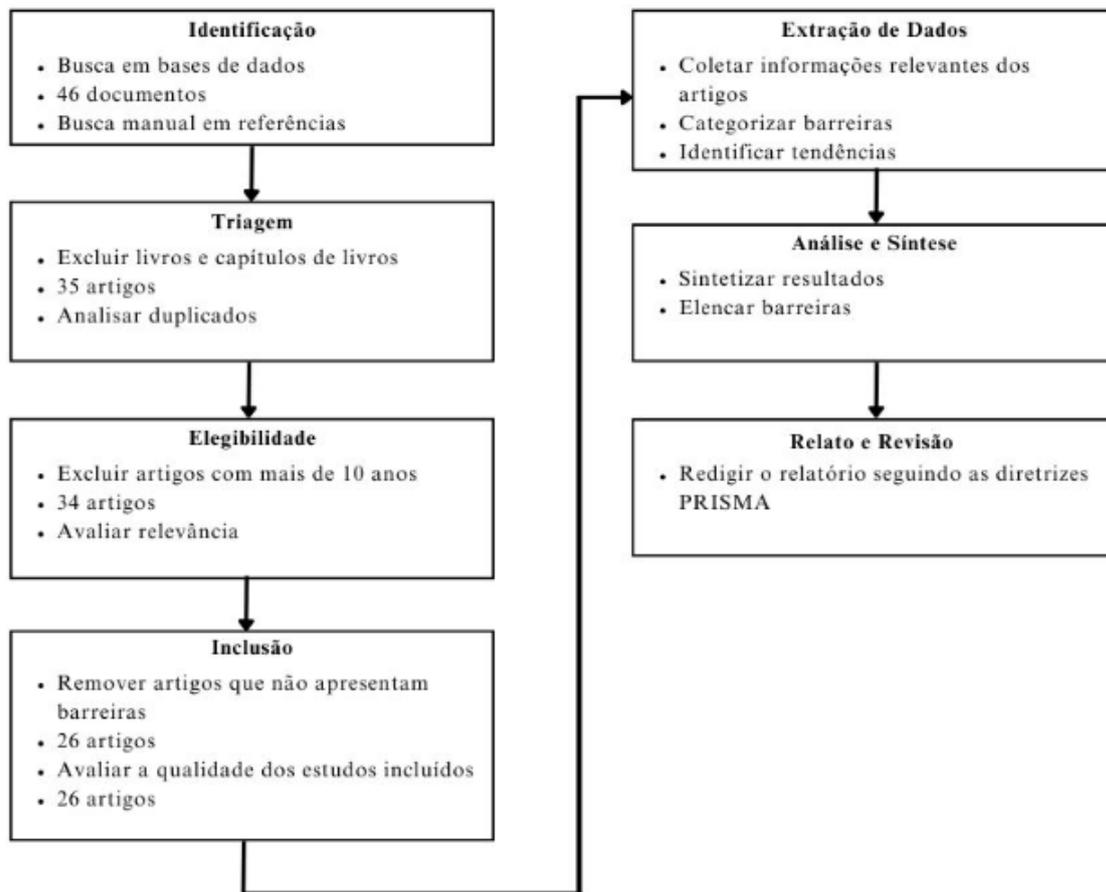
Este artigo está estruturado em quatro seções. Na seção 2 será apresentado o Método de pesquisa. A fundamentação teórica sobre cidades inteligentes e títulos verdes será mostrado na seção 3. Os resultados dos achados da literatura sobre barreiras para títulos verdes estão apresentados na seção 4. O estudo é finalizado com as conclusões na seção 5.

## **2 METODO DE PESQUISA**

Para investigar as barreiras aos títulos verdes, foi adotada uma abordagem qualitativa através da revisão sistemática da literatura, seguindo as diretrizes propostas por Moher et al. (2010), utilizando o método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). A metodologia PRISMA consiste em um conjunto de diretrizes que tem como objetivo aumentar a transparência e a qualidade das revisões sistemáticas, assegurando que a seleção e análise de estudos sejam conduzidos de forma clara e replicável. O processo PRISMA envolve várias etapas, que incluem: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão de estudos, cada uma delas documentada para assegurar a integridade da revisão (Moher et al., 2010).

A coleta de dados foi feita na base de dados Scopus utilizando as palavras chaves “títulos verdes” e “barreiras”, nos idiomas português e inglês, pesquisadas nos títulos, resumos e nas palavras chaves dos artigos publicados no período de 1996 a 2024, resultando em 46 publicações. Para refinamento da pesquisa foram descartados livros, capítulos de livros além de artigos com mais de 10 anos de publicação, reduzindo a amostra para 34 artigos. Após a leitura dos 34 foram excluídos os artigos que não abordavam especificamente as barreiras aos títulos verdes, resultando em uma base final de 26 artigos. Na figura 1 é apresentado o fluxo da pesquisa e análise dos dados.

**Figura.1 – Metodologia PRISMA com fluxo de pesquisa e análise dos dados**



FONTE: ELABORADORA PELOS AUTORES

Para identificar e posicionar as barreiras aos títulos verdes, foi utilizada a análise de conteúdo, metodologia qualitativa que sistematiza e organiza dados em categorias similares. Essa abordagem permitiu elencar e classificar as barreiras, avaliando quantitativamente em termo de frequência, destacando as barreiras mais citadas no contexto atual dos títulos verdes

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

### 3.1 A FORMAÇÃO DE UMA CIDADE INTELIGENTE

Os problemas relacionados com as questões sociais e ambientais nos centros urbanos, vem se tornando foco de estudos da comunidade acadêmica, e também, uma preocupação constante para as autoridades científicas e governos na procura de alternativas viáveis que resultem na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e preservação do meio ambiente, tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável. Os centros urbanos influenciam significativamente a sustentabilidade ambiental e são essenciais para impulsionar o avanço social e econômico global (Heidari, 2022; Costa et al. 2024).

De acordo o Relatório de Desenvolvimento Humano Publicado no Programa das Nações Unidas (PNUD, 2008), as áreas urbanas abrigavam mais de 3,3 bilhões de pessoas, constituindo mais da metade da população global, prevendo que esse número aumentaria

para 70% em relação a população mundial até 2050, enfatizando o crescimento das megacidades com populações superiores a 20 milhões de habitantes (PNUD, 2008). Corroborando com tal informação, o Relatório Mundial das Cidades publicado em 2022, apresenta dados que comprovam que as áreas urbanas já abrigam 55% da população global, devendo chegar a 68% até 2050, o que demonstra uma real preocupação com o desenvolvimento de ações que mitiguem os impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente gerados por esse aumento populacional nos centros urbanos (ONU-Habitat, 2022).

Com o constante aumento dos centros urbanos, os impactos ao meio ambiente aumentam em razão do proporcional aumento do consumo de recursos para atender as necessidades da população, denotando a necessidade de ações que promovam o desenvolvimento sustentável das cidades. No atendimento dessas necessidades está o conceito de cidades inteligentes, que oferece muitos benefícios, tanto para os governos quanto para seus cidadãos (Almuqrin, 2024).

Cidades inteligentes se aproveitam de tecnologias na melhoria de questões como a saúde e bem estar, segurança pública, mobilidade urbana entre outros, possibilitando a obtenção de ambientes sustentáveis. Nesse sentido, as cidades têm um impacto significativo na qualidade de vida, que depende, em grande parte, de comodidades e oportunidades (De Dominicis et al., 2023).

O conceito de Cidade Inteligente também tem por base o consumo racional de recursos, aplicando abordagens diferenciadas como na mobilidade, utilizando instrumentos alternativos urbanos que não dependem de combustíveis fósseis para a locomoção, além de dispositivos inteligentes, contribuindo com o consumo prudente de água e energia (Talari et al., 2017).

Normalmente uma cidade inteligente monitora aspectos como tráfego e qualidade do ar, e a coleta de dados é feita por meio de observações humanas e ambientais, onde os dados são analisados e integrados, ao mesmo tempo em que novas tecnologias são desenvolvidas para atender às necessidades dos moradores (Pliatsios, 2023). Cidades inteligentes são sistemas complexos que consistem em sistemas interativos e interconectados, como dispositivos de Internet das Coisas (IoT), smartphones, entre outros dispositivos, pessoas, sistemas tecnológicos, serviços e de dados trocados entre os aplicativos. (Carvalho, 2015). Essa interação requer infraestruturas e aplicativos que administrem big data gerados por diferentes setores, como energia, transporte, segurança, administração, saúde e muitos outros (Schaffers et al., 2011).

No entendimento de Kim, Ramos e Mohammed (2017) as principais características de uma cidade inteligente incluem a alta integração da tecnologia da informação e a aplicação abrangente de recursos de informação, e nesse sentido Raghavan et al. (2020) observam que o número de sistemas e aplicativos projetados para tornar as cidades mais inteligentes vem aumentando rapidamente.

A utilização de sistemas digitais e tecnologias inovadoras no desenvolvimento de cidades inteligentes, não tem como objetivo somente garantir conforto, mobilidade e facilidades para seus habitantes, ele também visa reduzir os impactos ambientais e climáticos gerados pelos ambientes urbanos, impulsionando assim, externalidades positivas, demonstrando dessa maneira que inovação, sustentabilidade e governança se apresentam como os conceitos mais populares de cidades inteligentes (Yigitcanlar, Kankanamge, & Vella, 2021).

As cidades inteligentes traduzem um resultado significativo da profunda integração entre a modernização urbana e ações governamentais que promovam essa modernização, seja por meio de leis e normas, ou por meio de incentivos que motivem a mobilização e participação da sociedade, o que torna imprescindível o desenvolvimento de um sistema financeiro que de suporte e garanta a resiliência no desenvolvimento de cidades inteligentes, pois conforme Biasin e Delle Foglie (2024) o sistema financeiro representa o coração pulsante de todo sistema econômico, sem ele seria impossível garantir o funcionamento de cidades inteligentes. De maneira global, as cidades desenvolvem estratégias para se adaptar às pressões econômica, sociais e ambientais, procurando ao mesmo tempo estimular o crescimento econômico (Lotfata, 2020; Raihan, 2023).

As cidades inteligentes podem servir como ecossistemas para inovação, uma infraestrutura urbana sustentável contribui para atingir as metas de crescimento econômico e de atendimento às agendas globais de sustentabilidade, atraindo investidores institucionais que enxergam novas oportunidades na área de investimentos sustentáveis, objetivando novos mercados como energia renovável, e mobilidade entre outros (Canas da costa e Popovic, 2020).

Neste contexto, as parcerias público privadas (PPPs), tendo como destaque os Títulos Verdes, surgem como uma opção viável no financiamento de iniciativas para a implementação de projetos de cidades inteligentes, promovendo a colaboração entre órgãos governamentais e entidades privadas, possibilitando a captação de recursos para implementar ações ambientalmente favoráveis. Os Títulos Verdes oferecem um mecanismo de financiamento ambientalmente consciente, atraindo investidores comprometidos com o desenvolvimento sustentável, sendo um mecanismo de financiamento ambientalmente consciente (Xu e Xu, 2024).

### 3.2 VISÃO GERAL DOS TÍTULOS VERDES

Os títulos verdes são instrumentos financeiros de renda fixa utilizados para financiar projetos ambientais, como energia renovável, eficiência energética, transportes e mitigação das mudanças climáticas com baixo custo e longo prazo (Kedia & Joshipura, 2022). Segundo Deus, Crocco e Silva (2022) a definição de um título verde é centralizada em sua finalidade ambiental, sendo um instrumento de dívida para financiamento de projetos sustentáveis que buscam alinhar o setor financeiro as metas de sustentabilidade. Para Flammer (2020), os títulos verdes vem ganhando espaço nos mercados globais por conta do crescimento da

conscientização do governo, empresas, investidores e cidadãos sobre as mudanças climáticas.

Segundo Nanayakkara e Colombage (2019) existem vários tipos de emissores de títulos verdes, como, corporações, governos e instituições financeiras. Embora os títulos verdes sejam um mecanismo semelhante aos títulos convencionais, incluindo valor de face, data de vencimento e emissor, a principal diferença entre um título verde e o título convencional vem do rótulo "verde", que exige que o emissor use o financiamento da emissão para mitigação das mudanças climáticas, operações mais limpas e ações de proteção ambiental para apoiar uma economia resiliente ao clima (Quatrini 2021).

Os títulos verdes surgiram como uma inovação no financiamento sustentável, com sua primeira emissão realizada pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) em 2008. O mercado tem apresentado crescimento, em 2013, a emissão global alcançou 11 bilhões de dólares, aumentando para cerca de 42 bilhões de dólares em 2015. Esse crescimento se acelerou, e em 2021 o volume total de títulos verdes emitidos globalmente atingiu 509 bilhões de dólares (Guz et al., 2023). Para fortalecer a credibilidade e para buscar estabelecer o papel comum das finanças verdes no enfrentamento das mudanças climáticas, a Associação do Mercado de Capital Internacional introduziu, em 2015, o "Princípio dos Títulos Verdes", estabelecendo diretrizes que visam assegurar a transparência e a integridade no uso dos recursos captados por meio desses instrumentos financeiros (Guz et al., 2023).

É possível distinguir os títulos verdes em quatro tipos específicos, dependendo do uso do recurso, são eles: títulos verdes de padrão de uso de recursos, títulos verdes para receita, títulos verdes para projetos e títulos verdes securitizados (Deschryver & de Mariz, 2020; Banga, 2019)

Os títulos verdes de uso de recursos são uma forma de obrigação de dívida que oferece proteção ao emissor caso não consiga pagar os juros ou devolver o principal. O lucro gerado por esses títulos deve ser monitorado por uma subconta específica ou pelo próprio emissor, garantindo que os empréstimos estejam associados a investimentos ambientais. Ao emitir esses títulos, é recomendado que a empresa informe aos investidores sobre quais tipos de investimentos são elegíveis para as receitas não designadas (Banga, 2019). Por outro lado, os títulos verdes de receita são obrigações de dívida sem essa proteção ao emissor, e o pagamento aos investidores depende do fluxo de caixa gerado por taxas e impostos (Deschryver & de Mariz, 2020). Já os títulos de projetos, que são emitidos para financiar um único projeto verde ou um grupo de projetos. Nesse caso, o retorno para o investidor está diretamente ligado ao sucesso do projeto, podendo ou não contar com a proteção do emissor (Deschryver & de Mariz, 2020; Banga, 2019). Por fim, os títulos verdes securitizados são garantidos por um ou mais projetos verdes específicos. A principal fonte de pagamento para esses títulos vem dos fluxos de caixa dos ativos (Deschryver & de Mariz, 2020).

Segundo Flammer (2021) após a emissão de títulos verdes, as empresas melhoram seu desempenho ambiental, ou seja, classificações ambientais mais altas e menores emissões de CO<sub>2</sub> e experimentam um aumento na participação de investidores de longo prazo e focados em sustentabilidade. A emissão de títulos verdes também traz benefícios econômicos, como aumento do desempenho operacional, rentabilidade, capacidade de inovação e atividades de responsabilidade social corporativa (Zhou e Cui, 2019). Atraindo investidores verdes comprometidos e de longo prazo, além de aumentar a propriedade institucional e melhorar a liquidez das ações (Flammer, 2021; Tang e Zhang, 2020).

Alguns exemplos de emissões de títulos verdes foram apresentados por Flammer (2021), em março de 2014, a Unilever emitiu um título verde de £ 250 milhões buscando reduzir pela metade a quantidade de resíduos, uso de água e emissões de gases de efeito estufa das fábricas existentes (Financial Times, 2014). Da mesma forma, em junho de 2017, a Apple emitiu um título verde de US\$ 1 bilhão para financiar energia renovável e eficiência energética em suas instalações e em sua cadeia de suprimentos (Forbes, 2017).

À medida que avançamos em direção a um futuro mais sustentável, o mercado de títulos verdes tem o potencial de se expandir tanto em quantidade quanto em qualidade. Os títulos verdes desempenham um papel crucial ao apoiar a eficiência dos mercados, além de oferecer benefícios sociais significativos, como a redução das emissões de carbono eles proporcionam o capital necessário para desenvolver e manter projetos ambientais (Taghizadeh-Hesary & Yoshino, 2019).

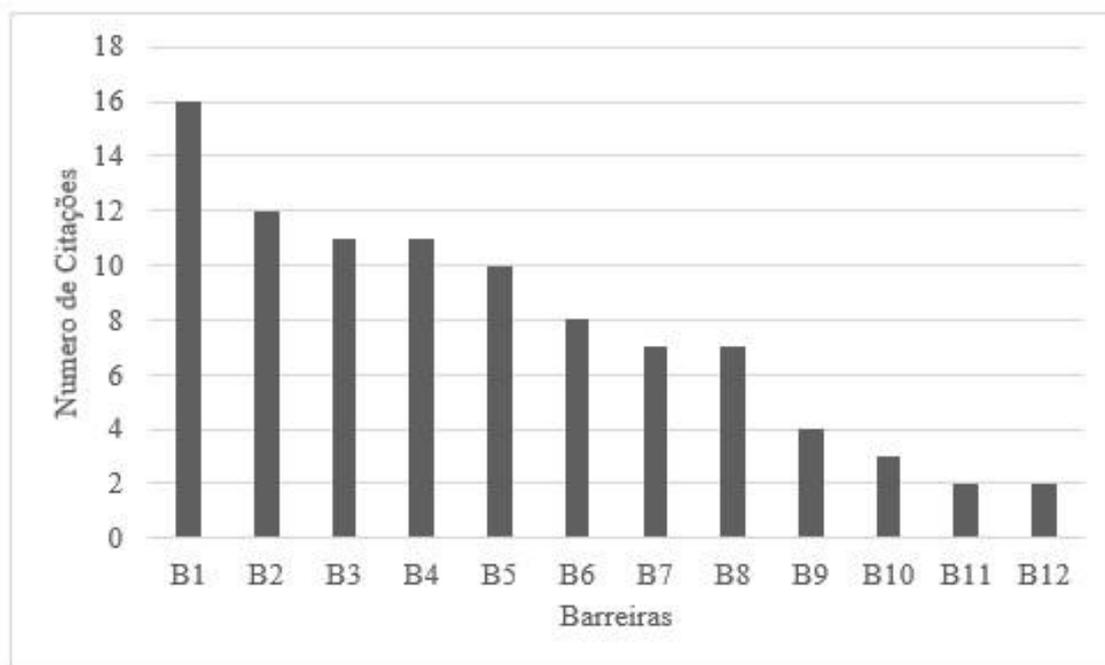
Apesar do avanço, os títulos verdes enfrentam barreiras que influenciam o desenvolvimento desse mercado, segundo Yamahaki et al. (2022) existem barreiras específicas que limitam o desenvolvimento de um mercado local de títulos verdes no Brasil, como por exemplo custos iniciais mais altos e falta de incentivo de um subscritor para estruturar um título verde. Segundo Kedia e Joshipura (2022) nos últimos anos, assistiu-se a uma expansão dos mercados de títulos verdes impulsionados por partes interessadas responsáveis e investidores ambientalmente conscientes. No entanto, os mercados de títulos verdes continuam enfrentando desafios que impedem seu crescimento, principalmente nos países em desenvolvimento. O déficit de financiamento é difícil de preencher apenas através de incentivos financeiros e estruturais mas também necessita de um apoio político favorável.

## **4 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

A aplicação da metodologia com a realização da revisão sistemática da literatura apresentou os seguintes achados sobre as barreiras enfrentadas aos investimentos em títulos verdes, B1 Lento Desenvolvimento e Baixa Liquidez, B2 Falta de Confiança dos Investidores na Qualidade dos Projetos (Transparência), B3 Altos Custos Transacionais, B4 Falta de Integração das Normas com Padrões Internacionais, B5 Falta de incentivo econômico, B6 Fraco Arcabouço Regulatório e Infraestrutura (Leis e Política), B7 Disponibilidade Limitada de Padrões e Diretrizes (Falta de Padronização), B8 Falta de Conscientização ou Conhecimento,

B9 Risco de Greenwashing, B10 Incentivos ou Benefícios Fiscais Insuficientes, B11 Falta de diversidade entre os emissores e B12 Restrição a um número limitado de setores. Na Figura 2 são apresentadas as barreiras acima descritas e o número de citações observadas nos artigos pesquisados.

Figura.2 – Barreiras e número de citações observadas



FONTE: ELABORADORA PELOS AUTORES

## B1 - LENTO DESENVOLVIMENTO E BAIXA LIQUIDEZ

A escassez de compradores e vendedores de títulos verdes dificulta a liquidez, tornando o mercado menos atraente para investidores, o que conforme Saravade e Weber (2024) resulta falta de liquidez, ocasionando uma evolução insuficiente do mercado de títulos verdes (Sangiorgi e Schopohl, 2023). Para Guz et al. (2023) o mercado de títulos verdes ainda está muito atrás do mercado de títulos convencionais, limitando as opções e a atratividade para os investidores. Yamahaki et al. (2022) e Ning et al. (2023) observam que a baixa oferta e demanda por títulos verdes é uma barreira relevante para ampliação desse mercado.

Outro ponto citado por González-Ruiz et al. (2023) é a concentração de emissões de títulos verdes em poucos países e a baixa diversidade de emissores, e corroborando com essa afirmação De Deus, Crocco e Silva (2022) apontam que mercados de títulos verdes certificados no Brasil e na China, são significativamente pequenos em relação ao mercado de títulos das dívidas, o que dificulta a popularização do instrumento. Outra observação importante nesse sentido é feita por Kedia e Joshipura (2023) e Ning et al. (2023), ao afirmarem que os mercados emergentes enfrentam maiores níveis de risco, o que dificulta a atração de investimentos, barreira gerada pela dificuldade em obter financiamento privado

por meio da emissão de títulos verdes e instrumentos de financiamento público-privado (Papari et al., 2024; Guz et al., 2023); González-Ruiz et al., 2023).

Uma barreira importante apontada por Sartzetakis (2021) é ampliação do escopo dos investimentos de baixo carbono que têm acesso ao mercado de títulos verdes, barreira que segundo Banerjee, (2019) e Banga, (2019) lida com a emissão do tamanho mínimo do tíquete dos títulos que precisa ser substancialmente grande, culminando no lento desenvolvimento de um pipeline de projetos em larga escala Dave e Akongwale (2024), na falta de projetos elegíveis Mitchell et al. (2024) e Brand et al. (2021), e no envolvimento insuficiente do mercado, decorrente da baixa capacidade institucional e especialização limitada dos profissionais Mitchell et al., 2024; Magale, 2021).

## **B2 - FALTA DE CONFIANÇA DOS INVESTIDORES NA QUALIDADE DOS PROJETOS (TRANSPARÊNCIA)**

Para Nguyen et al. (2024) e MacRae e Tozer (2024), a desconfiança dos investidores em relação à qualidade e transparência e credibilidade dos projetos financiados por títulos verdes limita o investimento, pois há receios quanto à veracidade das informações fornecidas sobre a eficácia ambiental dos projetos, e nesse sentido, Deschryver e de Mariz (2020) recomendam melhorar a transparência e a divulgação. Nguyen et al. (2023) afirmam que todos sabem o que é um título, mas há uma vaga compreensão do termo “verde”, colocando em dúvida a garantia que os títulos verdes emitidos por uma empresa tenha um compromisso ou padrão de sustentabilidade semelhante aos títulos verdes emitidos por outras empresas. Banerjee (2019) e Brand et al. (2021), relatam que a falta de transparência, a falta de regulamentação universal e a ambiguidade no uso dos recursos podem ser alguns dos motivos que dificultam o crescimento dos títulos verdes, apoiada inclusive no que é relatado por Rumyantseva e Tarutko (2022), ao questionarem a transparência insuficiente das informações não financeiras.

Apoiando o compartilhamento de conhecimento e solicitando procedimentos de medição e relatórios de impacto, Guz et al. (2023) entendem que a emissão e venda de títulos verdes estão sujeitas a requisitos que garantem a responsabilidade ambiental e a transparência no uso dos fundos, o que pode dificultar a participação de alguns investidores, o que para Saravade e Weber (2024) pode estar relacionado, principalmente, na dificuldade de identificação do impactos ambientais, decorrentes conforme Kumar (2024) por problemas de medição ou percepção de tais impactos, gerados possivelmente pelo uso de ferramentas inadequadas de gerenciamento de risco (Magale, 2021; Deschryver e Mariz, 2020). Para Sartzetakis (2021) devem ser promovidas análises externas e certificação por terceiros, a fim de melhorar a transparência e a credibilidade do mercado de obrigações verdes.

## **B3 - ALTOS CUSTOS TRANSACIONAIS**

Antes que as empresas emitam um título verde, se faz necessário estabelecer um procedimento de emissão, que para Banga (2019) e Magale (2021) originam altos custos associados à essas emissões. Entre outros custos observados por Nguyen et al., (2023) e

Brand et al., (2021) estão o trabalho adicional com as agências governamentais e partes interessadas, sistema gerencial, bem como processos de relatórios.

Entre outras observações feitas por Brand et al. (2021) destaca-se a afirmação que a adoção generalizada dos títulos de impacto ambiental esbarra nos custos de desenvolvimento, que incluem a investigação científica e a criação da estrutura financeira. Os custos de transação do início para a pós-emissão podem representar uma barreira para emissores e investidores (Banerjee, 2019). Os custos relacionados ao monitoramento e relatório de impacto ambiental, além das taxas administrativas, tornam os títulos verdes menos competitivos e dispendiosos para emissores e investidores (Saravade e Weber, 2024; Mitchell et al., 2024). O custo de transação significativo da emissão de títulos verdes surge, segundo Banerjee, (2019), principalmente da obtenção de "certificação de nível verde" de uma agência independente e do fornecimento de documentos contínuos que detalham os rendimentos dos títulos verdes ao longo do ciclo de vida dos projetos.

Sartzetakis, (2021) entende que para uma maior expansão do mercado de títulos verdes, é importante que as entidades de pequeno e médio porte participem do mercado, mas para isso, deve-se considerar significativamente a redução dos custos de padronização e relatórios, corroborando com De Deus, Crocco e Silva (2022) ao apontarem que a emissão de títulos verdes envolve custos que são inacessíveis para pequenas empresas. Yamahaki et al. (2022) e Brand et al. (2021), relatam que os custos mais altos associados à emissão de títulos verdes quando comparados a emissões mais convencionais, dificultam o desenvolvimento de um mercado de títulos verdes no Brasil, porém, Sangiorgi e Schopohl (2023) identificaram em suas pesquisas que os custos de emissão de títulos verdes são mais altos do que os de títulos convencionais, mas aceitáveis devido aos benefícios que derivam dessas emissões.

#### **B4 - FALTA DE INCENTIVO ECONÔMICO**

Investidores frequentemente veem os títulos verdes como investimentos mais arriscados devido à incerteza econômica em torno dos projetos sustentáveis, sendo necessário, conforme Dave e Akongwale (2024), além dos fundamentos de crédito, garantias totais ou parciais, subsídios e incentivos para o desenvolvimento desse mercado, pois, existe a percepção de que esses títulos podem não oferecer retornos financeiros tão estáveis ou lucrativos quanto outros tipos de investimentos limita sua aceitação.

Para Sartzetakis (2021) o principal desafio é melhorar a atratividade dos títulos verdes para aumentar o tamanho desse mercado. Nguyen et al. (2023) e De Deus, Crocco e Silva (2022) relatam a preocupação de investidores em relação ao benefício financeiro dos títulos verdes. Chapagai et al. (2024), atentam sobre a importância de implementar incentivos econômicos, fornecendo apoio financeiro, estabelecendo parcerias entre os setores público e privado, utilizando métodos de financiamento inovadores. Nguyen et al. (2023) afirmam que o títulos verdes e os títulos convencionais, atualmente têm um risco de crédito semelhante e nenhuma diferença no rendimento, o que pode reduzir o interesse no títulos verdes dos participantes

do mercado. Se os títulos verdes forem superiores a outros títulos de dívida, eles atrairão mais participação de investidores em projetos de energia verde (Zhang, Yang e Wang, 2020). Deschryver e de Mariz (2020) apontam outra questão que preocupa os mercados globais de títulos verdes que é o fato de países como China, França e Estados Unidos serem os principais emissores, enquanto os mercados emergentes precisam de mais desses instrumentos, e para Banerjee (2019) uma das razões para os países emergentes se manterem afastados destes instrumentos pode ser a falta de apoio institucional por parte das instituições financeiras centrais desses países. Para Crocco e Silva (2022) o mercado brasileiro parece pouco atraente para potenciais emissores e investidores, situação que segundo Yamahaki et al. (2022) e Sartzetakis (2021), pode ser atribuído a um ambiente macroeconômico instável que apresenta altas taxas de juros, direcionando investidores para títulos do governo, gerando fraco impulso para o investimento responsável (Magale, 2021).

## **B5 - FALTA DE INTEGRAÇÃO DAS NORMAS COM PADRÕES INTERNACIONAIS**

A falta de coordenação e alinhamento com padrões internacionais cria desafios para emissores locais que desejam atrair investidores globais devido à falta de harmonização que gera incertezas e limita a competitividade dos títulos verdes em mercados globais (Ning et al., 2023). Outra questão importante observada por Ning et al. (2023) é a globalização do mercado de títulos verdes, pois, atualmente o mercado de títulos verdes é menos globalizado e tem caminhos limitados para sua emissão e negociação.

Segundo Sartzetakis (2021) o desafio mais importante é fazer a ponte entre a demanda e a oferta no mercado de títulos verdes, ou seja, é de extrema importância desenvolver diretrizes e padrões internacionais de modo a incentivar o investimento em títulos verdes, questão importante observada por Levashenko et al. (2023) e Sartzetakis (2021) ao citarem as diferenças nos critérios internacionais que dificultam a atração de investidores estrangeiros, impactando a colocação de títulos sustentáveis em divisas. Kedia e Joshipura (2023) destacam que a ausência de participação de jogadores globais em mercados emergentes, contribui para a lacuna de financiamentos em títulos verdes. Outro desafio mencionado por Banerjee, (2019) e Banga, (2019) prende-se a falta de disposições adequadas a nível institucional em certos países que impedem o crescimento das obrigações verdes.

Banga, (2019) apresentou uma pesquisa do Grupo de Estudo de Finanças Verdes do G20 que revelou a falta de conhecimento das práticas internacionais existentes em transações de títulos verdes como uma barreira importante para o desenvolvimento desse mercado de forma global, assim como Kumar (2024) quando destaca a formulação de fundos internacionais inadequados e González-Ruiz et al. (2023) quando citam a falta de transparência e padrão internacional.

As questões ambientais, de certa forma, são sensíveis em relação aos aspectos econômicos de um país, podendo impactar e se tornar uma barreira para investimentos em títulos verdes, e nesse sentido, Nguyen et al. (2023) destaca como as tremendas consequências econômicas de uma catástrofe, citando como exemplo a pandemia da Covid-19, são inegáveis,

impactando os esforços de financiamento sustentável, mudando a prioridade dos governos para curar a economia nacional e sustentar a cadeia de valor.

## **B6 - FRACO ARCABOUÇO REGULATÓRIO E INFRAESTRUTURA (LEIS E POLÍTICA)**

Para Kumar (2024) barreiras políticas e econômicas resultam na falta de um conjunto robusto de leis, normas e estruturas dificultando a emissão e o funcionamento eficaz dos títulos verdes. Sem regulamentações claras, tanto emissores quanto investidores enfrentam insegurança, dificultando a confiança e a eficácia dos títulos verdes no financiamento de projetos ambientais. (Ning et al. 2023). Nesse sentido, Kedia e Joshipura (2023) e Ning et al. (2023), afirmam que é necessário além de incentivos financeiros, políticas favoráveis, pois elas são essenciais.

Um fraco arcabouço regulatório e infraestrutura, conduz a necessidade de novos marcos regulatórios para facilitar o financiamento de investimentos sustentáveis (Nguyen et al., 2024; González-Ruiz et al., 2023). A instabilidade política influencia a confiança dos investidores e a continuidade de políticas públicas, afetando a disposição para investimentos de longo prazo (Yamahaki et al., 2022). Somando-se a isso, Yamahaki et al. (2022), salientam que deficiências na proteção legal e insegurança jurídica também afetam a atratividade para investidores.

Tu et al. (2019) na análise sobre arcabouço regulatório e infraestrutura para títulos verdes realizada no Vietnã, concluiu que o país enfrenta uma série de barreiras tanto em termos políticos quanto de percepções, ao implementar um projeto piloto para emissão de títulos verdes na cidade de Ho Chi Minh, a fim de estudar o impacto das políticas implementadas e as dificuldades de implementação. As políticas podem variar podendo fornecer às instituições públicas mandatos para títulos verdes, e até estabelecer requisitos verdes nas estruturas de garantias do banco central e instituir a flexibilização quantitativa verde (Sartzetakis, 2021).

## **B7 - DISPONIBILIDADE LIMITADA DE PADRÕES E DIRETRIZES (FALTA DE PADRONIZAÇÃO)**

Segundo Deschryver e de Mariz (2020), a ausência de uma definição comumente acordada e de uma estrutura de referência única são grandes barreiras ao desenvolvimento do mercado de títulos verdes, existindo portanto, a urgência de estabelecer procedimentos para gerar orientações comuns, indicando necessidade de padronização (González-Ruiz et al., 2023).

Brand et al. (2021) e Deschryver e de Mariz (2020) destacam que a incerteza dos modelos e padrões podem ser uma barreira significativa para o desenvolvimento futuro do mercado de títulos verdes, afirmação que é corroborada por Rumyantseva e Tarutko (2022) quando citam falta de padrões uniformes para a apresentação de informações a respeito dos títulos verdes, reiterada por MacRae e Tozer (2024) e Nguyen et al. (2024) quando observam a necessidade de padrões de desempenho mínimos insuficientes e a disponibilidade limitada de diretrizes e modelos para emissão de títulos verdes.

Vários órgãos definiram diferentes diretrizes e melhores práticas em torno de títulos verdes, e também vários emissores de títulos verdes desenvolveram e publicaram suas próprias estruturas, por exemplo, o Banco Asiático de Desenvolvimento, o Banco Nórdico de Investimento, entre outros, que segundo Deschryver e de Mariz (2020) acabam criando dificuldades e gerando barreiras para o mercado de títulos verdes.

Um grande desafio para a padronização das diretrizes, diz respeito à falta de habilidades especializadas necessárias para monitorar e avaliar o uso dos recursos dos títulos verdes durante o ciclo de vida de um projeto financiado, e para suprir essa deficiência em alguns países, certas iniciativas são tomadas, como o estabelecimento de padrões uniformes reconhecidos globalmente para avaliar projetos verdes (Banerjee, 2019).

### **B8 - FALTA DE CONSCIENTIZAÇÃO OU CONHECIMENTO**

A maioria dos investidores, empresas e o público, desconhecem os benefícios e o funcionamento dos títulos verdes, o que reduz a demanda e a adoção desses instrumentos financeiros, o que segundo Magale, (2021), Brand et al. (2021), Sangiorgi e Schopohl (2023) e Mitchell et al. (2024), se deve à falta de conscientização ou conhecimento.

A cultura de investimento está voltada para ativos mais tradicionais, nos quais, a preferência é por investimentos de baixo risco e alta liquidez como os títulos do governo, o que conforme Yamahaki et al. (2022) limita o desenvolvimento do mercado de títulos verdes, fato que de acordo com González-Ruiz et al. (2023) ressalta a necessidade de capacitação dos investidores para ampliar seus conhecimentos sobre os custos e riscos associados aos títulos verdes, demonstrando assim, uma carência de pesquisa sobre títulos verdes e sua utilização para financiar projetos (MacRae e Tozer, 2024).

Na pesquisa realizada por Magale, (2021) com profissionais no Quênia sobre fatores que eles consideram como facilitadores e inibidores para o crescimento do mercado de títulos verdes, os resultados apontam para a falta de conscientização, baixa capacidade institucional e conhecimento especializado limitado dos profissionais sobre o assunto, enfatizando a falta de conscientização e conhecimento.

### **B9 - RISCO DE GREENWASHING**

O greenwashing ocorre quando emissores ou projetos são promovidos como sustentáveis ou verdes, sem que realmente atendam aos critérios de sustentabilidade, reduzindo a confiança dos investidores e a integridade do mercado de títulos verdes e dificultando a atração de capital comprometido com a sustentabilidade (Deschryver e de Mariz 2020; Sartzetakis, 2021; Mitchell et al., 2024). Um exemplo citado por Nguyen et al. (2023) é o de uma empresa de fabricação de produtos que poluem o meio ambiente, emitindo títulos verdes e promovendo sua marca como sendo um fabricante ecologicamente correto. Deschryver e de Mariz (2020) sugerem distinguir o mercado de títulos verdes de outros instrumentos, como títulos de transição e instrumentos vinculados à sustentabilidade, reduzindo o risco de greenwashing.

## **B10 - INCENTIVOS OU BENEFÍCIOS FISCAIS INSUFICIENTES**

Para Nguyen et al. (2024) a falta de incentivos ou benefícios fiscais para os de títulos verdes representam barreiras para os investidores e emissores, pelo fato de não recebem apoio suficiente na forma de isenções fiscais, deduções ou outros benefícios, informação endossada por Guz et al. (2023) ao afirmar que incentivos fiscais podem não ser eficazes se não forem acompanhados por outras medidas que poderiam tornar a emissão desses títulos mais atraente.

Embora a definição e o padrão verde sejam atualmente questionáveis para alguns especialistas, outros demonstraram sua preocupação em relação aos benefícios financeiros e fiscais dos títulos verdes, conforme cita Nguyen et al. (2023), porém, a falta de incentivos fiscais, como isenções ou deduções, torna a emissão de títulos verdes menos atrativa e encarece a participação de emissores pois tais incentivos são importantes para reduzir custos e aumentar a rentabilidade, promovendo mais projetos sustentáveis (Ning et al., 2023).

## **B11 - FALTA DE DIVERSIDADE ENTRE OS EMISSORES**

A falta de diversidade nas fontes de financiamento pode limitar o crescimento do mercado, e este cenário inibe a concorrência e a inovação, restringindo o desenvolvimento robusto do mercado de títulos verdes (Kedia e Joshipura, 2023). Um exemplo apresentado por Yamahaki et al. (2022) explana sobre essa barreira ao comentar sobre a concessão de crédito subsidiado pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social) do Brasil, ao financiar projetos verdes, reduzindo a participação do mercado de capitais.

## **B12 - RESTRIÇÃO A UM NÚMERO LIMITADO DE SETORES**

Os investimentos ou a alocação de recursos conforme De Deus, Crocco e Silva (2022), estão focados em um número limitado de setores ou áreas de atividade econômica, e essa falta de diversificação pode limitar o impacto positivo dos títulos verdes na economia como um todo. No contexto dos títulos verdes, isso indica que a maior parte do financiamento obtido por meio desses títulos está sendo direcionada apenas a alguns setores, como energia renovável, enquanto outros setores importantes, como reciclagem e tecnologia da informação não estão sendo financiados (De Deus, Crocco e Silva, 2022).

Complementando tal restrição, Sartzetakis, (2021) menciona que parte significativa dos investimentos, diz respeito à eficiência energética e a outras atividades realizadas por entidades individuais e relativamente pequenas, que não acedem diretamente ao mercado obrigacionista.

## **5 CONCLUSÃO**

O mercado de títulos verdes destaca-se como uma ferramenta relevante para o financiamento de iniciativas sustentáveis, particularmente diante da urgência da transição para uma economia mais responsável ambientalmente. Este estudo atingiu seu objetivo ao identificar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, doze barreiras que limitam os

investimentos nesses títulos, incluindo o lento desenvolvimento do mercado, a baixa liquidez, a falta de confiança dos investidores na qualidade dos projetos, restrição a um número limitado de setores, altos custos transacionais, falta de diversidade entre os emissores, incentivos ou benefícios fiscais insuficientes, risco de greenwashing, falta de conscientização ou conhecimento, fraco arcabouço regulatório e infraestrutura, falta de incentivo econômico e falta de integração das normas com padrões internacionais.

As contribuições deste trabalho são relevantes e atuais, avançando o conhecimento teórico sobre os desafios enfrentados no mercado de títulos verdes. Para o meio empresarial, proporciona visão e possíveis estratégias para antecipar e mitigar barreiras, enquanto, para a sociedade, reforça a importância desses instrumentos no financiamento de projetos relacionados às mudanças climáticas, energia renovável e outras áreas.

O estudo apresenta limitações de caráter teórico-conceitual, pois não incluiu análises empíricas. Assim, recomendo futuras pesquisas e ampliação da investigação para outras bases de dados e a realização de estudos empíricos, como entrevistas ou estudos de caso, que possam aprofundar o conhecimento sobre o tema e oferecer soluções práticas para a superação das barreiras identificadas.

## REFERÊNCIAS

AHVENNIEMI, H.; HUOVILA, A.; PINTO-SEPPÄ, I.; AIRAKSINEN, M. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, v. 60, p. 234-245, 2017. DOI: 10.1016/j.cities.2016.09.009.

ALMUQRIN, A. Employee acceptance of digital transformation: A study in a smart city context. **Sustainability**, v. 16, n. 4, p. 1398, 2024. DOI: 10.3390/su16041398.

BANCO MUNDIAL. World Bank Green Bond. Washington, D.C., 2007. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/brief/world-bank-green-bonds>. Acesso em: 3 dez. 2024.

BANGA, J. The green bond market: A potential source of climate finance for developing countries. **Journal of Sustainable Finance and Investment**, v. 9, n. 1, p. 17-32, 2019. DOI: 10.1080/20430795.2018.1498617.

BANERJEE, A. Financing the climate change through green (climate sustainable) bonds. 2019 **Advances in Science and Engineering Technology International Conferences**, ASET 2019, p. 8714408, 2019. DOI: 10.1109/ICASET.2019.8714408.

BETTI, G.; CONSOLANDI, C.; ECCLES, R. G. The relationship between investor materiality and the sustainable development goals: A methodological framework. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 1-23, 2018. DOI: 10.3390/su10072248.

BIASIN, M.; DELLE FOGLIE, A. Blockchain and smart cities for inclusive and sustainable communities: A bibliometric and systematic literature review. **Sustainability**, v. 16, p. 1-21, 2024. DOI: 10.3390/su16156669.

BRAND, M. W.; QUESNEL SEIPP, K.; SAKSA, P.; KNIGHT, Z.; GIBBONS, J. P. Environmental impact bonds: A common framework and looking ahead. **Environmental Research: Infrastructure and Sustainability**, v. 1, n. 2, p. 023001, 2021. DOI: 10.1088/2634-4505/ac0b2c.

CANAS DA COSTA, L.; POPOVIĆ, T. Financing sustainable infrastructures in a smart cities' context—Innovative concepts, solutions and instruments. In: PLANING, P.; MÜLLER, P.; DEHDARI, P.; BÄUMER, T. (Eds.). **Innovations for Metropolitan Areas**. Berlin: Springer, 2020. p. 229-243. DOI: 10.1007/978-3-662-60806-7\_18.

CAPRIOTTI, B. P.; SCHMID, M. L. Os títulos de dívida de green bonds e seus potenciais benefícios para o mercado brasileiro. **Caderno Paic**, v. 18, n. 1, p. 196-215, 2017.

CARVALHO, L. Smart cities from scratch? A socio-technical perspective. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 8, n. 1, p. 43-60, 2015. DOI: 10.1093/cjres/rsu010.

CHAPAGAI, D. P.; DHUSIA SHARMA, N.; ROY, A. K.; ROY, M. K. A fuzzy approach to environmental scanning (ES) of multi-factor bottlenecks to renewable rural energy sustainability in Nepal. **Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy**, v. 19, n. 1, p. 2384544, 2024. DOI: 10.1080/15567249.2024.2384544.

COSTA, D. G.; BITTENCOURT, J. C. N.; OLIVEIRA, F.; PEIXOTO, J. P. J.; JESUS, T. C. Achieving sustainable smart cities through geospatial data-driven approaches. **Sustainability**, v. 16, n. 2, art. 640, 2024. DOI: 10.3390/su16020640.

DAVE, H.; AKONGWALE, S. Understanding the determinants of the development of the green bond market in South Africa. **South African Journal of Business Management**, v. 55, n. 1, 2024. DOI: 10.4102/sajbm.v55i1.4065.

DE DOMINICIS, L.; BERLINGIERI, F.; D'HOMBRES, B.; GENTILE, C.; MAURI, C.; STEPANOVA, E.; PONTAROLLO, N. Report on the quality of life in European cities. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023.

DESCHRYVER, P.; DE MARIZ, F. What future for the green bond market? How can policymakers, companies, and investors unlock the potential of the green bond market? **Journal of Risk and Financial Management**, v. 13, n. 3, p. 61, 2020. DOI: 10.3390/jrfm13030061

DEUS, J. L. de; CROCCO, M.; SILVA, F. F. The green transition in emerging economies: Green bond issuance in Brazil and China. **Climate Policy**, v. 22, n. 9-10, p. 1252–1265, 2022. DOI: 10.1080/14693062.2022.2116381.

FINANCIAL TIMES. Unilever issues £250m green bond. Financial Times, 19 mar. 2014.

FLAMMER, C. Corporate green bonds. **Questrom School of Business, Boston University**, v. 142, n. 2, p. 499–516, 2020. DOI: 10.2139/ssrn.3125518.

FORBES. Should you invest in 'green bonds?' Forbes, 29 jun. 201

GONZÁLEZ-RUIZ, J. D.; MEJÍA-ESCOBAR, J. C.; ROJO-SUÁREZ, J.; ALONSO-CONDE, A.-B. Green bonds for renewable energy in Latin America and the Caribbean. **Energy Journal**, v. 44, n. 5, p. 45–66, 2023. DOI: 10.5547/01956574.44.4.jgon.

GUZ, N.; TSAREVA, L.; ADAMOVA, I.; GUZ, G. State financial regulation of renewable energy development. **E3S Web of Conferences**, v. 431, art. 07020, 2023. DOI: 10.1051/e3sconf/202343107020.

HEIDARI, A.; NAVIMIPOUR, N. J.; UNAL, M. Applications of ML/DL in the management of smart cities and societies based on new trends in information technologies: A systematic literature review. **Sustainable Cities and Society**, v. 85, art. 104089, 2022. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104089.

KEDIA, N.; JOSHIPURA, M. Green bonds for sustainability: Current pathways and new avenues. **Managerial Finance**, v. 49, n. 6, p. 948–974, 2023. DOI: 10.1108/MF-08-2022-0367.

KIM, T.; RAMOS, C.; MOHAMMED, S. Smart city and IoT. **Future Generation Computer Systems**, v. 76, p. 159–162, 2017. DOI: 10.1016/j.future.2017.03.034.

KUMAR, V. Public finance and environmental sustainability: Investing in green initiatives for future generations. **Library Progress International**, v. 44, n. 3, p. 97–112, 2024. ISSN 09701052.

LEVASHENKO, A. D.; ERMOKHIN, I. S.; CHERNOVOL, K. A. Problems in harmonizing Russian and foreign standards for green finance. **Ekonomicheskaya Politika**, v. 18, n. 1, p. 54–77, 2023.

LOFTA, A.; ATAÖV, A. Urban streets and urban social sustainability: A case study on Bagdat Street in Kadikoy Istanbul. **European Planning Studies**, v. 28, n. 9, p. 1735–1755, 2020. DOI: 10.1080/09654313.2019.1656169.

MACRAE, H.; TOZER, L. The use of green bonds in financing energy retrofits in buildings. **Energy Research and Social Science**, v. 112, art. 103500, 2024. DOI: 10.1016/j.erss.2024.103500.

MAGALE, E. G. Developing a green bond market in Kenya: Perspectives from practitioners and lessons from developing markets. **Journal of Sustainable Finance and Investment**, 2021. DOI: 10.1080/20430795.2021.1953930.

MITCHELL, J.; SIGURJONSSON, T. O.; KAVADIS, N.; WENDT, S. Green bonds and sustainable business models in Nordic energy companies. **Current Research in Environmental Sustainability**, v. 7, art. 100240, 2024. DOI: 10.1016/j.crsust.2023.100240.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMANE, D. G.; THE PRISMA GROUP. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **International Journal of Surgery**, v. 8, n. 5, p. 336-341, 2010. DOI: 10.1016/j.ijssu.2010.02.007.

NANAYAKKARA, M.; COLOMBAGE, S. Do investors in the green bond market pay a premium? Global evidence. **Applied Economics**, v. 51, n. 40, p. 4425-4437, 2019.

ONU-HABITAT. Relatório Mundial das Cidades. 2022. Disponível em: <https://relatorio-anual-2022.netlify.app/>. Acesso em: 3 out. 2024

NGUYEN, A. H.; HOANG, T. G.; NGUYEN, D. T.; NGUYEN, L. Q. T.; DOAN, D. T. The development of green bond in developing countries: Insights from Southeast Asia market participants. **European Journal of Development Research**, v. 35, n. 1, p. 196-218, 2023. DOI: 10.1057/s41287-022-00515-3.

NGUYEN, P.-H.; THI NGUYEN, L.-A.; LE, H.-Q.; TRAN, L.-C. Navigating critical barriers for green bond markets using a fuzzy multi-criteria decision-making model: Case study in Vietnam. **Heliyon**, v. 10, n. 13, art. e33493, 2024. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e33493.

NING, Y.; CHERIAN, J.; SIAL, M. S.; COMITE, U.; ZIA-UD-DIN, M. Green bond as a new determinant of sustainable green financing, energy efficiency investment, and economic growth: A global perspective. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 22, p. 61324-61339, 2023. DOI: 10.1007/s11356-021-18454-7.

PAPARI, C.-A.; TOXOPEUS, H.; POLZIN, F.; BULKELEY, H.; MENGUZZO, E. V. Can the EU taxonomy for sustainable activities help upscale investments into urban nature-based solutions? **Environmental Science and Policy**, v. 151, art. 103598, 2024. DOI: 10.1016/j.envsci.2023.103598.

PLIATSIOS, A.; KONSTANTINOS, K.; CHRISTOS, G. A systematic review on semantic interoperability in the IoE-enabled smart cities. **Internet of Things**, v. 22, p. 1-25, 2023. DOI: 10.1016/j.iot.2023.100754.

PNUD. Relatório de desenvolvimento humano 2007/2008: Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido. 2007. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio\\_desenvolvimento\\_humano\\_2007\\_2008.pdf](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_desenvolvimento_humano_2007_2008.pdf). Acesso em: 20 set. 2024.

QUATRINI, S. Challenges and opportunities to scale up sustainable finance after the COVID-19 crisis: Lessons and promising innovations from science and practice. **Ecosystem Services**, v. 48, art. 101240, 2021. DOI: 10.1016/j.ecoser.2020.101240.

RAGHAVAN, S.; SIMON, B. Y. L.; LEE, Y. L.; TAN, W. L.; KEE, K. K. Data integration for smart cities: Opportunities and challenges. **Computational Science and Technology**, v. 603, p. 393-403, 2020. DOI: 10.1007/978-981-15-0058-9\_38.

RAIHAN, A. Nexus between greenhouse gas emissions and its determinants: The role of renewable energy and technological innovations towards green development in South Korea. **Innovation and Green Development**, v. 2, n. 3, art. 100066, 2023. DOI: 10.1016/j.igd.2023.100066.

RUMYANTSEVA, A.; TARUTKO, O. Impact of the ESG principles on the corporate financial strategy. Springer Proceedings in **Business and Economics**, p. 309-318, 2022. DOI: 10.1007/978-3-031-14410-3\_32.

SANGIORGI, I.; SCHOPUHL, L. Explaining green bond issuance using survey evidence: Beyond the greenium. **British Accounting Review**, v. 55, n. 1, art. 101071, 2023. DOI: 10.1016/j.bar.2021.101071.

SARAVADE, V.; WEBER, O. Catalyzing the growth of green bonds: A closer look at the drivers and barriers of the Canadian green bond market. **Sustainability Accounting, Management and Policy Journal**, v. 15, n. 3, p. 605-627, 2024. DOI: 10.1108/SAMPJ-08-2023-0604.

SARTZETAKIS, E. S. Green bonds as an instrument to finance low carbon transition. **Economic Change and Restructuring**, v. 54, n. 3, p. 755-779, 2021. DOI: 10.1007/s10644-020-09266-9.

SCHAFFERS, H.; KOMNINOS, H.; PALLOT, M.; TROUSSE, B.; NILSSON, M.; OLIVEIRA, A. Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation. In: **THE FUTURE INTERNET ASSEMBLY**. Springer, 2011. p. 431-446. DOI: 10.1007/978-3-642-20898-0\_31.

TALARI, S.; SHAFIE-KHAH, M.; SIANO, P.; LOIA, V.; TOMMASETTI, A.; CATALÃO, J. P. S. A review of smart cities based on the Internet of Things concept. **Energies**, v. 10, n. 4, art. 421, 2017. DOI: 10.3390/en10040421.

TAGHIZADEH-HESARY, F.; YOSHINO, N. The way to induce private participation in green finance and investment. **Finance Research Letters**, v. 31, p. 98–103, 2019. DOI: 10.1016/j.frl.2019.04.016.

TANG, D. Y.; ZHANG, Y. Do shareholders benefit from green bonds? **Journal of Corporate Finance**, v. 61, art. 101427, 2020. DOI: 10.1016/j.jcorpfin.2018.12.001.

TU, C. A.; THANH, N. C.; HIEU, L. Q.; HANH, H. T.; ANH, N. T. Sustainable development of the green bond market: Study case from Vietnam. **Global and Stochastic Analysis**, v. 6, n. 2, p. 113–138, 2019. ISSN 22489444.

XU, X.; LI, J. Can green bonds reduce the carbon emissions of cities in China? **Economics Letters**, v. 231, art. 111099, 2023. DOI: 10.1016/j.econlet.2023.111099.

XU, J.; XU, W. Financing sustainable smart city projects: Public-private partnerships and green bonds. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 64, 2024. DOI: 10.1016/j.seta.2024.103699.

YAMAHAKI, C.; VENDRAMINI FELSBURG, A.; KÖBERLE, A. C.; GURGEL, A. C.; STEWART-RICHARDSON, J. Structural and specific barriers to the development of a green bond market in Brazil. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, v. 12, n. 2, p. 389–406, 2022. DOI: 10.1080/20430795.2020.1769985.

YIGITCANLAR, T.; KANKANAMGE, N.; VELLA, K. How are smart city concepts and technologies perceived and utilized? A systematic geo-Twitter analysis of smart cities in Australia. **Journal of Urban Technology**, v. 28, p. 135–154, 2021. DOI: 10.1080/10630732.2020.1753483.

ZHANG, S.; YANG, Z.; WANG, S. Design of green bonds by double-barrier options. **Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series S**, v. 13, n. 6, p. 1867–1882, 2020. DOI: 10.3934/dcdss.2020110.