

## A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Priscila Freire da Silva

Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente

### Resumo

O ritmo acelerado de extração de recursos naturais, para atender às atuais demandas de consumo da sociedade, tem propiciado um processo cada vez mais acentuado de degradação ambiental. Na busca de matrizes energéticas mais limpas, faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias no setor energético, visando a criação de modelos inovadores de negócios para melhorar a eficiência de processos atuais. Dentre as propostas tecnológicas para o desenvolvimento sustentável, a Blockchain é vista como a principal inovação do Bitcoin. Trata-se de um sistema distribuído, para capturar e armazenar, de forma criptografada, um conjunto de transações entre atores de forma consistente, imutável e linear, através de contratos inteligentes. Este trabalho foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica sistemática sobre Blockchain. O mesmo tem como principal objetivo contribuir para uma melhor compreensão da utilização dessas novas tecnologias no setor energético a fim de avaliar se estes instrumentos são eficazes, ou não, na promoção da sustentabilidade, com base nas políticas ambientais vigentes. Palavras-chave: blockchain; energia; legislação; sustentabilidade; tecnologia

### 1 INTRODUÇÃO

A industrialização é um processo histórico que, desde a sua chegada, tem modificado as relações sociais e econômicas do homem designando, sobretudo, os padrões de consumo do mundo atual. Além disso, a indústria técnica, que está economicamente na essência desse mundo, é

completamente dependente das técnicas de extração de energia da natureza (SIMABUKULO et al., 2006).

De acordo com Leff (2000), para atender às demandas de consumo da sociedade, o ritmo acelerado de extração de recursos naturais tem propiciado um processo constante de esgotamento ambiental. Com a industrialização e o aumento exponencial do consumo de energias convencionais, efeitos não benéficos para o meio ambiente têm se agravado, como por exemplo, a degradação dos recursos naturais e a promoção dos desequilíbrios ecológicos (POMPELLI et al., 2011; LIMA, 2015).

Em virtude dessa crise, a conscientização da sociedade e governo quanto à finitude dos recursos naturais têm dado força à criação de novas políticas ambientais, para induzir ou forçar os agentes econômicos a adotarem posturas e procedimentos menos agressivos ao meio ambiente (LUSTOSA; MAY; DA VINHA, 2010). E é nesse sentido que a busca por fontes energéticas renováveis tem se acentuado nos últimos anos (SILVA, 2020), sobretudo por parte de grandes corporações, que têm realizado investimentos em pesquisas visando o desenvolvimento deste setor.

Muito tem sido discutido sobre a aplicação de novas tecnologias no setor energético, visando a criação de modelos inovadores de negócios para melhorar a eficiência de processos atuais. Dentre as propostas tecnológicas para o desenvolvimento sustentável, a Blockchain é vista como a principal inovação do Bitcoin, a criptomoeda que tem aparecido em notícias do mundo todo.

Dessa forma, busca-se perquirir a seguinte indagação: A utilização tecnologias sustentáveis, a exemplo da Blockchain nas energias renováveis, é um instrumento eficaz para contribuir na promoção da sustentabilidade?

Por fim, acrescenta-se que este trabalho está incluído no contexto do desenvolvimento de novas aplicações de Blockchain no setor de energia a partir de uma revisão bibliográfica sistemática do assunto. O mesmo tem como principal objetivo contribuir para uma melhor compreensão da utilização dessas novas tecnologias no setor energético a fim de avaliar se

estes instrumentos são eficazes, ou não, na promoção da sustentabilidade, com base nas políticas ambientais vigentes.

## 2 DESENVOLVIMENTO

A discussão sobre a sustentabilidade, majoritariamente, reside no fato dela ser compreendida pelos estudiosos como um sinônimo de desenvolvimento econômico, social e ambiental, ou seja, desenvolvimento sustentável. Porém, somente a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável: Rio+20, em 2012, no seu documento final, que o citado desenvolvimento passou a ser considerado um meio e a sustentabilidade um objetivo a ser assegurado.

Diante disso, esta temática passou a ser conceituada a partir de duas perspectivas uma: "restrita ou ecológica e outra em sentido amplo. Pela primeira, a sustentabilidade aponta para a proteção e manutenção, em longo prazo, de recursos por meio de planejamento, economização e obrigações de condutas e de resultados, devendo, por exemplo, impor de modo mais analítico que a taxa de consumo de recursos renováveis não pode ser maior que a sua taxa de regeneração. Pelo sentido amplo, a sustentabilidade designa-se por meio dos pilares da sustentabilidade: I - ecológica; II - econômica; III - social; IV - cultural; V - política-jurídica; VI - tecnológica (FERRER; GLASENAPP; CRUZ, 2014).

Sendo assim, depreende-se que face esta discussão conceitual o que se pretende, em resumo, é assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem-estar. Ressalta-se que para assegurar a efetividade deste direito se faz necessário aprofundar ainda mais a discussão sobre a dimensão tecnológica da sustentabilidade.

Essa é conceituada como: Todo e qualquer incremento no estilo civilizacional causado pela racionalidade, inventividade e criatividade humana impacta, significativamente, as estruturas de poder, o desempenho e as características profissionais, o desenvolvimento da economia e das culturas. A Tecnologia é, antes, expressão de duas faces constitutivas da Sustentabilidade: Economia, História e Cultura.

Neste íterim, de acordo com Denny, Paulo, Castro (2017) uma destas tecnologias que auxilia na implementação destes objetivos e metas é a Blockchain. Tendo em vista, que promove a transparência das informações, por exemplo, ao permitir que diversas agências governamentais de vários países rastreiem, simultaneamente, todos os pagamentos de assistência social.

Além de possibilitar a auditoria pública abrangente, reduzindo fraudes e desvios relacionados a documentos e pagamentos; ganhos de eficiência; automação das operações governamentais. Além de reduzir custos de armazenagem de documentos e até mesmo de falhas humanas.

Aliado a isto assevera-se que a Blockchain é uma ferramenta tecnológica utilizada para além do cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, em específico, o objetivo número 07. Dessa forma, essa tecnologia auxiliará na coordenação dos interesses antagônicos, ou seja, na busca de metas comuns governamentais, quantificáveis e verificáveis.

Desta feita, contribuindo para a efetividade da governança global que, de acordo com o supracitado autor, é a capacidade do Estado formular e implementar políticas públicas efetivas.

Nesse pórtico, Campos (2019) ainda esclarece que a tecnologia Blockchain ou livro-razão: surge em plena crise financeira, no ano de 2008. Meunier (2018), refere que apesar da tecnologia já estar disponível há alguns anos, foi apenas em 2014 que se exponenciou o interesse na tecnologia blockchain. Esta aparece como a tecnologia de suporte às transações do Bitcoin. De acordo com Wright e Filippi (2015), o blockchain é uma base de dados encriptada, partilhada e distribuída que serve como um registo público de informação inviolável e incorruptível.

Esta permite, pela primeira vez, que pessoas desconhecidas cheguem a um consenso sobre a ocorrência de uma determinada transação ou evento sem a necessidade de uma entidade controladora (Wright & Filippi, 2015).

Sendo assim, consoante Greve et al. (2018) e Santos e Bueno (2021) as principais características desta ferramenta tecnológica são a descentralização, ou seja, "as aplicações e sistemas são executados de

maneira distribuída, através do estabelecimento de confiança entre as partes, sem a necessidade de uma entidade intermediária confiável. Motivando e majorando o crescente interesse na Blockchain. Além da disponibilidade e integridade, vislumbrada no fato de todo o conjunto de dados transações serem replicadas em diferentes nós de maneira segura, de forma a manter o sistema disponível e consistente.

As características supracitadas, se mostram extremamente úteis à modernização. Ainda mais necessária pois, até a segunda década do século XXI, o Brasil ainda não desenvolveu um modelo de gestão pública eficiente, seguro e transparente, visto que não foram incluídas, majoritariamente, tecnologias, capazes de modificar este cenário. A exemplo da Blockchain, a qual a partir da forma com que armazena os dados registrados promove maior segurança, eficiência, integridade, confiabilidade, e até mesmo imutabilidade dos dados (LIMA, 2020).

Entretanto, segundo Dorri et al. (2019), existem três problemas principais relacionados às aplicações do Blockchain no setor energético: o primeiro é o alto custo de investimento, tanto em termos computacionais quanto financeiros. O segundo é o fato de a privacidade das transações não serem levadas em conta pois em grande parte das transações há riscos de rastreamento de cada consumidor-produtor por quaisquer usuários. E por último, ainda há uma confiar em corretores (terceira parte) para validar as transações pois as moedas de pagamento podem ser diferentes.

A tecnologia Blockchain tem sido muito utilizada para viabilizar projetos inovadores de organizações da sociedade civil e empreendimentos sociais voltados à participação popular. Brilliantova e Thurner (2019) ressaltam que a adoção destas aplicações não está propriamente dependente das limitações tecnológicas, mas sim do desenvolvimento da indústria de energia que coloca as questões de como estas tecnologias irão se desenvolver.

Em sua pesquisa, Andoni et al. (2019) aponta que existem cerca de 150 aplicações de Blockchain no setor de energia, com destaque para o registro da energia renovável e negociações de carbono, que atualmente é feita através de Certificados de Energia Renovável.

Os Certificados de Energia Renovável e créditos de carbono foram criados para permitir que empresas possam comprovar o consumo de energia renovável e compensar a emissão de carbono de seus processos. Dessa maneira, as empresas que produzem energia renovável, podem vender seus créditos para outras empresas que tenham algum tipo de obrigação regulatória de compensar emissão de poluentes, ou comprovar uso de energias limpas. Esses créditos também podem ser comprados por iniciativa voluntária, para garantir que a empresa, seus produtos e processos sejam limpos e sem pegada de carbono.

O Instituto Totum, certifica as geradoras de energia com sustentabilidade - energia renovável, pelo I-REC Standard, atendendo aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Para o Brasil já foram emitidas mais de 2.400.000 RECs (Certificados de Energia Renovável), onde cada REC corresponde a 1MWh de energia renovável gerada (Instituto Totum 2020).

A regulação que é compreendida por Sanches (2000), como a criação de normas jurídicas disciplinadoras do exercício de atividades, ou acesso a determinados bens e tecnologias, em específica a do Blockchain, segundo Lima (2020) é alvo de discussões, até mesmo, antagônicas, uma vez que, há quem entenda pela impossibilidade e desnecessidade daquela. Além disso, há divergências no tocante à definição do próprio objeto a ser regulado, tendo em vista, as diferentes aplicações da tecnologia e os diversos interesses envolvidos: econômicos, políticos, sociais e ambientais.

Assim sendo, no tocante a regulação da Blockchain, Lima (2020, p.97-100) acrescenta que não há disposição daquela na Constituição Federal de 1988, ou de qualquer outra tecnologia específica, haja vista, que não compete a CF/1988 esgotar e prever as possibilidades de uso das mais diversas tecnologias, no âmbito nacional.

Contudo, constatou que a supracitada tecnologia é compatível com todo o teor da Carta Magna, como por exemplo, com os objetivos do Estado Democrático de Direito brasileiro, ao garantir o desenvolvimento nacional, depreendendo assim a inclusão do tecnológico. Além de no Artigo 5º, XXIX,

também ter sido conferido outro lugar de destaque ao citado desenvolvimento, tendo em vista, a garantia aos autores de inventos de natureza industrial o privilégio temporário para sua utilização, assim como a proteção às criações industriais, em razão do interesse social e do desenvolvimento tecnológico e econômico do país.

Outro exemplo, ressaltado pela autora, vislumbra-se no fato da blockchain, por se tratar de uma inovação tecnológica, que não é amplamente conhecida por profissionais de diversas outras áreas, é a possibilidade de aplicação dos recursos orçamentários, dispostos na Carta Magna. Sendo utilizados no aprendizado e manipulação da supracitada tecnologia para os servidores públicos dos entes federativos e Distrito Federal (DF). Tendo em vista, que há amparo constitucional para tanto.

Logo, a Blockchain se encaixa perfeitamente na proposta do constituinte, pois se trata de uma tecnologia disruptiva, capaz de concretizar ideais de segurança, transparência e eficiência, na gestão pública e contribuir com o desenvolvimento, inovação e fomento à tecnologia (LIMA, 2020). Além de possibilitar a segurança jurídica das informações públicas, as quais, por conseguinte, a sua disponibilização na tecnologia em destaque, já tornar-se-iam imutáveis. Logo, por exemplo, não seria possível alterar dados já disponibilizados, por influência ou pressão política.

Portanto, as atividades ilícitas, impessoais, ou que ferissem a moralidade administrativa seriam constatadas com facilidade pelos cidadãos, podendo reverberar na coibição ou, até mesmo na redução destas práticas. Sendo esta, uma justificativa para a inexistência de regulação da tecnologia em deslinde, bem como, para o desinteresse estatal em promover uma educação cidadã e digital, a qual fundamentaria estudos, debates, sobre a Blockchain, e a importância de outras tecnologias ambientalmente adequadas.

Desta feita, não é de interesse do Estado ofertar à sociedade uma excelente ferramenta de controle da coisa pública, assim como, da atuação dos seus representantes. Tendo em vista, que não seria útil para estes, que os

seus interesses fossem subjugados a quaisquer outros, inclusive aos sociais e aos ambientais.

Os reguladores devem com base nos princípios da precaução e prevenção prever garantias de proteção de direitos dos cidadãos. Além de antever, face a própria inovação tecnológica, situações que possam trazer quaisquer prejuízos à sociedade. Este contexto é vislumbrado na decisão do Ministro do Supremo Tribunal Federal, Alexandre De Moraes, Relator da ADPF 681 MC / DF - Distrito Federal, Medida Cautelar na Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental, cuja divulgação e publicação no DJe-187 ocorreu em 20/09/2021.

A retromencionada decisão versa sobre as inovações previstas nas Portarias publicada pelo Comando Logístico do Exército Brasileiro em 2020. Posto isto, acrescenta-se que o supracitado relator dentre outras decisões, determinou melhorar o texto da Portaria nº 46 COLOG, de 18/3/2020, a qual talvez seja a mais importante das Portarias, por dispor sobre "procedimentos administrativos relativos ao acompanhamento e ao rastreamento de produtos controlados pelo Exército e o Sistema Nacional de Rastreamento de Produtos Controlados pelo Exército". De maneira que reste claro aos administrados que a marcação visível do tipo "QR code" e a obrigatoriedade do uso da tecnologia "Blockchain" e a adesivação, previstas no artigo Art. 21, não são excludentes.

Portanto, neste julgado, também é clarividente, que a tecnologia blockchain apresenta um papel crucial na promoção da política de segurança pública, bem como, na efetividade dos princípios constitucionais dispostos no Art.37. Além dos implícitos na Lei Maior como a segurança, transparência, informação e do interesse público.

Outro aspecto dar-se no fato de que os operadores do direito perceberam que as normas precisam ser reformuladas, em virtude da inovação tecnológica. Sendo assim, a legislação precisa acompanhar, e até, mesmo se antecipar, a estas inovações que repercutem em todos os âmbitos sociais, econômico, político e ambientais.



Considerando o exposto, e interrelacionado a discussão da regulação do blockchain com a Política Pública Ambiental (PPA), se faz necessário que o Blockchain seja utilizado como uma ferramenta para concretude dos seus objetivos e metas, em específico da sustentabilidade. É neste contexto que se citam as experiências do uso desta tecnologia em âmbito nacional e internacional, a saber: Dubai, com a política pública Dubai Blockchain Strategy, cujo objetivo é tornar-se o primeiro no mundo a realizar a totalidade de suas negociações econômicas usando Blockchain até 2020. Construída sobre três pilares: eficiência do Governo, criação de indústrias e liderança internacional (ALCÂNTARA et al., 2019).

Além disso, os autores citam a Estônia, implantando a tecnologia na Administração Pública, a partir da política pública KSI Blockchain, a qual objetiva desenvolver um sistema de autenticação, o qual pode ser ampliado para todos os utilizadores da internet. Ela serve para verificação de todos os atos e processos do governo, assim como, para criar um cartão de identidade que unifica o acesso do titular a uma série de serviços, tais como: realizar transações bancárias, votar, candidatar-se para recebimento de benefícios do governo. Sendo cerca de 3000 tipos de funções que são viabilizadas pela Blockchain. Nesse país, aproximadamente 99% dos serviços públicos já são disponíveis online, todos os dias da semana e a qualquer hora, salvo casamentos, divórcios e transações de segurança nacional.

Sendo assim, observa-se que os países em deslinde objetivam cada vez mais utilizar integralmente a Blockchain, quer seja na realização de transações econômicas, ou na prestação de serviços públicos. Entretanto, para os autores, no Brasil, os investimentos na tecnologia no setor público, ainda são embrionários e existem poucos eventos e discussões sobre o tema. Atualmente, a empresa de tecnologia da informação e a Associação Brasileira das Empresas de TIC (Brasscom) do Governo Federal tem estudado essa tecnologia e avaliado a possibilidade de emprego da Blockchain em questões governamentais, objetivando promover melhorias na prestação do serviço público.

Nesse contexto, quem também tem desenvolvido estudos sobre esta temática é o Grupo de Estudos sobre Blockchain para aplicações de Interesse Público, conduzido pelo Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio (ITS Rio) elaborou um relatório, o qual expõe variadas formas de possibilidade de utilização da Blockchain para o interesse público. Como exemplo na aplicação do Blockchain nos pagamentos de benefícios como bolsa família. E, na elaboração de uma identidade digital. Esta permite promoção da dignidade humana através da garantia do direito de autodeterminação informativa. Tendo em vista que, pertence e é controlada por seu proprietário sem a necessidade de depender de qualquer autoridade administrativa externa e sem a possibilidade de que essa identidade possa ser removida (SARLET, 2020).

Destaca-se que, no tocante a aplicabilidade da Blockchain na identificação digital a IBM, Microsoft e Deloitte, dentre outras grandes empresas, bem como, governos de alguns países como Estônia e Índia, por exemplo, já investem e utilizam a identidade digital baseada na tecnologia Blockchain. Ao passo que, no Brasil, somente algumas instituições privadas, de tecnologia e segurança da informação, fazem uso da supracitada identidade. Mas, ainda existem discussões sobre a padronização da identidade digital no país, pois a sua viabilidade é impactada em virtude da própria cultura da sociedade e o limitado acesso que a população possui à internet (DENNY et al., 2017).

Além destas, menciona-se a iniciativa da Prefeitura de Teresina/PI com a Agenda Teresina 2030, a qual consiste em uma aliança entre poder público e sociedade civil, para a construção de uma cidade verdadeiramente sustentável para os indivíduos que vivem nela, com base no 11º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável. Fundamentada em cinco eixos temáticos: Cidade de Oportunidades; Cidade de Direitos; Cidade Criativa; Governança Eficiente e Cidade Sustentável, sendo este alvo da aplicação da Blockchain.

Dessa forma, objetivando cumprir a meta da mobilidade urbana e transporte pública, correspondente a este último eixo criou-se o projeto Observatório da Mobilidade, selecionado pelo Fundo Europeu para o Clima

para receber o aporte de trezentos mil euros, no qual a Blockchain será utilizada para atuar na gestão do transporte público, armazenando digitalmente, de maneira segura, eficiente e acessível, todas as informações relacionadas ao transporte coletivo. Se tudo for executado como planejado Teresina será a pioneira no uso da tecnologia Blockchain para essa finalidade (LIMA, 2020).

Por fim, com base no exposto e trazendo a discussão para o tema estudado destaca-se que a Blockchain, contribuirá de forma eficaz não apenas na promoção da sustentabilidade, mas também para: facilitar o acesso e a velocidade na transmissão das informações; promover uma comunicação oficial eficiente entre os órgãos ambientais, assim como, a implementação da ciberdemocracia ou democracia eletrônica. Esta, consiste na análise dos mecanismos de fortalecimento da relação entre o governo e o cidadão, em sua vertente eletrônica, repousando sobre a possibilidade de ampliar, significativamente, a participação popular efetiva nas decisões governamentais (FERREIRA, 2019).

### 3 CONCLUSÃO

A análise desenvolvida através desta pesquisa conclui com os seguintes apontamentos: A sustentabilidade não é uma utopia a ser perseguida, mas um objetivo no qual a sociedade e o Estado precisam atuar conjuntamente para ser alcançado. Isto, por meio do equilíbrio de interesses que emergem de suas próprias dimensões: econômica, social, ecológica, política-jurídica e tecnológica. Dessa maneira, nem o Estado e/ou o sistema econômico vigente, por meio de seus representantes, devem restringir, a partir de suas práticas, o conceito de sustentabilidade, uma vez que, está busca assegurar o bem-estar dos presentes e futuras gerações, e não de um grupo dominante em específico.

Nesta senda, os reguladores exercerão um papel crucial em analisar criticamente o contexto conjuntural e estrutural no qual as normas jurídicas

disciplinadoras, quer seja de atividades e/ou tecnologias, serão criadas. Sendo assim, precisam se antever aos possíveis desafios que este cenário ensejará. Aspecto este ainda mais pertinente, ao se tratar da tecnologia Blockchain, a qual tem se mostrado uma importante ferramenta na busca da sustentabilidade, pois, tem promovido a efetividade de direitos, princípios. E, até de objetivos e metas das Organizações das Nações Unidas, a exemplo da Agenda 2030, apesar, de sua utilização em diversos países, ainda ser majoritária, no âmbito financeiro ao dos serviços públicos.

A questão energética está intimamente ligada ao desenvolvimento da economia e qualidade de vida, por esta razão ela está inclusa na lista dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (objetivo número 07). O gerenciamento e o monitoramento são fundamentais para a efetividade das ferramentas de governança global que visem implementar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e o uso da tecnologia Blockchain tem muito a contribuir para coordenar interesses pessoais divergentes, mas que convergem na busca de metas comuns.

A adoção da tecnologia Blockchain no setor energético tem implicações importantes para os objetivos e metas do desenvolvimento sustentável e a eficiência da sua aplicação depende não apenas das capacidades técnicas do sistema, mas principalmente do delineamento regulatório (legislação), da escalabilidade da tecnologia e dos aspectos que estão relacionados à viabilidade econômica dos investimentos.

Todavia, para a implementação desta tecnologia precisam ser defrontados desafios que vão além da ausência regulatória, a saber: as consequências do passad

## REFERÊNCIAS

Referências - máximo 15 referências (5000 caracteres com espaços)

Sobre o(s) autor(es)  
Titulação, vínculo, e-mail