



EDUCAmazônia, Humaitá - Amazonas, Volume XIX, nº 1, jan-jul. 2026, p. 511-531.

**QUANDO O VERDE NÃO CONVENCE: O POTENCIAL DA TECNOLOGIA
BLOCKCHAIN NO FORTALECIMENTO DOS TÍTULOS VERDES**

**WHEN GREEN DOESN'T CONVINCE: THE POTENTIAL OF BLOCKCHAIN
TECHNOLOGY IN STRENGTHENING GREEN BONDS**

Fernanda Beatryz Rolim Tavares¹

Resumo: A busca por soluções financeiras que promovam o desenvolvimento sustentável tem impulsionado o crescimento dos títulos verdes, instrumentos destinados ao financiamento de projetos com benefícios ambientais. Apesar de sua relevância, esses títulos ainda enfrentam desafios relacionados à transparência, à padronização e à credibilidade, os quais podem comprometer sua legitimidade e dificultar a atração de investimentos. Nesse contexto, o presente estudo analisou, sob a ótica da Teoria da Legitimidade, como a tecnologia *blockchain* pode contribuir para o fortalecimento da integridade, da confiança e da transparência nas operações com títulos verdes. Trata-se de uma pesquisa teórica, com abordagem qualitativa, baseada em revisão de literatura nacional e internacional que abrange títulos verdes, Teoria da Legitimidade e aplicações de *blockchain* no setor financeiro. Os resultados indicam que a adoção do *blockchain* pode representar um avanço significativo para o mercado de títulos verdes ao aprimorar a transparência das transações, garantir a rastreabilidade dos recursos e reduzir os riscos de *greenwashing*. Esses benefícios contribuem para aumentar a confiança dos investidores e reforçar a legitimidade dos títulos verdes entre as partes interessadas. Conclui-se que a integração entre inovação tecnológica e finanças sustentáveis constitui um caminho estratégico para consolidar o mercado de títulos verdes, fomentar maiores investimentos em projetos ambientais e contribuir de forma efetiva para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: títulos verdes; *blockchain*; finanças sustentáveis; legitimidade; desenvolvimento sustentável.

¹ Graduada em Ciências Contábeis (UFCG). Mestre em Sistemas Agroindustriais (UFCG). Doutoranda em Administração e Controladoria (UFC). E-mail: fernandatavaresrt@gmail.com. Brasil. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5724-8184>.



Abstract: The pursuit of financial solutions that foster sustainable development has driven the growth of green bonds, instruments designed to finance projects with environmental benefits. Despite their relevance, these bonds still face challenges related to transparency, standardization, and credibility, which may compromise their legitimacy and hinder investment attraction. In this context, the present study analyzed, under the lens of Legitimacy Theory, how blockchain technology can contribute to strengthening integrity, trust, and transparency in green bond operations. This is theoretical research with a qualitative approach, based on a national and international literature review covering green bonds, Legitimacy Theory, and blockchain applications in the financial sector. The results indicate that blockchain adoption can represent significant progress for the green bond market by enhancing transaction transparency, ensuring resource traceability, and reducing greenwashing risks. These benefits help increase investor confidence and reinforce the legitimacy of green bonds among stakeholders. It is concluded that the integration of technological innovation and sustainable finance is a strategic pathway for consolidating the green bond market, fostering greater investment in environmental projects, and effectively contributing to the achievement of sustainable development goals.

Keywords: green bonds; blockchain; sustainable finance; legitimacy; sustainable development.



1 INTRODUÇÃO

A promoção do desenvolvimento sustentável em escala global tem incentivado as organizações a integrarem, em suas estratégias, a busca por um equilíbrio entre a geração de retornos financeiros e a preservação ambiental, alinhando o crescimento econômico à responsabilidade socioambiental (Wang, Li; Wang, 2021).

Diante da atual crise climática, tornou-se cada vez mais urgente mobilizar recursos para o financiamento de iniciativas sustentáveis (Chen, 2018). Esse esforço é essencial para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e das metas estabelecidas no Acordo de Paris, que visam reduzir os impactos ambientais e construir um futuro mais resiliente e equilibrado (Schloesser; Schulz, 2022).

A implementação de projetos verdes é relevante para promover o desenvolvimento sustentável. Contudo, a viabilidade desses projetos enfrenta um dos principais obstáculos: a necessidade de maior aporte de capital (Mielke; Steudle, 2018). Projetos verdes, devido aos seus retornos econômicos limitados, tendem a não ser prioridade para investidores privados, enquanto os governos, com orçamentos restritos, geralmente direcionam recursos para áreas de maior urgência econômica (Bei; Wang, 2023; Mao et al., 2023).

Com o objetivo de superar essas limitações e facilitar a expansão dos investimentos sustentáveis, o sistema financeiro tem adotado novas direções com foco no meio ambiente, ampliando, por exemplo, as oportunidades de investimentos verdes (Schloesser; Schulz, 2022). Nesse contexto, o mercado de títulos verdes ganhou destaque ao oferecer instrumentos de dívida destinados ao financiamento de projetos sustentáveis (Frydrych, 2021). Esses títulos tornaram-se um dos instrumentos financeiros mais relevantes para investidores que buscam apoiar iniciativas de mitigação das mudanças climáticas (World Bank Group, 2017).

Apesar de representarem um instrumento promissor, os títulos verdes ainda enfrentam diversos desafios. Sua emissão é um processo técnico e complexo, que envolve múltiplas partes interessadas com interesses frequentemente divergentes (Lee; Jeong, 2022). Há questionamentos sobre sua aplicabilidade e efetividade, especialmente no que diz respeito à disposição dos investidores em aceitar retornos menores em troca de benefícios ambientais comprovados, além das exigências de padronização, verificação,



certificação e relatório para garantir a integridade e credibilidade do mercado (Zhang et al., 2018).

Além disso, a falta de avanços consistentes nos padrões de verificação e de reporte representa uma limitação significativa, podendo criar tensão entre a expansão do mercado de títulos verdes e a necessidade de assegurar sua credibilidade (Sanderson, 2018). Assim, torna-se necessário incorporar tecnologias capazes de garantir maior transparência e rastreabilidade das informações sem elevar significativamente os custos das transações (Zhang et al., 2018).

Para que os títulos verdes mantenham sua integridade e conquistem a aceitação necessária no mercado, é essencial enfrentar e superar esses desafios, fortalecendo a confiança dos investidores e garantindo a alocação efetiva de recursos em iniciativas sustentáveis. Nesse sentido, atender às expectativas das partes interessadas torna-se um fator central na legitimação desses instrumentos, de modo que a Teoria da Legitimidade oferece uma contribuição teórica relevante para compreender esse alinhamento.

A Teoria da Legitimidade baseia-se na percepção de um “contrato social”, segundo o qual as organizações adotam práticas alinhadas às expectativas da sociedade para obter aprovação, recompensas e assegurar sua continuidade (Guthrie; Parker, 1989). Dessa forma, essa teoria se mostra aplicável ao contexto social e ambiental, uma vez que empresas podem recorrer a práticas sustentáveis como estratégia para conquistar, preservar ou restaurar sua legitimidade, fortalecendo o apoio dos stakeholders e garantindo acesso a recursos (Suchman, 1995).

O crescimento da popularidade dos títulos verdes pode, paradoxalmente, incentivar práticas de *greenwashing* (Shankar, 2022), à medida que empresas buscam se beneficiar de uma imagem ambientalmente responsável sem cumprir, de fato, compromissos sustentáveis. Isso reforça a necessidade de garantir a veracidade do desempenho ambiental das empresas emissoras, de modo a sustentar a legitimidade do mercado e impedir que práticas de *greenwashing* comprometam a confiança dos investidores.

Diante da significativa demanda por investimentos nesse contexto, a tecnologia pode desempenhar um papel relevante na mitigação desses desafios, oferecendo soluções que aumentem a transparência, a rastreabilidade e a confiança nesse mercado.



A crescente digitalização dos serviços financeiros tem incentivado o surgimento de soluções tecnológicas avançadas, que vêm transformando a forma como os consumidores se relacionam com o sistema financeiro (Sethi et al., 2025). Essas inovações atuam como agentes de mudança, nas quais a transformação digital desempenha um papel central na modernização do setor, promovendo práticas mais ágeis, seguras e acessíveis (Sethi et al., 2025).

Tecnologias emergentes, como o *blockchain*, desempenham um papel fundamental na transformação dos serviços financeiros ao possibilitar a automação de processos, aprimorar a análise de dados e melhorar a qualidade da experiência do usuário (Mention, 2019). Contudo, os estudos sobre a aplicação dessas tecnologias no setor financeiro ainda são limitados (Sethi et al., 2025).

Diante das evidências teóricas apresentadas, este estudo busca responder à seguinte questão: Como a tecnologia *blockchain* pode ser utilizada para garantir integridade e prevenir práticas de *greenwashing* no mercado de títulos verdes? O objetivo geral deste estudo é discutir os potenciais benefícios da aplicação da tecnologia *blockchain* no mercado de títulos verdes, com ênfase em sua capacidade de fortalecer a integridade e evitar práticas de *greenwashing*, promovendo, assim, o aumento da confiança dos investidores e a legitimação do mercado.

A urgência em promover a sustentabilidade é uma realidade incontestável, dada a gravidade dos desafios ambientais enfrentados globalmente, e, para isso, a mobilização de recursos financeiros é indispensável. O rápido crescimento do setor financeiro global destaca o papel das tecnologias, que se tornaram uma força transformadora nesse contexto (Sethi et al., 2025). A rápida expansão do *blockchain*, por exemplo, reflete as crescentes expectativas do mercado por inovação, eficiência de custos e adaptação às demandas dos consumidores, características particularmente valiosas que contribuem para o setor financeiro (Khalegi et al., 2024; Sethi et al., 2025).

Diante do avanço das tecnologias e da crescente digitalização em diversos setores, torna-se essencial que o mercado financeiro acompanhe esse movimento, incorporando inovações capazes de contribuir para sua modernização, eficiência e alinhamento às demandas contemporâneas. Nesse contexto, a presente pesquisa contribui para a literatura ao promover uma discussão sobre o potencial da tecnologia *blockchain* para atender a



essas exigências, oferecendo soluções capazes de fortalecer a integridade e a confiança no mercado de títulos verdes.

Assim, a originalidade deste estudo reside em sua abordagem interdisciplinar, ao integrar os campos das finanças sustentáveis e da inovação tecnológica, fundamentada na Teoria da Legitimidade como base analítica. Ao examinar como o uso da tecnologia *blockchain* pode contribuir para aprimorar a confiabilidade e a integridade no mercado de títulos verdes, o estudo busca evidenciar seu potencial para aumentar a confiança dos investidores e atrair capital alinhado aos princípios do desenvolvimento sustentável.

2. AVANÇOS NO MERCADO FINANCEIRO VERDE E O PAPEL DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

2.1 Finanças Sustentáveis e Títulos Verdes

O setor financeiro apresenta-se como um importante colaborador na aceleração da transição para a sustentabilidade (Maltais; Nykvist, 2020). As finanças verdes é um termo abrangente que envolve o financiamento sustentável voltado à promoção da proteção ambiental, iniciativas verdes socialmente inclusivas, incentivos à redução de emissões de carbono e ações de adaptação/mitigação das mudanças climáticas (Sharma et al., 2023).

No âmbito das finanças verdes, há uma ampla gama de produtos, como empréstimos privados, seguros, ações, derivativos, fundos tributários e investimentos (Noh, 2019), com uma literatura presente desde 2010; porém, o tema ganhou maior impulso a partir de 2015 devido ao anúncio dos ODS (Wang et al., 2020), atraindo maior atenção no campo acadêmico.

A crescente demanda por produtos financeiros relacionados à sustentabilidade reflete a preocupação dos investidores com questões ambientais e sociais, como igualdade de gênero, mudanças climáticas, pobreza, entre outras (Perote et al., 2023).

Diante dessas significativas transformações no panorama financeiro global, a sustentabilidade passou a ganhar destaque como fator central nas decisões de investimento e, assim, os títulos verdes emergiram como instrumentos financeiros inovadores capazes de conectar o investimento tradicional aos objetivos de sustentabilidade, possibilitando o financiamento de projetos com benefícios sustentáveis claros e mensuráveis (Wu et al., 2025).



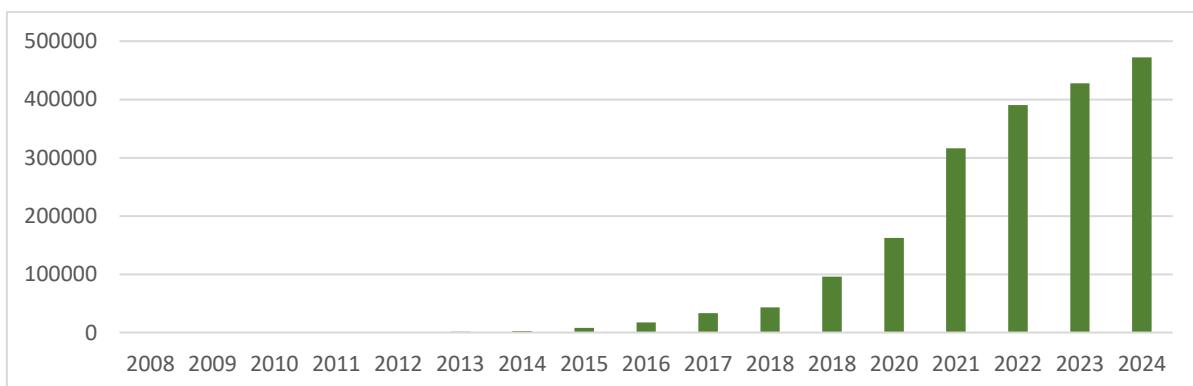
Os títulos verdes são instrumentos financeiros destinados ao financiamento de projetos que geram benefícios ambientais comprovados. Iniciativas comumente apoiadas por esses títulos incluem construções sustentáveis, conservação de recursos naturais, desenvolvimento de fontes de energia renovável, controle de emissões de carbono e outras ações voltadas à mitigação de impactos ambientais e promoção da sustentabilidade (Baker et al., 2022; Bhutta et al., 2022; Perote et al., 2023).

Para os emissores, as principais motivações para a emissão de títulos verdes incluem ampliar a base de investidores, reduzir o custo de capital e atender à crescente demanda por produtos financeiros alinhados a critérios de sustentabilidade (Maltais; Nykvist, 2020).

Dessa forma, os títulos verdes representam uma ferramenta estratégica que pode auxiliar emissores na mitigação dos impactos das mudanças climáticas, no financiamento de atividades com benefícios ambientais e até mesmo no início da transição para um modelo de negócios mais sustentável, oferecendo acesso a capital de dívida com custos reduzidos (Sangiorgi; Schopohl, 2021).

Com base nos dados coletados na base de dados *LSEG Workspace*, a qual reúne dados financeiros e de sustentabilidade de empresas em âmbito global, construiu-se a Figura 1, que apresenta a evolução das emissões de títulos verdes ao longo dos anos. As informações cobrem o período de 2008 a 2024 e mostram o valor total emitido anualmente. Essa análise permite visualizar a dinâmica de crescimento desse mercado e sua consolidação como um instrumento relevante no financiamento sustentável.

Figura 1 - Emissão de Títulos Verdes no Mundo por Ano (em milhões).



Fonte: Refinitiv Eikon (2024).



A primeira emissão de título verde ocorreu em novembro de 2008, realizada pelo Banco Mundial (Mao et al., 2023), marcando o início desse mercado voltado ao financiamento de projetos com benefícios ambientais. Entretanto, permaneceu relativamente pouco expressivo nos anos seguintes, com um crescimento mais substancial e consistente observado a partir de 2015. Esse avanço pode estar relacionado à ratificação do Acordo de Paris no mesmo ano, que impulsionou os compromissos globais com a sustentabilidade e intensificou a busca por instrumentos financeiros alinhados à transição para uma economia de baixo carbono (Bužinskė; Stankevičienė, 2023).

A tendência de crescimento contínuo no volume de emissões de títulos verdes ao longo dos anos evidencia o sucesso e a consolidação desse instrumento no mercado financeiro global. Esse aumento reflete o fortalecimento da demanda por investimentos sustentáveis, impulsionado tanto pelos compromissos internacionais relacionados às mudanças climáticas quanto pelo crescente interesse de investidores em alinhar seus portfólios a critérios ambientais.

2.2 Legitimidade dos Títulos Verdes

Segundo a literatura, a Teoria Institucional entende que o comportamento individual é regulado por padrões socialmente estabelecidos, incorporados por meio de normas e regras consolidadas na sociedade, compreensão que contribuiu para o desenvolvimento da Teoria da Legitimidade (Fonseca; Machado-da-Silva, 2002). Essa teoria considera que, para serem percebidas como legítimas, as empresas devem agir de acordo com crenças e normas institucionalizadas (Fonseca; Machado-da-Silva, 2002; Dias Filho; Machado, 2012).

Nesse sentido, Suchman (1995) define legitimidade como a percepção de que as ações de uma organização são apropriadas dentro de um sistema social construído com base em normas, valores, crenças e definições. Assim, as organizações buscam legitimar suas práticas por diversos motivos, alinhados aos objetivos que pretendem alcançar.

Seguindo essa concepção, a adoção de práticas de finanças sustentáveis pelas organizações pode ser motivada por diversos fatores, entre os quais se destacam: demonstrar práticas e negócios sustentáveis para garantir legitimidade diante das pressões sociais; evidenciar responsabilidade perante os *stakeholders* que se identificam com essas



demandas; e manter conformidade com práticas sustentáveis adotadas por outras organizações similares (Maltais; Nykvist, 2020).

O mercado global de títulos verdes representa hoje uma das formas mais desenvolvidas de financiamento verde, pois direciona recursos para iniciativas voltadas à mitigação de riscos ambientais e à exploração de oportunidades associadas à transição para uma economia de baixo carbono (Ameli et al., 2020). No entanto, a falta de padronização nesse mercado ainda levanta preocupações (Weber; Saravade, 2019), tornando essencial o fortalecimento do apoio institucional e da fiscalização por parte de atores sociais (Saravade; Weber, 2020).

Considerando que a aceitação e o desenvolvimento de qualquer mercado dependem de sua legitimidade institucional, torna-se fundamental investigar as dinâmicas e pressões institucionais que impulsionam o crescimento do mercado de títulos verdes (Saravade; Weber, 2020).

Moreira et al. (2014) destacam que a divulgação de ações de Responsabilidade Social Corporativa tornou-se uma ferramenta importante para a legitimidade organizacional. Além disso, segundo Fernando e Lawrence (2014), as organizações são incentivadas a alinhar suas práticas às normas e expectativas da sociedade, frequentemente influenciadas por pressões institucionais, *stakeholders* e pelo próprio ambiente institucional.

Alguns estudos evidenciam diferentes motivações que levam as organizações a se engajar no mercado de títulos verdes. Entre elas, Maltais e Nykvist (2020) destacam a busca por legitimidade e pela chamada “licença social para operar”, entendida como o reconhecimento por parte da sociedade de que a empresa adota práticas responsáveis. Outro fator relevante identificado na literatura é o papel da Responsabilidade Social Corporativa na construção de reputação e na redução da assimetria de informações entre investidores e organizações (Cook et al., 2019; Deng et al., 2013).

Nesse contexto, a Teoria da Legitimidade oferece um referencial teórico relevante para compreender o engajamento das organizações no mercado de títulos verdes. À medida que cresce a demanda por transparência, responsabilidade ambiental e alinhamento com valores sustentáveis, as empresas percebem esse mercado como uma oportunidade estratégica para demonstrar seu compromisso com práticas socialmente legitimadas. Assim, ao emitir títulos verdes, as organizações não apenas buscam captar



recursos financeiros, mas também fortalecer sua imagem institucional, atender às expectativas dos *stakeholders* e mitigar riscos reputacionais, reforçando sua legitimidade no cenário das finanças sustentáveis.

2.3 Entre o discurso e a prática: a credibilidade dos títulos verdes

As organizações têm buscado responder às crescentes demandas por transparência e *accountability* por parte dos *stakeholders*, além de atender às pressões institucionais que exigem conformidade com práticas sustentáveis e ambientalmente responsáveis (Maltais; Nykvist, 2020). Nesse contexto, diante das preocupações crescentes dos *stakeholders* em relação à sustentabilidade ambiental, as empresas têm adotado publicamente essas agendas como forma de fortalecer sua imagem corporativa e demonstrar alinhamento com tais expectativas (Saha; Darnton, 2005).

No entanto, as organizações têm sido criticadas por potenciais práticas de *greenwashing* na divulgação de informações (Gray, 2010), ao captar recursos para projetos verdes enquanto distorcem ou mascaram os resultados ambientais alcançados. O rápido e desordenado crescimento do mercado de títulos verdes tem exposto o setor a críticas, muitas vezes sendo interpretado como mera estratégia de *marketing*, em vez de uma abordagem genuína para direcionar recursos do mercado de títulos para o financiamento climático (Sanderson, 2018). Essa prática inadequada de distorção de resultados visa, entre outros objetivos, ampliar a reputação junto aos *stakeholders*, fortalecer a legitimidade e ampliar o acesso ao capital (Maltais; Nykvist, 2020).

Na maioria dos países, a emissão de títulos verdes ainda não é regulada, sendo guiada principalmente por padrões voluntários, como os *Green Bond Principles* (GBPs) ou similares (Maltais; Nykvist, 2020). A ausência de regulamentação obrigatória pode gerar falta de uniformidade nos critérios de elegibilidade, dificultando a verificação da alocação dos recursos e ampliando o risco de práticas como *greenwashing*, comprometendo a credibilidade e a efetividade desses instrumentos financeiros.

Considerando que os títulos verdes constituem um dos principais instrumentos financeiros voltados à sustentabilidade e estão em expansão, seu desenvolvimento requer atenção e discussões mais profundas, sobretudo quanto à sua estrutura, monitoramento e eficácia (dos Santos; Cherobim, 2022). Esses elementos são essenciais para evitar que o instrumento se torne apenas uma atração superficial para investidores, sem efetivamente



alcançar os objetivos ambientais que justificam sua emissão (KuNa-Marszałek; Marszałek, 2017).

Por um lado, estudos destacam as contribuições significativas dos títulos verdes para a redução de emissões de carbono e a promoção da sustentabilidade corporativa, como por meio de inovações tecnológicas que aumentam a eficiência energética das empresas (Mensah et al., 2018) e do uso de fontes de energia limpa em substituição às não renováveis (McInerney; Bunn, 2019).

Por outro lado, nos últimos anos têm surgido críticas ao instrumento, centradas no crescente ceticismo quanto à transparência na seleção de projetos e na mensuração de resultados, especialmente diante da possibilidade de práticas de *greenwashing* (Asgari, 2019; Kendal, 2019).

Assim, surgem incertezas sobre sua aplicabilidade e efetividade (Zhang et al., 2018), criando a necessidade de comprovação da veracidade das informações e de demonstração dos retornos gerados, com os benefícios ambientais esperados pelas empresas emissoras, garantindo a legitimidade de suas práticas ambientais.

Esse mercado tem crescido em tamanho e sofisticação; entretanto, há necessidade de atualização dos padrões de verificação e de relatórios para evitar tensões em torno de sua credibilidade, uma vez que emissores e investidores nem sempre conseguem comprovar que seus projetos geraram benefícios ambientais, o que pode levá-los a optar por títulos convencionais com custos equivalentes (Sanderson, 2018).

2.3 Tecnologia como estratégia para garantir a legitimidade dos títulos verdes

O processo de emissão de títulos é caracterizado por elevada complexidade técnica, envolvendo estruturas regulatórias heterogêneas, limitações de rastreabilidade e auditabilidade, falhas nos mecanismos de liquidação e um clima de desconfiança entre as partes envolvidas (Malamas et al., 2024). No caso específico dos títulos verdes, esses desafios são intensificados porque é necessário garantir que os recursos captados sejam direcionados a projetos com benefícios ambientais comprovados, o que implica custos adicionais relacionados à conformidade e à gestão administrativa (Malamas et al., 2024).

A diversidade de regulamentações existentes no mercado, somada a inconsistências nos marcos legais e à ausência de padrões universais obrigatórios,



dificulta a comparação entre mercados de títulos verdes de diferentes países, complicando o processo de análise e, consequentemente, aumentando os custos (Asgari, 2019).

Diante do crescente número de leis relacionadas às mudanças climáticas e à regulação das finanças verdes globalmente, o avanço de tecnologias que facilitem o cumprimento e a aplicação dessas normas torna-se necessário para oferecer aos *stakeholders* uma ferramenta de baixo custo, porém altamente eficiente e ágil, para atingir metas sustentáveis (Zhang et al., 2018).

A incorporação de avanços tecnológicos ao setor de serviços financeiros resultou em uma revolução digital, fenômeno amplamente conhecido como *Fintech* (Sethi et al., 2025). O termo deriva da combinação das palavras “*finance*” e “*technology*”, representando o surgimento de novos modelos de negócio que remodelaram o cenário financeiro, desafiando e transformando os serviços tradicionais (Geetha; Biju, 2024; Sethi et al., 2025). Passou a ser amplamente reconhecido como um conceito central que engloba o uso de tecnologias inovadoras na prestação e aprimoramento de serviços financeiros (Gai et al., 2018).

Com o avanço das inovações tecnológicas aplicadas às finanças sustentáveis, tecnologias como *blockchain*, inteligência artificial e *big data* emergem como ferramentas promissoras, oferecendo novas possibilidades para aprimorar o financiamento verde (Singh, 2022). A tecnologia *blockchain* pode possibilitar a criação de plataformas globais dedicadas às finanças sustentáveis, permitindo que informações sobre projetos e seus impactos ambientais sejam amplamente acessíveis a todos os stakeholders envolvidos (Furmanchuk, 2023).

O mercado de títulos verdes precisa se expandir, mas essa expansão depende de garantir credibilidade, verificação e transparência (Sanderson, 2018). Para que o mercado alcance seu pleno potencial, é essencial estabelecer (ou restaurar) a confiança dos investidores, e a tecnologia de registros distribuídos (*Blockchain*) oferece uma solução eficaz nesse sentido, visando fortalecer a confiança e a integridade do mercado.

A tecnologia *blockchain* consiste em um sistema descentralizado de registros digitais que assegura o armazenamento confiável, transparente e resistente a adulterações de dados, operando por meio de uma sequência conectada de blocos, cada um reunindo informações validadas por uma rede distribuída de usuários (Oliveira; Dias, 2024). Essa



estrutura visa impedir fraudes, eliminar intermediários e garantir a rastreabilidade das informações.

Em uma abordagem mais técnica, *blockchains* utilizam assinaturas criptográficas e métodos algorítmicos para registrar e sincronizar dados na rede de forma pública, imutável e descentralizada, tornando as transações resistentes a fraudes ou modificações maliciosas, ao criar um livro-razão imutável para registros (Schulz; Feist, 2021). Ao contrário dos sistemas centralizados, essa tecnologia opera por meio de uma rede distribuída de computadores que armazena e valida dados de forma descentralizada, eliminando a dependência de intermediários e autoridades centrais (Maltais; Nykvist, 2020).

Assim, o *blockchain* tem potencial para agregar maior segurança e transparência a todo o processo de transação de títulos verdes aplicados a projetos ambientalmente qualificados, rastreando a movimentação de todo o capital ao longo da cadeia de valor e divulgando aos investidores o impacto ambiental autêntico do título verde (Zhang et al., 2018).

Segundo Dorfleitner e Braun (2019), o uso de *blockchain* na emissão de títulos verdes oferece diversas vantagens significativas, como a ampliação do acesso a fontes de financiamento e investimento por meio de uma base mais diversificada de investidores, especialmente do setor privado, a redução de custos e ineficiências, a viabilização de processos de monitoramento, verificação e reporte mais robustos, a promoção de maior transparência, rastreabilidade e prestação de contas sobre o uso dos recursos, o que contribui para mitigar riscos de *greenwashing*.

Além disso, outros autores destacam que, por meio de seus mecanismos descentralizados e seguros, essa tecnologia pode ajudar a resolver conflitos entre agentes econômicos (problemas de agência), mitigar aversão ao risco entre participantes-chave, aumentar a transparência das transações por meio de contratos inteligentes e reduzir riscos morais, como superfaturamento e fraudes em práticas ambientais e de governança social (Lee; Jeong, 2022; Sanderson, 2018; Marke; Silvestre, 2018).

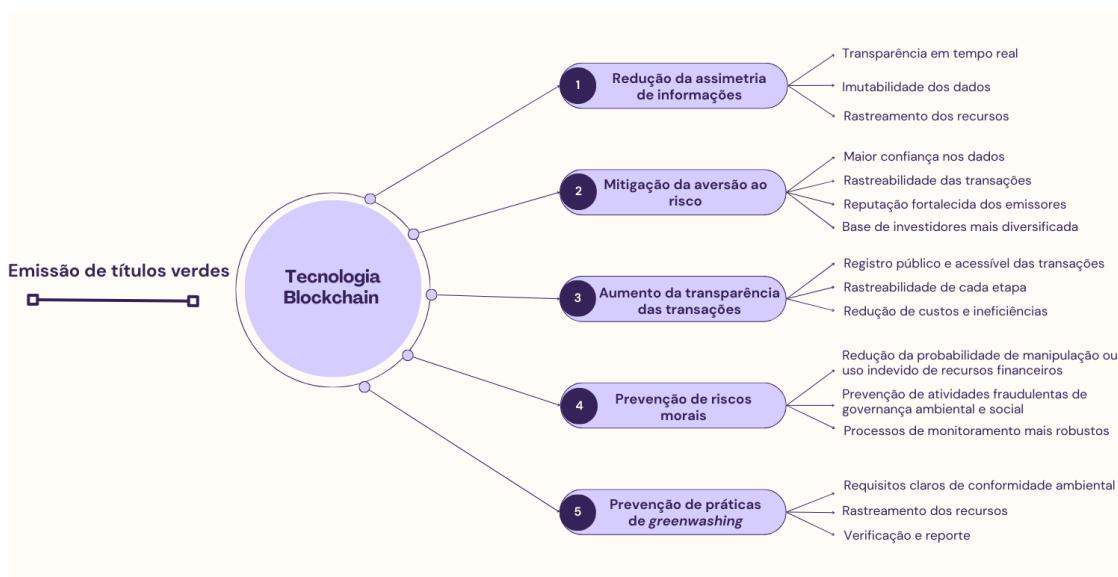
Diante dos benefícios que oferece, o *blockchain* apresenta-se como uma tecnologia promissora, que deve ser amplamente utilizada e integrada ao mercado de títulos verdes, sobretudo no contexto da busca por maior transparência, eficiência e confiança nas operações, considerando que esses títulos são uma ferramenta essencial



para o avanço da sustentabilidade, e que, para ampliar seu impacto, é fundamental garantir mecanismos que proporcionem maior legitimidade, rastreabilidade e credibilidade a esse mercado.

Para ilustrar os benefícios associados à aplicação da tecnologia *blockchain* no contexto dos títulos verdes, elaborou-se a Figura 2, organizando visualmente os principais tópicos e subtópicos discutidos ao longo deste estudo.

Figura 2 - Benefícios da Tecnologia *Blockchain* para o Mercado de Títulos Verdes



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

De acordo com a Figura 2, observa-se que, além de promover maior transparência, o *blockchain* contribui para reduzir assimetrias informacionais, mitigar aversão ao risco e evitar práticas como *greenwashing*. Esses elementos são interconectados e reforçam a confiança dos investidores, sendo essenciais para a consolidação de um mercado mais íntegro, eficiente e alinhado aos objetivos de desenvolvimento sustentável. Sob a perspectiva da Teoria da Legitimidade, esses avanços tecnológicos podem fomentar uma percepção positiva entre os stakeholders, fortalecendo a credibilidade e a aceitação social das organizações emissoras, o que, por sua vez, estimula o crescimento do financiamento verde.

Embora o *blockchain* apresente grande potencial para garantir rastreabilidade, transparência e segurança nas emissões de títulos verdes, sua adoção ainda enfrenta



desafios significativos (Sanderson, 2018). O autor destaca que, embora existam iniciativas públicas e privadas voltadas ao fortalecimento dos mecanismos de verificação desses títulos, os mercados ainda estão distantes de implementar sistemas robustos e amplamente rastreáveis baseados em *blockchain*. A falta de incentivos concretos e a limitada familiaridade dos agentes financeiros com essa tecnologia contribuem para a resistência à sua adoção (Sanderson, 2018). Nesse sentido, o autor enfatiza que a aplicação do *blockchain* no mercado institucional de títulos verdes ainda está em estágio inicial, exigindo esforços contínuos de disseminação, capacitação e regulamentação para torná-lo viável e atrativo em larga escala.

Para que essa tecnologia realize seu potencial na promoção do financiamento verde, é essencial um ambiente jurídico favorável. Embora ainda existam desafios relevantes, o *blockchain* oferece oportunidades para que a sociedade desenvolva novas abordagens sustentáveis, ajudando a superar algumas das principais barreiras que ainda limitam o investimento verde (Zhang et al., 2018).

Diante desse cenário promissor, espera-se que essa tecnologia alcance maior maturidade nos próximos anos, impulsionando avanços significativos e trazendo melhorias reais em eficiência, transparência e confiabilidade nos processos de financiamento verde (Schulz; Feist, 2021).

3. CONCLUSÕES

Este estudo foi motivado pela crescente necessidade de promover práticas sustentáveis, sendo o financiamento verde uma ferramenta fundamental para viabilizar projetos alinhados a objetivos ambientais, especialmente diante da escassez de recursos e dos desafios enfrentados pelo mercado de títulos verdes. Contudo, para que esse tipo de financiamento possa se ampliar e cumprir seu papel estratégico, é essencial fortalecer sua legitimidade, superando desafios relacionados à transparência, credibilidade e confiança por parte dos investidores e demais *stakeholders*.

Ao longo da pesquisa, buscou-se analisar as oportunidades proporcionadas pelo uso da tecnologia *blockchain* como estratégia para fortalecer a legitimidade dos títulos verdes, considerando seu potencial para registrar e verificar informações de forma segura, descentralizada e imutável.



Diante das discussões apresentadas, os resultados obtidos mostram que a tecnologia *blockchain* oferece um conjunto robusto de benefícios capazes de contribuir significativamente para a credibilidade e a efetividade dos títulos verdes.

Entre as principais vantagens identificadas, destacam-se o aumento da transparência nas transações, a redução da assimetria informacional, a mitigação da aversão ao risco por parte dos investidores e a prevenção de práticas como *greenwashing*. Além disso, a tecnologia permite o registro seguro, rastreável e imutável dos dados relacionados aos projetos financiados, promovendo maior controle, auditoria e confiança dos *stakeholders*. O uso de contratos inteligentes também se destacou como um recurso promissor para automatizar processos, assegurar o cumprimento de metas ambientais e garantir que os recursos captados sejam aplicados conforme os compromissos assumidos.

Assim, a tecnologia *blockchain* apresenta-se como uma ferramenta estratégica para fortalecer a legitimidade dos títulos verdes perante os *stakeholders*. À luz da Teoria da Legitimidade, observa-se que, ao atender às expectativas sociais relacionadas à responsabilidade ambiental e à integridade nas práticas financeiras, o uso do *blockchain* pode contribuir para a aceitação e o reconhecimento desses instrumentos no mercado. Espera-se que isso amplie o engajamento dos investidores, reduza a percepção de risco e apoie a consolidação das finanças sustentáveis como um mecanismo eficaz para enfrentar os desafios climáticos e promover o desenvolvimento sustentável.

Embora esta pesquisa tenha trazido uma contribuição relevante ao discutir o potencial do *blockchain* no fortalecimento da legitimidade dos títulos verdes, uma limitação a ser reconhecida é que a abordagem se concentrou em uma visão geral dos benefícios da tecnologia, sem aprofundar como sua implementação prática poderia ocorrer em diferentes jurisdições e sistemas regulatórios.

Dado o caráter inovador e o crescente interesse no uso de tecnologias para aprimorar os mercados de finanças sustentáveis, recomenda-se que pesquisas futuras explorem casos empíricos. Além disso, seria valioso investigar a efetividade de diferentes modelos regulatórios para integrar o *blockchain* aos sistemas financeiros sustentáveis, considerando especificidades regionais. A combinação do *blockchain* com outras inovações tecnológicas, como inteligência artificial e big data, também representa uma área promissora para estudos futuros, oferecendo oportunidades para otimizar a análise de impacto e a tomada de decisão no financiamento de projetos verdes.



- AMELI, N.; DRUMMOND, P.; BISARO, A.; GRUBB, M.; CHENET, H. Climate finance and disclosure for institutional investors: why transparency is not enough. **Climatic Change**, v. 160, n.4, p.565-589, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02542-2>
- ASGARI, N. **World's top pension fund warns against risk of green bond 'fad'**. Financial times, 2019. <https://www.ft.com/content/f844f1c2-998e-11e9-8cfb-30c211dcd229>.
- BAKER, M.; BERGSTRESSER, D.; SERAFEIM, G.; WURGLER, J. The pricing and ownership of US green bonds. **Annual review of financial economics**, v.14, n.1, p.415-437, 2022. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-111620-014802>
- BEI, J.; WANG, C. Renewable energy resources and sustainable development goals: Evidence based on green finance, clean energy and environmentally friendly investment. **Resources Policy**, v. 80, p.103194, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103194>
- BHUTTA, U. S.; TARIQ, A.; FARRUKH, M.; RAZA, A.; IQBAL, M. K. Green bonds for sustainable development: Review of literature on development and impact of green bonds. **Technological Forecasting and Social Change**, v.175, p.121378, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121378>
- BUŽINSKĖ, J.; STANKEVIČIENĖ, J. Analysis of success factors, benefits, and challenges of issuing green bonds in Lithuania. **Economies**, v.11, n.5, p.143-163, 2023. <https://doi.org/10.3390/economics11050143>
- CHEN, D. B. Central banks and blockchains: The case for managing climate risk with a positive carbon price. In Marke, A. (Ed.), **Transforming climate finance and green investment with blockchains** (pp. 201-216). Academic Press, 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B978012814447300015X>
- COOK, K. A.; ROMI, A. M.; SÁNCHEZ, D.; SANCHEZ, J. M. The influence of corporate social responsibility on investment efficiency and innovation. **Journal of Business Finance & Accounting**, v.46, n.3-4, p.494-537, 2019. <https://doi.org/10.1111/jbfa.12360>
- DENG, X.; KANG, J. K.; LOW, B. S. Corporate social responsibility and stakeholder value maximization: Evidence from mergers. **Journal of financial Economics**, v.110, n.1, p.87-109, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2013.04.014>
- DIAS FILHO, J. M.; MACHADO, L. H. B. Abordagens da pesquisa em contabilidade. In Iudíibus, S. & Lopes, A. B (coord), **Teoria Avançada da Contabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- DOS SANTOS, J. A. R.; CHEROBIM, A. P. M. S. Green Bonds: em busca de novos caminhos para tratativa conjunta de Finanças e Sustentabilidade. **Revista de Ciências da Administração**, v.24, n.64, p.79-95, 2022. <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2022.e80823>



FERNANDO, S.; LAWRENCE, S. A theoretical framework for CSR practices: Integrating legitimacy theory, stakeholder theory and institutional theory. **Journal of Theoretical Accounting Research**, v.10, n.1, p.149-178, 2014.

FONSECA, V. S.; MACHADO-DA-SILVA, C. L. Conversação entre Abordagens da Estratégia em Organizações: Escolha Estratégica, Cognição e Instituição. **Organizações & Sociedade**, v.9, n.25, p.93-109, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1984-92302002000300006>

FRYDRYCH, S. Green bonds as an instrument for financing in Europe. **Ekonoma i Prawo. Economics and Law**, v.20, n.2, p.239-255, 2021. <https://doi.org/10.12775/EiP.2021.014>.

FURMANCHUK, O. **The role of state finance audit in the system of accounting and analytical support of the state funds management system**. Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Україна, 2023. <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/33126>

GAI, K.; QIU, M.; SUN, X. A survey on FinTech. **Journal of Network and Computer Applications**, v.103, p.262-273, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.10.011>

GEETHA, S.; BIJU, A. V. N. Is green FinTech reshaping the finance sphere? Unravelling through a systematic literature review. **Environmental Science and Pollution Research**, v.31, n.2, p.1790-1810, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31382-y>

GUTHRIE, J.; PARKER, L.D. Corporate social reporting: a rebuttal of legitimacy theory. **Accounting and Business Research**, v.19, n.76, p.343-352, 1989.

KENDALL, J. **Clearer metrics are needed to assess green bond authenticity**. Financial Times, 2019. <https://www.ft.com/content/59f95c28-236d-32b2-af17-b50c1dd4df38>.

KHALEGI, F.; KADYRALIEV, A.; TURSUNALIEVA, D.; OROZBEKOV, A.; BIGALI, A. Blockchain and sustainable finance: Enhancing transparency and efficiency in green investments. **Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series Economics**, v.3, n.11, p.125-137, 2024. <https://doi.org/10.52566/msu-econ3.2024.125>

KUNA-MARSZAŁEK, A.; MARSZAŁEK, J. Some considerations on the green bonds market development. In: Proceedings of the 14th International Scientific Conference European Financial Systems 2017 (pp. 458-465). **International Scientific Conference**, Brno, Czech Republic. June, 2017.

LEE, K.J.; JEONG, H. A Framework for Digitizing Green Bond Issuance to Reduce Information Asymmetry. In Taghizadeh-Hesary, F., Hyun, S. (Eds). **Green Digital Finance and Sustainable Development Goals. Economics, Law, and Institutions in Asia Pacific**. Springer, Singapore, 2022.

MALAMAS, V.; DASAKLIS, T. K., ARAKELIAN, V.; CHONDROKOUKIS, G. A blockchain framework for digitizing securities issuance: the case of green bonds. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, v.14, n.3, p.569-595, 2024. <https://doi.org/10.1080/20430795.2023.2275212>



- MALTAIS, A.; NYKVIST, B. Understanding the role of green bonds in advancing sustainability. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, p.1-20, 2020.
<https://doi.org/10.1080/20430795.2020.1724864>
- MAO, Q.; MA, X.; SUN, Y. Study of impacts of blockchain technology on renewable energy resource findings. **Renewable Energy**, v.211, p.802-808, 2023.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.05.038>
- MARKE, A.; SYLVESTER, B. Decoding the current global climate finance architecture. In Marke, A. (Ed.), **Transforming climate finance and green investment with blockchains** (pp. 35-59). Academic Press, 2018.
- MCINERNEY, C.; BUNN, D. W. Expansion of the investor base for the energy transition. **Energy Policy**, v.129, p.1240-1244, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.035>
- MENSAH, C. N.; LONG, X.; BOAMAH, K. B.; BEDIAKO, I. A.; DAUDA, L.; SALMAN, M. The effect of innovation on CO₂ emissions of OCED countries from 1990 to 2014. **Environmental Science and Pollution Research**, v.25, p.29678-29698, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13136-w>
- MENTION, A. L. The future of fintech. **Research-Technology Management**, v.62, n.4, p.59-63, 2019. <https://doi.org/10.1080/08956308.2019.1613123>
- MIELKE, J.; STEUDLE, G. A. Green investment and coordination failure: an investors' perspective. **Ecological Economics**, v.150, p.88-95, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.018>
- MOREIRA, N. B.; DIAS FILHO, J. M.; GOMES, S. M. S.; CONCEIÇÃO, M. G. Fatores que Impactam a Divulgação Voluntária de Informações Socioambientais na Percepção dos Gestores. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – REUNIR**, 4 (1), 62-82, 2014.
- NOH, H. J. Financial strategy to accelerate green growth. In Sachs, J.; Woo, W.; Yoshino, N.; Taghizadeh-Hesary, F. (Eds.) **Handbook of Green Finance. Sustainable Development**. Springer, Singapore, 2018.
- OLIVEIRA, M. A.; DIAS, P. V. R. O impacto da utilização da tecnologia blockchain. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v.17, n.2, p.79-89, 2024.
- PEROTE, J.; VICENTE-LORENTE, J.D.; ZUÑIGA-VICENTE, J. A. How reactive is investment in US green bonds and ESG-eligible stocks in times of crisis? Exploring the COVID-19 crisis. **Finance Research Letters**, v.53, p.103638, 2023.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103638>
- SAHA, M.; DARNTON, G. Green companies or green con-panies: Are companies really green, or are they pretending to be?. **Business and society Review**, v.110, n.2, p.117-157, 2005.
- SANDERSON, O. How to trust green bonds: Blockchain, climate, and the institutional bond markets. In Marke, A. (Ed.), **Transforming climate finance and green investment with blockchains** (pp. 273-288). Academic Press, 2018.



SANGIORGI, I.; SCHOPOHL, L. Why do institutional investors buy green bonds: Evidence from a survey of European asset managers. **International Review of Financial Analysis**, v.75, p.101738, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101738>

SARAVADE, V.; WEBER, O. An institutional pressure and adaptive capacity framework for green bonds: insights from India's emerging green bond market. **World**, v.1, n.3, p.239-263, 2020. <https://doi.org/10.3390/world1030018>

SCHLOESSER, T.; SCHULZ, K. Distributed Ledger Technology and Climate Finance. In Taghizadeh-Hesary, F.; Hyun, S. (Eds.). **Green Digital Finance and Sustainable Development Goals** (pp. 265-286). Springer, Singapore, 2022.

SCHULZ, K.; FEIST, M. Leveraging blockchain technology for innovative climate finance under the Green Climate Fund. **Earth System Governance**, v.7, p.100084, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.esg.2020.100084>

SETHI, M.; BOHRA, N. S.; JOHRI, A.; ASIF, M. Emerging dimensions in Fintech: Insights from bibliometric analysis. **Digital Business**, v.5, n.1, p.100113, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2025.100113>

SHANKAR, R. Potential of Blockchain Based Tokenized Securities for Green Real Estate Bonds. In Gangwar,R.; Agrawalla, A.; Sreekumar, S. (Eds.) **Infrastructure Development-Theory, Practice and Policy** (pp. 88-99). London, Routledge, 2022.

SHARMA, G.D.; SHAHBAZ, M.; SINGH, S; CHOPRA, R.; CIFUENTES-FAURA, J. Investigating the nexus between green economy, sustainability, bitcoin and oil prices: Contextual evidence from the United States. **Resources Policy**, v.80, p.103168, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103168>

SINGH, V. K. Regulatory and Legal Framework for Promoting Green Digital Finance. In Taghizadeh-Hesary, F.; Hyun, S. (Eds.). **Green Digital Finance and Sustainable Development Goals** (pp. 3-27). Springer, Singapore, 2022.

SUCHMAN, M. C. Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. **Academy of Management Review**, v.20, n.3, p.571-610, 1995. <https://doi.org/10.5465/amr.1995.9508080331>

WANG, C.N.; LARSEN, M.L.; WANG, Y. Addressing the missing linkage in sustainable finance: the 'SDG Finance Taxonomy'. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, v.12, n.2, p.630-637, 2020. <https://doi.org/10.1080/20430795.2020.1796101>

WANG, M.; LI, X.; WANG, S. Discovering research trends and opportunities of green finance and energy policy: A data-driven scientometric analysis. **Energy Policy**, v.154, p.112295, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112295>

WEBER, O.; SARAVADE, V. **Green bonds: current development and their future**. Centre for International Governance Innovation, paper n 210, 2019. https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/Paper%20no.210_0.pdf

WORLD BANK GROUP. **Russia green finance for climate and environmental protection**. 2017. https://www.mnr.gov.ru/upload/files/docs/1_vs_bank.pdf.



WU, J.; RAGHUPATHI, W.; RAGHUPATHI, V. An Exploratory Study of the Association Between Green Bond Features and ESG Performance. **Sustainability**, v.17, n.5, p.2094, 2025. <https://doi.org/10.3390/su17052094>

ZHANG, X.; ARANGUIZ, M.; XU, D.; ZHANG, X.; XU, X. Utilizing blockchain for better enforcement of green finance law and regulations. In In Marke, A. (Ed.), **Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains** (pp. 289-301). Academic Press, 2018.

Submetido em: 01 de novembro de 2025.

Aprovado em: 01 de dezembro de 2025.

Publicado em: 01 de janeiro de 2026.