



REESMA, Humaitá - Amazonas, Volume XX, nº 2, jul-dez. 2026, p. 524-549.

SEGURANÇA E TRANSPARÊNCIA PARA OS TÍTULOS VERDES: UMA ANÁLISE DA ADOÇÃO DO BLOCKCHAIN NA AMÉRICA LATINA

SECURITY AND TRANSPARENCY FOR GREEN BONDS: AN ANALYSIS OF BLOCKCHAIN ADOPTION IN LATIN AMERICA

Fernanda Beatryz Rolim Tavares¹

Resumo: Iniciativas sustentáveis têm se tornado uma prioridade global, especialmente diante da crescente urgência em mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Nesse contexto, os títulos verdes se destacam como instrumentos relevantes para suprir os recursos financeiros necessários à transição ecológica. Contudo, sua eficácia ainda enfrenta desafios importantes, como a credibilidade das emissões e a prevenção de práticas como o *greenwashing*. A tecnologia *blockchain* tem sido apontada como uma ferramenta promissora para reforçar a transparência, a rastreabilidade e a confiança nesses instrumentos. Este estudo tem como objetivo analisar a adoção da tecnologia *blockchain* nas emissões de títulos verdes na América Latina, uma região que tem apresentado crescimento no mercado de finanças sustentáveis. Trata-se de uma pesquisa de abordagem quantitativa, baseada em uma amostra de 62 títulos emitidos. Os resultados não indicaram associação significativa entre o uso da tecnologia e o valor das emissões, tampouco entre os países emissores. Conclui-se, portanto, que, na atual configuração do mercado latino-americano, a adoção da tecnologia *blockchain* em títulos verdes ainda ocorre de forma incipiente, não estando necessariamente associada à magnitude dos valores emitidos nem à origem geográfica. Isso sugere um uso ainda disperso e dependente de decisões estratégicas ou institucionais específicas.

Palavras-chave: América Latina; *Blockchain*; Finanças sustentáveis; Títulos verdes.

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: Sustainable initiatives have become a global priority, especially in light of the growing urgency to mitigate the effects of climate change. In this context, green bonds stand out as relevant instruments to provide the financial resources needed for the ecological transition. However, their effectiveness still faces important challenges, such as the credibility of issuances and the prevention of practices such as greenwashing. Blockchain technology has been pointed out as a promising tool to strengthen transparency, traceability, and trust in these instruments. This study aims to analyze the adoption of blockchain technology in green bond issuances in Latin America, a region that has shown growth in the sustainable finance market. This is a quantitative study based on a sample of 62 issued bonds. The results did not indicate a significant association between the use of the technology and the value of the issuances, nor among the issuing countries. It is therefore concluded that, in the current configuration of the Latin American market, the adoption of blockchain technology in green bonds is still incipient and is not necessarily associated with the magnitude of the issued values or with geographic origin. This suggests a still dispersed use, dependent on specific strategic or institutional decisions.

Keywords: Latin America; Blockchain; Sustainable finance; Green bonds.



1 INTRODUÇÃO

Diante do compromisso assumido pelos países no âmbito do Acordo de Paris, a fim de mitigar os efeitos das mudanças climáticas, emergem importantes questionamentos sobre os caminhos e os mecanismos necessários para alcançar tais objetivos (Gomes et al., 2022). O enfrentamento das mudanças climáticas tornou-se um consenso global, levando diversos países a assumirem compromissos formais com a neutralidade de carbono (Han; Li, 2022). Entre os desafios mais urgentes e complexos da atualidade está a transição de uma economia com altas emissões de carbono para uma de baixo carbono, assim como a necessidade de reduzir os impactos causados pelas mudanças climáticas (Sangiorgi; Schopohl, 2021).

Os países em desenvolvimento enfrentam maiores desafios nesse contexto, pois, em geral, esses países não dispõem dos recursos técnicos, financeiros e institucionais necessários para lidar adequadamente com os riscos climáticos (Chirisa et al., 2021). Um dos principais desafios desses países é angariar recursos necessários para investir em ações que beneficiem o meio ambiente (Gianfrate; Peri, 2019). Enfrentar a crise climática exige a alocação crescente de recursos financeiros para as áreas urbanas do Sul Global, colocando esse esforço no centro das ações climáticas e das agendas de desenvolvimento sustentável (Diesendorf, 2010; Parmesan et al., 2022).

Entretanto, atingir esses objetivos demanda elevados volumes de investimento, sendo que os recursos públicos são insuficientes para cobrir todas as necessidades (Han; Li, 2022). Assim, o setor privado torna-se essencial para suprir essa lacuna, o que exige que o sistema financeiro apoie, de forma orientada pelo mercado, iniciativas e financiamentos voltados à sustentabilidade (Han; Li, 2022).

Um instrumento de dívida que tem se destacado nos últimos anos é o título verde, atraindo a atenção de investidores e responsáveis por políticas públicas, em razão de sua capacidade de fomentar o investimento em iniciativas com foco ambiental (Sangiorgi; Schopohl, 2021). Os títulos verdes são instrumentos de renda fixa destinados ao financiamento de projetos ambientalmente sustentáveis, como iniciativas em energia renovável e construções com eficiência energética, podendo ser emitidos tanto por entidades públicas quanto por instituições privadas (Kanamura, 2020).

Os títulos verdes têm desempenhado um papel relevante na viabilização da transição para uma economia de baixo carbono e vêm se consolidando como uma das



principais ferramentas de financiamento sustentável, especialmente para empresas atuantes em setores voltados à economia verde (Han; Li, 2022; Kaminker et al., 2018; Dou; Qi, 2019). Han e Li (2022) retratam quatro principais aspectos que os diferenciam de títulos comuns: a destinação dos recursos exclusivamente para projetos verdes elegíveis, a adoção de critérios específicos para avaliação e seleção desses projetos, a gestão direcionada dos fundos captados e a exigência de prestação de contas por meio de relatórios periódicos.

Segundo Han e Li (2022), o mercado de títulos verdes tem experimentado uma rápida expansão global nos últimos anos, impulsionado pelo crescente interesse de instituições de investimento tradicionais em práticas sustentáveis. Os autores relatam que esses investidores têm direcionado seus recursos para ativos que não apenas demonstram compromisso com a mitigação das mudanças climáticas, mas que também oferecem retornos relativamente estáveis no longo prazo.

Apesar do potencial dos títulos verdes como mecanismo de financiamento sustentável, sua emissão ainda enfrenta importantes desafios que representam obstáculos para garantir a credibilidade e a efetividade desse mercado, como questões da falta de padronização, a necessidade de verificação externa, certificação adequada e exigências rigorosas de transparência e prestação de contas (Zhang et al., 2018).

A integração entre títulos verdes e tecnologias financeiras tem favorecido o desenvolvimento de soluções inovadoras para os desafios do mercado, ao possibilitar uma melhor alocação de recursos, maior transparência nas finanças e mais eficiência nas operações financeiras, conforme argumentam (Le et al., 2021). Assim, uma alternativa seria adotar tecnologias que promovam maior transparência e rastreabilidade das informações, garantindo a confiabilidade do processo sem gerar aumentos significativos nos custos de transação (Zhang et al., 2018). Nesse contexto, a tecnologia *blockchain* desponta como uma solução promissora para esses desafios, fortalecendo a confiança entre emissores, investidores e demais partes interessadas (Malamas et al., 2024).

Considerando que os países em desenvolvimento enfrentam maiores restrições financeiras (Shang et al., 2023) e dependem do financiamento sustentável para lidar com os impactos das mudanças climáticas e avançar em sua transição ecológica, torna-se fundamental compreender como essas nações têm buscado garantir a integridade e a transparência nas emissões de títulos verdes.



A América Latina é uma região ampla e heterogênea, a qual desempenha um papel estratégico tanto no mercado de títulos verdes quanto na gestão do capital natural em escala global (Mejía-Escobar et al., 2021). É reconhecida pelas Nações Unidas como uma região de renda média, mas que enfrenta níveis elevados de desigualdade, que se refletem em diferentes graus de compromisso ambiental, maturidade dos mercados de capitais e estágios de desenvolvimento no mercado de títulos verdes (Mejía-Escobar et al., 2021). Nessa região, o crescimento acelerado da população urbana, aliado ao aumento dos impactos ambientais, tem gerado um efeito cumulativo que intensifica as vulnerabilidades frente às mudanças climáticas (Mi et al., 2019; Reckien et al., 2017).

Nesse cenário, o avanço das finanças verdes torna-se essencial para viabilizar a transição sustentável. A ampliação do uso de instrumentos como os títulos verdes é especialmente relevante para a região, dado o desafio de conciliar crescimento urbano, preservação ambiental e metas climáticas ambiciosas, tornando-se relevante políticas públicas mais robustas e maior compromisso dos governos em fomentar projetos verdes, considerando as disparidades estruturais entre os países latino-americanos (Almeida; Filkova, 2019).

A partir dessa discussão, emerge a seguinte questão de pesquisa: “Existe diferença na adoção da tecnologia *blockchain* nas emissões de títulos verdes da América Latina?”. Dessa forma, o objetivo deste estudo é analisar a incorporação da tecnologia *blockchain* nas emissões de títulos verdes na América Latina, com foco em identificar se existem diferenças significativas na adoção dessa tecnologia entre os principais países emissores da região. Adicionalmente, serão realizados testes estatísticos complementares para examinar variações nas características das emissões, como valor financeiro e prazo de maturidade, contribuindo para uma compreensão mais ampla dos fatores que influenciam a segurança e a transparência desses títulos.

O mercado global de títulos verdes é amplamente dominado por países desenvolvidos e economias emergentes de grande porte, como os Estados Unidos, os países da Europa Ocidental e a China (Herrera, 2024). No contexto do Sul Global, as emissões de títulos verdes somaram US\$ 323,4 bilhões entre 2012 e 2021, sendo a China responsável por 68% desse total, seguida pela América Latina com 10,3% e pela África com 1,32% (Herrera, 2024). Embora a maior parte dos estudos se concentre em países desenvolvidos, torna-se relevante direcionar o olhar para a América Latina, não apenas



por seu crescimento gradual no volume de emissões, mas também para compreender como países da região têm buscado garantir a credibilidade e a transparência dessas operações. Compreender a adoção de tecnologias como o *blockchain*, que pode aumentar a segurança e rastreabilidade nas emissões, permite revelar avanços, limitações e oportunidades específicas para o fortalecimento do financiamento sustentável na região.

Como contribuição teórica, o estudo visa a ampliação da compreensão sobre a legitimidade no campo dos títulos verdes, ao considerar os riscos associados ao *greenwashing* e os mecanismos capazes de mitigá-los. Partindo do pressuposto de que a legitimidade organizacional depende da percepção social de que as práticas divulgadas correspondem efetivamente aos compromissos assumidos, a pesquisa destaca o papel do *blockchain* como um recurso tecnológico que pode fortalecer a transparência e a rastreabilidade das emissões.

Além disso, ao integrar a análise da tecnologia *blockchain* com uma abordagem quantitativa aplicada aos principais países emissores da região, este estudo se destaca por abordar uma perspectiva ainda pouco explorada na literatura. Assim, a pesquisa oferece um passo inicial relevante na consolidação de uma abordagem empírica sobre o tema, fornecendo evidências que podem estimular futuras investigações e ampliar o debate acadêmico.

No âmbito prático, a pesquisa contribui com a proposta de investigar como o uso do *blockchain* pode ampliar a segurança e a confiabilidade no mercado de títulos verdes, reduzindo o risco de práticas de *greenwashing*. Essa perspectiva favorece a transparência nas informações divulgadas, o monitoramento dos recursos e a rastreabilidade dos projetos financiados, fortalecendo a confiança dos investidores e ampliando a atratividade desse mercado. Assim, os resultados podem apoiar reguladores, empresas e instituições financeiras na formulação de estratégias e políticas que alinhem eficiência de mercado com compromissos socioambientais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A responsabilidade ambiental diz respeito ao compromisso das empresas não apenas com os interesses dos acionistas, mas também com os valores sociais mais amplos e com a preservação da relação entre as atividades humanas e o meio ambiente (Holtbrügge; Dögl, 2012).



Esse compromisso ganha ainda mais relevância no contexto atual, em que os países em desenvolvimento apresentam um aumento significativo nas emissões de CO₂, impulsionado principalmente pelos padrões de consumo das camadas socioeconômicas mais altas (Gore, 2015), o que reforça a necessidade de discutir mecanismos capazes de reverter essa trajetória.

Nesse sentido, políticas e iniciativas relacionadas às mudanças climáticas, especialmente nas finanças verdes, têm avançado rapidamente na América Latina à medida que governos e setores estratégicos reconhecem a urgência de investir em infraestrutura verde e impulsionar o desenvolvimento sustentável (Almeida; Filkova, 2019).

Segundo Tolliver *et al.* (2020), os títulos verdes representam uma ferramenta financeira eficaz para incentivar políticas de redução de emissões, promover o desenvolvimento sustentável de longo prazo e aprimorar projetos ambientais em curso, contribuindo assim para o cumprimento das metas estabelecidas no Acordo de Paris.

Formuladores de políticas têm promovido, de forma crescente, a emissão de títulos verdes como uma estratégia de financiar diretamente ações de combate à degradação ambiental e às mudanças climáticas (Liu *et al.*, 2024). Esses títulos têm o potencial de atenuar significativamente as restrições financeiras voltadas à sustentabilidade, proporcionando suporte preferencial para que as empresas invistam em iniciativas ambientalmente responsáveis, como a geração de energia renovável, o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono e a melhoria da governança ambiental e do controle da poluição (Huang *et al.*, 2022; Mbanyele *et al.*, 2022).

Os títulos verdes desempenham um papel relevante tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento na transição para economias de baixo carbono (Cochu *et al.*, 2016; Jun *et al.*, 2016). No entanto, seu papel torna-se ainda mais relevante nos países em desenvolvimento, onde mercados financeiros menos maduros e estruturas institucionais frágeis demandam mecanismos alternativos e mais eficientes de financiamento sustentável (Bansal *et al.*, 2023).

Embora o mercado de títulos verdes tenha uma expansão significativa nos países desenvolvidos, seu desempenho nos países em desenvolvimento permanece aquém do potencial (Deschryver; Zhang, 2020; Tang; Zhang, 2020), refletindo uma lacuna substancial entre o volume de recursos captados por meio desses instrumentos e as reais



necessidades de financiamento para projetos ambientais nessas economias (Buchner *et al.*, 2014).

Os países desenvolvidos foram pioneiros na implementação de ações voltadas às finanças verdes, construindo ao longo do tempo uma base financeira sólida para sustentar seus projetos climáticos (Neuhoff *et al.*, 2009). Em contraste, os países em desenvolvimento enfrentam limitações estruturais em seus sistemas financeiros, sendo a escassez de recursos uma das principais barreiras para a implementação de iniciativas voltadas à adaptação e mitigação climática (Mirza, 2003). Como resultado, esses países tornaram-se fortemente dependentes das promessas feitas por nações desenvolvidas de mobilizar US\$ 100 bilhões anuais para apoiar projetos climáticos nos países mais vulneráveis (UNFCCC, 2009).

No entanto, Pickering *et al.* (2015) alertam que essas metas de financiamento internacional tendem a ser insuficientes para que os países em desenvolvimento alcancem, de forma autônoma, seus compromissos de redução de emissões. Nesse cenário, o fortalecimento do mercado de títulos verdes surge como uma alternativa promissora para viabilizar o financiamento de projetos sustentáveis nessas economias (Banga, 2019).

Os títulos verdes têm ganhado destaque como uma alternativa relevante de financiamento para enfrentar os desafios ambientais e climáticos para os países em desenvolvimento; contudo, a crescente desconfiança quanto à integridade desses instrumentos, especialmente diante de possíveis práticas de *greenwashing*, gera incertezas sobre sua efetividade em promover mudanças reais no comportamento ambiental de empresas com elevado impacto poluidor (Liu *et al.*, 2024).

Nesse sentido, a Teoria da Legitimidade contribui para compreender o comportamento de emissores e investidores no mercado de títulos verdes, destacando a importância da conformidade com normas, expectativas sociais e regulatórias. Organizações buscam alinhar-se com práticas sustentáveis não apenas por obrigações legais ou financeiras, mas também como uma estratégia para assegurar sua aceitação social e demonstrar responsabilidade diante de partes interessadas e reguladores (Tuhkanen; Vulturius, 2020; Maltais; Nykvist, 2021).

O *greenwashing* compromete a confiança no mercado e pode gerar consequências ambientais adversas de grande relevância (Christodoulou *et al.*, 2023). Assim, a adoção



de políticas de transparência torna-se fundamental para garantir a confiabilidade dos títulos verdes e mitigar o risco de *greenwashing*. Ao atender às expectativas institucionais e sociais, emissores aumentam sua legitimidade e, conseqüentemente, sua capacidade de atrair recursos por meio desses instrumentos financeiros, sobretudo em mercados que ainda enfrentam desconfiança ou fragilidades regulatórias.

Nesse cenário, a tecnologia *blockchain* surge como uma alternativa promissora para fortalecer a legitimidade dos títulos verdes. Por meio de sua capacidade de assegurar transparência, rastreabilidade e verificação descentralizada das informações, o *blockchain* pode contribuir para a construção da confiança dos investidores e demais *stakeholders* (Lee; Jeong, 2022; Sanderson, 2018; Zhang *et al.*, 2018).

O *blockchain* pode ser compreendido como um registro digital descentralizado, estruturado em blocos encadeados de informações, que possibilita o armazenamento e a validação de transações de forma imutável e auditável (Carayannis *et al.*, 2022). Diferente dos sistemas centralizados, o *blockchain* opera por meio de uma rede distribuída de computadores que armazena e valida dados, dispensando intermediários ou autoridades centrais, em que cada bloco de informações é criptografado e conectado ao anterior, formando uma cadeia que garante a integridade, a segurança e a transparência das transações, sendo esse registro mantido coletivamente pelos usuários que, por meio de mecanismos de consenso, asseguram a veracidade das informações registradas (Christodoulou *et al.*, 2023). Essa característica garante que os dados registrados não possam ser alterados posteriormente e permaneçam acessíveis para verificação pública.

Seguindo o exposto apresentado por Christodoulou *et al.* (2023), a aplicação da tecnologia *blockchain* tem se expandido em diferentes setores, como por exemplo, na gestão de cadeias de suprimentos, sendo utilizada para rastrear a origem e o percurso de mercadorias, assegurando práticas éticas e sustentáveis (Chang *et al.*, 2022); no mercado imobiliário, para registrar propriedades e transações de forma segura, na tentativa de reduzir riscos de fraude e fortalecer a confiabilidade do setor (Saari *et al.*, 2022); na saúde, pode contribuir para o armazenamento de dados seguros, o rastreamento de medicamentos e o aprimoramento de processos administrativos (Christodoulou *et al.*, 2020; Odeh *et al.*, 2022; Ratta *et al.*, 2021); e no campo financeiro, como um instrumento promissor para mitigar riscos de lavagem de dinheiro, ao permitir maior rastreabilidade e *accountability* nas transações (Christodoulou *et al.*, 2023).



Com base nessa perspectiva, considera-se que a busca por legitimidade e confiança no mercado pode influenciar diretamente a forma como os emissores estruturam suas operações. Em economias em desenvolvimento, onde os desafios institucionais são mais pronunciados, espera-se que emissões de maior valor sejam acompanhadas por um maior uso de tecnologias que reforcem a transparência e a segurança. Diante disso, propõe-se a seguinte hipótese:

Hipótese 1 (H_1): Emissões de títulos verdes com valores mais elevados apresentam maior uso da tecnologia *blockchain* nos países em desenvolvimento, como forma de garantir segurança e transparência nas operações.

Dessa forma, a hipótese proposta será testada por meio da comparação do uso da tecnologia *blockchain* em diferentes níveis de valores de emissão de títulos verdes, buscando identificar se, à medida que os valores das emissões aumentam, há maior preocupação dos emissores com a confiabilidade e transparência das operações, refletida na adoção dessa tecnologia.

3. METODOLOGIA

A pesquisa é de abordagem quantitativa e de natureza exploratória, com a utilização de dados de secundários. A amostra da pesquisa foi construída a partir dos dados disponíveis na *Green Bond Transparency Platform* (GBTP), iniciativa desenvolvida pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) com o objetivo de fomentar investimentos verdes na América Latina e no Caribe, visando padronizar e harmonizar a divulgação de informações sobre títulos verdes. Para compor a amostra, foram filtrados os países que apresentavam pelo menos cinco emissões registradas na plataforma até o momento da coleta (março de 2025), resultando na inclusão de Brasil, Argentina e Chile. Esse critério foi adotado para evitar discrepâncias significativas no número de observações entre os grupos, o que poderia prejudicar a análise estatística e a interpretação dos resultados. Assim, foram selecionados todos os 62 títulos verdes disponíveis na base de dados, emitidos entre 2017 e 2023.

Para a realização da análise, foram consideradas variáveis que possibilitam examinar o proposto pela pesquisa. A variável da emissão dos títulos verdes está relacionada ao valor monetário dessas emissões e foi utilizada por meio do seu logaritmo, a fim de normalizar a distribuição dos dados e reduzir possíveis distorções causadas por



valores muito elevados. Essa mesma variável referente ao valor das emissões, inicialmente contínua, foi posteriormente transformada em categorias, com o intuito de facilitar comparações estatísticas entre grupos. Para isso, os valores foram classificados em quatro níveis distintos, representando diferentes magnitudes de emissão de títulos verdes.

A variável que representa o tempo de maturidade dos títulos foi inicialmente obtida a partir da diferença entre a data de vencimento e a data de emissão. Posteriormente, os prazos foram categorizados em três grupos: curto, médio e longo prazo. A classificação adotada considerou como curto prazo os títulos com até 5 anos de maturidade; médio prazo, aqueles entre 5 e 10 anos; e longo prazo, os títulos com maturidade superior a 10 anos. Essa categorização visa facilitar a análise comparativa dos títulos de acordo com sua duração.

A variável grupo de países foi construída com o objetivo de possibilitar comparações entre as emissões de diferentes contextos nacionais. Para isso, foram agrupadas as emissões de títulos verdes conforme o país de origem da emissão, resultando em três categorias: Brasil, Argentina e Chile.

A variável *checksum* foi utilizada como um indicador indireto da utilização de tecnologias baseadas em *blockchain* nos títulos verdes analisados. O *checksum* é um código gerado a partir das informações de uma transação digital, funcionando como uma espécie de selo de verificação. Quanto maior o número de *checksums* associados a um título, maior tende a ser o nível de rastreabilidade, transparência e, potencialmente, segurança da emissão. Dessa forma, essa variável foi empregada como uma *proxy* para avaliar a presença e o grau de confiabilidade oferecido pela adoção do *blockchain* nas emissões analisadas.

Para obter uma visão geral da amostra, foram realizadas análises descritivas dos dados coletados na pesquisa. Em seguida, foram aplicados testes de diferença de médias, utilizando a Análise de Variância (ANOVA), com o intuito de verificar se há variações estatisticamente significativas das variáveis de interesse entre os diferentes grupos definidos. Esse procedimento foi complementado pelo teste *post hoc* de Tukey-Kramer, permitindo identificar quais pares de grupos apresentaram diferenças significativas entre si.



Todas as etapas de tratamento, categorização e análises estatísticas foram operacionalizadas por meio do *software* Stata 17, que permitiu a organização da base de dados, a execução dos testes estatísticos e a geração dos *outputs* necessários para a análise dos resultados.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística descritiva e inferencial

A Tabela 1 exibe a estatística descritiva das variáveis utilizadas nesta pesquisa, fornecendo um resumo das principais medidas estatísticas associadas a cada variável.

Tabela 1 - Análise descritiva das variáveis do estudo

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Valor das emissões (USD)	62	152.000.000	267.000.000	1.127.672	1.500.000.000
Prazo de maturidade	62	10,32	10,03	1	60
Checksum	62	3,74	2,00	1	12

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

O volume das emissões de títulos verdes, expresso em dólares, apresenta uma média de 152 milhões (em USD) com um desvio padrão de 267 milhões (em USD), variando entre aproximadamente 1,13 milhões (em USD) e 1,5 bilhões (em USD). Neste momento, a escolha de manter os valores monetários das emissões em dólares foi motivada pelo objetivo de proporcionar uma visão mais clara e intuitiva dos valores absolutos. Esses dados indicam uma ampla variação no valor das emissões, com a maioria dos títulos se concentrando em valores abaixo de 1 bilhão de dólares, mas com algumas emissões significativamente mais altas.

A variável do prazo de maturidade apresenta uma média de 10,32 anos, com um desvio padrão de 10,03 anos. O tempo de maturidade dos títulos varia de 1 ano até 60 anos, refletindo a diversidade de prazos de vencimento nas emissões de títulos verdes. A maior parte dos títulos está concentrada em prazos relativamente curtos, mas a amostra também inclui títulos com prazos consideravelmente longos.

A variável *checksum*, que representa a quantidade de códigos associados a cada título, tem uma média de 3,74 e um desvio padrão de 2,01. Os valores variam entre 1 e 12, sugerindo que a maioria das emissões utiliza um número reduzido de códigos de *checksum*, com algumas emissões se destacando por um número significativamente



maior. Isso pode indicar um uso mais intensivo de *blockchain* em determinados títulos, possivelmente refletindo uma maior ênfase em segurança e transparência.

Com o intuito de explorar as possíveis particularidades entre os países emissores, foi realizada uma análise descritiva segmentada por grupo de países. Essa abordagem permite observar variações nos padrões de emissão, maturidade dos títulos e nível de uso de *blockchain*, fornecendo indícios preliminares sobre as diferenças contextuais que podem influenciar os resultados. A Tabela 2 apresenta as médias das principais variáveis analisadas para Brasil, Argentina e Chile, possibilitando uma visualização comparativa entre os grupos.

Tabela 2 - Análise descritiva das variáveis do estudo por países

Variável	Países		
	Brasil	Argentina	Chile
Valor das emissões (USD)	87.500.000	58.100.000	585.000.000
Prazo de maturidade	10,45	4,81	19,55
Checksum	3,78	3,62	3,77
Obs.	37	16	9

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A análise descritiva revela que o Brasil lidera o número de emissões com 37 registros, seguido pela Argentina com 16 e o Chile com 9 emissões. Esse padrão reflete a maior maturidade e dinamismo do mercado financeiro desses países no contexto latino-americano. O resultado está em consonância com o estudo de Knock *et al.* (2022), que destaca que, entre os países em desenvolvimento, o Brasil figura como um dos principais mercados de títulos verdes em termos de volume emitido, apoiado por um sistema financeiro mais desenvolvido em comparação a outras economias emergentes. Perin (2025) reforça essa ideia ao afirmar em seu estudo que o Brasil tem um sistema financeiro organizado e eficiente, e isso é visto como uma vantagem que pode ajudar o país a se destacar no mercado de finanças verdes, um setor que ainda está em desenvolvimento, mas com grande potencial.

No que se refere ao volume médio das emissões, observam-se disparidades expressivas entre os países. O Chile lidera com ampla vantagem, apresentando média de aproximadamente 585 milhões (em USD) por emissão. Em seguida aparece o Brasil, com 87,5 milhões (em USD), e, por fim, a Argentina, com 58,1 milhões (em USD). Essa



diferença pode indicar uma maior capacidade de mobilização de recursos no mercado chileno ou a existência de projetos de maior escala. Além disso, o desvio padrão elevado no caso do Chile também sugere alta variabilidade entre os valores das emissões.

Embora conte com 9 títulos, o Chile apresenta os valores médios de emissão mais elevados por título. Já Brasil e Argentina possuem valores médios mais próximos entre si, mas o Brasil concentra maior número de emissões (37 contra 16), o que pode indicar um mercado mais ativo ou consolidado nesse país.

Esse destaque do Chile pode ser parcialmente explicado pelo fato de que, em 2019, o país foi pioneiro ao emitir os primeiros títulos verdes soberanos das Américas - um no mercado dos EUA (USD 1,4 bilhões) e outro na Europa (EUR 861 milhões) -, o que impulsionou significativamente o desenvolvimento do mercado local e contribuiu para a consolidação de um mercado mais robusto e atrativo para investidores internacionais (Almeida; Filkova, 2019; Souza; Tukiainen, 2021).

Já em relação ao tempo de maturidade, novamente o Chile se destaca, com títulos de duração média de 19,5 anos, seguido pelo Brasil com 10,4 anos, enquanto a Argentina apresenta maturidades significativamente mais curtas, com média de 4,8 anos. Esse resultado pode refletir diferentes estratégias de financiamento ou níveis de confiança do mercado em relação ao longo prazo. Corroborando estes achados, em seu relatório, Almeida e Filkova (2019) descreve que, em geral, o Chile concentra quase todas as suas emissões a longo prazo, o Brasil mostra uma concentração em prazos médios, e a Argentina em prazos mais curtos.

Por fim, quanto à variável de *checksum*, os três países apresentaram médias semelhantes, indicando uma tendência comum de adoção dessa tecnologia como mecanismo de segurança e transparência, ainda que o Chile tenha apresentado maior variação interna nesse quesito.

4.2 Análise das diferenças de médias

Para investigar se os valores das emissões de títulos verdes diferem entre os países com maior atividade no mercado de títulos verdes da América Latina, aplicou-se uma análise de variância (ANOVA) com base no logaritmo do valor das emissões. O teste indicou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados ($F(2,59) = 12,54$; $p < 0,001$).



O teste de Bartlett indicou que as variâncias dos grupos são homogêneas ($p = 0,949$), o que valida o uso da ANOVA. As médias das emissões mostram que o Chile (grupo 3) apresenta a maior média de emissão (8,55), seguido pelo Brasil (grupo 1) com média de 7,72, e por último a Argentina (grupo 2) com média de 7,50. Esses resultados sugerem que os títulos emitidos no Chile tendem a ter valores significativamente maiores do que nos demais países, especialmente em relação à Argentina.

Dado o resultado da ANOVA, foi realizado o teste *post-hoc* de Tukey-Kramer para identificar quais pares de países diferem significativamente entre si. Os resultados mostraram que, em média, as emissões do Chile são estatisticamente mais elevadas do que as da Argentina ($p < 0,001$) e do Brasil ($p < 0,001$). Contudo, não foi observada diferença significativa entre Brasil e Argentina ($p = 0,505$), conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Teste Post-Hoc de Tukey-Kramer entre as emissões de títulos verdes e países

Comparação de grupo países	Emissão de títulos verdes	
Brasil vs Argentina	-0,216	
Brasil vs Chile	0,831	*
Argentina vs Chile	1,047	*

Nota: Níveis de significância: * $<0,1$; ** $<0,05$ e *** $<0,01$.

Fonte: Dados da pesquisa.

Esses resultados sugerem que o Chile, entre os países analisados, tem se destacado com emissões mais robustas em termos de valor (média), em comparação ao Brasil e à Argentina, reforçando seu protagonismo regional no mercado de finanças sustentáveis. Em algumas notícias, o Chile se destaca por liderar institucionalmente a agenda verde com ações concretas do próprio Estado, onde o governo emite esses títulos para captar recursos no mercado financeiro com intuito de investir em projetos de transporte limpo, energia renovável, gestão de recursos hídricos, construção de edifícios sustentáveis, dentre outros (Mutua, 2020).

Por outro lado, não obter diferença significativa entre Brasil e Argentina pode sugerir que esses dois países compartilham níveis semelhantes no desenvolvimento de seus mercados de finanças sustentáveis. Essa semelhança pode estar associada a aspectos estruturais em comum, como economias de grande porte, alta dependência de fontes



tradicionais de energia, e desafios institucionais relacionados à regulação ambiental e à mobilização de investimentos verdes.

É importante destacar que há uma diferença relevante no perfil dos emissores de títulos verdes entre os países analisados e pode ajudar a explicar os resultados. De acordo com Almeida e Filkova (2019), no Brasil, predominam as emissões realizadas por empresas não-financeiras, o que reflete uma maior atuação do setor corporativo privado na captação de recursos para projetos sustentáveis; no Chile destacam-se as emissões soberanas, ou seja, feitas diretamente pelo governo nacional, o que evidencia um forte protagonismo estatal na liderança da agenda verde; e na Argentina, as emissões concentram-se majoritariamente em governos locais (províncias e municípios), indicando uma descentralização dos esforços de financiamento sustentável, possivelmente impulsionada por iniciativas regionais diante de limitações no âmbito federal. Essas distinções revelam estratégias institucionais distintas no enfrentamento das demandas ambientais e no uso dos instrumentos de finanças verdes.

Vale ressaltar que os resultados apresentados referem-se às médias das emissões por título, não ao volume total emitido por país. Ao se tratar do montante agregado, observa-se uma configuração distinta, o Brasil se destaca como o maior emissor da região, concentrando aproximadamente 41% do valor total das emissões de títulos verdes na América Latina; em seguida o Chile representa cerca de 25% desse volume, enquanto a Argentina aparece na quinta posição, com aproximadamente 5% (Almeida; Filkova, 2019). O Brasil configura-se como o maior mercado de títulos verdes da região, com emissões acumuladas em torno de USD 10,3 bilhões, apresentando ainda uma perspectiva de expansão favorável (Souza; Tukiainen, 2021).

Após verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas nos valores das emissões de títulos verdes entre países, busca-se agora investigar se há relação entre a duração dos títulos (tempo de vencimento) e os valores emitidos. A hipótese subjacente é que títulos de maior valor podem estar associados a prazos mais longos de maturação, considerando que compromissos financeiros mais expressivos podem demandar horizontes temporais estendidos. Para isso, realiza-se uma análise de variância (ANOVA) com o objetivo de comparar os valores médios das emissões (em log) entre três categorias de tempo de duração: curto prazo, médio prazo e longo prazo.



Os resultados indicaram que existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de duração no que se refere ao valor médio das emissões ($F(2, 59) = 8,81$; $p < 0,001$). O modelo apresentou um R^2 de 0,23, sugerindo que aproximadamente 23% da variação nos valores das emissões pode ser explicada pelas diferenças entre os grupos de tempo.

O teste *post-hoc* de Tukey-Kramer revelou que, em média, os títulos de longo prazo apresentaram valores significativamente maiores do que os de curto prazo (diferença = 0,795; $p < 0,001$), e também superiores aos de médio prazo, embora esta última diferença não tenha sido estatisticamente significativa (diferença = 0,384; $p = 0,155$). Além disso, observou-se que os títulos de médio prazo também apresentaram valores significativamente maiores do que os de curto prazo (diferença = 0,411; $p = 0,027$).

Tabela 4 – Teste Post-Hoc de Tukey-Kramer entre as emissões de títulos verdes e maturidade

Comparação prazo de maturidade do título	Emissão de títulos verdes
Curto vs. Médio	-0.83 *
Curto vs. Longo	-0.83 *
Médio vs. Longo	0.00

Nota: Níveis de significância: * $<0,1$; ** $<0,05$ e *** $<0,01$.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados apresentados na Tabela 4 sugerem que, títulos verdes com valores menores das emissões costumam, em média, apresentar prazos mais curtos, enquanto aqueles que envolvem valores maiores tendem a estar associados a prazos mais extensos (tanto médio quanto longo prazo).

Essa descoberta pode refletir a natureza dos projetos financiados, em que compromissos financeiros mais elevados podem demandar horizontes temporais prolongados para viabilizar investimentos complexos e sustentáveis, como infraestrutura energética, transporte limpo ou manejo de recursos hídricos.

Essas evidências encontram respaldo em análises do mercado latino-americano de títulos verdes, que apontam uma prevalência de emissões com prazos intermediários entre 5 e 10 anos, especialmente entre emissores classificados como totalmente alinhados às taxonomias verdes (Almeida; Filkova, 2019). Os autores observaram que os emissores mais robustos em termos de alinhamento ambiental demonstram preferência por



maturidades mais longas, o que reforça a interpretação de que projetos sustentáveis mais estruturados tendem a demandar compromissos financeiros de maior duração.

Entretanto, nos últimos anos, observou-se um crescimento significativo das emissões de títulos verdes com prazos superiores a dez anos, em particular, os títulos com maturidade entre dez e vinte anos, impulsionados, sobretudo, pelas emissões soberanas do Chile (Souza; Tukiainen, 2021). De acordo com as autoras, o programa verde do governo chileno foi responsável por oito operações, com prazo médio ponderado de 19 anos e volume aproximado de USD 4,7 bilhões. Esse alongamento da maturidade permite que os emissores disponham de mais tempo para viabilizar projetos de maior porte e elevada necessidade de capital, garantindo, ao mesmo tempo, condições estáveis de financiamento.

Em se tratando de média, os títulos brasileiros apresentam prazos de maturidade mais longos em comparação com a média da América Latina e Caribe, especialmente nas emissões de maior valor (Almeida; Filkova, 2019).

Para explorar se há relação entre o uso de tecnologias de *blockchain* e os valores emitidos nos títulos verdes, realizou-se uma análise de variância (ANOVA). O uso de *blockchain* foi mensurado por meio da quantidade de *checksum* registrada em cada emissão, enquanto os valores das emissões foram previamente agrupados em quatro níveis, representando diferentes faixas de montante emitido. Esses níveis foram definidos com base na distribuição dos dados, por meio da divisão em quartis, indo do menor para o maior valor de emissão. O objetivo é verificar se os títulos de maior valor estão associados a um uso mais intenso dessa tecnologia, possivelmente indicando uma busca por maior segurança, rastreabilidade ou transparência em projetos mais robustos.

A ANOVA não indicou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de valor da emissão no que se refere ao uso médio de *blockchain* ($F(3, 58) = 0.98$; $p = 0.409$). Isso sugere que, no conjunto analisado, o número de *checksums* utilizados por título não varia de forma consistente conforme o montante emitido. O coeficiente de determinação ($R^2 = 0.0482$) também reforça a baixa explicação do modelo, com um ajuste negativo no R^2 ajustado, indicando ausência de efeito prático relevante entre as variáveis testadas.

Complementarmente, foi aplicado o teste *post hoc* de Tukey-Kramer (Tabela 5), o qual também não apontou diferenças significativas entre os pares de grupos. Todos os



valores de p ficaram acima do nível usual de significância (0,05), o que confirma que as médias de *checksums* são estatisticamente semelhantes independentemente da faixa de valor da emissão.

Tabela 5 – Teste *Post-Hoc* de Tukey-Kramer entre o número de *checksums* e as emissões de títulos verdes

Comparação níveis das emissões de títulos verdes	Checksums
Nível 1 vs. Nível 2	- 0,565
Nível 1 vs. Nível 3	- 0,417
Nível 1 vs. Nível 4	0,636
Nível 2 vs. Nível 3	0,149
Nível 2 vs. Nível 4	1,202
Nível 3 vs. Nível 4	1,053
Nível 1 vs. Nível 2	0,565

Nota: Níveis de significância: * $<0,1$; ** $<0,05$ e *** $<0,01$.

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora a tecnologia *blockchain* seja frequentemente associada a maior segurança, transparência e rastreabilidade das transações financeiras, os resultados obtidos neste estudo não indicaram diferenças estatisticamente significativas na média de utilização dessa tecnologia entre os grupos de títulos classificados por nível de valor emitido. Isso sugere que, na amostra analisada, o uso de *blockchain* não está necessariamente relacionado ao montante da emissão dos títulos verdes. Assim, apesar de seu potencial em agregar confiabilidade aos instrumentos financeiros, sua adoção ainda pode estar dispersa ou depender de outros fatores além do valor da emissão.

Com o objetivo de agregar mais informações à análise, também foi testada a hipótese de que o uso médio da tecnologia *blockchain* difere entre os países da amostra. No entanto, os resultados da ANOVA também não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($F(2, 59) = 0.04$; $p = 0.9652$), indicando que a adoção dessa tecnologia apresenta comportamento semelhante entre os países analisados. Esse achado adiciona à análise a constatação de que a adoção da *blockchain* tampouco se associa de forma consistente à origem geográfica das emissões.

Ainda que os resultados estatísticos não tenham revelado diferença significativa sobre a utilização de *blockchain* como mecanismo de rastreabilidade, a análise de mercado das finanças verdes feita por Almeida e Filkova (2019) destaca outras estratégias adotadas para fortalecer a confiança nesse mercado. No Brasil, a contratação de



avaliações externas, por exemplo, é amplamente adotada no país, no qual os títulos de maior valor frequentemente contam com opiniões de segunda parte, enquanto certificações sob o *Climate Bonds Standard* são mais comuns entre as emissões menores. No Chile, cerca de 97% dos títulos verdes contam com avaliação externa, reflexo do peso das emissões soberanas, sendo 76% certificados pelo *Climate Bonds Standard* e os demais respaldados por opiniões de segunda parte, o que evidencia o papel das avaliações na construção da confiança do mercado.

Esses mecanismos têm sido considerados estratégias para fortalecer a credibilidade dos títulos no mercado, especialmente diante do uso ainda incipiente de tecnologias como a *blockchain*. A confiança segue sendo um aspecto em construção, com base em práticas consolidadas, enquanto alternativas tecnológicas continuam sendo exploradas de forma incipiente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo verificar diferenças no uso da tecnologia *blockchain* entre títulos verdes nos países em desenvolvimento, em específico na América Latina, com base na Teoria da Legitimidade, partindo da hipótese de que emissões de maior valor estariam associadas a um maior uso de tecnologias que reforçam a transparência e a confiabilidade. A pesquisa concentrou-se em países em desenvolvimento, dada a relevância crescente dos títulos verdes como alternativa de financiamento climático em contextos de estruturas institucionais mais frágeis e desafios relacionados à confiança no mercado.

A análise descritiva evidenciou que o Brasil lidera em quantidade de emissões de títulos verdes entre os países analisados, indicando um mercado mais ativo e consolidado. Por outro lado, o Chile se destacou pelo maior valor médio por emissão, o que pode indicar uma maior capacidade de captar grandes volumes por operação. Além disso, o Chile também apresentou o maior tempo médio de maturidade dos títulos, refletindo diferenças nas estratégias de financiamento e na confiança do mercado no longo prazo. A variável *checksum*, associada ao uso da tecnologia *blockchain*, mostrou médias semelhantes entre os países, sugerindo um padrão comum de adoção tecnológica voltada à segurança e transparência, ainda que o Chile tenha apresentado maior variabilidade nesse aspecto.



A análise realizada através dos testes de médias permitiu identificar diferenças estatisticamente significativas nos valores das emissões de títulos verdes entre os países da amostra, com destaque para o Chile, cujas emissões apresentam valores médios significativamente superiores aos do Brasil e da Argentina. Essa diferença sugere que o Chile tem conseguido mobilizar montantes mais elevados por emissão, possivelmente em razão do impulso proporcionado pela emissão de títulos soberanos verdes, que posicionou o país como referência no financiamento sustentável na região. A ausência de diferença significativa entre Brasil e Argentina reforça a proximidade entre esses dois mercados em termos de valores individuais das emissões, ainda que o Brasil se destaque em número total de títulos emitidos.

Também como resultado da pesquisa foi encontrado que há uma relação significativa entre o valor das emissões de títulos verdes e o tempo de maturidade desses papéis. De modo geral, títulos com valores mais elevados tendem a apresentar prazos mais longos. Essa associação sugere que projetos sustentáveis de maior porte ou complexidade, que demandam investimentos mais expressivos, também requerem compromissos financeiros com horizontes temporais ampliados. Tal padrão pode indicar maior planejamento e confiança em iniciativas de longo prazo por parte dos emissores e investidores, reforçando o papel dos títulos verdes como instrumentos estruturantes de financiamento climático em países em desenvolvimento.

Por fim, ao investigar a associação entre o uso da tecnologia *blockchain* e os valores emitidos nos títulos verdes não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de montante. Ou seja, independentemente do valor da emissão, o número médio de registros via *checksums* manteve-se semelhante entre os títulos. Esses achados sugerem que, na amostra analisada, o uso de *blockchain* não está diretamente relacionado à magnitude do financiamento obtido. Isso pode indicar que a adoção dessa tecnologia ainda ocorre de forma não sistemática, sendo influenciada por outros fatores institucionais, operacionais ou estratégicos, e não necessariamente pelo volume financeiro das emissões.

Dessa forma, embora a *blockchain* seja reconhecida por suas potencialidades em termos de transparência e segurança, seu papel como diferencial em títulos de maior valor ainda não se confirma com base nos dados observados.



Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A principal diz respeito à disponibilidade de dados relacionados ao uso de *blockchain*, o que restringe a amplitude da análise sobre a presença e intensidade dessa tecnologia nas emissões de títulos verdes. Essa limitação de fonte pode comprometer uma avaliação mais aprofundada e abrangente do uso da *blockchain*. Outra limitação está relacionada à disponibilidade de dados nos demais países da América Latina, pois muitos mercados da região ainda estão em estágios iniciais de desenvolvimento no que se refere à emissão de títulos verdes, o que resultou em escassez de informações e inviabilizou a inclusão desses países nas análises comparativas.

Sugere-se, portanto, que pesquisas futuras explorem bases de dados mais amplas e atualizadas, incluindo variáveis qualitativas que permitam compreender melhor os fatores institucionais, regulatórios e mercadológicos que influenciam tanto o valor das emissões quanto a adoção de tecnologias emergentes. Investigações longitudinais e comparativas entre países ou regiões também podem oferecer resultados mais robustos sobre os determinantes e os impactos da emissão de títulos verdes ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M; FILKOVA, M. **América Latina e Caribe Análise de mercado das finanças verdes 2019**. Climate Bonds, 2019.
https://www.climatebonds.net/files/reports/latam_sotm_19_por_final_01_web.pdf
- BANGA, J. The green bond market: a potential source of climate finance for developing countries. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, v.9, n.1, p.17-32, 2019.
- BANSAL, S.; MANI, S. P.; GUPTA, H.; MAURYA, S. Sustainable development of the green bond markets in India: Challenges and strategies. **Sustainable Development**, v.31, n.1, p.237-252, 2023.
- BUCHNER, B.; CLARK, A.; FALCONER, A.; MACQUARIE, R.; MEATTLE, C.; TOLENTINO, R.; WETHERBEE, C. Global landscape of climate finance 2019. **Climate Policy Initiative**, v.32, n.1, p.1-38, 2014.
- CAI, W.; YE, P. How does environmental regulation influence enterprises' total factor productivity? A quasi-natural experiment based on China's new environmental protection law. **Journal of Cleaner Production**, v.276, p.124105, 2020.
- CARAYANNIS, E. G.; CHRISTODOULOU, K.; CHRISTODOULOU, P.; CHATZICHRISTOFIS, S. A.; ZINONOS, Z. Known unknowns in an era of technological and viral disruptions—implications for theory, policy, and practice. **Journal of the knowledge economy**, v.13, n.1, p.587-610, 2022.



- CHANG, A.; EL-RAYES, N.; SHI, J. Blockchain technology for supply chain management: A comprehensive review. **FinTech**, v.1, n.2, p.191-205, 2022.
- CHIRISA, I.; GUMBO, T.; GUNDU-JAKARASI, V. N.; ZHAKATA, W.; KARAKADZAI, T.; DIPURA, R.; MOYO, T. Interrogating climate adaptation financing in Zimbabwe: Proposed direction. **Sustainability**, v.13, n.12, p.6517, 2021.
- CHRISTODOULOU, K.; CHRISTODOULOU, P.; ZINONOS, Z.; CARAYANNIS, E. G.; CHATZICHRISTOFIS, S. A. Health information exchange with blockchain amid COVID-19-like pandemics. In **2020 16th international conference on distributed computing in sensor systems (DCOSS)** (pp. 412-417). IEEE, 2020.
- CHRISTODOULOU, P.; PSILLAKI, M.; SKLIAS, G.; CHATZICHRISTOFIS, S. A. A blockchain-based framework for effective monitoring of EU Green Bonds. **Finance Research Letters**, v.58, p.104397, 2023
- COCHU, A.; GLENTING, C.; HOGG, D.; GEORGIEV, I.; SKOLINA, J.; EISINGER, F.; JESPERSEN, M.; AGSTER, R.; FAWKES, S.; CHOWDHURY, T. Study on the potential of green bond finance for resource-efficient investments. **European Commission Report**, p.3-170, 2016.
- 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.
- DIESENDORF, M. **Climate action: A campaign manual for greenhouse solutions**. Read How You Want, 2010.
- DOU, X.; QI, S. The choice of green bond financing instruments. **Cogent Business & Management**, v.6, n.1, p.1652227, 2019.
- GIANFRATE, G.; PERI, M. The green advantage: Exploring the convenience of issuing green bonds. **Journal of cleaner production**, v.219, p.127-135, 2019.
- GOMES, T. G.; BORSATTO, J.; ARAÚJO, A. A. Títulos Verdes e Desempenho: Uma análise das empresas brasileiras de capital aberto. **Revista de Ciências da Administração**, v.24, n.62, p.140-151, 2022.
- GORE, T. **Extreme Carbon Inequality: Why the Paris climate deal must put the poorest, lowest emitting and most vulnerable people first**. Oxfam International, 2015.
- HAN, Y.; LI, J. Should investors include green bonds in their portfolios? Evidence for the USA and Europe. **International review of financial analysis**, v.80, p.101998, 2022.
- HERRERA, H. The proliferation of municipal green bonds in Africa and Latin America: the need for a climate justice approach. **Environment & Urbanization**, v.36, n.1, p.147-172, 2024.
- HOLTBRÜGGE, D.; DÖGL, C. How international is corporate environmental responsibility? A literature review. **Journal of international management**, v.18, n.2, p.180-195, 2012.



- HUANG, H.; MBANYELE, W.; WANG, F.; SONG, M.; WANG, Y. Climbing the quality ladder of green innovation: does green finance matter?. **Technological Forecasting and Social Change**, v.184, p.122007, 2022.
- JUN, M.; KAMINKER, C.; KIDNEY, S.; PFAFF, N. **Green bonds: Country experiences, barriers and options**. Input Paper In support of the G20 Green Finance Study Group, 2016. <https://www.cbd.int/financial/greenbonds/oecd-greenbondscountries2016.pdf>
- KAMINKER, C.; MAJOWSKI, C.; BONELLI, R. **Green bonds—ecosystem, issuance process and regional perspectives**. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, 2018. https://cebds.org/wp-content/uploads/2023/07/CEBDS_Green-Bonds_Brazil-Edition-3_2017.pdf
- KANAMURA, T. Are green bonds environmentally friendly and good performing assets?. **Energy Economics**, v.88, p.104767, 2020.
- KNOCK, M.; PLASKEN, C.; SILVEIRA, A.; SOMMER, S.; CANABRAVA, C.; MORDELO, S.; ALBUQUERQUE, L.; ASSUMPCÃO, F. **O mercado de finanças sustentáveis no Brasil em 2022**. Brasília: GIS, 2022.
- LE, T. L.; ABAKAH, E. J. A.; TIWARI, A. K. Time and frequency domain connectedness and spill-over among fintech, green bonds and cryptocurrencies in the age of the fourth industrial revolution. **Technological Forecasting and Social Change**, v.162, p.120382, 2021.
- 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. https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-981-19-2662-4_15
- LIU, Y.; HUANG, H.; MBANYELE, W.; WANG, F.; LIU, H. Does the issuance of green bonds nudge environmental responsibility engagements? Evidence from the Chinese green bond market. **Financial Innovation**, v.10, n.1, p.92, 2024.
- 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.
- MBANYELE, W.; HUANG, H.; LI, Y.; MUCHENJE, L. T.; WANG, F. Corporate social responsibility and green innovation: Evidence from mandatory CSR disclosure laws. **Economics Letters**, v.212, p.110322, 2022.
- MEJÍA-ESCOBAR, J. C.; GONZÁLEZ-RUIZ, J. D.; FRANCO-SEPÚLVEDA, G. (2021). Current state and development of green bonds market in the Latin America and the Caribbean. **Sustainability**, v.13, n.19, p.10872, 2021.
- MI, Z.; GUAN, D.; LIU, Z.; LIU, J.; VIGUIÉ, V.; FROMER, N.; WANG, Y. Cities: The core of climate change mitigation. **Journal of Cleaner Production**, v.207, p.582-589, 2019.
- MIRZA, M. M. Q. Climate change and extreme weather events: can developing countries adapt?. **Climate policy**, v.3, n.3, p.233-248, 2003.



- MUTUA, C. **Chile vê economia em emissão de títulos verdes**. Bloomberg, 2020. <https://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2020/02/18/chile-ve-economia-em-emissao-de-titulos-verdes.htm>
- NEUHOFF, K.; FANKHAUSER, S.; GUERIN, E.; HOURCADE, J. C.; JACKSON, H.; RAJAN, R.; WARD, J. **Structuring international financial support to support domestic climate change mitigation in developing countries**. Climate Strategies, 2022.
- ODEH, A.; KESHTA, I.; AL-HAIJA, Q. A. Analysis of blockchain in the healthcare sector: application and issues. **Symmetry**, v.14, n.9, p.1760, 2022.
- PARMESAN, C.; MORECROFT, M. D.; TRISURAT, Y. Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability (**Doctoral dissertation**, GIEC). 2022.
- PERIN, V. P. Sustainability for Finance: Situating Green Bonds in the Assetization of Brazilian Agriculture. **Journal of Agrarian Change**, v.25, n.3, p.e70004, 2025.
- PICKERING, J.; SKOVGAARD, J.; KIM, S.; ROBERTS, J. T.; ROSSATI, D.; STADELMANN, M.; REICH, H. Acting on climate finance pledges: Inter-agency dynamics and relationships with aid in contributor states. **World Development**, v.68, p.149-162, 2015.
- RATTA, P.; KAUR, A.; SHARMA, S.; SHABAZ, M.; DHIMAN, G. Application of blockchain and internet of things in healthcare and medical sector: applications, challenges, and future perspectives. **Journal of Food Quality**, v.2021, n.1, p.7608296, 2021.
- RECKIEN, D.; CREUTZIG, F.; FERNANDEZ, B.; LWASA, S.; TOVAR-RESTREPO, M.; MCEVOY, D.; SATTERTHWAITE, D. Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective. **Environment and urbanization**, v.29, n.1, p.159-182, 2017.
- SAARI, A.; VIMPARI, J.; JUNNILA, S. Blockchain in real estate: Recent developments and empirical applications. **Land use policy**, v.121, p.106334, 2022.
- SANDERSON, O. How to trust green bonds: Blockchain, climate, and the institutional bond markets. In **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.
- SHANG, Y.; BI, C.; WEI, X.; JIANG, D.; TAGHIZADEH-HESARY, F.; RASOULINEZHAD, E. Eco-tourism, climate change, and environmental policies: empirical evidence from developing economies. **Humanities and Social Sciences Communications**, v.10, n.1, p.1-9, 2023.
- SOUZA, L.; TUKIAINEN, K. **Análise de mercado América Latina & Caribe 2021**. Climate Bonds Initiative, 2021. https://greenfinancelac.org/wp-content/uploads/2021/11/CBI_LAC_2020_PT_02C-Final.pdf



TANG, D. Y.; ZHANG, Y. Do shareholders benefit from green bonds?. **Journal of Corporate Finance**, v.61, p.101427, 2020.

TOLLIVER, C.; KEELEY, A. R.; MANAGI, S. Drivers of green bond market growth: The importance of Nationally Determined Contributions to the Paris Agreement and implications for sustainability. **Journal of cleaner production**, v.244, p.118643, 2020.

UNFCCC. **Report of the ad hoc working group on long-term cooperative action under the convention on its seventh session, held in Bangkok from 28 September to 9 October 2009, and Barcelona from 2 to 6 November 2009**. Bonn, UNFCCC, 2009.

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