

**II CONGRESSO INTERNACIONAL DE  
DIREITO E INTELIGÊNCIA  
ARTIFICIAL**

**ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, MEIO AMBIENTE E  
TECNOLOGIA**

A238

Administração Pública, Meio Ambiente e Tecnologia [Recurso eletrônico on-line]  
organização Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial: Skema  
Business School – Belo Horizonte;

Coordenadores: Valmir César Pozzetti; Lucas Gonçalves da Silva; Pedro  
Gustavo Gomes Andrade. – Belo Horizonte:Skema Business School, 2021.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-273-6

Modo de acesso: [www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br)

Tema: Um olhar do Direito sobre a Tecnologia

1. Direito. 2. Inteligência Artificial. 3. Tecnologia. II. Congresso Internacional de  
Direito e Inteligência Artificial (1:2021 : Belo Horizonte, MG).

CDU: 34

**skema**  
BUSINESS SCHOOL

---

## II CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

### ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, MEIO AMBIENTE E TECNOLOGIA

---

#### **Apresentação**

Renovando o compromisso assumido com os pesquisadores de Direito e tecnologia do Brasil, é com grande satisfação que a SKEMA Business School e o CONPEDI – Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito apresentam à comunidade científica os 12 livros produzidos a partir dos Grupos de Trabalho do II Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial (II CIDIA). As discussões ocorreram em ambiente virtual ao longo dos dias 27 e 28 de maio de 2021, dentro da programação que contou com grandes nomes nacionais e internacionais da área em cinco painéis temáticos e o SKEMA Dialogue, além de 354 inscritos no total. Continuamos a promover aquele que é, pelo segundo ano, o maior evento científico de Direito e Tecnologia do Brasil.

Trata-se de coletânea composta pelos 255 trabalhos aprovados e que atingiram nota mínima de aprovação, sendo que também foram submetidos ao processo denominado double blind peer review (dupla avaliação cega por pares) dentro da plataforma PublicaDireito, que é mantida pelo CONPEDI. Os oito Grupos de Trabalho originais, diante da grande demanda, se transformaram em doze e contaram com a participação de pesquisadores de vinte e um Estados da federação brasileira e do Distrito Federal. São cerca de 1.700 páginas de produção científica relacionadas ao que há de mais novo e relevante em termos de discussão acadêmica sobre a relação da inteligência artificial e da tecnologia com os temas acesso à justiça, Direitos Humanos, proteção de dados, relações de trabalho, Administração Pública, meio ambiente, formas de solução de conflitos, Direito Penal e responsabilidade civil.

Os referidos Grupos de Trabalho contaram, ainda, com a contribuição de 36 proeminentes professoras e professores ligados a renomadas instituições de ensino superior do país, os quais indicaram os caminhos para o aperfeiçoamento dos trabalhos dos autores. Cada livro desta coletânea foi organizado, preparado e assinado pelos professores que coordenaram cada grupo. Sem dúvida, houve uma troca intensa de saberes e a produção de conhecimento de alto nível foi, mais uma vez, o grande legado do evento.

Neste norte, a coletânea que ora torna-se pública é de inegável valor científico. Pretende-se, com esta publicação, contribuir com a ciência jurídica e fomentar o aprofundamento da relação entre a graduação e a pós-graduação, seguindo as diretrizes oficiais. Fomentou-se, ainda, a formação de novos pesquisadores na seara interdisciplinar entre o Direito e os vários

campos da tecnologia, notadamente o da ciência da informação, haja vista o expressivo número de graduandos que participaram efetivamente, com o devido protagonismo, das atividades.

A SKEMA Business School é entidade francesa sem fins lucrativos, com estrutura multicampi em cinco países de continentes diferentes (França, EUA, China, Brasil e África do Sul) e com três importantes creditações internacionais (AMBA, EQUIS e AACSB), que demonstram sua vocação para pesquisa de excelência no universo da economia do conhecimento. A SKEMA acredita, mais do que nunca, que um mundo digital necessita de uma abordagem transdisciplinar.

Agradecemos a participação de todos neste grandioso evento e convidamos a comunidade científica a conhecer nossos projetos no campo do Direito e da tecnologia. Já está em funcionamento o projeto Nanodegrees, um conjunto de cursos práticos e avançados, de curta duração, acessíveis aos estudantes tanto de graduação, quanto de pós-graduação. Em breve, será lançada a pioneira pós-graduação lato sensu de Direito e Inteligência Artificial, com destacados professores da área. A SKEMA estrutura, ainda, um grupo de pesquisa em Direito e Inteligência Artificial e planeja o lançamento de um periódico científico sobre o tema.

Agradecemos ainda a todas as pesquisadoras e pesquisadores pela inestimável contribuição e desejamos a todos uma ótima e proveitosa leitura!

Belo Horizonte-MG, 09 de junho de 2021.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Geneviève Daniele Lucienne Dutrait Poulingue

Reitora – SKEMA Business School - Campus Belo Horizonte

Prof. Dr. Edgar Gastón Jacobs Flores Filho

Coordenador dos Projetos de Direito da SKEMA Business School

**DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MERCADO GLOBAL DE CARBONO: CONTRIBUIÇÕES DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN PARA O COMPLIANCE COM O ACORDO DE PARIS**

**CHALLENGES FOR THE IMPLEMENTATION OF A GLOBAL CARBON MARKET: CONTRIBUTIONS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR THE COMPLIANCE WITH THE PARIS AGREEMENT**

**Helton José Leyendecker Brito da Costa  
Liara Santos de Carvalho**

**Resumo**

O presente trabalho tem o objetivo central de apreciar as possíveis contribuições do uso do blockchain para alcançar um mecanismo de mercado de carbono global em compliance com o art. 6.2 do Acordo de Paris. A metodologia escolhida foi a revisão bibliográfica sistemática, preconizando fontes atuais, oficiais, provenientes de organizações pertinentes e produzidas em literaturas acadêmicas de alta relevância. As conclusões alcançadas apontam para vantagens relevantes para atingir o objetivo, principalmente no que concerne à transparência e robustez contábil, mas indicam necessidade de combinação com outras tecnologias automatizadas para mitigar toda problemática em especial a questão da integridade ambiental.

**Palavras-chave:** Blockchain, Mercado de carbono, Acordo de Paris, Compliance, Revisão bibliográfica sistemática

**Abstract/Resumen/Résumé**

The present work aims to assess the possible contributions of blockchain usage in achieving a global market mechanism in compliance with Article 6.2 of the Paris Agreement. The chosen methodology was a systematic bibliographic review, recommending current official sources from notable organizations, produced under highly relevant academic literature. The conclusions reached point to considerable advantages in achieving the objective, mainly regarding transparency and accounting robustness, but indicate the need for combination with other automated technologies to mitigate all spectrum of problems concerning, especially, the issue of environmental integrity.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Blockchain, Carbon market, Paris agreement, Compliance, Systematic bibliographic review

## 1. Introdução

O Mercado de carbono Global proposto no art. 6.2 do Acordo de Paris é uma das grandes ferramentas do documento para alcançar a transição para uma sociedade carbono neutra com maior eficiência e menos perdas [10]. A ideia é que os países possam realizar Transações de Resultados de Mitigação Internacionalmente Transferíveis (ITMO), em uma abordagem cooperativa e descentralizada, para facilitar o alcance de suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) [9]. Todavia, há grande dificuldade na conciliação entre a estrutura do documento e as obrigações de transparência, integridade ambiental, governança, contabilidade robusta [3].

Nesse sentido, em reuniões periódicas do Órgão Subsidiário de Aconselhamento Científico e Tecnológico (SBSTA) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) são discutidas diversas ferramentas tecnológicas que podem constituir um mecanismo para assegurar o cumprimento de tais obrigações. A tecnologia DLT, a qual o blockchain integra, já foi mencionada em encontros passados [6]. Porém, no encontro de 2019, elas foram retiradas da discussão [7]. Apesar disso, as possíveis soluções trazidas pelo uso da tecnologia são significativas, principalmente por suas características de publicidade, imutabilidade, automação e retirada de intermediários [2].

O dispositivo ainda não foi regulamentado, porém, a expectativa é que seu funcionamento seja acordado na Conferência das partes (COP) de número 26 em 2021. Em congruência com a importância do mecanismo para o alcance das metas do acordo e a necessidade de maximizar a concretização dos princípios do art. 6.2, o estudo sobre o uso da tecnologia *blockchain* aplicada aos desafios do mercado global de carbono é um assunto fundamental e atual.

Dado o exposto, o presente trabalho objetiva apreciar as possíveis contribuições do uso da tecnologia *blockchain* para alcançar um mecanismo de mercado de carbono global em *compliance* com o art. 6.2. Para isso, serão apontadas as exigências do mesmo dispositivo. Em seguida serão ilustradas as características do *blockchain* relevantes para o caso. Por fim, será trazido como um mecanismo de *blockchain* pode atuar para mitigar os desafios do art.6.2, bem como suas limitações para tal e possíveis dificuldades de implementação.

A metodologia escolhida é a revisão bibliográfica sistemática composta pelos principais materiais produzidos pela UNFCCC por organizações relevantes para o tema e por trabalhos acadêmicos relevantes.

## 2. Objetivos

O presente trabalho tem o objetivo central de apreciar as possíveis contribuições do uso da tecnologia *blockchain* para alcançar um mecanismo de mercado de carbono global em *compliance* com o art. 6.2. do Acordo de Paris. No caminho para atingir tal resultado, busca-se apontar as exigências do dispositivo e discutir dificuldades na sua implementação. Em seguida, intenta-se ilustrar características do mecanismo *blockchain* e analisar a congruência dessas com as obrigações do mencionado diploma legal. Por fim, pretende-se formular soluções a partir do encaixe entre as características da tecnologia e os desafios de implementação do art. 6.2, bem como apontar possíveis desafios de efetivação e execução.

## 3. Metodologia

A metodologia escolhida foi a revisão bibliográfica sistemática dos conteúdos produzidos sobre o art.6 do Acordo de Paris e a tecnologia *blockchain*, preconizando os mais atuais. Em um primeiro momento, buscou-se documentos primários para a estruturação conceitual. Nessa categoria estão incluídos, principalmente, registros oficiais da UNFCCC. Em um segundo momento foi realizada uma pesquisa em fontes secundárias oriundas de organizações internacionais relevantes que discorrem sobre o tema: banco mundial e *climate ledger initiative*; Por fim, foi empreendida uma investigação, em bases críticas, de materiais acadêmicos de alta relevância e credibilidade pertinentes para o assunto.

## 4. Desenvolvimento da Pesquisa

Abaixo estão elencados os tópicos para o entendimento gradativo sobre o tema. Primeiro serão expostos aspectos do art. 6.2. Em seguida, serão feitos breves apontamentos sobre o *blockchain*. Por fim, serão colocadas as possibilidades do uso desta tecnologia como um mecanismo de mercado global de carbono, registrando pontos favoráveis, contrários e dificuldades para a implementação.

### 4.1 Desafios para a concretização do art. 6.2 do Acordo de Paris

O artigo 6.2 do Acordo de Paris é projetado para ter como cerne a cooperação estabelecida por meio de uma estrutura de governança mutuamente acordada [5]. Essa arquitetura descentralizada requer níveis altos de engajamento e supervisão das partes. Nessa perspectiva, as decisões sobre como quantificar, monitorar, verificar, autorizar e relatar as reduções de emissões são em grande parte de responsabilidade dos países. Esse fato acarreta um modelo heterogêneo de quantificação de resultados de mitigação e de submissão de NDC [1].

Esse modelo heterogêneo, descentralizado e feito em bases voluntaristas gera diversos desafios para a implementação de uma contabilidade robusta. Alguns são a validação de informações, a realização de comparativos e equalizações para resultados de mitigação ou NDCs feitos em diferentes bases e, em última instância, a construção de sistemas confiáveis de contabilidade de emissões [4].

Ao adentrar na seara dos ITMOs a problemática fica ainda mais complexa dado que a falta de mecanismos de medição, relatoria e verificação (MRV) transparentes podem causar a dupla contagem de MOs. Isso pode acontecer através da emissão de várias unidades para o mesmo resultado de mitigação ou da reivindicação dupla, ou seja, contar a mesma unidade para a NDC do país vendedor e comprador [1].

Além de todas as dificuldades já expostas, o meio de monitoramento dos ITMOs não combate de maneira eficiente assimetrias. Isso porque eles devem ser reportados para a UNFCCC no relatório bienal de transparência do país (BTR) os quais são revisados por uma equipe de especialistas técnicos do Artigo 6 (TERT) [7]. Essa concentração da revisão de informações em um período específico, combinado com sistemas contábeis heterogêneos e metodologias diversas, colocam uma grande carga na capacidade de revisão da equipe [4].

Assim, a sobrecarga sazonal do TERT, aspectos da contabilização de ITMOs, a heterogeneidade das métricas e os processos de ajuste e equalização para sua transferência são alguns dos principais desafios para a implementação do art. 6.2.

#### 4.2 A tecnologia *blockchain*

O *blockchain* é uma rede de armazenamento de dados em que acontece a sincronização de blocos informacionais referentes a toda e qualquer transação realizada dentro do sistema, em tempo real, para todos os seus participantes e, a depender do



modelo de privacidade adotado, até para o público não-participante. [4] O *blockchain* tem como tecnologia de base as tecnologias de registro distribuído (DLT)”. [10]

Uma DLT consiste em um banco de dados distribuído entre múltiplos atores de um mesmo sistema-rede. Cada parte (e.g., um indivíduo, uma organização, etc.) é representada por um “nó” (*node*) que representa o ponto de acesso de cada participante à rede (e.g., computadores, smartphones), como também é responsável por constituir a própria estrutura DLT. [10]

A interação entre os nós que formam uma rede *blockchain* acontece de forma direta, sem necessidade de intermediação, formando uma “cadeia” de registros históricos permanentes e imutáveis. [4]

O funcionamento da tecnologia na totalidade de sua acepção possui aspectos técnicos outros que não integram o escopo do presente estudo. Fundamentalmente, as supracitadas características explicitam as principais razões pelas quais o *blockchain* é reconhecidamente uma arquitetura robusta e transparente [8], que enseja confiança informacional. Dessarte, vislumbra-se uma potencial elevação dos níveis de *compliance* e governança quando da implementação do *blockchain* como mecanismo de controle, auditoria e integração em um sistema que conte com a necessidade de observância, por parte de seus participantes, a diretrizes previamente definidas.

#### 4.3 Um mecanismo em *blockchain* para o Mercado Global de Carbono

As diretrizes apontadas no art. 6.2 do Acordo de Paris para a implementação e governança de um mecanismo de mercado internacional de carbono requerem que este seja íntegro e transparente; propicie robustez contábil visando evitar a dupla contagem; e, que seja, ao mesmo tempo, descentralizado, confiável e integrado. Tendo em vista as supramencionadas características do *blockchain*, elencar-se-ão possíveis contribuições da tecnologia em pauta quando de sua implementação como mecanismo de mercado global de carbono.

A tecnologia *blockchain* pressupõe a descentralização de permissões gerenciais da rede. A integração se dá de maneira distribuída, com todos os participantes de uma rede tendo poderes de gerência exatamente iguais e acesso a dados isomórficos em todos os nós [1].

A transparência no contexto do art. 6.2 do Acordo de Paris, é observada quando da publicidade de registros transacionais, intrínseca à tecnologia *blockchain*. Qualquer

entidade interessada, independente de realizar transações na rede ou gerenciar um nó, pode ver todos os registros transacionais [8]. A integridade ambiental, por outra via, pressupõe a integração de tecnologias adjuntas para a realização de um MRV eficiente em âmbito doméstico, antes da juntada dessas informações ao mecanismo global, logo, não sendo passível de resolução via tecnologia *blockchain* nos moldes propostos no presente trabalho [4].

A robustez contábil, por sua vez, tem sua observância na particularidade na imutabilidade dos registros transacionais. A segurança atinente à imutabilidade dos dados transacionais contidos nos blocos da cadeia se dá devido a seu ordenamento necessariamente cronológico [8].

O *blockchain* facilita os processos de auditoria contábil devido a imutabilidade e permanência do histórico de registros transacionais em disponibilidade. Além disso, a tecnologia realiza, a distribuição automática do *status* de encadeamento de blocos validados em tempo real para todos os nós integrantes do sistema, o que significa dizer que valores de referência fungíveis transacionáveis dentro de um sistema *blockchain* são automaticamente atualizados quando há transação entre qualquer par de nós de um sistema-rede. Dessa forma, o *blockchain* evitaria as problemáticas da dupla reivindicação quando das transações internacionais dos ITMOs [1].

Uma das principais problemáticas das reside em sua heterogeneidade. Os meios de monitoramento dos ITMOs através do blockchain não combatem tais assimetrias. A único aprimoramento possível seria a possibilidade de serem transacionados como *tokens* não fungíveis (NFTs), já que não dispõem de um valor referência padrão unificado internacionalmente [4].

O *blockchain*, nesse sentido, seria útil ao funcionar como uma plataforma unificadora de todas as bases e referências métricas utilizadas pelos países para mensurar suas resultados de mitigação, atualizando esses dados em tempo real, em contraposição ao atual modelo de relatoria de transparência que ocorre apenas a cada dois anos (BTR), evitando o acúmulo de material auditável de maneira a aprimorar os índices de eficiência dos órgão técnicos [4].

## 5. Conclusões

A tecnologia *blockchain* possui utilidades promissoras para alcançar as obrigações do art. 6.2 do Acordo de Paris, em especial no que concerne a necessidade de

transparência e robustez contábil. Essas questões são adereçadas graças a necessária publicidade - com as devidas diferenciações entre sistemas públicos e privados -, imutabilidade e distribuição automática do *status* de encadeamento dos blocos no sistema. Dessa forma, os dados, uma vez anexados pelos países, estariam sempre disponíveis e acessíveis para outras partes do acordo, bem como para o secretariado da UNFCCC e demais órgãos técnicos. Ao mesmo tempo, essas informações não poderiam ser modificadas uma vez inseridas na rede, o que contribui para a rastreabilidade e integridade ambiental dos resultados de mitigação.

Além disso, a atualização em tempo real do *status* de cada bloco impossibilita a dupla-contagem de ITMOs no âmbito do país vendedor e comprador, já que, uma vez realizada a transação, o registro da nova informação ao bloco é simultânea e os dados anteriormente a ele juntados são imutáveis.

Apesar das vantagens, outras problemáticas do art. 6.2 não podem ser completamente resolvidas exclusivamente com uso da tecnologia *blockchain*, a exemplo da integridade ambiental, a qual pressupõe um sistema de MRV eficiente para averiguar as informações antes delas serem juntadas à rede. Possíveis soluções residem na integração de outros sistemas automatizados que depositem a informação diretamente no *blockchain*, como as tecnologias de mensuração e sensoriamento remoto, *LiDAR*, *RADAR* ou mesmo a captura através de drones. Outro ponto não plenamente solucionado com a tecnologia é a questão da heterogeneidade das métricas dos NDCs.

Por fim, conclui-se que há de fato vantagens significativas para o uso da tecnologia e que é pertinente trazê-la de volta para o âmbito das negociações do art. 6.2 do Acordo de Paris.

## 6. Referências

[1] FRANKE, Laura A.; SCHLETZ, Marco; SALOMO, Søren. **Designing a Blockchain Model for the Paris Agreement's Carbon Market Mechanism.** *Sustainability*, v. 12, n. 3, p. 1068, 2020. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v12y2020i3p1068-d315825.html>. Acessado em 27 de abril de 2021.

[2] FUESSLER, Juerg et al. **Navigating Blockchain and Climate Action: 2019 State and Trends.** Climate Ledger Initiative, Zurich, 2019. Disponível em: [https://www.goldstandard.org/sites/default/files/documents/cli\\_report-2019\\_state\\_and\\_trends.pdf](https://www.goldstandard.org/sites/default/files/documents/cli_report-2019_state_and_trends.pdf). Acessado em 25 de abril de 2021.

[3] Hanle, L.; Gillenwater, M.; Pulles, T.; Radunksy, K. **Challenges and Proposed Reforms to the UNFCCC Expert Review Process for the Enhanced Transparency Framework Coalition on Paris Agreement Capacity Building**; Coalition on Paris Agreement Capacity Building and Greenhouse Gas Management Institute, Seattle, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/332465396\\_Challenges\\_and\\_Proposed\\_Reforms\\_to\\_the\\_UNFCCC\\_Expert\\_Review\\_Process\\_for\\_the\\_Enhanced\\_Transparency\\_Framework](https://www.researchgate.net/publication/332465396_Challenges_and_Proposed_Reforms_to_the_UNFCCC_Expert_Review_Process_for_the_Enhanced_Transparency_Framework). Acessado em 26 de abril de 2021.

[4] SCHLETZ, Marco; FRANKE, Laura A.; SALOMO, Søren. **Blockchain Application for the Paris Agreement Carbon Market Mechanism—A Decision Framework and Architecture**. Sustainability, v. 12, n. 12, p. 5069, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5069>. Acessado em 27 de abril de 2021.

[5] UNFCCC, 2015. **Paris Agreement**, disponível em: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf). Acesso em 15 de abril de 2021.

[6] UNFCCC. DRAFT TEXT on SBSTA 48-2 Agenda Item 12(a). **Matters Relating to Article 6 of the Paris Agreement: Guidance on Cooperative Approaches Referred to in Article 6, Paragraph 2, of the Paris Agreement**, Bonn, Germany, 2018. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/182934>. Acessado em 16 de abril de 2021.

[7] UNFCCC. DRAFT TEXT on SBSTA 51 Agenda Item 12(a). **Matters Relating to Article 6 of the Paris Agreement: Guidance on Cooperative Approaches Referred to in Article 6, Paragraph 2, of the Paris Agreement**, Madrid, Spain, 2019. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/203869>. Acessado em 16 de abril de 2021.

[8] WORLD BANK GROUP. **Blockchain and emerging digital technologies for enhancing post-2020 climate markets**. 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29499>. Acesso em 23 de abril de 2021.

[9] WORLD BANK GROUP. **Simulation on Connecting Climate Market Systems**. 2019. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32747>. Acesso em 30 de abril de 2021.

[10] WORLD BANK. **Ensuring Environmental Integrity under Article 6 Mechanisms**. 2021. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35393>. Acessado em 20 de abril de 2021.