
**BLOCKCHAIN VS. SISTEMAS TRADICIONAIS:
UMA ABORDAGEM COMPARATIVA NO CONTEXTO FINANCEIRO**

Ruy Miguel Penha Rodrigues¹
Ricardo Petri Silva²

RESUMO

O setor financeiro enfrenta desafios significativos em segurança e eficiência das transações, devido às limitações dos sistemas tradicionais de validação, como vulnerabilidade a ataques cibernéticos e dependência de intermediários. Este estudo investiga em que medida a tecnologia *Blockchain* poderia superar essas limitações. Realizou-se uma análise comparativa entre sistemas tradicionais e baseados em *Blockchain*, considerando critérios como segurança, eficiência operacional, escalabilidade, conformidade regulatória, transparência e imutabilidade. A metodologia incluiu revisão sistemática da literatura, análise comparativa e análises de caso das implementações de *Blockchain* no *JPMorgan Chase* e no Banco Santander. Os resultados indicam que a *Blockchain* oferece vantagens significativas, especialmente em segurança e eficiência operacional. Sua arquitetura descentralizada reduz pontos únicos de falha e aumenta a resistência a ataques cibernéticos, enquanto a redução de intermediários e a automação por contratos inteligentes melhoram a velocidade das transações e reduzem custos operacionais. No entanto, desafios como limitações de escalabilidade e questões regulatórias podem restringir sua ampla aplicação no setor financeiro. Conclui-se que, embora a *Blockchain* tenha potencial transformador, sua implementação requer abordagem cuidadosa, considerando benefícios e desafios.

205

Palavras-chave: *blockchain*; segurança; transações financeiras; eficiência operacional; análise comparativa; conformidade regulatória.

ABSTRACT

The financial sector faces significant challenges in transaction security and efficiency due to the limitations of traditional validation systems, such as vulnerability to cyberattacks and reliance on intermediaries. This study investigates the extent to which Blockchain technology can overcome these limitations. A comparative analysis was conducted between traditional systems and Blockchain-based systems, considering criteria such as security, operational efficiency, scalability, regulatory compliance, transparency, and immutability. The methodology included a systematic literature review, comparative analysis, and case studies of Blockchain implementations at JPMorgan Chase and Banco Santander. The results indicate that

¹ Discente do Centro Universitário Filadélfia de Londrina - UniFil

² Docente do Centro Universitário Filadélfia de Londrina - UniFil

Blockchain offers significant advantages, especially in terms of security and operational efficiency. Its decentralized architecture reduces single points of failure and increases resistance to cyberattacks, while the reduction of intermediaries and automation through smart contracts enhance transaction speed and lower operational costs. However, challenges such as scalability limitations and regulatory issues may restrict its widespread application in the financial sector. It is concluded that, although Blockchain has transformative potential, its implementation requires a careful approach, considering both benefits and challenges.

Keywords: blockchain; security; financial transactions; operational efficiency; comparative analysis; regulatory compliance.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor financeiro tem enfrentado desafios significativos no que diz respeito à segurança e à eficiência das transações. Com o aumento exponencial das operações eletrônicas e a crescente globalização dos mercados, torna-se essencial aprimorar os sistemas de validação para assegurar a integridade, confidencialidade e disponibilidade dos dados. De acordo com Guo e Liang (2016), os sistemas tradicionais de validação, baseados em arquiteturas centralizadas, apresentam limitações importantes, como vulnerabilidade a ataques cibernéticos e ineficiências devido à dependência de intermediários.

206

Em resposta a esses desafios, a tecnologia *Blockchain* emergiu como uma solução inovadora, com potencial para transformar diversos setores, incluindo o financeiro. Inicialmente concebida como a base para o funcionamento do *Bitcoin* (Nakamoto, 2008), a *Blockchain* rapidamente se expandiu para além das criptomoedas, oferecendo uma plataforma descentralizada, transparente e segura para o registro e validação de transações. Sua capacidade de proporcionar imutabilidade, resistência a fraudes e eliminação de intermediários atraiu a atenção de instituições financeiras e pesquisadores ao redor do mundo, conforme destacado por (Ali *et al.*, 2020).

Apesar do otimismo em torno da *Blockchain*, ainda existem incertezas sobre sua viabilidade para substituir ou complementar os sistemas tradicionais de validação de transações financeiras. Diante desse cenário, surge uma questão central: em que medida a tecnologia *Blockchain* pode superar as limitações dos métodos convencionais de validação, especialmente no que tange à segurança e eficiência

operacional?

Este estudo busca responder a essa pergunta por meio de uma análise comparativa entre os sistemas tradicionais de validação de transações financeiras e aqueles baseados em *Blockchain*, com foco nos impactos de cada abordagem sobre a segurança e a eficiência das operações. Para alcançar esse propósito, propõe-se:

- Identificar as características, vantagens e limitações dos sistemas tradicionais de validação de transações financeiras;
- Explorar os princípios fundamentais e as aplicações da tecnologia *Blockchain* no setor financeiro;
- Avaliar os benefícios e desafios associados à implementação da *Blockchain* em transações financeiras;
- Comparar os sistemas tradicionais e baseados em *Blockchain* com base em critérios como segurança, eficiência operacional, escalabilidade, conformidade regulatória, transparência e imutabilidade.

207

Embora a literatura atual explore diversas aplicações do *Blockchain*, ainda são raros os estudos que fazem uma comparação direta e abrangente entre os métodos tradicionais de validação de transações financeiras e aqueles que utilizam *Blockchain*. Este estudo pretende preencher essa lacuna ao realizar uma análise detalhada das diferenças em termos de robustez, resistência a fraudes e ataques cibernéticos, e eficiência operacional entre as duas abordagens. Embora aspectos como custo, tempo de processamento e complexidade de implementação também sejam considerados, o foco principal será avaliar a eficácia de ambos os métodos na prevenção de fraudes e na garantia da integridade das transações.

A análise comparativa revelou que a tecnologia *Blockchain* apresenta certas vantagens em relação aos sistemas tradicionais de validação de transações financeiras. A *Blockchain* demonstrou potencial para mitigar riscos associados à centralização e melhorar a transparência das operações. No entanto, também foram identificados desafios importantes, como limitações de escalabilidade e questões de conformidade regulatória, que exigem atenção. Esses resultados destacam a necessidade de uma abordagem equilibrada na adoção da *Blockchain*, considerando

tanto seus benefícios quanto seus obstáculos no contexto financeiro.

Além disso, o estudo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, apresenta-se a fundamentação teórica, abordando tanto os sistemas tradicionais de validação quanto a tecnologia *Blockchain*, focando em definições importantes para o entendimento do leitor. A Seção 3 aborda sobre o estado da arte. A Seção 4 descreve a metodologia adotada na pesquisa. Os resultados e a discussão são apresentados na Seção 5. Por fim, a Seção 6 traz as conclusões levantadas pelo estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são apresentados os conceitos fundamentais que sustentam este estudo, abrangendo os sistemas tradicionais de validação de transações financeiras, a tecnologia *Blockchain*, protocolos de consenso, contratos inteligentes, segurança em transações financeiras, escalabilidade e eficiência operacional, conformidade regulatória, transparência e imutabilidade.

208

2.1 Sistemas tradicionais de validação de transações financeiras

Os sistemas tradicionais de validação de transações financeiras operam com base em arquiteturas centralizadas, onde instituições financeiras, como bancos e processadoras de pagamentos, atuam como intermediárias confiáveis para processar e registrar transações (Guo; Liang, 2016). Nesses sistemas, as transações são registradas e validadas por uma autoridade central, que é responsável por garantir a integridade e a segurança das operações. A centralização facilita o controle e a governança, permitindo a implementação de políticas de segurança e conformidade regulatória (União Europeia, 2016).

As transações nos sistemas tradicionais passam por múltiplas etapas de verificação, incluindo autenticação do usuário, autorização de pagamento, compensação e liquidação. Instituições como câmaras de compensação e redes interbancárias desempenham papéis fundamentais no processamento de transações nacionais e internacionais (Guo; Yu, 2022). Essa infraestrutura estabelecida é suportada por regulamentações rigorosas destinadas a proteger os consumidores e a

estabilidade do sistema financeiro.

2.2 Tecnologia *blockchain*

A tecnologia *Blockchain* foi introduzida em 2008 por Satoshi Nakamoto como o mecanismo subjacente ao *Bitcoin*, permitindo transações ponto a ponto sem a necessidade de intermediários (Nakamoto, 2008). A *Blockchain* é um livro-razão distribuído que registra transações de forma descentralizada, garantindo a integridade e a sequência das operações por meio de técnicas criptográficas (Zheng *et al.*, 2017). Cada bloco na cadeia contém um conjunto de transações e um hash criptográfico, uma sequência alfanumérica gerada a partir dos dados do bloco, que funciona como uma impressão digital única desses dados, do bloco anterior.

A descentralização é uma característica central da *Blockchain*, onde cada nó da rede mantém uma cópia completa do livro-razão. Isso distribui a responsabilidade pela validação e registro das transações entre os participantes da rede (Zheng *et al.*, 2017). A tecnologia também utiliza mecanismos que dificultam alterações nos blocos já confirmados, contribuindo para a confiabilidade do sistema.

209

2.2.1 Protocolos de consenso

Para manter a consistência do livro-razão distribuído e validar transações sem uma autoridade central, a *Blockchain* emprega protocolos de consenso. Esses protocolos são fundamentais para garantir a segurança e a integridade das transações registradas na *Blockchain*, dentre os protocolos mais utilizados estão:

- ***Proof of Work (PoW)***: Requer que os participantes resolvam problemas matemáticos complexos para validar transações e adicionar novos blocos à cadeia (Bach; Mihaljevic; Zagar, 2018).
- ***Proof of Stake (PoS)***: Seleciona validadores com base na quantidade de moeda que possuem e estão dispostos a comprometer como garantia (*stake*), o que pode reduzir a necessidade de processamento intensivo (Nguyen *et al.*, 2019).

2.2.2 Contratos inteligentes

Contratos inteligentes são programas autoexecutáveis que automatizam a execução de acordos quando condições predefinidas são atendidas (Szabo, 1997). Implementados na *Blockchain*, eles permitem a execução de transações e acordos sem a necessidade de intermediários, com os termos do contrato sendo escritos diretamente no código (Christidis; Devetsikiotis, 2016). Isso possibilita a automatização de processos em diversos setores, incluindo o financeiro.

2.2.3 Layer 2

As tecnologias de *Layer 2* consistem em protocolos ou redes construídas sobre a *Blockchain* principal, visando melhorar a capacidade de processamento sem alterar a estrutura base (Poon; Dryja, 2016). Essas soluções permitem que transações sejam realizadas fora da cadeia principal (*off-chain*) e, posteriormente, registradas na *Blockchain* principal em um único lote, reduzindo a carga e aumentando a velocidade das transações.

210

2.2.4 Sharding

O *sharding* é uma técnica que divide a *Blockchain* em fragmentos menores, chamados *shards*, permitindo que as transações sejam processadas em paralelo (Zamani; Movahedi; Raykova, 2018). Cada *shard* lida com um subconjunto de transações e mantém uma parte do estado da rede, o que aumenta significativamente a capacidade total de processamento sem sobrecarregar os nós individuais. Essa abordagem busca melhorar a escalabilidade mantendo a segurança e a descentralização da rede.

2.2.5 *Blockchains* permissionadas

As *blockchains* permissionadas são redes em que o acesso e a participação no processo de validação de transações são restritos a entidades previamente

autorizadas (Androulaki *et al.*, 2018). Diferentemente das *blockchains* públicas, que são abertas a qualquer participante, as permissionadas oferecem maior controle sobre a governança, privacidade e conformidade regulatória (Lin *et al.*, 2022). Essa estrutura é especialmente relevante para instituições financeiras, pois permite atender aos requisitos legais e de segurança ao mesmo tempo em que se beneficiam das características de imutabilidade e eficiência da *blockchain* (Fanning; Centers, 2016).

2.3 Critérios de comparação

Os critérios de comparação definidos para este estudo, englobam aspectos fundamentais que determinam a eficiência, a segurança e a confiabilidade dos sistemas de transações financeiras. A segurança refere-se à proteção das operações contra fraudes, ataques cibernéticos e acessos não autorizados (Hassani; Huang; Silva, 2018). Essa característica envolve mecanismos que garantem a integridade, confidencialidade e disponibilidade dos dados durante o processamento das transações, reduzindo vulnerabilidades que possam comprometer usuários ou instituições financeiras.

A escalabilidade é definida como a capacidade de um sistema de lidar com volumes crescentes de transações sem perda de desempenho (Croman *et al.*, 2016). Já a eficiência operacional está relacionada à rapidez e ao custo das transações, sendo influenciada pela complexidade dos procedimentos e pelo número de intermediários envolvidos. Esses aspectos são especialmente relevantes em contextos de alta densidade de transações, como transferências internacionais, onde demandas crescentes exigem sistemas eficazes e ágeis.

Outro critério essencial é a conformidade regulatória, que diz respeito ao cumprimento de leis e normas que regem o setor financeiro, assegurando a proteção dos consumidores e a integridade do sistema (União Europeia, 2016). Esse conceito abrange práticas como *Know Your Customer* (KYC), *Anti-Money Laundering* (AML) e proteção de dados. O não cumprimento dessas normas pode acarretar penalidades severas e prejudicar a reputação de instituições financeiras.

Por fim, a transparência refere-se à capacidade de acessar e verificar informações sobre transações realizadas, promovendo maior clareza e confiança

entre as partes envolvidas (Pilkington, 2016). Já a imutabilidade está relacionada à impossibilidade de alterar ou excluir registros após sua confirmação, assegurando a integridade histórica dos dados e fortalecendo a confiança no sistema.

3 ESTADO DA ARTE

Nesta seção, são abordadas as aplicações recentes da tecnologia *Blockchain* no setor financeiro, bem como os desafios e tendências atuais.

Segundo Miah *et al.* (2023), empresas como a *Ripple* têm expandido suas parcerias com instituições financeiras para facilitar transações transfronteiriças com menor custo e maior velocidade. Além disso, projetos como o *JPM Coin*, desenvolvido pelo *JPMorgan Chase*, utilizam *Blockchain* para liquidar pagamentos entre clientes institucionais (JPMorgan Chase & Co., 2020).

A tokenização de ativos financeiros tem ganhado destaque nos últimos anos. De acordo com Capponi e Jia (2021), plataformas como a *Polymath* e a *Securitize* permitem a emissão de títulos digitais, facilitando a negociação e a liquidação quase instantânea de ativos. Esses desenvolvimentos têm o potencial de democratizar o acesso a investimentos e aumentar a liquidez dos mercados financeiros.

O uso de *Blockchain* para identidade digital e conformidade regulatória tem sido explorado em vários projetos recentes. Conforme Liu *et al.* (2020), soluções como o *Sovrin* e o *uPort* estão promovendo identidades mais autônomas, melhorando processos de KYC e AML. Essas plataformas oferecem aos usuários controle sobre seus dados pessoais, enquanto permitem que instituições financeiras verifiquem identidades de forma segura e eficiente.

Os avanços em segurança relacionados à *Blockchain* também têm sido significativos. Segundo Guan *et al.* (2018), a implementação de protocolos de segurança aprimorados, como o *Zero-Knowledge Proofs*, permite verificar transações sem revelar informações confidenciais. Além disso, novas abordagens de consenso, como o *Proof of Authority (PoA)*, estão sendo adotadas para aumentar a segurança e a eficiência em redes permissionadas (Lin *et al.*, 2018).

Embora essa tecnologia tenha alcançado avanços significativos no setor financeiro, estudos recentes indicam que ainda há desafios importantes a serem

superados. As iniciativas analisadas destacam tanto o seu potencial transformador quanto às limitações atuais, reforçando a relevância deste estudo. Essas evidências fornecem uma base sólida para avaliar até que ponto a *Blockchain* pode, de fato, superar as limitações dos métodos tradicionais de validação de transações financeiras.

4 METODOLOGIA

Este estudo segue uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, com o intuito de realizar uma análise comparativa entre sistemas de validação de transações financeiras tradicionais e aqueles baseados em *Blockchain*. A pesquisa visa avaliar aspectos relacionados à segurança, eficiência operacional e os desafios associados a cada uma das abordagens.

Para atingir os objetivos traçados, foram utilizadas três estratégias principais: revisão sistemática de literatura, análise comparativa e análises de caso. Com essas estratégias, busca-se construir uma base teórica sólida, identificar diferenças fundamentais entre os sistemas e compreender melhor as implicações práticas da adoção da tecnologia *Blockchain* no setor financeiro.

213

4.1 Revisão sistemática da literatura

A revisão sistemática da literatura foi conduzida com o objetivo de identificar estudos que abordam a aplicação do *Blockchain* em sistemas financeiros, fornecendo subsídios para a análise comparativa com sistemas tradicionais.

As bases de dados consultadas incluíram *IEEE Xplore*, *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*. As palavras-chave utilizadas foram "*blockchain*", "sistemas financeiros", "segurança de transações" e "validação de transações".

Foram selecionados apenas estudos revisados por pares, em inglês ou português, que abordassem implementações ou discussões relevantes sobre o uso da *Blockchain* no setor financeiro. A escolha dos artigos considerou critérios de confiabilidade, nível de citação e atualidade, com prioridade para publicações dos últimos cinco anos e com impacto significativo na comunidade acadêmica. Essa

seleção criteriosa buscou garantir que as fontes fossem de alta qualidade e refletissem as tendências e avanços mais recentes na área.

4.2 Análise comparativa

A análise comparativa buscou contrastar os sistemas tradicionais de validação de transações financeiras com aqueles baseados em *Blockchain*, levando em consideração critérios específicos. Os principais critérios de comparação foram:

- **Segurança:** Mecanismos de proteção, resistência a fraudes e ataques cibernéticos, e a confiabilidade dos sistemas;
- **Eficiência Operacional:** Tempo de processamento das transações, custos de implementação e manutenção, e a necessidade de intermediários;
- **Escalabilidade:** Capacidade de lidar com volumes crescentes de transações sem comprometimento do desempenho;
- **Conformidade Regulamentar:** Adequação às normas e regulamentações financeiras;
- **Transparência e Imutabilidade:** Nível de transparência nas transações e a capacidade de manter registros imutáveis.

214

Com base nos dados que serão obtidos por meio da revisão de literatura, espera-se estabelecer indicadores específicos para cada critério. A coleta de dados possibilitará o preenchimento desses indicadores, e as informações serão organizadas em uma matriz comparativa. A análise dos resultados permitirá identificar os pontos fortes e fracos de cada abordagem, proporcionando uma compreensão mais profunda das diferenças entre os sistemas.

4.3 Análises de caso

As análises de caso serão conduzidas com o intuito de examinar implementações reais de *Blockchain* em instituições financeiras, identificando benefícios, desafios e resultados obtidos. Busca-se selecionar instituições que já

adotaram a tecnologia em suas operações e que disponibilizaram informações detalhadas sobre o processo de implementação. As fontes de dados incluirão relatórios institucionais, artigos acadêmicos e técnicos com descrições de implementações práticas, além de notícias e artigos especializados sobre os casos selecionados.

O procedimento envolverá a identificação dos casos mais relevantes, a coleta de informações sobre a motivação para a adoção do *Blockchain*, o processo de implementação, os desafios enfrentados e os resultados alcançados. Com a análise qualitativa procura-se avaliar os impactos da implementação em termos de segurança, eficiência operacional, escalabilidade, conformidade regulatória e transparência.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise comparativa entre sistemas tradicionais de validação de transações financeiras e aqueles baseados em *Blockchain*. Primeiro, expõe-se a matriz comparativa que resume os principais critérios. Em seguida, analisa-se cada critério em detalhe, oferecendo interpretações fundamentadas. Por fim, o estudo aprofunda os casos analisados, abordando processos de implementação, desafios e resultados, conectando-os aos pontos discutidos na análise comparativa.

215

5.1 Matriz comparativa

A coleta de dados, realizada por meio da revisão sistemática da literatura e das análises de caso, possibilitou o preenchimento dos indicadores definidos na metodologia. As informações foram organizadas no Quadro 1, que sintetiza os principais pontos de comparação entre os sistemas tradicionais e a *Blockchain*.

Quadro 1 – Matriz comparativa entre sistemas tradicionais e *Blockchain*

Critério	Sistemas Tradicionais	Blockchain
Segurança	<ul style="list-style-type: none">- Dependência de servidores centralizados;- Vulnerabilidade a pontos únicos de falha;- Medidas de segurança maduras e regulamentadas.	<ul style="list-style-type: none">- Arquitetura descentralizada;- Alta resistência a ataques distribuídos;- Imutabilidade dos registros.
Eficiência Operacional	<ul style="list-style-type: none">- Processos estabelecidos com intermediários;- Possibilidade de atrasos em transações complexas;- Custos operacionais elevados em transações internacionais.	<ul style="list-style-type: none">- Transações ponto a ponto;- Redução de intermediários;- Automação através de contratos inteligentes.
Escalabilidade	<ul style="list-style-type: none">- Infraestrutura capaz de processar alto volume;- Escalabilidade vertical com investimento em infraestrutura.	<ul style="list-style-type: none">- Limitações no número de transações por segundo;- Desafios de escalabilidade em redes públicas.
Conformidade Regulamentar	<ul style="list-style-type: none">- Operam dentro de marcos regulatórios estabelecidos;- Requisitos claros de KYC, AML e proteção de dados.	<ul style="list-style-type: none">- Desafios regulatórios devido à descentralização;- Falta de uniformidade global nas regulamentações;- Necessidade de evolução regulatória.
Transparência e Imutabilidade	<ul style="list-style-type: none">- Registros mantidos privadamente pelas instituições;- Possibilidade de alterações internas controladas;- Transparência limitada ao público.	<ul style="list-style-type: none">- Registros públicos e acessíveis (em redes públicas);- Imutabilidade garantida por criptografia;- Facilita auditorias e rastreabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

216

5.2 Análise comparativa

Conforme definido na metodologia, a análise comparativa foi conduzida considerando os critérios estabelecidos, com base nos dados obtidos pela revisão sistemática da literatura. A seguir, será apresentado uma análise detalhada de cada critério, oferecendo interpretações e opiniões fundamentadas.

5.2.1 Segurança

A segurança é um aspecto crítico em sistemas financeiros, e a análise evidenciou diferenças significativas entre as abordagens. Os sistemas tradicionais dependem de infraestruturas centralizadas que, conforme visto, cria um ponto único de falha que pode ser explorado por agentes mal-intencionados. Apesar de utilizarem medidas de segurança maduras e regulamentadas, como *firewalls* e criptografia avançada (Has Sani; Huang; Silva, 2018), incidentes como o ataque à *Equifax* (U.S. House of Representatives Committee on Oversight And Government Reform, 2018) demonstram que essas defesas podem ser insuficientes contra ameaças sofisticadas. A centralização facilita a implementação de políticas de segurança, mas também concentra os riscos.

Já a *Blockchain* apresenta uma arquitetura descentralizada, o que pode ser considerado uma vantagem significativa em termos de segurança. A distribuição da *Blockchain* entre múltiplos nós dificulta ataques e tentativas de fraude (Zheng *et al.*, 2017). Além disso, a imutabilidade dos registros, garantida por técnicas criptográficas, aumenta a confiança no sistema. No entanto, é importante reconhecer que a segurança das chaves privadas é um ponto crítico, pois a perda ou comprometimento dessas chaves pode resultar em perdas irreversíveis (Li *et al.*, 2020). Pode-se observar que a *Blockchain* oferece uma abordagem mais robusta contra certos tipos de ataques, mas exige práticas rigorosas de segurança por parte dos usuários.

A *Blockchain* proporciona avanços significativos em segurança, mitigando riscos associados à centralização. No entanto, a implementação eficaz depende de uma gestão adequada das chaves privadas e da conscientização dos usuários. Os sistemas tradicionais continuam vulneráveis a ataques direcionados, mas possuem protocolos estabelecidos que podem ser fortalecidos com investimentos em segurança cibernética.

5.2.2 Eficiência operacional

A eficiência operacional é fundamental para a competitividade das instituições financeiras. Os processos estabelecidos nos sistemas tradicionais, embora confiáveis,

são muitas vezes burocráticos e dependem de múltiplos intermediários (Ali *et al.*, 2020). Isso pode resultar em atrasos significativos, especialmente em transações internacionais. Avalia-se, a necessidade de verificação e compensação por diversas entidades não apenas prolonga o tempo de processamento, mas também aumenta os custos operacionais. Essa ineficiência pode impactar negativamente a satisfação dos clientes e a agilidade das operações financeiras.

A *Blockchain* permite transações diretas entre as partes, reduzindo ou eliminando a necessidade de intermediários (Peters; Panayi, 2016). A automação de processos por meio de contratos inteligentes é um diferencial considerado altamente vantajoso, pois minimiza erros humanos e acelera a execução de transações (Christidis; Devetsikiotis, 2016). No entanto, reconhece-se que a velocidade das transações pode variar dependendo da rede e do protocolo utilizado. Por exemplo, o *Bitcoin* enfrenta limitações de processamento, enquanto outras redes como a *Ripple* oferecem maior rapidez.

É possível observar que a *Blockchain* tem o potencial de revolucionar a eficiência operacional no setor financeiro, especialmente em contextos onde a rapidez e a redução de custos são essenciais. No entanto, a adoção plena depende da capacidade de integrar a tecnologia com sistemas existentes e de superar desafios técnicos relacionados à escalabilidade.

218

5.2.3 Escalabilidade

A capacidade de lidar com volumes crescentes de transações é um desafio crucial. Os sistemas financeiros tradicionais possuem infraestruturas robustas e escaláveis, capazes de processar milhares de transações por segundo (Croman *et al.*, 2016). A escalabilidade vertical, embora custosa, permite atender à demanda crescente. Observa-se que esse é um ponto forte dos sistemas tradicionais, que conseguem manter a performance mesmo em cenários de alta demanda.

A *Blockchain* enfrenta limitações significativas em termos de escalabilidade, especialmente em redes públicas (Croman *et al.*, 2016). A capacidade limitada de transações por segundo pode levar a congestionamentos e atrasos. Embora soluções como o *Lightning Network* e o *sharding* estejam em desenvolvimento, ainda não

atingiram maturidade suficiente para resolver plenamente o problema (Poon; Dryja, 2016). Acredita-se que a escalabilidade é um dos principais obstáculos para a adoção massiva da *Blockchain* em aplicações de alta demanda. Conclui-se que, atualmente, os sistemas tradicionais oferecem melhor desempenho em termos de escalabilidade.

5.2.4 Conformidade regulamentar

A conformidade com regulamentações é essencial para a operação segura e legal das instituições financeiras. As instituições tradicionais operam dentro de marcos regulatórios bem estabelecidos, com requisitos claros de KYC, AML e proteção de dados (União Europeia, 2016). A experiência acumulada facilita a adequação às normas e a colaboração com órgãos reguladores. Entende-se que essa conformidade é um ponto forte, proporcionando segurança jurídica e proteção aos consumidores.

A natureza descentralizada da *Blockchain* apresenta desafios significativos em termos de conformidade regulatória (Savirimuthu, 2019). A ausência de uma autoridade central dificulta a aplicação de regulamentações tradicionais. Além disso, a falta de uniformidade nas regulamentações globais cria um ambiente de incerteza. Acredita-se que a evolução das normas e a colaboração entre reguladores e desenvolvedores de tecnologia são necessárias para superar esses obstáculos.

Constata-se que a conformidade regulatória é um desafio crítico para a adoção da *Blockchain* no setor financeiro. Soluções, como *Blockchains* permissionadas e a implementação de mecanismos de identificação, podem auxiliar no cumprimento dos requisitos legais.

5.2.5 Transparência e imutabilidade

Esses aspectos afetam a confiança dos usuários e a capacidade de auditoria. Nos sistemas tradicionais, a transparência é limitada, com registros mantidos internamente pelas instituições (Pilkington, 2016). Embora isso proteja a privacidade dos clientes, pode dificultar a detecção de fraudes e a realização de auditorias independentes. A possibilidade de alterações controladas nos registros, apesar de necessária em alguns casos, pode comprometer a integridade dos dados.

A *Blockchain* oferece transparência elevada e imutabilidade dos registros (Zheng *et al.*, 2017). Considera-se que essas características aumentam a confiança no sistema e facilitam a auditoria das transações. No entanto, a exposição pública de dados pode levantar preocupações sobre privacidade, exigindo o desenvolvimento de soluções que equilibrem transparência e confidencialidade. Acredita-se que a *Blockchain* proporciona vantagens significativas em termos de transparência e imutabilidade, mas é necessário abordar as questões de privacidade.

5.3 Análises de caso

Conforme definido na metodologia, foram selecionadas duas análises de caso para examinar implementações reais da *Blockchain* em instituições financeiras: o *JP Morgan Chase* e o Banco Santander. Foram utilizadas fontes como relatórios institucionais, artigos acadêmicos e notícias especializadas para coletar informações detalhadas sobre os processos de implementação, desafios enfrentados e resultados obtidos. Essas análises permitem ilustrar na prática os conceitos discutidos anteriormente na análise comparativa.

220

5.3.1 Análise de caso 1: *JPMorgan Chase*

O *JPMorgan Chase*, uma das maiores instituições financeiras globais, reconheceu o potencial transformador da *Blockchain* e, em 2016, desenvolveu a plataforma *Quorum* (*JPMorgan Chase & Co.*, 2016). A motivação principal foi melhorar a eficiência, segurança e transparência das transações interbancárias e de clientes institucionais. A *Quorum* é uma versão permissionada da *Blockchain* do *Ethereum*, adaptada para atender aos requisitos específicos do setor financeiro.

O processo de implementação envolveu várias etapas críticas, como adaptações tecnológicas e integração com sistemas legados, buscando assegurar que a nova plataforma atendesse às demandas operacionais e regulatórias do banco. No decorrer desse processo, o *JPMorgan Chase* enfrentou desafios significativos que precisaram ser superados para garantir o sucesso da iniciativa. Os principais desafios incluíram:

- **Escalabilidade:** Garantir alto desempenho para suportar o volume de transações institucionais foi um desafio significativo. A natureza descentralizada da *Blockchain* exigiu otimizações para atender às necessidades de processamento em larga escala.
- **Segurança:** Proteger a plataforma contra ameaças cibernéticas e assegurar a integridade dos dados foram prioridades. Desenvolver mecanismos robustos de segurança foi essencial para manter a confiança dos clientes e cumprir requisitos regulatórios.
- **Regulamentação:** Alinhar a nova tecnologia com as normas financeiras existentes exigiu uma colaboração estreita com órgãos reguladores. A adaptação aos requisitos de KYC e AML apresentou complexidades devido à natureza descentralizada da *Blockchain*.
- **Cultura Organizacional:** Promover a aceitação interna da nova tecnologia demandou esforços significativos de capacitação e mudança de mindset entre funcionários e gestores. Superar a resistência à mudança foi crucial para a implementação bem-sucedida.

221

Esses desafios evidenciam as complexidades inerentes à adoção de tecnologias inovadoras em grandes instituições financeiras. Abordar cada um deles foi fundamental para que eles pudessem avançar com a implementação da *Quorum*. A implementação dessa tecnologia resultou em benefícios significativos para o *JPMorgan Chase*:

- **Melhoria na Eficiência Operacional:** Houve uma redução substancial no tempo de processamento de transações complexas, graças à automação e à eliminação de intermediários desnecessários. Isso permitiu operações mais ágeis e redução de custos operacionais.
- **Aumento da Segurança:** A arquitetura descentralizada e o uso de criptografia avançada fortaleceram a segurança das transações, reduzindo o risco de fraudes e ataques cibernéticos.
- **Transparência Controlada:** A plataforma permitiu maior transparência nas transações, mantendo a privacidade necessária por meio de transações privadas. Isso

facilitou auditorias internas e o cumprimento de requisitos regulatórios.

- **Posicionamento Inovador:** Ao adotar a *Blockchain*, o *JPMorgan Chase* posicionou-se como líder em inovação tecnológica no setor financeiro, abrindo oportunidades para novas parcerias e serviços diferenciados.

Os resultados obtidos demonstram como a superação dos desafios iniciais contribuíram para alcançar melhorias significativas. A experiência do *JPMorgan Chase* reforça os aspectos discutidos na análise comparativa, evidenciando o potencial da *Blockchain* em promover eficiência e segurança nas operações financeiras.

5.3.2 Análise de caso 2: Banco Santander

O Banco Santander, buscando inovar em serviços de pagamentos internacionais, lançou em 2018 o aplicativo *One Pay FX* (Banco Santander, 2018). A principal motivação foi oferecer aos clientes transferências internacionais mais rápidas, transparentes e com custos reduzidos, atendendo à crescente demanda por serviços financeiros mais eficientes.

A implementação envolveu uma parceria tecnológica com a *Ripple*, empresa especializada em soluções de pagamento baseadas em *Blockchain* (Ripple, 2020). A integração com os sistemas bancários existentes foi cuidadosamente planejada para proporcionar uma experiência de usuário fluida e confiável. No entanto, o banco enfrentou vários desafios que precisam ser abordados para garantir o sucesso do projeto, entre eles estão:

- **Integração Tecnológica:** Conectar a tecnologia *Blockchain* aos sistemas legados do banco apresentou complexidades técnicas. Foi necessário garantir que os sistemas se comunicassem de forma eficaz e segura, preservando a integridade dos dados.

- **Segurança e Privacidade:** Proteger os dados dos clientes e cumprir regulamentos de privacidade, como o *General Data Protection Regulation* (GDPR), exigiu a implementação de protocolos de segurança robustos e a adaptação das práticas de

gestão de dados.

- **Adoção pelo Cliente:** Ganhar a confiança dos clientes em relação a uma tecnologia nova e pouco familiar demandou esforços de comunicação e educação.
- **Conformidade Regulamentar:** Navegar pelas regulamentações internacionais de transferências financeiras foi desafiador, exigindo adequação às normas de múltiplos países e colaboração com autoridades regulatórias.

Abordar esses desafios foi essencial para assegurar que o *One Pay FX* pudesse operar de forma eficiente, segura e em conformidade com as exigências legais, ao mesmo tempo em que oferecia uma experiência positiva aos clientes. A implantação do *One Pay FX* trouxe resultados positivos significativos para o Banco Santander:

- **Velocidade nas Transações:** O tempo para completar transferências internacionais foi reduzido de dias para minutos, melhorando significativamente a experiência do cliente e aumentando a competitividade do banco.
- **Transparência nas Taxas:** Os clientes passaram a ter acesso a informações claras sobre custos e taxas de câmbio, aumentando a confiança no serviço e permitindo melhor planejamento financeiro.
- **Satisfação e Fidelização do Cliente:** A melhoria nos serviços contribuiu para o aumento da satisfação dos clientes e fortaleceu a fidelização, resultando em maior retenção e potencial para expansão da base de clientes.
- **Eficiência Operacional:** A otimização dos processos internos levou à redução de custos operacionais e maior eficiência nas operações, permitindo ao banco direcionar recursos para outras áreas estratégicas.

Os resultados obtidos evidenciam que a abordagem estratégica para superar os desafios foi eficaz, possibilitando que o Banco Santander colhesse os benefícios da adoção da *Blockchain*. Esta análise de caso ilustra na prática como a tecnologia pode ser empregada para aprimorar serviços financeiros, alinhando-se aos pontos destacados na análise comparativa, como eficiência operacional e satisfação do cliente.

5.4 Discussão geral dos resultados

Após a análise comparativa e o exame das análises de caso, percebe-se que a tecnologia *Blockchain* apresenta um potencial significativo para transformar o setor financeiro, especialmente em termos de segurança, eficiência operacional e transparência. Os sistemas tradicionais, embora consolidados e regulamentados, enfrentam desafios relacionados à centralização e ineficiências operacionais que a *Blockchain* pode mitigar.

No que diz respeito à segurança, a arquitetura descentralizada da *Blockchain* demonstra vantagens claras ao reduzir pontos únicos de falha e aumentar a resistência a ataques cibernéticos. Contudo, a segurança das chaves privadas permanece um ponto crítico que exige atenção contínua. As análises de caso do *JPMorgan Chase* e do Banco Santander evidenciam como instituições financeiras podem implementar medidas para reforçar a segurança, alinhando-se aos benefícios da *Blockchain*.

A eficiência operacional também se mostra potencialmente aprimorada com a adoção da *Blockchain*. A redução de intermediários e a automação de processos podem resultar em transações mais rápidas e custos operacionais reduzidos. No entanto, a necessidade de integrar a *Blockchain* com sistemas legados e superar desafios técnicos, como a escalabilidade, permanece uma consideração importante.

Em relação à conformidade regulatória, identifica-se que a natureza descentralizada da *Blockchain* apresenta desafios significativos. A ausência de uma autoridade central dificulta a aplicação de regulamentações tradicionais, exigindo uma evolução das normas existentes. As análises de caso mostram que é possível trabalhar em colaboração com reguladores para desenvolver soluções que atendam aos requisitos legais sem comprometer os benefícios da tecnologia.

Por fim, a transparência e imutabilidade proporcionadas pela *Blockchain* podem aumentar a confiança no sistema financeiro, mas também levantam preocupações sobre privacidade. Acredita-se que tecnologias complementares e abordagens híbridas podem oferecer um equilíbrio adequado entre transparência e confidencialidade.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo, buscou-se investigar em que medida a tecnologia *Blockchain* poderia superar as limitações dos métodos convencionais de validação de transações financeiras. A pesquisa foi motivada pela necessidade de aprimorar os sistemas de validação de transações diante dos desafios enfrentados pelo setor financeiro, como vulnerabilidades a ataques cibernéticos e ineficiências decorrentes da dependência de intermediários em sistemas centralizados. O objetivo central foi realizar uma análise comparativa entre os sistemas tradicionais e aqueles baseados em *Blockchain*, avaliando os impactos de cada abordagem referentes a segurança, eficiência operacional, escalabilidade, conformidade regulamentar, transparência e imutabilidade.

Com base na análise comparativa realizada e nas análises de caso examinadas, os resultados indicaram que a *Blockchain* possui o potencial de superar algumas das limitações dos sistemas tradicionais. A arquitetura descentralizada e os mecanismos criptográficos referentes à *Blockchain* podem aumentar a segurança das transações, reduzindo a vulnerabilidade a ataques cibernéticos e fraudes. Além disso, a possibilidade de reduzir intermediários e automatizar processos por meio de contratos inteligentes pode melhorar a eficiência operacional, acelerando transações e reduzindo custos.

No entanto, os resultados também revelaram que a adoção da *Blockchain* enfrenta desafios significativos, especialmente em termos de escalabilidade e conformidade regulatória. A pesquisa se baseou predominantemente em fontes públicas e focou em duas análises de caso específicas, o que pode limitar a abrangência das conclusões e destacar a necessidade de mais investigações. As limitações atuais na capacidade de processamento de transações e a ausência de uma estrutura regulatória adequada são obstáculos que podem restringir a aplicação ampla da tecnologia no setor financeiro.

Olhando para o futuro, acredita-se que a *Blockchain* continuará a evoluir e expandir sua presença no setor financeiro, impulsionada por avanços tecnológicos, como protocolos de *layer 2* e técnicas de *sharding*, e pela crescente colaboração entre reguladores, instituições financeiras e desenvolvedores. Embora a *Blockchain* não

resolva todos os desafios do setor, seu potencial para modernizar e melhorar os sistemas de transações é evidente.

REFERÊNCIAS

ALI, O. *et al.* The state of play of blockchain technology in the financial services sector: A systematic literature review. **International Journal of Information Management**, v. 54, p. 102199, 2020.

ANDROULAKI, E. *et al.* Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains. *In: EUROSYS CONFERENCE*, 30., [S.l.], 2018. **Proceedings** [...]. [S.l.]: ACM, 2018. p. 1-15.

BACH, L. M.; MIHALJEVIC, B.; ZAGAR, M. Comparative analysis of blockchain consensus algorithms. *In: INTERNATIONAL CONVENTION ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY, ELECTRONICS AND MICROELECTRONICS (MIPRO)*, 41., Pakistan, 2018. **Proceedings** [...]. Pakistan: IEEE, 2018. p. 1545-1550.

BANCO SANTANDER. **Santander launches the first blockchain-based international money transfer service across four countries.** [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.santander.com/content/dam/santander-com/en/documentos/historico-notas-de-prensa/2018/04/NP-2018-04-12-Santander%20launches%20the%20first%20blockchain-based%20international%20money%20transfer%20service%20across%20-en.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

226

CAPPONI, A.; JIA, R. The adoption of blockchain-based decentralized exchanges. **SSRN Electronic Journal**, mar. 2021. DOI:10.48550/arXiv.2103.08842

CHRISTIDIS, K.; DEVETSIKIOTIS, M. Blockchains and smart contracts for the internet of things. **IEEE access**, v. 4, p. 2292-2303, 2016.

CROMAN, K. *et al.* On Scaling Decentralized Blockchains: (A Position Paper). *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FINANCIAL CRYPTOGRAPHY AND DATA SECURITY*. Berlin, 2016. **Proceedings** [...] Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016. p. 106-125.

FANNING, K.; CENTERS, D. P. Blockchain and its coming impact on financial services. **Journal of Corporate Accounting & Finance**, v. 27, n. 5, p. 53-57, 2016.

GUAN, Z. *et al.* Privacy-preserving and efficient aggregation based on blockchain for power grid communications in smart communities. **IEEE Communications Magazine**, v. 56, n. 7, p. 82-88, 2018.

GUO, H.; YU, X. A survey on blockchain technology and its security. **Blockchain:**

research and applications, v. 3, n. 2, p. 100067, 2022.

GUO, Y.; LIANG, C. Blockchain application and outlook in the banking industry. **Financial innovation**, v. 2, p. 1-12, 2016.

HASSANI, H.; HUANG, X.; SILVA, E. Big-crypto: Big data, blockchain and cryptocurrency. **Big Data and Cognitive Computing**, v. 2, n. 4, p. 34, 2018.

JPMORGAN CHASE & CO. **Quorum white paper**. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <https://github.com/Consensys/quorum/blob/master/docs/Quorum%20Whitepaper%20v0.2.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

JPMORGAN CHASE & CO. **JPM Coin by JPMorgan Chase**. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.jpmorgan.com/solutions/cib/news/digital-coin-payments>. Acesso em: 18 set. 2024.

LI, X. *et al.* A survey on the security of blockchain systems. **Future generation computer systems**, v. 107, p. 841-853, 2020.

LIN, C. *et al.* BSEIn: A blockchain-based secure mutual authentication with fine-grained access control system for industry 4.0. **Journal of network and computer applications**, v. 116, p. 42-52, 2018.

LIN, C. *et al.* Aca: Anonymous, confidential and auditable transaction systems for blockchain. **IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing**, v. 20, n. 6, p. 4536-4550, 2022.

LIU, Y. *et al.* Blockchain-based identity management systems: A review. **Journal of network and computer applications**, v. 166, p. 102731, 2020.

MIAH, A. *et al.* Blockchain in financial services: current status, adoption challenges, and future vision. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 20, n. 08, p. 2330004, 2023.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system**. [S.l.: s.n.], 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

NGUYEN, C. T. *et al.* Proof-of-stake consensus mechanisms for future blockchain networks: fundamentals, applications and opportunities. **IEEE access**, v. 7, p. 85727-85745, 2019.

PETERS, G. W.; PANAYI, E. **Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the internet of money**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2016.

PILKINGTON, M. Blockchain technology: principles and applications. *In*: OLLEROS, F. Xavier; ZHEGU, Majlinda (Ed.). **Research handbook on digital transformations**. UK: Edward Elgar Publishing, 2016. p. 225-253.

POON, J.; DRYJA, T. **Bitcoin lightning network: scalable off-chain instant payments**. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <https://lightning.network/lightning-network-paper.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2024.

RIPPLE. **Ripple: solutions for global payments**. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://ripple.com/>. Acesso em: 5 set. 2024.

SAVIRIMUTHU, J. Blockchain Regulation and Governance in Europe, by Michèle Finck The Blockchain and the New Architecture of Trust, by Kevin Werbach. **International Journal of Law and Information Technology**, v. 27, n. 3, p. 306–309, 2019.

SZABO, N. **The idea of smart contracts**. [S.l.: s.n.], 1997. Disponível em: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOT_winterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html. Acesso em: 12 ago. 2024.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016**. Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (GDPR). Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>. Acesso em: 15 set. 2024.

U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES COMMITTEE ON OVERSIGHT AND GOVERNMENT REFORM. **The Equifax Data Breach**. Washington, D.C., 2018. Disponível em: <https://oversight.house.gov/wp-content/uploads/2018/12/Equifax-Report.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

228

ZAMANI, M.; MOVAHEDI, M.; RAYKOVA, M. Rapidchain: Scaling blockchain via full sharding. *In*: SIGSAC CONFERENCE ON COMPUTER AND COMMUNICATIONS SECURITY. Lisboa, 2018. **Proceedings** [...]. Lisboa: ACM, 2018. p. 931-948.

ZHENG, Z. *et al.* An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS ON BIG DATA (BIGDATA CONGRESS). Honolulu, 2017. **Proceedings** [...]. Honolulu: IEEE, 2017. p. 557-564.