

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Bacharelado em Sistemas de Informação

Jevezon José Fernandes

**UM ESTUDO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E SEU PAPEL NO
COOPERATIVISMO FINANCEIRO DO BRASIL**

Diamantina

2025

Jevezon José Fernandes

**UM ESTUDO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E SEU PAPEL NO
COOPERATIVISMO FINANCEIRO DO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Orientador: Prof. Erinaldo Barbosa da Silva

Diamantina

2025

Ficha Catalográfica – Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário

Confeccionada pelo Sisbi/UFVJM

Elaborada com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Jevezon José Fernandes

**UM ESTUDO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E SEU PAPEL NO
COOPERATIVISMO FINANCEIRO DO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Orientador: Prof. Erinaldo Barbosa da Silva

Data de aprovação ____/____/____.

Prof.^a Dr.^a Cinthya Rocha Tameirão
Departamento de Computação - UFVJM

Prof. Patrick de Paula Barroso
Departamento de Computação - UFVJM

Diamantina

Dedico este trabalho a todos que acreditam que sonhar é o primeiro passo para conquistar.
Aos que, mesmo diante das dificuldades, persistem com coragem, fé e determinação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e oportunidade de chegar até aqui. Aos meus pais, pelo exemplo e apoio em cada etapa desta jornada. À minha namorada Lívia, pelo incentivo, apoio, paciência e compreensão nos momentos mais desafiadores. Aos professores da UFVJM, por todo o conhecimento compartilhado e pela dedicação ao ensino. Aos funcionários da instituição, pela colaboração e disponibilidade sempre que necessário. Em especial, agradeço ao meu orientador, pela orientação, confiança e valiosas contribuições para a realização deste trabalho.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.”

(José de Alencar)

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a tecnologia blockchain e sua aplicabilidade no cooperativismo financeiro do Brasil. O objetivo foi compreender como essa inovação pode contribuir para governança, transparência, eficiência e segurança dessas instituições. A pesquisa, de caráter exploratório e abordagem qualitativa, foi realizada por meio de revisão bibliográfica, abrangendo publicações nacionais e internacionais entre 2005 e 2025. Foram analisados 26 estudos relevantes que abordam experiências de uso do blockchain não apenas em instituições financeiras, mas também em setores correlacionados, incluindo pesquisas que examinam seus impactos no cooperativismo. Os resultados indicam que a adoção da tecnologia pode proporcionar vantagens significativas, como a redução de custos transacionais, a descentralização da gestão, a rastreabilidade das operações e a criação de maior confiança entre os cooperados. Contudo, desafios relevantes ainda precisam ser superados, entre eles os custos iniciais de implementação, a necessidade de capacitação técnica, a adequação regulatória e a resistência cultural à inovação. Conclui-se que a blockchain representa uma oportunidade estratégica para o cooperativismo financeiro no Brasil, uma vez que sua adoção tende a elevar os níveis de governança, transparência, eficiência e segurança. Entretanto, sua consolidação dependerá de investimentos em infraestrutura, de regulamentação clara e de esforços conjuntos entre cooperativas, associados e comunidades locais.

Palavras-chave: Blockchain.; Cooperativismo; Cooperativismo financeiro; Inovação tecnológica.

ABSTRACT

This paper presents a study on blockchain technology and its applicability in Brazilian financial cooperatives. The objective was to understand how this innovation can contribute to the governance, transparency, efficiency, and security of these institutions. The research, exploratory in nature and with a qualitative approach, was conducted through a literature review, encompassing national and international publications between 2005 and 2025. Twenty-six relevant studies were analyzed, addressing experiences of blockchain use not only in financial institutions but also in related sectors, including research examining its impacts on cooperatives. The results indicate that the adoption of the technology can provide significant advantages, such as reduced transactional costs, decentralized management, traceability of operations, and the creation of greater trust among members. However, relevant challenges still need to be overcome, including initial implementation costs, the need for technical training, regulatory compliance, and cultural resistance to innovation. It is concluded that blockchain represents a strategic opportunity for financial cooperatives in Brazil, since its adoption tends to raise levels of governance, transparency, efficiency, and security. However, its consolidation will depend on investments in infrastructure, clear regulations, and joint efforts between cooperatives, members, and local communities.

Keywords: Blockchain; Cooperativism; Financial cooperatives; Technological innovation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de estrutura de rede cliente-servidor e rede peer-to-peer (P2P)	19
Figura 2 – Funcionamento da blockchain.....	22
Figura 3 – Criptografia Simétrica.....	24
Figura 4 – Criptografia Assimétrica	24
Figura 5 – Exemplo de Hash	25
Figura 6 - Distribuição das cooperativas do SNCC em níveis – dezembro de 2024.....	36
 Gráfico 1 - Evolução do Cooperativismo financeiro no Brasil (2000–2022).....	29
Gráfico 2 - Evolução do número de cooperativas singulares de crédito por sistema.....	36
Gráfico 3 - Motivos da redução no número de singulares em atividade	37
Gráfico 4 - Evolução da quantidade de cooperados	38
Gráfico 5 - Percentual da população associada as cooperativas financeiras	39
Gráfico 6 - Ativos totais, carteira de crédito e depósitos do SNCC em relação ao SFN.....	40
Gráfico 7 - Crescimento anual da carteira ativa	41
Gráfico 8 - Patrimônio líquido das cooperativas singulares.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ramos do cooperativismo no Brasil.....	28
Quadro 2 - Diferenças entre bancos comerciais e cooperativas financeiras.....	30
Quadro 3 - Evolução de leis, decretos e normas das cooperativas financeiras	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACI	Aliança Cooperativa Internacional
AWS	Amazon Web Services
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
BACEN	Banco Central do Brasil
BB	Banco do Brasil
BNCC	Banco Nacional de Crédito Cooperativo
BRB	Banco de Brasília
CFC	Conselho Federal de Contabilidade
CBios	Créditos de Descarbonização
CMN	Conselho Monetário Nacional
CVN	Comissão de Valores Mobiliários
DeFi	Decentralized Finance
DEXs	Decentralized Exchanges
DLT	Distributed Ledger Technology
DREI	Departamento Nacional de Registro Empresarial e Integração
ETR	Ethereum
FGCoop	Fundo Garantidor do Cooperativismo de Crédito
IA	Inteligência Artificial
ICP-Brasil	Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira
ID	Identidade Digital
IRB	Instituto de Resseguros do Brasil
KYC	Know Your Customer
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
MPMEs	Micro, Pequenas e Médias Empresas
NBNC	Normas Brasileiras de Contabilidade
NFT	Non-Fungible Token
OCBES	Organização das Cooperativas Brasileiras no Estado do Espírito Santo
OCR	Optical Character Recognition
P2P	Peer-to-Peer
PAC	Posto de Atendimento Cooperativo
POS	Proof of Stake
POW	Proof of Work

RE	Resseguros
ROA	Return on Assets (Retorno sobre Ativos
ROE	Return on Equity (Retorno sobre o Patrimônio Líquido)
SCD	Sistema de Contratos Distribuídos
SBP	Sistema Brasileiro de Poderes
SFN	Sistema Financeiro Nacional
SICOOB	Sistemas de Cooperativas Financeiras do Brasil
SICRED	Sistema de Crédito Cooperativo
SNCC	Sistema Nacional de Crédito Cooperativo
WEF	World Economic Forum

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	16
1.2	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO PARA O COOPERATIVISMO DE CRÉDITO NO BRASIL	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	DEFINIÇÃO E CONCEITOS DO BLOCKCHAIN	18
2.1.1	<i>Funcionamento</i>	21
2.2	SEGURANÇA E TRANSPARÊNCIA NO BLOCKCHAIN	23
2.2.1	<i>Criptografia</i>	23
2.2.2	<i>Consenso</i>	26
2.2.3	<i>Imutabilidade</i>	26
2.3	COOPERATIVISMO FINANCEIRO	27
2.3.1	<i>Histórico</i>	27
2.3.2	<i>Características</i>	29
2.3.3	<i>Legislação</i>	31
2.3.4	<i>Organização e panorama atual das cooperativas financeiras no Brasil</i>	35
2.4	CONVERGÊNCIA TEÓRICA ENTRE BLOCKCHAIN E COOPERATIVISMO FINANCEIRO	42
2.4.1	<i>Governança democrática e smart contracts</i>	43
2.4.2	<i>Transparência, imutabilidade e auditoria distribuída</i>	44
2.4.3	<i>Eficiência operacional e redução de intermediários</i>	45
2.4.4	<i>Segurança criptográfica</i>	45
2.5	METODOLOGIA	46
3	EXPERIÊNCIAS RECENTES DO SETOR FINANCEIRO BRASILEIRO NA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	49
3.1	ITAÚ	49
3.2	BANCO DO BRASIL	51
3.3	B3 (BRASIL, BOLSA, BALCÃO)	52
3.4	NUBANK	54
3.5	BANCO CENTRAL DO BRASIL: MOEDA DIGITAL DREX	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1	BLOCKCHAIN E COOPERATIVISMO FINANCEIRO	57
4.2	APLICAÇÕES DA BLOCKCHAIN QUE PODEM MELHORAR GOVERNANÇA, TRANSPARÊNCIA, EFICIÊNCIA E SEGURANÇA NAS COOPERATIVAS FINANCEIRAS	58
4.2.1	<i>Big data e análise de dados</i>	58
4.2.2	<i>Participação dos cooperados no capital social</i>	59

4.2.3	<i>Garantias de crédito</i>	61
4.2.4	<i>Governança digital e votação eletrônica</i>	63
4.2.5	<i>Auditoria contábil</i>	63
5	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS	65
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

O cooperativismo desempenha um papel fundamental na sociedade ao promover a colaboração entre indivíduos, empresas e instituições, baseando-se na união voluntária para atender a necessidades econômicas e sociais comuns (VALADARES, 2013). Esse modelo organizacional incentiva a aplicação de recursos privados de maneira coletiva, compartilhando riscos e benefícios em prol do desenvolvimento sustentável das comunidades onde está inserido (JACQUES; GONÇALVES, 2016).

Dentre as diversas formas de cooperativismo, o de crédito se destaca por sua capacidade de promover a inclusão econômica e social, oferecendo serviços e produtos financeiros em regiões onde instituições bancárias tradicionais muitas vezes não atuam, (PAIVA; SANTOS, 2017). De acordo com o Banco Central do Brasil (2025), as cooperativas de crédito constituem-se como instituições financeiras formadas pela associação voluntária de pessoas, com o objetivo de oferecer serviços financeiros exclusivamente aos seus associados.

Nesse modelo, os cooperados exercem simultaneamente o papel de proprietários e usuários, participando ativamente da gestão e usufruindo de produtos e serviços bancários. Sua estrutura organizacional é pautada pelo princípio da gestão democrática, no qual cada associado possui igual poder de voto, independentemente do número de cotas de capital social detidas, não tendo como finalidade a obtenção de lucro.

No Brasil, as cooperativas de crédito desempenham um papel essencial na democratização do acesso ao crédito, no estímulo ao empreendedorismo local e na dinamização de economias regionais que muitas vezes são negligenciadas. Dessa forma, elas se consolidam como um mecanismo eficaz para reduzir desigualdades econômicas e fortalecer a autonomia financeira das comunidades onde está presente (JACQUES; GONÇALVES, 2016).

Uma trajetória sustentável em uma organização está associada à sua habilidade em gerar vantagem competitiva, alcançando e superando seus concorrentes (PASCHOINIA, 2019). Em meio a tantos desafios e incertezas globalizadas, a inovação é um fator significativo para a conquista e manutenção de espaço no mercado, além de ser determinante na performance organizacional (MARTINS et al, 2015).

Nesse contexto, a blockchain surge como uma ferramenta que pode transformar a forma como as cooperativas financeiras operam, trazendo novas possibilidades para a gestão,

associados e acesso aos serviços financeiros de forma descentralizada e segura. Ela funciona como um livro razão compartilhado, mantido e gerido de maneira distribuída e descentralizada, através de uma rede peer-to-peer, que permite a manutenção de um registro de transações, organizado em ordem cronológica, no qual todos os integrantes têm a responsabilidade de armazenar e manter a base de dados (SIMÕES et al., 2021).

De acordo com Area Bitcoin (2021), originalmente ela foi criada em 1991, por Stuart Haber e Scott Stornetta, onde após um escândalo envolvendo a alteração de um artigo de biologia, com uma tinta especial, pensaram diante da fragilidade e facilidade na alteração, em uma tecnologia de blocos de informação atrelados uns aos outros de forma imutável, onde nada pode ser editado ou excluído.

Suas características, como descentralização, segurança e transparência, oferecem um potencial transformador para as cooperativas de crédito. Ao eliminar a necessidade de intermediários, a blockchain pode aumentar a eficiência operacional, reduzir custos e melhorar a confiança dos cooperados (ALMADA; COSTA, 2023). Essa tecnologia permite a rastreabilidade e a imutabilidade das transações, aspectos que são especialmente relevantes para as cooperativas, que dependem da confiança mútua entre seus membros e da solidez operacional para prosperar (SIMÕES et al., 2021).

Apesar do crescente interesse pela aplicação da tecnologia blockchain em instituições financeiras tradicionais, observa-se ainda uma escassez de estudos voltados especificamente para o cooperativismo de crédito, sobretudo no contexto brasileiro. Em outras áreas, experiências com soluções tecnológicas baseadas em blockchain vêm sendo conduzidas, demonstrando potencial para ampliar a confiança, a transparência e a eficiência dos processos.

No Brasil, entretanto, a discussão sobre a incorporação dessa tecnologia ainda se encontra em estágio inicial, carecendo de análises que articulem suas potencialidades e desafios. Assim, esta pesquisa busca contribuir tanto para o avanço acadêmico na área quanto para a prática das cooperativas, ao investigar os caminhos possíveis para a adoção da blockchain nesse setor.

1.1 Objetivo geral e específicos

O objetivo geral deste trabalho consiste em compreender como o uso e o potencial da tecnologia blockchain no contexto das cooperativas financeiras, podem contribuir para a modernização da governança, o fortalecimento da transparência, a melhoria da eficiência operacional e a segurança dessas instituições. Os objetivos específicos incluem:

- a) Desenvolver um estudo sobre a tecnologia blockchain e sobre as cooperativas financeiras, abordando suas origens, características e funcionamento;
- b) Investigar exemplos de utilização da blockchain e analisar de que forma podem ser aplicados no contexto das cooperativas financeiras;
- c) Identificar os benefícios que a adoção da tecnologia pode proporcionar às cooperativas;
- d) Identificar as principais barreiras que podem dificultar a implementação da tecnologia nas cooperativas.

1.2 Justificativa e relevância do estudo para o cooperativismo de crédito no Brasil

A relevância deste estudo fundamenta-se na crescente importância das cooperativas de crédito para a inclusão financeira e o desenvolvimento econômico local no Brasil. Essas instituições têm se consolidado como uma alternativa ao sistema bancário tradicional, oferecendo aos seus associados serviços financeiros a custos mais baixos e com o mesmo nível de confiança.

Entretanto, as cooperativas ainda enfrentam desafios estruturais e operacionais, como a complexidade das transações e de determinados processos, que demandam tempo e dependem de intermediários. Diante desse cenário, emerge o problema central desta pesquisa: como a tecnologia blockchain pode contribuir para o desenvolvimento e modernização do cooperativismo financeiro no Brasil.

Essa questão norteia a investigação e busca compreender de que forma o uso da tecnologia pode promover maior segurança, eficiência e transparência nas operações das cooperativas de crédito. Além disso, ela pode contribuir para a redução de custos operacionais e para a criação de um ambiente mais democrático, possibilitando um controle mais eficaz sobre os processos de tomada de decisão e sobre as transações realizadas.

Portanto, este estudo justifica-se pela necessidade de analisar o impacto da blockchain no cooperativismo de crédito brasileiro e de identificar os potenciais benefícios que essa inovação pode trazer ao setor, favorecendo a inclusão e a modernização do sistema financeiro cooperativo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

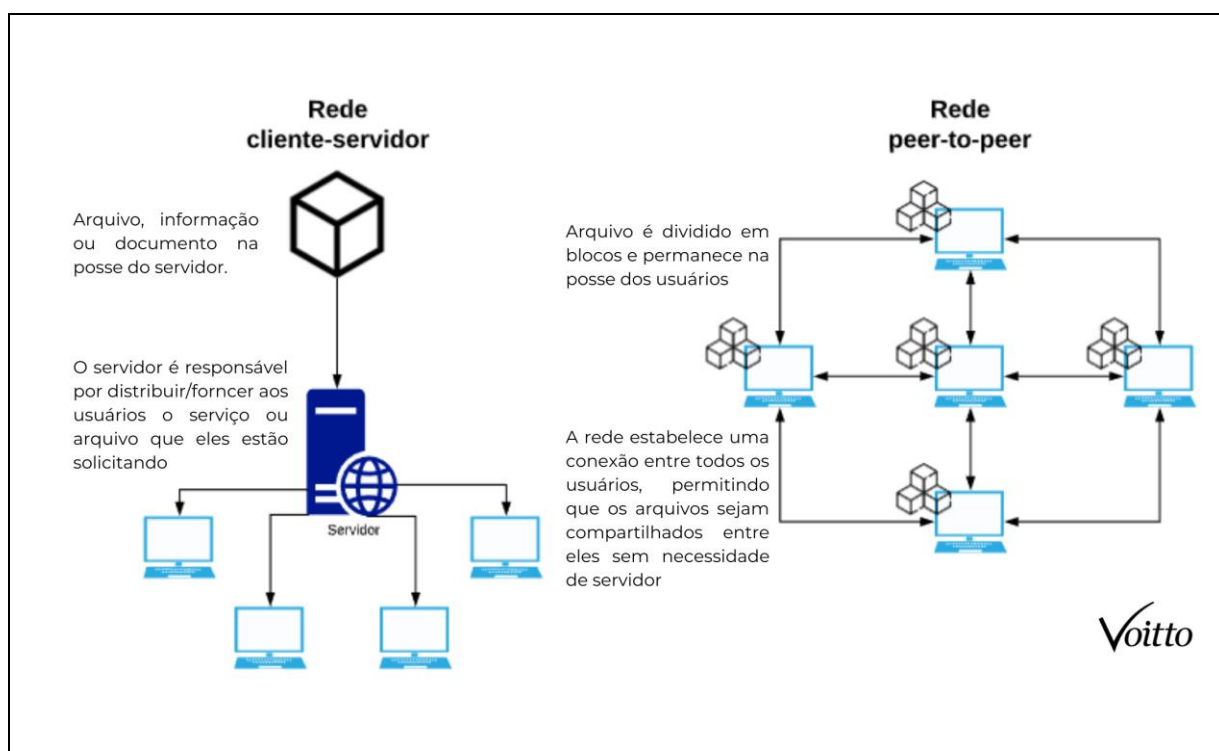
2.1 Definição e conceitos do blockchain

Uma blockchain consiste em uma corrente virtual de blocos que, utilizando técnicas criptográficas e mecanismos de consenso, consegue garantir o armazenamento de dados de forma segura e transparente, sem que haja a necessidade de uma autoridade central para garantir segurança ou a veracidade dos dados ali inseridos (MURTA; PENNA, 2021). Já Vicente (2023) a define como um livro-razão compartilhado e distribuído que facilita o processo de registro de transações e rastreamento de ativos em uma rede comercial.

A tecnologia configura uma espécie do gênero Distributed Ledger Technology – DLT ou “tecnologia de registro distribuído”. A DLT, começou a chamar atenção a partir do desenvolvimento das criptomoedas, tendo a bitcoin e a sua tecnologia de base, o blockchain, como marco inicial (PINNA, RUTTENBERG, 2016; WALPORT; VAIZEY, 2016). O blockchain representa uma façanha notável no campo das DLTs, mas não é a única solução existente, pois nem todo sistema de registro distribuído emprega o mesmo sistema do blockchain (NATARAGAN; KRAUSE; GRADSTEIN, 2017; YU et al., 2018).

Um sistema distribuído é caracterizado por um conjunto de computadores independentes sendo operados de forma autônoma. Esses componentes autônomos podem colaborar e interagir com a rede de forma consistente e uniforme, independentemente de onde e quando a interação aconteça (TANENBAUM; STEEN, 2007). A Figura 1 mostra a diferença entre o modelo cliente-servidor e o peer-to-peer.

Figura 1 - Modelo de estrutura de rede cliente-servidor e rede peer-to-peer (P2P)



Fonte: Voitto (2022).

Cada moeda virtual tende a ser um tipo de moeda e protocolo, podendo ter o seu próprio blockchain ou rodar utilizando a mesma rede blockchain que serve de base para a criptomoeda bitcoin (SANTOS, 2019). Apesar das alternativas, até o momento o sistema de base da bitcoin é o mais antigo e desencadeou muitos outros projetos baseados em sua blockchain (MORABITO, 2017).

A DLT propõe transparência da informação, ao mesmo tempo em que preserva o alto nível de segurança e resiliência nas operações (MANNING, SUTTON, ZHU, 2016). Ela pode ser empregada em muitas áreas, como no mercado financeiro, a partir do seu potencial inovador no processo de pagamento, compensação e liquidação que abarca as transferências de fundos, transações de títulos, commodities e derivativos (MILLS et al., 2016; WALPORT; VAIZEY, 2016).

Nesse contexto, a blockchain é uma tecnologia de registro distribuído que representa grandes promessas para o setor financeiro, pois no centro do modelo DLT está esse novo modelo de transação descentralizado que a tecnologia permite (COLLOMB; SOK, 2016). Até 2008 a tecnologia não tinha nome e nenhum caso de uso real, quando em outubro

desse ano foi mencionada pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto para resolver o problema de duplicidade da proposta da moeda bitcoin.

A tecnologia se baseia em três pilares: descentralização, consenso e imutabilidade. Cada transação é validada pelos participantes da rede (nós) e registrada em blocos encadeados cronologicamente, protegidos por criptografia (VICENTE, 2023). Já Simões (2021) diz que a tecnologia tem por base quatro características arquiteturas: segurança das operações, descentralização de armazenamento, integridade de dados e imutabilidade de transações. Segundo o autor, é uma base de dados compartilhada e descentralizada cuja informação é seguramente registrada e publicamente compartilhada.

A descentralização do blockchain vem da arquitetura de uma rede denominada peer-to-peer (ponto a ponto). Formato onde à disposição dos computadores interligados faz as tarefas de cliente e servidor ao mesmo tempo, tornando o sistema independente de um único servidor centralizado que detenha todos os arquivos (VICENTE, 2023).

O principal objetivo é a transmissão e compartilhamento de arquivos em larga escala de forma descentralizada, em que cada computador dessa rede é denominado de nó da rede. Esse nó pode compartilhar dados com vários outros nós conectados, desse modo, os participantes são responsáveis pelo armazenamento e por manter a base de dados existentes. Quando ocorrem mudanças em um arquivo, todas as outras réplicas são atualizadas ao mesmo tempo, assim como as transações, registros do valor e ativos trocados são permanentemente registrados em todos os livros contábeis (SIMÕES et al., 2021).

A estrutura inovadora do blockchain permite o registro imutável de transações em uma rede distribuída, atualmente, elas são divididas em pública, privada e consórcio (AGUIAR, 2021). A seguir, são apresentados os tipos de blockchain e suas características distintivas.

Pública: Aberta a qualquer participante, como exemplo temos as moedas digitais Bitcoin e Ethereum. Segundo Alhadhrami et al. (2017), o acesso à rede é restrito e exige autenticação, permitindo que apenas os nós autorizados consigam participar. Para alcançar o consenso, apenas os nós devidamente autorizados integram o grupo de validadores. O autor afirma que a leitura dos dados pode ser feita por membros autenticados, ou ser restrita para os nós especificados.

Privada: Controlada por uma organização, com acesso restrito, usada para maior controle. IBM, Microsoft e Amazon são exemplos de empresas que utilizam. Os nós da rede devem passar por um processo de autenticação para obter acesso. As permissões, que

garantem a persistência dos dados e a manutenção da rede, são gerenciadas por uma ou mais organizações confiáveis. Após a validação, um novo bloco é adicionado à cadeia. A leitura dos dados pode ser aberta para todos os nós autenticados ou limitada a um grupo específico de confiança (ALHADHRAMI et al., 2017).

Pode ser usada no setor de saúde, por exemplo, para trocar informações confidenciais de pacientes, melhorando a qualidade no atendimento e sigilo das informações. Também pode ser usado em cadeia de suprimentos, criando um registro online seguro que rastreia cada transação e movimentação de mercadorias em tempo real, melhorando a transparência e a eficiência.

Consórcios: Gerida por um grupo de entidades, equilibrando transparência e controle. Como exemplo temos a Hyperledger Fabric, um projeto da linux, utilizado por bancos e grandes empresas para compartilhamento seguro de dados e a Energy Web Chain, uma blockchain voltada para o setor de energia, permitindo transações seguras entre as empresas do setor.

2.1.1 Funcionamento

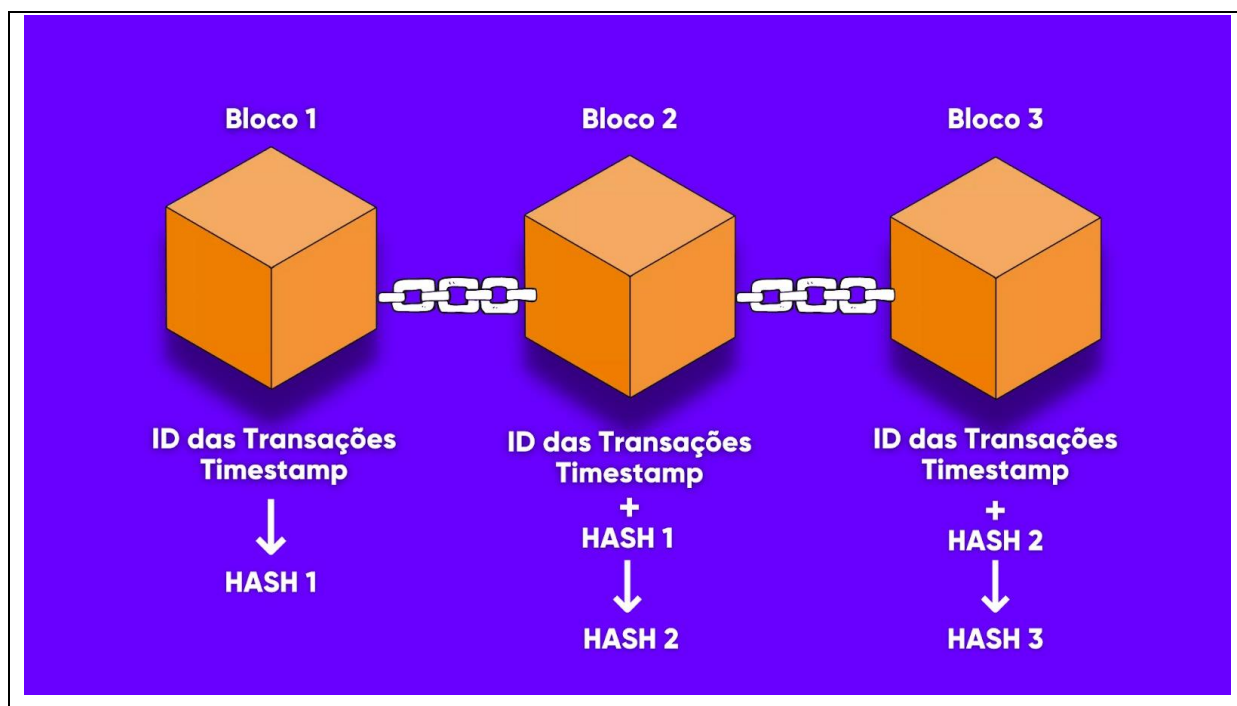
Seu funcionamento se dá por meio do armazenamento de informações em blocos que são interligados entre si, criando assim uma cadeia (VICENTE, 2023). Iansiti e Lakhani (2017) explicam que, para o funcionamento do Blockchain, o ledger (banco de dados compartilhado na rede blockchain que armazena as transações) é repetido e mantido por partes interessadas que também são chamados de nós, formando um grande número de bancos de dados idênticos.

Os registros são agrupados em blocos com identificação de data, hora e por seu hash criptográfico que faz referência ao hash do bloco anterior, estabelecendo um link entre eles e criando uma cadeia de blocos (SIMÕES et al., 2021). Dessa forma, cada bloco que é processado gera um hash que é sua identificação exclusiva na rede, sendo que esse hash é baseado no bloco processado anteriormente (VICENTE, 2023).

Assim, cada bloco processado tem seu hash próprio e dessa forma gera uma cadeia de processamento, onde a criação impede que algum bloco seja alterado. À medida que vários blocos são processados, vão fortificando em mais os blocos anteriores. Esse método deixa a rede inviolável, processo este conhecido como chave de imutabilidade, que

proporciona uma cadeia de registros distribuídos, imutáveis e públicos (MAÇOLI, FÁBIO, 2022). A Figura 2 exemplifica o funcionamento dos blocos na rede.

Figura 2 – Funcionamento da blockchain



Fonte: <https://blog.areabitcoin.com.br/o-que-e-blockchain-e-como-funciona/>

Vicente (2023), conclui dizendo que blockchain é baseada em cinco pilares:

Descentralização do armazenamento: permitir que as transações sejam realizadas diretamente entre os usuários da rede, sem a necessidade de um intermediário. Cada indivíduo tem total controle e responsabilidade sobre suas próprias transações.

Segurança das operações realizadas: proteger as transações, as informações armazenadas e os nós que compõem a rede. Para isso, é essencial assegurar que apenas usuários autorizados realizem transações, que sejam imutáveis e irreversíveis após registradas. Esse processo utiliza criptografia e autenticação, como assinaturas digitais e chaves privadas, para preservar a autenticidade e a integridade das transações. Além disso, algoritmos de consenso como Proof of Work (POW) e Proof of Stake (POS) garantem a validação das transações pelos membros da rede.

Integridade dos dados: aplicação de várias técnicas, como criptografia, algoritmos de consenso e descentralização. A criptografia protege as informações, incluindo transações e contratos inteligentes, tornando-as inalteráveis e resistentes a acessos não autorizados. Os

algoritmos de consenso validam as transações na rede, garantindo a uniformidade e a segurança dos registros (VICENTE, 2023).

A descentralização, por sua vez, distribui a rede entre vários participantes, aumentando sua robustez e dificultando ataques maliciosos. Isso elimina pontos únicos de vulnerabilidade, proporcionando maior segurança e confiabilidade às transações realizadas na blockchain (SWAN, 2015).

Imutabilidade de transações: incapacidade de modificar informações após serem registradas na rede, tornando os dados permanentes. Essa característica ajuda, por exemplo, a prevenir crimes como o peculato em organizações (JUNIOR, 2020).

2.2 Segurança e transparência no blockchain

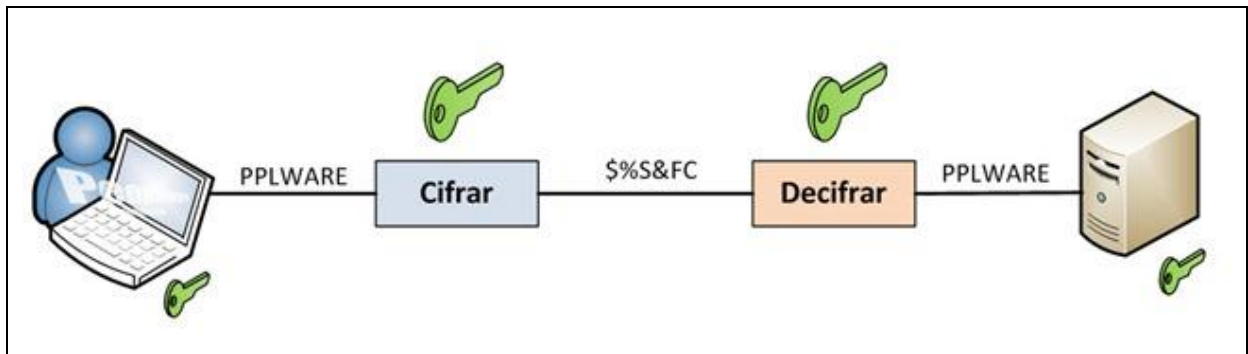
2.2.1 Criptografia

A criptografia garante parte da confiança da blockchain. Bezerra (2010), define a criptologia como a arte ou a ciência de escrever em cifra ou em código. Vicente (2023), se refere a um conjunto de técnicas que promovem o embaralhamento, ou seja, a codificação das palavras para que elas não permitam sua leitura caso sejam interceptadas.

A criptografia de dados é dividida em dois tipos, a criptografia de chave simétrica, também chamada de chave única, e a criptografia de chave assimétrica, conhecida como chave pública. Ambas utilizam algoritmos para codificar mensagens, de forma que apenas com a chave correta é possível descriptografá-las (MAÇOLI, 2022).

Na criptografia de chave simétrica, utiliza-se uma única chave tanto para codificar quanto para decodificar os dados. Esse modelo, por compartilhar a mesma chave entre emissor e receptor, é considerado mais simples em termos operacionais (PPLWARE, 2022). Vide Figura 3.

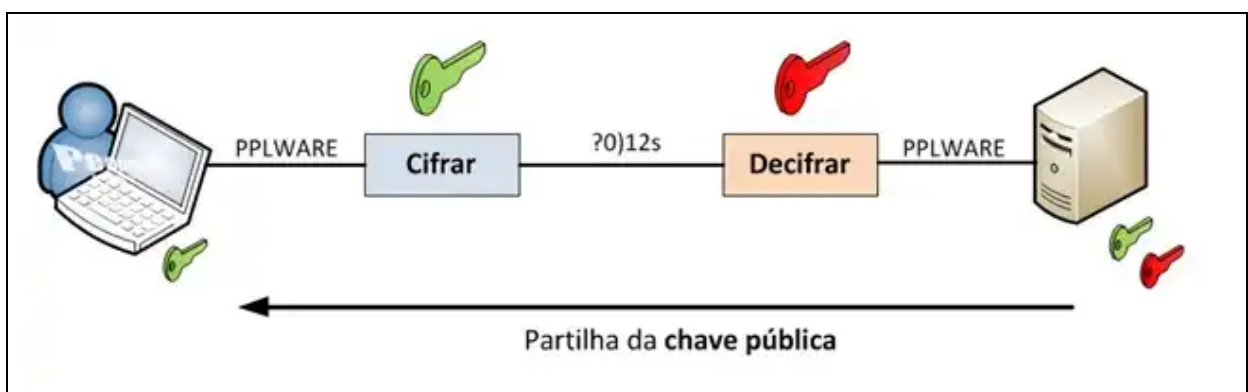
Figura 3 – Criptografia Simétrica



Fonte: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/criptografia-simetrica-e-assimetrica/>

Por outro lado, a criptografia de chave assimétrica utiliza duas chaves distintas: uma pública, que pode ser compartilhada livremente, e uma privada, que deve ser mantida em segredo. A chave pública serve para codificar os dados, enquanto a privada é usada para decodificá-los (MAÇOLI, 2022). Esse modelo, embora mais confiável e seguro, exige maior capacidade computacional e é mais lento quando comparado à criptografia simétrica, devido à sua complexidade (PPLWARE, 2022). Vide Figura 4.

Figura 4 – Criptografia Assimétrica



Fonte: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/criptografia-simetrica-e-assimetrica/>

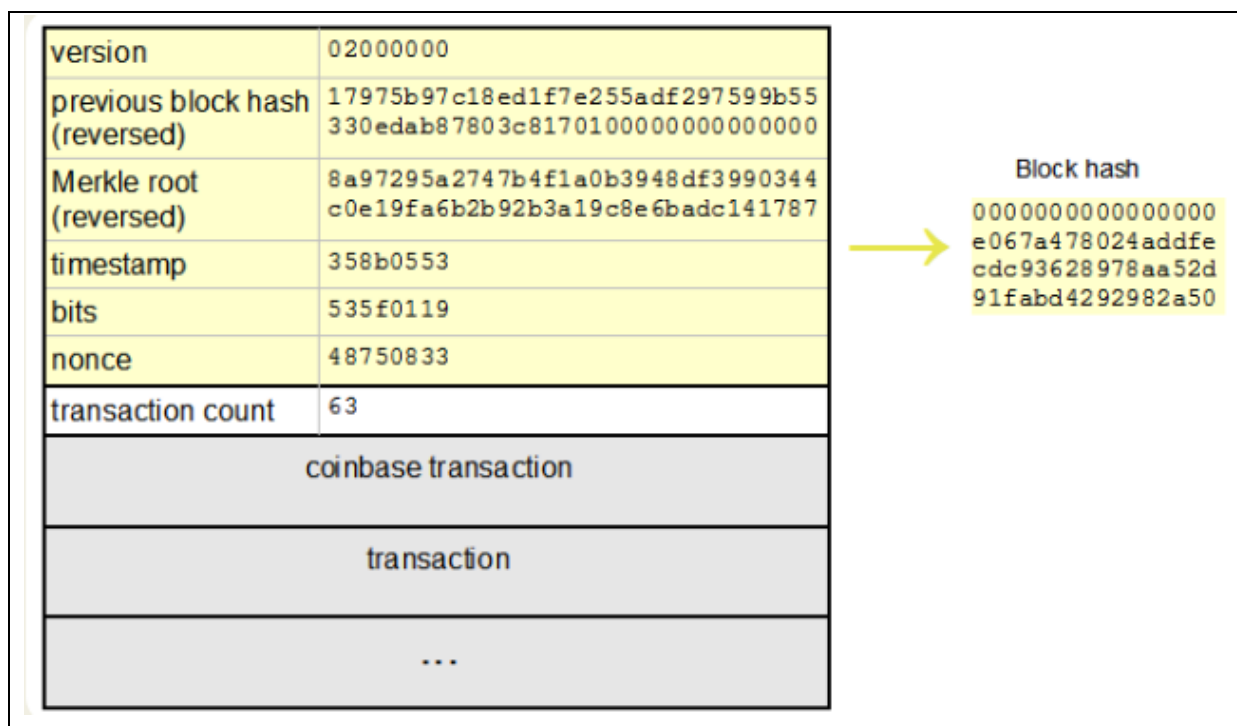
Uma função hash recebe como entrada uma mensagem de tamanho variável M e gera um valor hash de tamanho fixo, representado como $h=H(M)$ (STALLINGS,

2006). O conceito do hash consiste em transformar uma quantidade variável de dados em uma sequência fixa de bits por meio de um algoritmo matemático, geralmente representada em formato hexadecimal.

Normalmente, o valor hash é composto por 16 bytes, o que garante a integridade dos dados. Em termos práticos, é realizado um cálculo matemático sobre uma base de dados, atribuindo a ela um identificador hexadecimal. Caso essa base seja alterada, o cálculo do hash resultará em uma discrepância, indicando que os dados foram modificados (MAÇOLI, 2022).

O blockchain utiliza a função hash para processar cada bloco, conectando-o ao hash do bloco anterior. Esse procedimento é repetido continuamente, criando uma "cadeia de blocos" interligada que assegura a integridade das informações em cada bloco (VICENTE, 2023). Caso qualquer dado em um bloco seja modificado, o hash resultante será diferente dos hashes dos blocos anteriores e seguintes, interrompendo a conexão entre os blocos. Esse mecanismo é o que garante a confiabilidade do sistema blockchain (MAÇOLI, 2022). Conforme exemplificado na Figura 5.

Figura 5 – Exemplo de Hash



Fonte: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/criptografia-simetrica-e-assimetrica/>

2.2.2 Consenso

Os algoritmos de consenso, como Proof of Work (PoW) e Proof of Stake (POS), validam transações de forma descentralizada. Esses mecanismos garantem que apenas transações legítimas sejam adicionadas à blockchain (VICENTE, 2023). Quando a maioria dos nós chega a um consenso, o bloco é adicionado à cadeia existente; caso contrário, ele é rejeitado e descartado. O consenso no blockchain estabelece uma verdade compartilhada entre todos os participantes, promovendo confiança no ambiente descentralizado por meio de canais de comunicação abertos (BODKHE; MEHTA et al., 2020).

Vicente (2023), explica de forma mais simples que o processo de consenso é quando um dado é inserido na rede e ele precisa ser incluído em um bloco, o nó responsável por armazenar o dado realiza a validação utilizando o algoritmo e as regras pré-definidas da rede, considerando que diferentes tipos de mecanismos de consenso podem ser aplicados. Após essa validação, todos os outros nós da rede devem aprovar o dado e criar cópias dele, formando o bloco. Concluído esse procedimento, o bloco é fechado e armazenado permanentemente no blockchain (OLHAR DIGITAL, 2022).

Os algoritmos de consenso asseguram que cada bloco seja inserido na cadeia com a participação de todos os nós. Esse processo promove transparência nas transações registradas, criando um ambiente de benefícios mútuos para todos os participantes (BODKHE; MEHTA et al., 2020),

Além disso, os algoritmos de consenso eliminam a necessidade de intermediários ou terceiros para validar a precisão das transações. Ao alcançar um consenso geral sobre as transações na cadeia, todos os nós da rede passam a confiar entre si, o que contribui para a resiliência e a tolerância a falhas (VICENTE, 2023).

2.2.3 Imutabilidade

A estrutura encadeada da blockchain assegura que dados registrados não possam ser alterados retroativamente. Essa característica é fundamental para a auditoria financeira e outras aplicações que demandam confiança (SIMÕES et al., 2021). Um conceito essencial é o timestamp, ou carimbo de tempo, que registra a data e a hora de cada transação.

Esse registro influencia a criação do próximo código hash, já que os blocos estão interligados (VICENTE, 2023). Assim, o timestamp permite que a rede organize o tempo entre os blocos, determinando prioridades e evitando problemas como o gasto duplo (SILVA, 2018).

No timestamp, o servidor processa o hash de um bloco de transações, insere o carimbo de tempo e o distribui para todos os nós da rede (SILVA, 2018). Esse processo garante que os dados registrados existam em um momento específico.

Para reforçar a credibilidade dos blocos anteriores, o hash do bloco atual inclui o hash do bloco anterior em sua composição. Assim, nenhum bloco de informação pode ser alterado, pois isso afeta a hash do bloco anterior danificando a estrutura encadeada da blockchain, aliada ao uso do timestamp, que é essencial para garantir a integridade e a confiabilidade dos dados registrados na rede (SANTOS, 2021).

O timestamp não apenas organiza o tempo entre os blocos, mas também assegura a imutabilidade e rastreabilidade das transações, características fundamentais para aplicações que exigem altos níveis de confiança, como auditorias financeiras e sistemas que lidam com dados sensíveis (VAL, 2023).

2.3 Cooperativismo financeiro

2.3.1 Histórico

O cooperativismo é uma forma de somar capacidade dentro de um mundo competitivo, preservar a força econômica e de vida dos indivíduos de um mesmo padrão e tipo, com objetivos comuns e com as mesmas dificuldades (SALES, 2010). Segundo a Aliança Cooperativa Internacional (ACI), estima-se que mais de 800 milhões de pessoas sejam membros de cooperativas em todo o mundo, o que afeta direta e indiretamente cerca de três bilhões de indivíduos, ou seja, quase metade da população mundial (SILVA, 2014). No Brasil, conforme apresentado no Quadro 1, os diferentes ramos do cooperativismo demonstram significativa diversidade.

Quadro 1 - Ramos do cooperativismo no Brasil

	Agropecuário	Consumo	Crédito	Infraestrutura	Saúde	Serviços	Transporte
Cooperativas	1.172	211	689	264	699	597	752
Cooperados	1.091.560	2.564.460	20.123.965	1.451.793	270.430	187.235	114.878
Empregados	268.279	16.085	121.825	6.963	150.841	8.268	5.774

Fonte: Anuário do Cooperativismo Brasileiro 2024

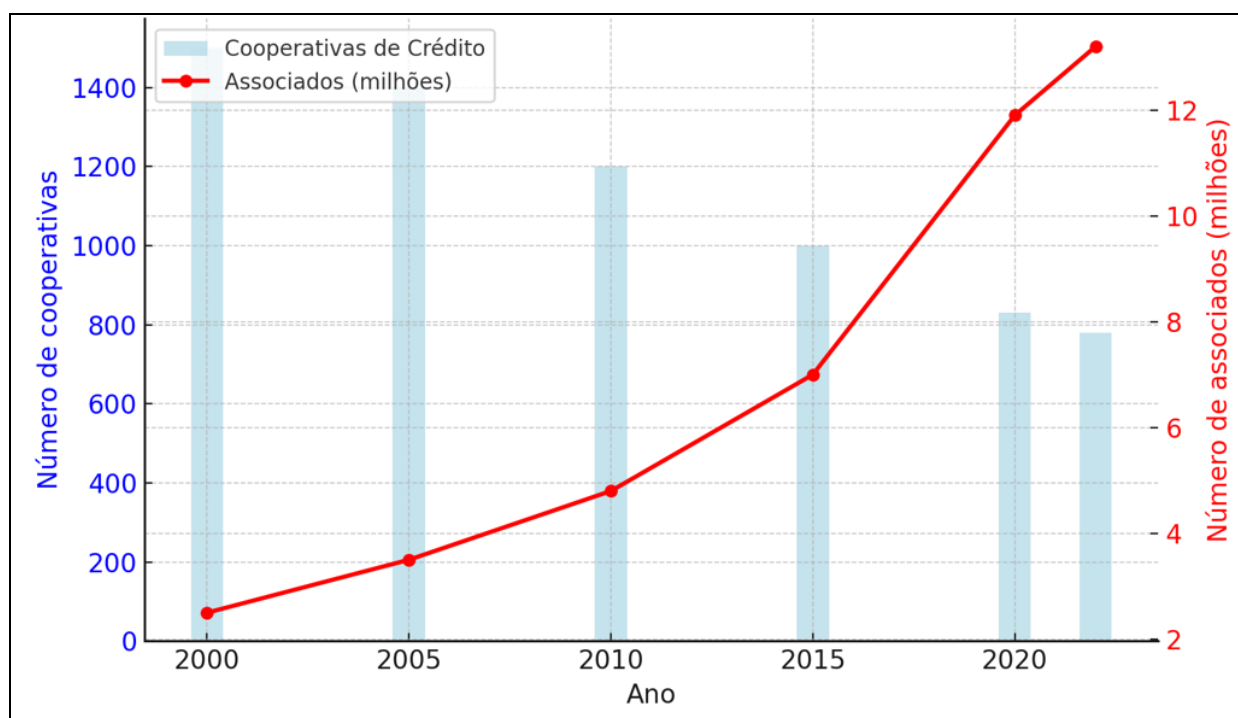
A criação da primeira cooperativa de crédito brasileira foi em Nova Petrópolis (RS), em 1902 (PAIVA; SANTOS, 2017). Jacques e Gonçalves (2016) destacam que esse modelo foi inspirado nas experiências europeias, especialmente nos modelos Raiffeisen e Luzzatti, que visavam atender pequenas pessoas excluídas do sistema bancário.

O modelo Raiffeisen, alemão, foi idealizado por Friedrich Wilhelm Raiffeisen entre os anos de 1847 e 1848, ele foca no crédito rural e na ajuda mútua entre agricultores, com recursos voltados para investimentos e desenvolvimento do campo. Já o modelo Luzzatti, italiano, criado por Leone Wollemborg e Luigi Luzzatti, em 1863, visa o crédito popular em áreas urbanas, com foco em trabalhadores e pequenas empresas (COOPERATIVISMO DE CRÉDITO, 2024)

Entre 1902 e 1964, o estado do Rio Grande do Sul liderou a expansão das cooperativas financeiras no Brasil, criando mais de 66 cooperativas do tipo Raiffeisen. Durante o mesmo período, o município de Lajeado tornou-se sede da primeira cooperativa do tipo Luzzatti, conhecida atualmente como Cooperativa de Crédito de Lajeado. Essas experiências consolidaram o papel das cooperativas como agentes financeiros essenciais para o desenvolvimento local (JACQUES; GONÇALVES, 2016; BARRETO; CUNHA, 2022).

Nas últimas décadas, contudo, o cooperativismo financeiro entrou em uma fase marcada pela digitalização dos serviços, com a adoção de canais eletrônicos, mobile banking e plataformas digitais, buscando ampliar sua competitividade frente as fintechs (LEITE et al., 2024). Essa evolução pode ser observada no Gráfico 1, que apresenta o crescimento contínuo entre os anos 2000 e 2022.

Gráfico 1 - Evolução do Cooperativismo financeiro no Brasil (2000–2022)



Fonte: BACEN

Esse processo de transformação tecnológica abre caminho para a discussão do uso de tecnologias emergentes, como a blockchain, na modernização das práticas de governança, transparência, eficiência e segurança das cooperativas.

2.3.2 Características

As cooperativas financeiras se diferenciam dos bancos comerciais por sua estrutura organizacional e objetivos. De acordo com a Lei no 5.764/1971, essas entidades são definidas como sociedades de pessoas, com adesão voluntária e gestão democrática, nas quais cada associado tem direito a um voto, independentemente de sua participação no capital social (SANTOS, 2016; MEINEN; PORT, 2012).

Para Barreto e Cunha (2022), esse modelo permite maior equidade nas decisões, promovendo um senso de pertencimento e engajamento entre os associados. As cooperativas oferecem serviços financeiros semelhantes aos dos bancos tradicionais, como contas correntes, financiamentos e cartões de crédito, mas com condições mais acessíveis. Os recursos captados pelas cooperativas são frequentemente reinvestidos nas comunidades locais, contribuindo para o fortalecimento da economia regional (PAIVA E SANTOS, 2017).

Essa característica as torna mais resilientes aos cooperados, principalmente em períodos de crise econômica, em que continuam a oferecer crédito em condições favoráveis (JACQUES; GONÇALVES, 2016; MEINEN; PORT, 2012).

Outro aspecto importante é o compromisso com o desenvolvimento sustentável, onde as cooperativas financeiras desempenham um papel essencial na democratização do crédito, atendendo pequenos produtores e microempreendedores em áreas desassistidas por bancos comerciais (BARRETO E CUNHA, 2022). O modelo cooperativo promove a inclusão financeira de populações marginalizadas, incentivando o crescimento econômico e a mobilidade social (Santos, 2016). O Quadro 2 demonstra diferenças entre os bancos comerciais e cooperativas financeiras, reforçando seu papel na inclusão e desenvolvimento regional.

Quadro 2 - Diferenças entre bancos comerciais e cooperativas financeiras

Aspecto	Bancos Comerciais	Cooperativas financeiras
Estrutura de governança	Baseada em acionistas e interesses de lucro	Gestão democrática: 1 associado = 1 voto (Lei 5.764/1971)
Destinação dos resultados	Distribuídos a acionistas	Retornam proporcionalmente aos associados
Relação com a comunidade	Atuação focada no mercado	Recursos reinvestidos economia local
Inclusão financeira	Seleção criteriosa, foco em rentabilidade	Democratização do crédito, foco em pequenos produtores e autônomos
Condições de serviços	Tarifas e juros geralmente mais elevados	Custos reduzidos e crédito em condições mais favoráveis

Fonte: Santos (2016); Meinen e Port (2012); Paiva e Santos (2017).

Além disso, as cooperativas financeiras enfrentam desafios crescentes de governança e confiança em ambientes digitais. Nesse sentido, a tecnologia blockchain apresenta-se como um recurso que pode reforçar a transparência e a auditabilidade dos processos internos, contribuindo para maior segurança e redução de custos de transação (GUO; LIU, 2025). Essa perspectiva dialoga com os princípios cooperativos, como a gestão democrática e a intercooperação, destacando a convergência entre valores históricos do cooperativismo e as inovações tecnológicas (THABA, 2022).

2.3.3 Legislação

O cooperativismo financeiro no Brasil está profundamente ligado ao arcabouço regulatório estabelecido ao longo do século XX. O marco legal inicial remonta ao Decreto nº 979, de 6 de janeiro de 1903, que permitiu a organização das primeiras caixas rurais (PINHEIRO, 2008; BARRETO; CUNHA, 2022).

Em seguida, outros decretos estabeleceram as bases legais para a organização e funcionamento das cooperativas, como o Decreto nº 1.637, de 1907, que regulou o funcionamento das sociedades cooperativas, e o Decreto nº 6.532, do mesmo ano, que permitiu a livre admissão em uniões de sindicatos (PAIVA; SANTOS, 2017).

Diversos dispositivos legais ampliaram e modificaram a estrutura jurídica das cooperativas. destacam-se, a Lei nº 4.984/1925, que transferiu a fiscalização das cooperativas para o Ministério da Agricultura, e o Decreto-Lei nº 581/1938, que diferenciou a fiscalização das cooperativas de crédito rural e urbanas, atribuindo funções distintas aos ministérios da Agricultura e da Fazenda (PAIVA; SANTOS, 2017).

Entretanto, foi com a promulgação da Lei nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971, que se estabeleceu o regime jurídico das sociedades cooperativas no Brasil, onde definiu as cooperativas como sociedades de pessoas, com forma e natureza jurídica próprias, não sujeitas à falência e organizadas para prestar serviços exclusivamente aos seus associados (FONTES FILHO; COELHO; VENTURA, 2009).

Com o crescimento do cooperativismo financeiro e sua crescente importância para a inclusão financeira, o Banco Central do Brasil (BACEN) passou a desempenhar papel central na regulamentação e supervisão das cooperativas. Desde a criação do Departamento de Supervisão de Cooperativas e de Instituições Não Bancárias (Desuc), em 2005, o BACEN tem promovido uma agenda regulatória para fortalecer a governança, a transparência e a solidez do setor (JACQUES; GONÇALVES, 2016).

Duas resoluções importantes do Conselho Monetário Nacional (CMN), ambas de 2003, destacam-se nesse contexto: a nº 3.106, que promoveu a inclusão social por meio da autorização para constituição de cooperativas voltadas à microempreendedores e pequenos empresários; e a nº 3.140, que estendeu essa autorização também a médios e grandes empresários (PINHO; PALHARES, 2004).

Ademais, as cooperativas financeiras devem observar as diretrizes do Sistema Nacional de Crédito Cooperativo (SNCC), que organiza o setor em três níveis: cooperativas

singulares, cooperativas centrais e confederações, além de bancos cooperativos. Essa estrutura visa fortalecer o sistema como um todo, promovendo a solidariedade e a eficiência operacional (PAIVA; SANTOS, 2017).

Além dessas normas, a Lei Complementar nº 130/2009, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Crédito Cooperativo (SNCC), representa um marco moderno ao estabelecer princípios de funcionamento, supervisão e governança das cooperativas financeiras no Brasil. Esse marco legal fortalece o papel das cooperativas como instrumentos de inclusão financeira e amplia a necessidade de adoção de mecanismos tecnológicos que garantam maior eficiência e segurança operacional. Nesse contexto, a blockchain pode oferecer suporte ao cumprimento de exigências de compliance, auditoria e rastreabilidade (GUO; LIU, 2025; THABA, 2022). O Quadro 3 representa a evolução histórica das Leis, Decretos e Normas das cooperativas financeiras no Brasil.

Quadro 3 - Evolução de leis, decretos e normas das cooperativas financeiras

Data	Leis, Decretos e Normas	Descrição
06/01/1903	Decreto n.º 979	Permitiu aos sindicatos a organização de caixas rurais de crédito agrícola.
05/01/1907	Decreto n.º 1637	A primeira norma a disciplinar o funcionamento das sociedades cooperativas e constituição.
20/06/1907	Decreto n.º 6.532	Estabeleceu que sindicatos agrícolas poderiam fundar uniões de sindicatos ou sindicatos centrais, permitindo a livre admissão.
31/12/1925	Lei n.º 4.984	As cooperativas financeiras passaram a ser fiscalizadas pelo Ministério da Agricultura, sem ônus, desobrigando de seguirem os sistemas Raiffeisen e Luzzatti, da exigência de expedição de carta patente e de pagamento de quotas de fiscalização.
19/12/1932	Decreto n.º 22.239	Estabeleceu que a autorização para criação de cooperativas dependeria de aprovação governamental.
10/07/1934	Decreto n.º 2.647	Distinguiu as cooperativas e classificou as cooperativas financeiras como de cooperação profissional, permitiu sua formação por pessoas de profissões distintas.
01/08/1938	Decreto-Lei n.º 581	Transferiu para o Ministério da Fazenda a incumbência de fiscalizar as cooperativas financeiras urbanas, mantendo as cooperativas de crédito rural sob fiscalização do Ministério da Agricultura.
19/10/1943	Decreto-Lei n.º 5.893	Retornou ao Ministério da Agricultura a tarefa de fiscalizar todas as cooperativas e criou a Caixa de Crédito Cooperativo.

19/12/1945	Decreto-Lei n.º 8.401	Devolveu a competência de fiscalizar as cooperativas em geral para o Serviço de Economia Rural do Ministério da Agricultura.
10/04/1950	Lei n.º 1.079	Suspendeu novos registros de cooperativas financeiras no SER, a pedido da Sumoc.
13/08/1951	Lei n.º 1.412	Transformou a Caixa de Créditos em Banco Nacional de Crédito Cooperativo, ampliando o apoio às cooperativas.
15/04/1958	Decreto n.º 43.552	Reforçou a competência da Sumoc para fiscalizar cooperativas de crédito e mistas.
12/11/1962	Decreto n.º 1.503	Liberou autorizações e registros de novas cooperativas de crédito ou com seções de crédito.
31/12/1964	Lei n.º 4.595	Equiparou as cooperativas de crédito às demais instituições financeiras.
20/12/1965	Resolução BACEN n.º 11	Autorizou a constituição de cooperativas de crédito rurais e de quadro social.
28/01/1966	Resolução BACEN n.º 15	Determinou captação apenas de depósitos à vista de associados, com distribuição obrigatória de lucros.
30/06/1966	Resolução BACEN n.º 27	Limitou depósitos a pessoas físicas, funcionários ou instituições relacionadas aos associados.
21/11/1966	Decreto-Lei n.º 59	Criou o Conselho Nacional do Cooperativismo e estabeleceu a política nacional.
19/04/1967	Decreto n.º 60.597	Regulamentou o Decreto-Lei n.º 59/1966.
19/09/1968	Resolução BACEN n.º 99	Liberou o funcionamento de cooperativas de crédito rural.
25/03/1970	Decreto-Lei n.º 1.098	Impôs exigências para autorização de novas cooperativas de crédito.
16/12/1971	Lei n.º 5.764	Implantou o regime jurídico vigente das sociedades cooperativas.
05/10/1988	Constituição Federal	Determinou dependência de prévia aprovação do Banco Central para funcionamento.
12/04/1990	Lei n.º 8.029	Extinguir o Banco Nacional de Crédito Cooperativo (BNCC).
11/03/1992	Resolução BACEN n.º 1.914	Vedou a constituição de cooperativas do tipo Luzzatti.
19/01/1994	Resolução BACEN n.º 2.099	Permitiu criação dos Postos de Atendimento Cooperativo (PAC).
31/08/1995	Resolução BACEN n.º 2.193	Autorizou a criação de bancos cooperativos.

27/05/1999	Resolução BACEN n.º 2.608	Delegou às cooperativas centrais a supervisão e auditoria de filiadas.
30/08/2000	Resolução BACEN n.º 2.771	Reduziu limites de patrimônio líquido conforme grau de risco.
20/12/2002	Resolução BACEN n.º 3.058	Autorizou cooperativas para pequenos empresários e microempreendedores.
25/06/2003	Resolução BACEN n.º 3.106	Ampliou a admissão de associados em municípios pequenos.
27/11/2003	Resolução BACEN n.º 3.140	Autorizou cooperativas de empresários vinculados a sindicatos patronais.
17/12/2003	Resolução BACEN n.º 3.156	Autorizou contratação de correspondentes pelas cooperativas.
19/03/2004	Resolução BACEN n.º 3.188	Autorizou depósitos de poupança rural por bancos cooperativos.
21/01/2005	Resolução CFC n.º 1.013	Aprovou a NBC T 10.8 - Entidades Cooperativas.
31/08/2005	Resolução BACEN n.º 3.309	Definiu requisitos de qualificação de empregados para distribuição de valores mobiliários.
30/09/2005	Resolução BACEN n.º 3.321	Ampliou condições de associação entre grupos de diversas origens.
09/08/2007	Resolução BACEN n.º 3.442	Criou Entidade de Auditoria Cooperativa e permitiu cooperativas de livre admissão.
17/04/2009	Lei Complementar n.º 130	Regulamentou as cooperativas de crédito, criou o FGCoop.
27/05/2010	Resolução BACEN n.º 3.859	Tratou de autorizações e estatutos das cooperativas de crédito.
26/04/2012	Resolução BACEN n.º 4.072	Revisou normas de instalação de dependências.
28/06/2013	Resolução BACEN n.º 4.243	Tratou da constituição e funcionamento das cooperativas de crédito.
05/11/2013	Resolução BACEN n.º 4.284	Criou o FGCoop e regulamentou contribuições.
05/08/2015	Resolução BACEN n.º 4.434	Dispôs sobre constituição e funcionamento das cooperativas de crédito.

17/12/2015	Resolução BACEN n.º 4.454	Tratou da auditoria cooperativa.
24/11/2016	Resolução BACEN n.º 4.538	Determinou políticas de sucessão de administradores.
30/01/2017	Resolução BACEN n.º 4.553	Estabeleceu segmentação das instituições financeiras para regulação prudencial.

Fonte: Paiva e Santos (2017).

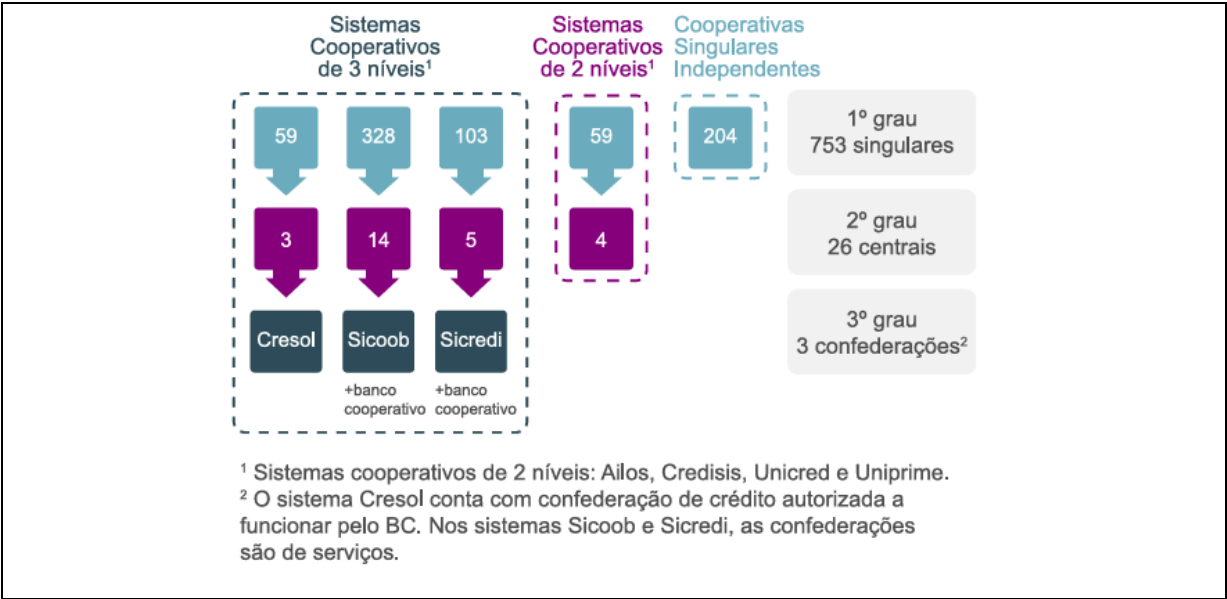
2.3.4 Organização e panorama atual das cooperativas financeiras no Brasil

A organização das cooperativas financeiras no Brasil estrutura-se em três níveis hierárquicos: cooperativas singulares (1º grau), cooperativas centrais (2º Grau) e confederações (3º Grau), além dos bancos cooperativos, que dão suporte sistêmico (PAIVA; SANTOS, 2017).

As cooperativas singulares representam a base do sistema, sendo responsáveis pelo atendimento direto aos associados; já as cooperativas centrais exercem funções de supervisão, coordenação e prestação de serviços especializados; por fim, as confederações atuam na integração e representação institucional em âmbito nacional (JACQUES; GONÇALVES, 2016).

Já Segundo o Panorama do Sistema Nacional de Crédito Cooperativo (SNCC), que é uma publicação anual do Bacen elaborada a partir de informações coletadas das cooperativas financeiras, realizado em dezembro de 2024, sua organização passou a contar com três sistemas de três níveis e quatro de dois níveis, além das cooperativas singulares independentes. Conforme demonstrado na Figura 6.

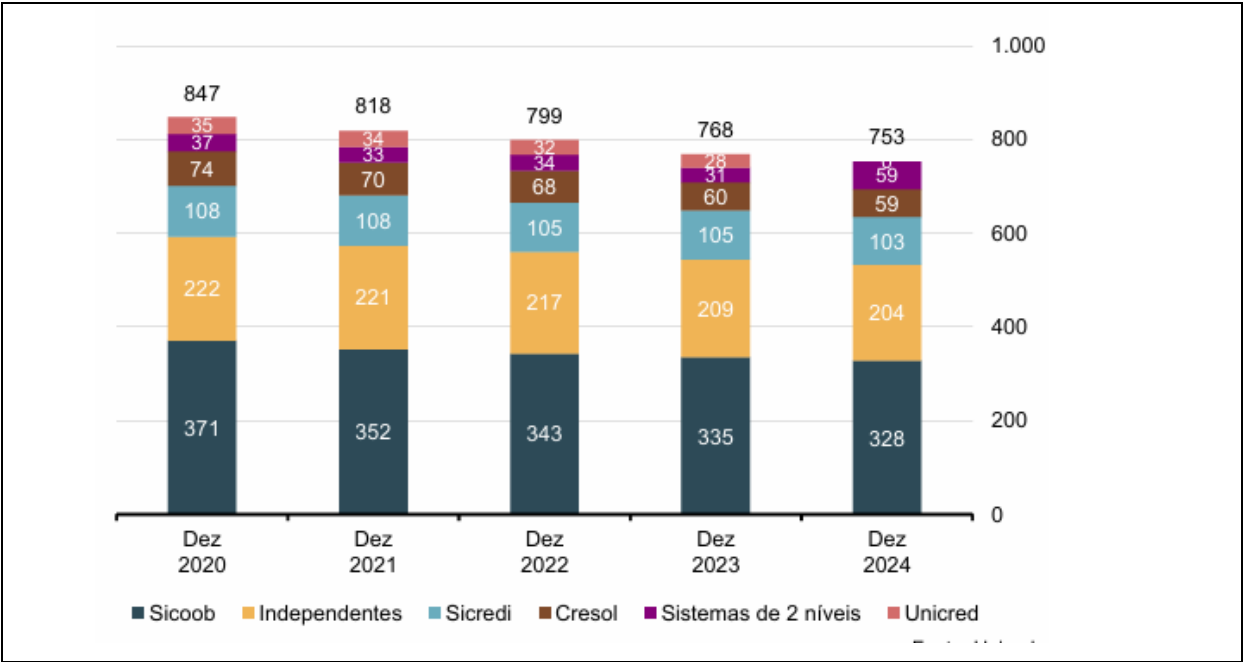
Figura 6 - Distribuição das cooperativas do SNCC em níveis – dezembro de 2024



Fonte: Panorama SNCC 2024

No panorama do SNCC as cooperativas apresentaram sinais de consolidação, com redução no número de cooperativas singulares, fruto principalmente de incorporações, passando de 768 para 753 instituições, uma redução de 2%. Esses dados podem ser observados no Gráfico 2.

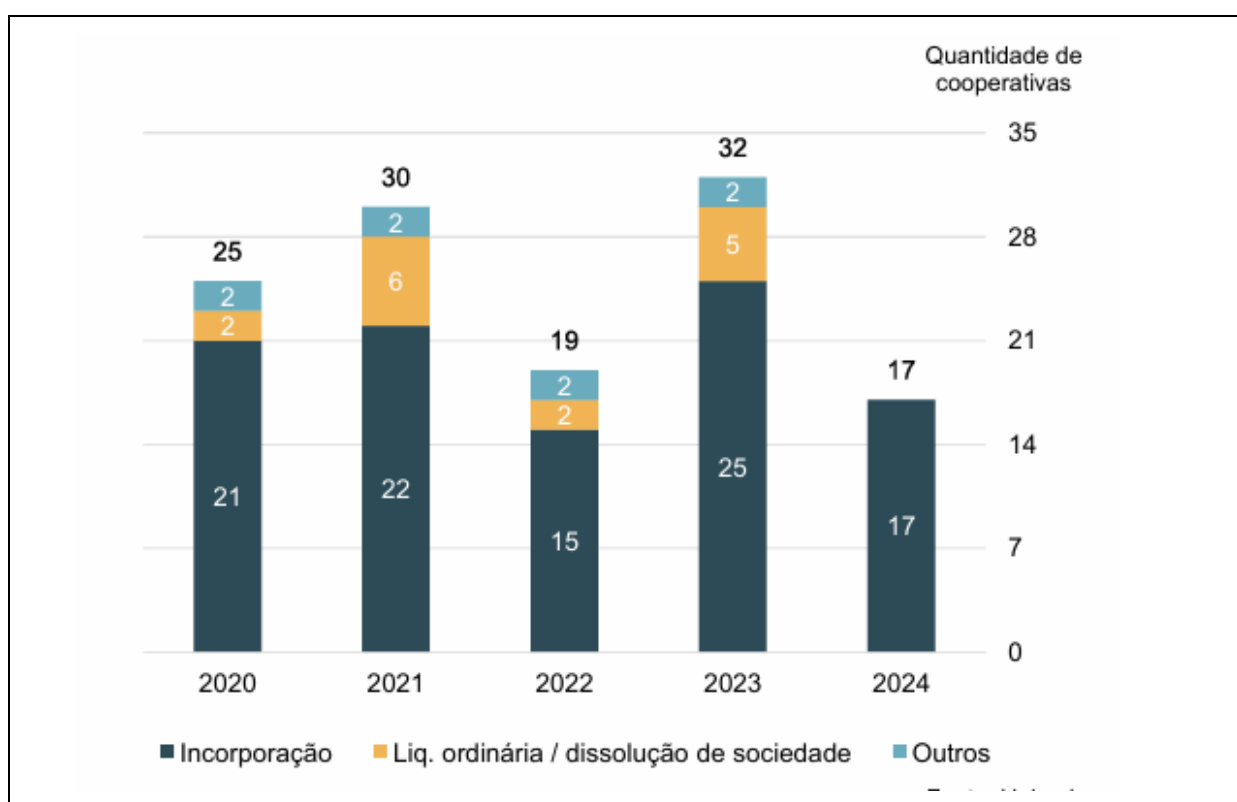
Gráfico 2 - Evolução do número de cooperativas singulares de crédito por sistema



Fonte: Panorama SNCC 2024

Apesar dessa diminuição, verificou-se aumento de 4,1% nas unidades de atendimento, o que ampliou a presença territorial das cooperativas no país, garantindo capilaridade e acesso ao crédito em diversas localidades. O Gráfico 3 traz os motivos da redução no número de singulares em atividade entre 2020 e 2024. Sendo eles, incorporação, dissolução de sociedade e outros motivos não especificados.

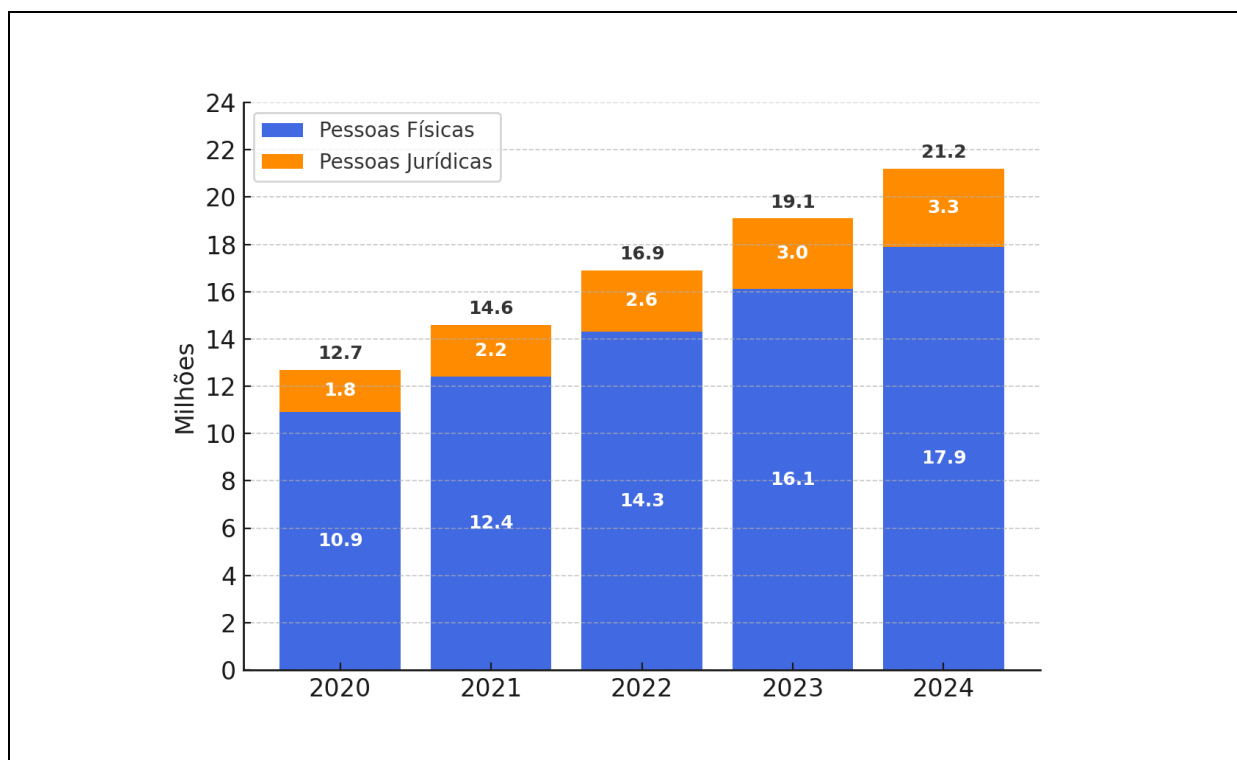
Gráfico 3 - Motivos da redução no número de singulares em atividade



Fonte: Panorama SNCC 2024

O número de cooperados ultrapassou 21 milhões de associados, registrando crescimento de 11,6% em relação ao ano anterior, com equilíbrio entre pessoas físicas e jurídicas. Vide Gráfico 4.

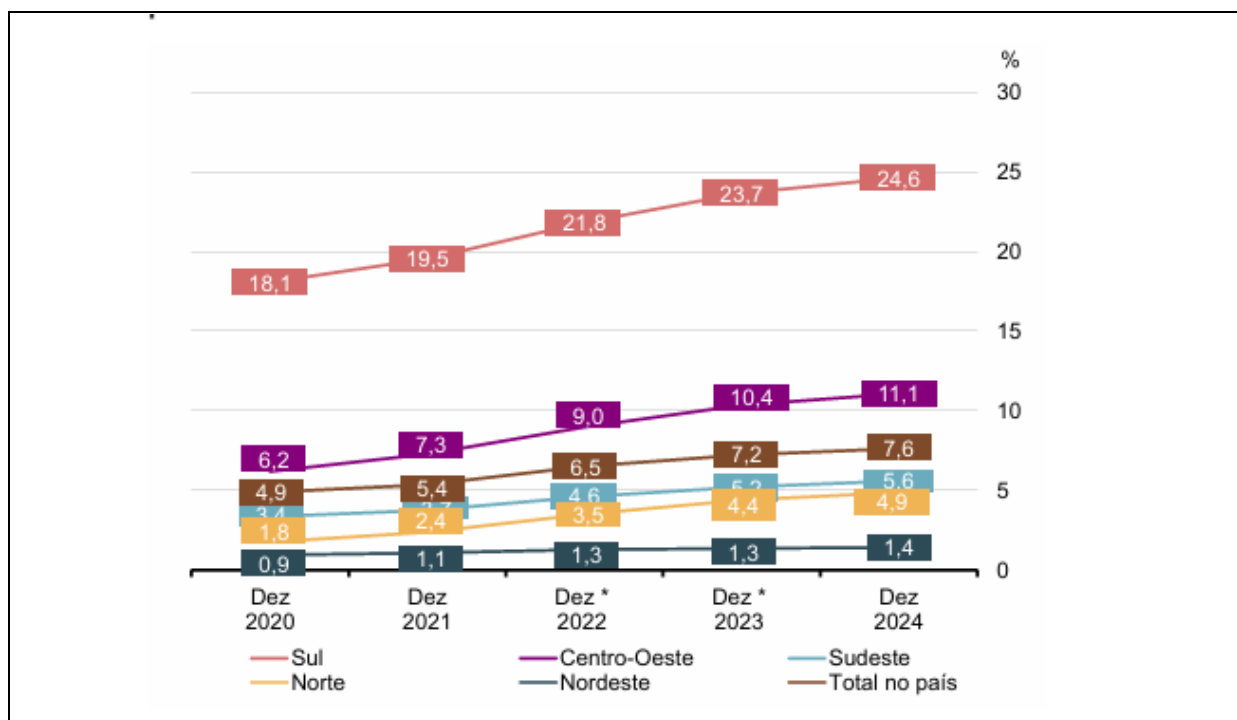
Gráfico 4 - Evolução da quantidade de cooperados



Fonte: Bureau Coop, Panorama SNCC 2024

Observou-se ainda a diversificação regional, onde houve aumento da população associada em todas as regiões, reforçando seu alcance, papel na inclusão financeira e cidadania econômica. Conforme Gráfico 5.

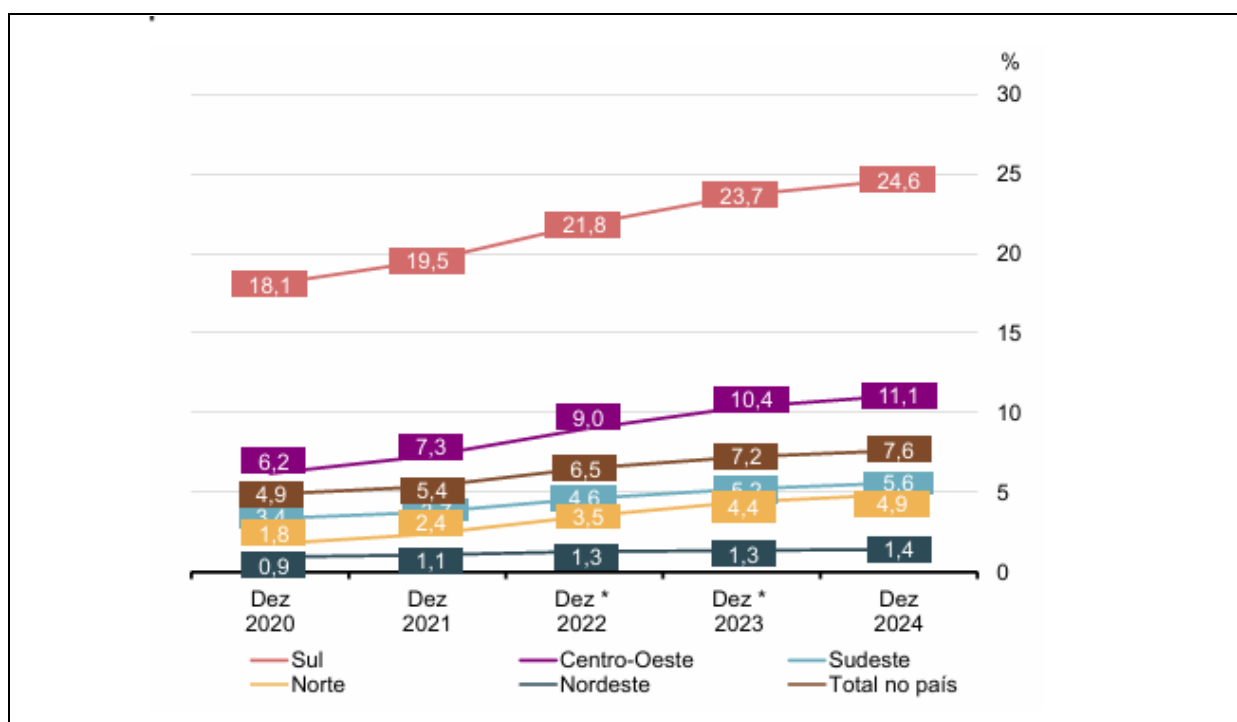
Gráfico 5 - Percentual da população associada as cooperativas financeiras



Fonte: Bureau Coop, Panorama SNCC 2024

Do ponto de vista econômico-financeiro, o SNCC apresentou expansão significativa em seus principais indicadores: ativos totais cresceram 21,1%, o estoque de captações 21,7% e a carteira de crédito ativa 18,8%, confirmando o dinamismo do segmento. As rendas de operações de crédito representaram 57,1% do total das receitas, consolidando-se como a principal fonte de geração de resultado. Esses dados são demonstrados no Gráfico 6.

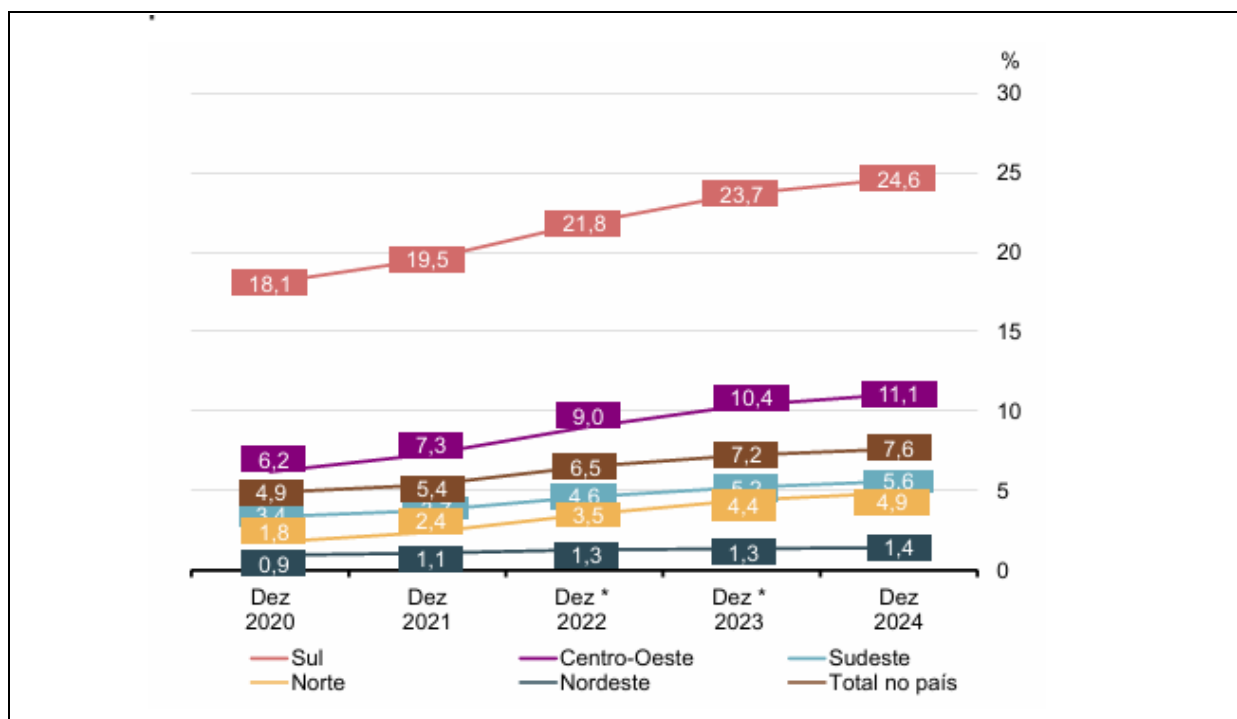
Gráfico 6 - Ativos totais, carteira de crédito e depósitos do SNCC em relação ao SFN



Fonte: Panorama SNCC 2024

A carteira de crédito das cooperativas destacou-se pelo crescimento acelerado, especialmente no atendimento às Micro, Pequenas e Médias Empresas (MPMEs) e no crédito não consignado, mantendo posição de destaque entre os segmentos do SFN. O risco agregado estabilizou-se em 2024, encerrando o ano com 6,6% de ativos problemáticos, nível semelhante ao restante do SFN, com provisões adequadas e índice de cobertura de 1,06%, superior às perdas esperadas. Vide Gráfico 7.

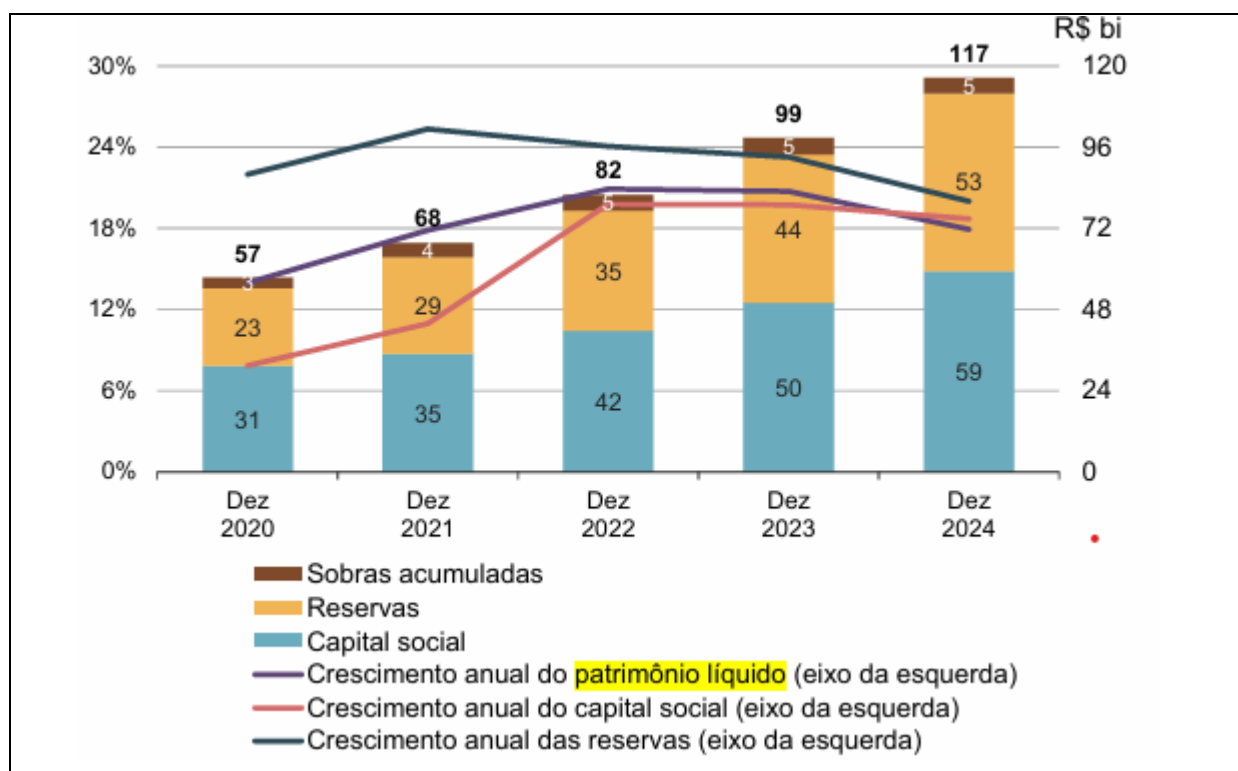
Gráfico 7 - Crescimento anual da carteira ativa



Fonte: Panorama SNCC 2024

Em termos de desempenho, o patrimônio líquido das cooperativas seguiu trajetória de crescimento, sustentado principalmente pela constituição de reservas. A rentabilidade, embora em queda pelo segundo ano consecutivo, manteve-se em patamar compatível com a sustentabilidade do modelo cooperativo, com ROE (Retorno sobre o Patrimônio Líquido) de 16,2% e ROA (Retorno sobre Ativos) de 2,4%. Conforme Gráfico 8.

Gráfico 8 - Patrimônio líquido das cooperativas singulares



Fonte: Panorama SNCC 2024

Esses resultados confirmam a capacidade de resiliência e expansão do cooperativismo financeiro no país, consolidando sua importância para o fortalecimento da concorrência, a eficiência do sistema financeiro e a promoção da inclusão social.

2.4 Convergência teórica entre blockchain e cooperativismo financeiro

A análise dos fundamentos da tecnologia blockchain se alinham com os princípios estruturantes do cooperativismo financeiro, mostrando que existem convergências conceituais expressivas entre a tecnologia e o modelo cooperativista.

A relação entre blockchain e cooperativismo financeiro torna-se evidente quando se analisam seus princípios. Nos capítulos anteriores, observou-se que a blockchain opera como um sistema distribuído, seguro e imutável de registro de informações, fundamentado em criptografia, consenso descentralizado e validação coletiva (SIMÕES et al., 2021; VICENTE, 2023).

Por outro lado, o cooperativismo financeiro se apoia em princípios como participação democrática, transparência, autonomia, controle social e gestão solidária, conforme previsto na Lei nº 5.764/1971 e na literatura contemporânea do setor (MEINEN; PORT, 2012; SANTOS, 2016). Tais princípios moldam um modelo organizacional baseado na corresponsabilidade dos membros, na igualdade de direitos e na busca por eficiência coletiva.

Ao se observar os valores cooperativistas e os atributos técnicos da blockchain, observa-se uma aproximação significativa entre a tecnologia e o modelo cooperativista. A blockchain oferece instrumentos capazes de materializar tecnologicamente aquilo que as cooperativas defendem filosoficamente: transparência, eficiência, segurança e participação ativa dos membros. A tecnologia tende a reforçar e ampliar seus princípios, oferecendo meios mais robustos, auditáveis e seguros para sua aplicação prática.

Dessa forma, a incorporação da blockchain em cooperativas não representa ruptura com o modelo, mas sim um potencial de ampliação de seus princípios operacionais e institucionais, gerando ainda mais confiança e segurança aos associados. As subseções a seguir detalham, de forma sistemática, como os pilares cooperativistas se relacionam com características específicas da blockchain, nas dimensões de governança, transparência, eficiência operacional, confiança distribuída e participação dos cooperados.

2.4.1 Governança democrática e smart contracts

A governança democrática constitui um dos pilares do cooperativismo financeiro, estruturada no princípio de que cada cooperado possui direito a um voto, independentemente de sua participação no capital social. Essa lógica de gestão coletiva pode ser tecnologicamente reforçada pelos smart contracts, programas autoexecutáveis registrados em blockchain que permitem formalizar e automatizar regras previamente definidas (FIGUEIRA, 2022; SANTOS, 2019).

Os smart contracts podem operacionalizar normativas internas relativas à distribuição de sobras, quórum de deliberações, limites de participação e procedimentos de votação, de forma automática, transparente e imutável. Como discutem Simões et al. (2021), a auto execução desses contratos aumenta a confiabilidade dos processos e reduz riscos de

intervenção humana, erros operacionais ou manipulações indevidas. No contexto cooperativista, isso representa um avanço significativo na consolidação de um ambiente decisório mais justo, auditável e eficiente.

Além disso, ao eliminar intermediários no cumprimento de obrigações contratuais, os smart contracts permitem que decisões coletivas sejam implementadas com maior rapidez e menor custo administrativo (PASCHOINI, 2019). Assim, a programabilidade da blockchain se mostra compatível com os valores da governança democrática cooperativa, ampliando sua capacidade de assegurar equidade e transparência.

2.4.2 Transparência, imutabilidade e auditoria distribuída

A transparência é um princípio histórico do cooperativismo, essencial para a manutenção da confiança e da prestação de contas entre os membros (PAIVA; SANTOS, 2017). A blockchain, por sua vez, é estruturada para registrar transações de forma imutável, transparente e auditável, utilizando criptografia, funções hash e mecanismos de consenso (SIMÕES et al., 2021; VICENTE, 2023).

A imutabilidade das informações, decorrente do encadeamento de blocos por meio de hashes criptográficos (STALLINGS, 2006), reduz drasticamente a possibilidade de fraudes, alterações retroativas ou manipulações contábeis. Essa característica é especialmente relevante em organizações financeiras como as cooperativas, onde a clareza das informações é indispensável para decisões coletivas e controle institucional (JACQUES; GONÇALVES, 2016).

Outro aspecto central é a auditoria distribuída. Em uma blockchain, todos os nós autorizados mantêm cópias atualizadas do livro-razão, o que aumenta a redundância e a confiabilidade dos registros (SIMÕES et al., 2021). Essa característica favorece processos de auditoria interna, externa e regulatória, permitindo verificações rápidas, independentes e resistentes a falhas ou tentativas de adulteração.

Assim, a interação entre transparência cooperativista e imutabilidade da blockchain cria uma base técnica robusta para fortalecer a governança, melhorar práticas de compliance e ampliar a confiança entre cooperados.

2.4.3 Eficiência operacional e redução de intermediários

A eficiência operacional é um desafio recorrente das cooperativas financeiras, devido a estruturas administrativas complexas, necessidade de supervisão multilateral e custos operacionais elevados (JACQUES; GONÇALVES, 2016). A blockchain oferece ganhos significativos nesse aspecto ao permitir a eliminação de intermediários e a automação de processos (PASCHOINI, 2019).

A tecnologia fornece um ambiente transacional descentralizado, no qual validações são feitas por consenso distribuído, reduzindo o tempo necessário para conferência, reconciliação e registro de operações (SIMÕES et al., 2021). Em atividades como concessão de crédito, processamento de garantias, análise de documentos e liquidação de transações, isso pode resultar em reduções substanciais de tempo e custo.

Segundo Simões et al. (2021), a blockchain permite registrar eventos de forma sincronizada e uniforme, evitando discrepâncias entre sistemas internos e intermediários. Para cooperativas que atuam em regiões menos atendidas por bancos tradicionais, tais melhorias podem ampliar a competitividade, permitindo taxas mais atrativas e serviços mais ágeis.

Dessa forma, a redução de intermediários promovida pela blockchain é alinhada à necessidade de modernização operacional das cooperativas, reforçando sua sustentabilidade financeira e sua atuação regional.

2.4.4 Segurança criptográfica

A segurança criptográfica da blockchain se baseia em técnicas como criptografia assimétrica, assinaturas digitais e funções hash (STALLINGS, 2006; MAÇOLI, 2022), que garantem autenticidade das transações, integridade dos dados, impossibilidade de adulteração, resistência a ataques ou falhas individuais.

Essa estrutura reduz a dependência de uma autoridade central para validar registros financeiros, aproximando-se conceitualmente do modelo cooperativo, no qual o poder decisório é coletivo e descentralizado.]

Além disso, mecanismos de consenso como Proof of Work e Proof of Stake garantem que as transações sejam confirmadas pela maioria dos participantes da rede

(VICENTE, 2023), reforçando a confiabilidade sistêmica. Essa característica é especialmente relevante para auditorias, prevenção de fraudes e processos de tomada de decisão.

2.5 Metodologia

Considerando que os estudos sobre blockchain ainda são recentes e que há escassez de bases de dados sobre seu uso em cooperativas, optou-se pela utilização da metodologia de pesquisa exploratória. De acordo com Santos (1999), esse tipo de pesquisa busca aprofundar o conhecimento acerca do tema estudado, mesmo diante de informações limitadas.

Marconi e Lakatos (2003), definem a pesquisa como um procedimento sistemático voltado para a investigação de fenômenos, com o objetivo de ampliar o conhecimento e fomentar o pensamento reflexivo. A metodologia adotada neste estudo é de caráter qualitativo, com abordagem exploratória. A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica abrangendo a tecnologia blockchain, as cooperativas financeiras e os possíveis impactos decorrentes da aplicação dessa tecnologia no setor.

A pesquisa exploratória é ideal para estudos que visam aprofundar o conhecimento sobre temas ainda pouco explorados, utilizando fontes literárias diversas como base principal (GIL, 2002). O presente trabalho segue essa lógica, fundamentando-se em uma revisão da literatura que inclui artigos acadêmicos, teses, livros, conteúdo disponível na web como vídeos, blogs, notícias e outros documentos relevantes.

Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória é apropriada para o levantamento inicial de informações sobre um tema específico e utiliza a interpretação do pesquisador como ferramenta principal de análise. A abordagem qualitativa permite uma análise mais profunda das informações coletadas, privilegiando a contextualização e a compreensão detalhada dos dados sobre a aplicação da blockchain nas cooperativas financeiras.

Além disso, elementos quantitativos também serão incorporados, especialmente para analisar métricas e dados coletados nos estudos revisados, como os impactos econômicos e sociais das cooperativas e os benefícios operacionais da blockchain (SIMÕES et al., 2021; PASCHOINI, 2019).

A coleta de dados foi realizada por meio de revisão bibliográfica, com o levantamento de literatura científica publicada entre 2005 e 2025. Para isso, foram utilizadas bases de busca e indexadores científicos, principalmente Google Scholar e Scielo. A busca utilizou palavras-chave como "blockchain e cooperativismo", "tecnologia blockchain no setor financeiro", "inovação em cooperativas" e "impactos da blockchain". Foram priorizados artigos em português e inglês, embora outras fontes técnicas também tenham sido consultadas para contextualização.

Os critérios de inclusão envolveram a seleção de estudos que abordam a aplicação da blockchain e como eles podem ser utilizados no setor financeiro, especialmente em contextos das cooperativas. Documentos que não tratavam do tema principal ou apresentavam evidências limitadas foram excluídos da análise.

A princípio utilizou-se uma análise composta por 26 artigos, os quais forneceram a base para o desenvolvimento deste estudo. Entre as principais referências utilizadas, destacam-se os trabalhos de Paschoini (2019) sobre a aplicação da blockchain no Brasil e de Jacques e Gonçalves (2016) sobre o impacto das cooperativas financeiras no desenvolvimento regional.

A análise qualitativa consistiu na identificação e interpretação dos principais argumentos apresentados nas fontes revisadas, enquanto a abordagem quantitativa foi utilizada para sistematizar dados relevantes sobre os impactos econômicos e operacionais da tecnologia blockchain em cooperativas financeiras, com base em métricas e indicadores extraídos dos artigos analisados.

A confiabilidade da pesquisa será assegurada pela escolha de fontes reconhecidas e pela análise dos estudos em diferentes contextos e autores, como Paschoini (2019), Barreto e Cunha (2022) e Vicente (2023). A diversidade das fontes e a rigorosa seleção de documentos relevantes garantiram a consistência dos resultados e a relevância das conclusões.

A análise será organizada em etapas. Primeiramente, realizando uma revisão sobre os conceitos da tecnologia blockchain e do cooperativismo financeiro. Em seguida, exploraram-se estudos de caso e experiências documentadas que abordam a convergência entre esses dois temas, com destaque para utilização da blockchain em campos que podem ser abordados nas cooperativas e qual seu impacto para elas. Por fim, os desafios e perspectivas da implementação da tecnologia.

Com essa abordagem, este estudo buscará oferecer uma compreensão abrangente e fundamentada sobre o papel inovador da tecnologia blockchain no contexto do cooperativismo financeiro no Brasil.

3 EXPERIÊNCIAS RECENTES DO SETOR FINANCEIRO BRASILEIRO NA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

A transformação digital do sistema financeiro tem impulsionado o uso da tecnologia blockchain em diferentes níveis, desde projetos-piloto até aplicações comerciais. No Brasil, instituições financeiras tradicionais e fintechs vêm utilizando essa tecnologia com foco na tokenização de ativos, rastreabilidade, automação de processos e aumento da transparência. Tais experiências oferecem contribuições importantes para o cooperativismo financeiro compreender os potenciais e desafios de adoção dessa inovação

Segundo o estudo de Paschoini (2019), realizado em um grande banco brasileiro que iniciou suas pesquisas e testes com a tecnologia blockchain em 2015, o objetivo inicial era reduzir custos e aumentar a segurança das transações. As primeiras experiências concentraram-se no uso de criptomoedas; posteriormente, o banco passou a testar o registro de outros tipos de ativos, avaliando a velocidade, a segurança e os custos das transações interbancárias e, em seguida, das internacionais.

A Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN) criou grupos de trabalho voltados à exploração da tecnologia, o que resultou em projetos conjuntos entre instituições financeiras e empresas públicas. Segundo dados levantados no estudo de caso conduzido por Teixeira (2022), bancos que participaram do consórcio obtiveram reduções expressivas de tempo e custo em processos operacionais.

Essas experiências reforçam o entendimento de que a cooperação interinstitucional é essencial para o sucesso da tecnologia, uma vez que o blockchain é, por natureza, uma rede distribuída que depende da confiança mútua e da padronização de processos (BUITENHEK, 2016; SCHUETZ; VENKATESH, 2019). No Brasil, observa-se que tais projetos colocaram o país em posição de destaque em experimentações com blockchain no setor bancário.

3.1 Itaú

O Itaú Unibanco, instituição financeira de grande porte no Brasil, vem explorando tecnologias emergentes como a blockchain e ativos digitais no contexto de seus serviços, o que o coloca como agente relevante para análise no âmbito deste trabalho.

Em fevereiro de 2018, o banco anunciou a introdução da tecnologia blockchain em algumas de suas operações voltadas ao investidor, sendo apontado como o primeiro banco no país a utilizar a tecnologia nesse tipo de operação (HIGA, 2018).

Em 2022, o banco estruturou uma divisão dedicada a ativos digitais, voltada à tokenização e à criação de uma arquitetura corporativa de custódia e negociação compatível com padrões bancários de segurança e compliance, culminando no lançamento para o público em outubro de 2023 (AMAZON WEB SERVICES, 2024).

Além disso, ainda no final de 2023, a instituição também passou a oferecer negociação de criptoativos, inicialmente Bitcoin e Ethereum, com custódia sob responsabilidade do próprio banco, integrando estes produtos ao portfólio de investimentos do conglomerado (HOPE, 2023).

Na experiência do Itaú, pode ser identificado elementos relevantes à lógica de aplicação de blockchain, como, promoção de eficiência operacional, onde a adoção da tecnologia pode tornar operações mais rápidas, confiáveis e menos custosas (FEBRABAN, 2023). Essa iniciativa também possibilitou a integração de novos serviços de ativos digitais ao ecossistema financeiro da instituição, especialmente no segmento de investimentos em criptoativos, abrangendo operações de compra, venda e custódia (HOPE, 2023).

De acordo com a Amazon Web Services (2024), durante a implementação da blockchain, o Itaú enfrentou desafios de escalabilidade e integração com sistemas legados, especialmente no gerenciamento da infraestrutura composta por nós, softwares clientes e balanceamento de tráfego. Esses fatores demandaram adaptações organizacionais e tecnológicas, a fim de garantir estabilidade, segurança e eficiência operacional do ambiente distribuído.

Em síntese, a experiência do Itaú Unibanco demonstra que a tecnologia blockchain configura-se como um caminho relevante de inovação no setor financeiro, capaz de promover ganhos de eficiência operacional e viabilizar o desenvolvimento de novos produtos e serviços digitais. No contexto das cooperativas financeiras, essa experiência constitui um referencial de possibilidades para a modernização de processos e expansão de soluções tecnológicas.

Contudo, também evidencia a necessidade de um planejamento criterioso, da adequação às características e demandas do público associado e da observância rigorosa aos requisitos de infraestrutura e segurança tecnológica.

3.2 Banco do Brasil

O Banco do Brasil (BB) vem se consolidando como também uma das instituições financeiras pioneiras na adoção da tecnologia blockchain no país. Entre as principais iniciativas está o Sistema de Contratos Distribuídos (SCD), desenvolvido em parceria com o Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) e com a posterior participação da Caixa Econômica Federal e do Banco de Brasília (BRB).

O objetivo do projeto foi pesquisar e desenvolver uma solução baseada em blockchain para apoiar os processos de compras e contratações públicas, viabilizando o compartilhamento padronizado de informações sobre licitações entre empresas públicas (BANCO DO BRASIL, 2023). Essa estrutura trouxe maior agilidade, confiabilidade e auditabilidade às contratações, permitindo comparações históricas de preços e automatização do ciclo de vida dos contratos, o que favorece a transparência e o controle social nas aquisições.

Segundo o XI Fórum Nacional das Transferências e Parcerias da União, que aconteceu em 2024, o Sistema Brasileiro de Poderes (SBP) também é um marco na trajetória do Banco do Brasil com a tecnologia blockchain. Desenvolvido em parceria com a Petrobras, o SBP tem como objetivo agilizar a concessão e a revogação de poderes de movimentação financeira.

Antes da implementação, o processo demandava até oito dias úteis, após a adoção da blockchain, as alterações passaram a ser registradas em tempo real, com autenticação por meio de certificados digitais emitidos pela Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira (ICP-Brasil). O projeto resultou na redução de custos operacionais, com economia anual estimada em R\$90 milhões, automatização dos registros e mitigação de riscos de fraude e movimentações não autorizadas, representando um avanço expressivo na governança corporativa e na segurança institucional (BANCO DO BRASIL, 2023).

O banco também tem investido em pesquisa e inovação por meio do Programa LENTES – Laboratório de Experimentação e Novas Tecnologias, criado para catalisar ideias com potencial de geração de novas receitas e melhoria da eficiência operacional. Em 2023, o programa concentrou-se na exploração de blockchain, com projetos voltados à tokenização de ativos, à automação de contratos com fornecedores e ao registro de créditos de descarbonização (CBios) (BANCO DO BRASIL, 2023).

Por fim, o Banco do Brasil participa do piloto do Drex (Real Digital), projeto conduzido pelo Banco Central do Brasil com 16 instituições financeiras. Essa iniciativa utiliza

tecnologia de registro distribuído (DLT) para simular transações com ativos tokenizados e moeda digital, explorando aspectos como programabilidade, privacidade e descentralização.

O envolvimento do Banco do Brasil nesse projeto reforça sua posição de liderança na transformação digital do sistema financeiro nacional, promovendo a integração entre o setor público e o privado no uso da blockchain (BANCO DO BRASIL, 2023; VALOR ECONÔMICO, 2024).

Essas iniciativas ilustram que a capacidade da adoção de blockchain pode ir além do uso em criptomoedas, consolidando-se como uma infraestrutura de confiança, eficiência e inovação aplicável a diversos segmentos do sistema financeiro e administrativo.

3.3 B3 (Brasil, Bolsa, Balcão)

A B3, principal infraestrutura de mercado financeiro e de capitais do país, tem adotado a tecnologia blockchain como instrumento estratégico de inovação, segurança e eficiência em suas operações. O uso dessa tecnologia está alinhado ao movimento global de digitalização dos mercados financeiros e à busca por maior transparência, rastreabilidade e liquidez dos ativos negociados (B3, 2025).

Em 2023, ela lançou uma plataforma para emissão, registro e negociação de ativos tokenizados, consolidando-se como a primeira infraestrutura regulada no Brasil a viabilizar a tokenização de um ativo financeiro tradicional, no caso, debêntures emitidas por uma instituição financeira. Os tokens representativos desses títulos foram digitalizados e transferidos entre carteiras de instituições participantes por meio de uma rede blockchain permissionada, assegurando a integridade dos dados, a imutabilidade dos registros e a conformidade regulatória.

Segundo Humberto Costa, superintendente de Novos Negócios da B3, a iniciativa oferece uma plataforma “com tecnologia de ponta e segurança, para facilitar a negociação de ativos tokenizados de forma ágil e transparente, permitindo que todos os tipos de investidores possam ampliar as possibilidades de diversificação de suas carteiras” (B3, 2025).

A tokenização de ativos na B3 representa um avanço na integração entre o mercado tradicional e o universo digital, permitindo a negociação de ativos reais no ambiente blockchain, com potencial para aumentar a liquidez e democratizar o acesso a investimentos. O projeto também reforça a estratégia da Bolsa de continuar evoluindo em seu negócio

principal, trazendo inovações que beneficiem clientes e estimulem o desenvolvimento sustentável do mercado financeiro brasileiro (B3, 2025).

Além da tokenização, a B3 tem expandido sua atuação com o lançamento de contratos futuros de criptoativos, ampliando as opções de investimento disponíveis no país. Em 2025, a CVM aprovou a criação dos contratos futuros de Ethereum (ETR) e Solana (SOL), complementando a oferta já existente do contrato futuro de Bitcoin, lançado no ano anterior.

A negociação desses produtos reflete o crescente interesse dos investidores institucionais e de varejo por ativos digitais, além de demonstrar a integração progressiva entre o mercado regulado e o ecossistema de criptoativos. De acordo com Marcos Skistymas, diretor de Produtos da B3, “a B3 disponibiliza novos instrumentos de derivativos de criptomoedas para atender à crescente demanda por produtos ligados a criptoativos, trazendo mais inovação e sofisticação aos nossos produtos” (B3, 2025).

Outro projeto de destaque é a parceria entre a B3 e o IRB Brasil RE, voltada para o desenvolvimento de uma plataforma inédita de seguros e resseguros baseada em blockchain. A solução, criada para conectar corretores, seguradoras e resseguradoras em uma única rede digital, possibilita que operações atualmente realizadas de forma manual, e que podem levar meses, sejam concluídas em segundos.

O sistema permite a troca de informações em tempo real, com alta segurança criptográfica e rastreabilidade, representando uma transformação significativa na infraestrutura do mercado de seguros e resseguros nacional. O presidente do IRB Brasil RE, Antônio Cássio dos Santos, destaca que a iniciativa simboliza um avanço seguro dessa nova tecnologia no mercado, enquanto o CEO da B3, Gilson Finkelsztain, ressalta que o projeto reforça o compromisso da instituição com a inovação e o suporte ao crescimento do mercado financeiro brasileiro (IRB BRASIL RE, 2021).

A B3 também vem ampliando sua atuação no setor de ativos digitais por meio do B3 Digitas, que lançou uma plataforma voltada à oferta de criptoativos em parceria com o Banco Inter, reforçando a estratégia da instituição de atuar como um ecossistema completo para produtos digitais, com governança e infraestrutura seguras (B3, 2025).

A integração entre blockchain e o ambiente regulado da B3 reflete o esforço contínuo da instituição em modernizar a infraestrutura financeira do país, combinando solidez institucional com tecnologia de ponta. Essas experiências confirmam o papel da B3 como agente central na transformação digital do sistema financeiro nacional, promovendo maior

transparência, agilidade e democratização dos investimentos, além de contribuir para a maturidade e a confiança do mercado de ativos digitais no Brasil.

3.4 Nubank

A Nubank anunciou, em outubro de 2022, o lançamento do programa Nucoin, como parte de sua estratégia de fidelização e adoção de tecnologias de tokenização e recompensas digitais baseadas em blockchain. O objetivo era criar um sistema de benefícios que reconhecesse a lealdade dos clientes e incentivasse o uso de produtos e serviços da instituição (LATAM FINTECH, 2022; LEDGER INSIGHTS, 2022).

O token Nucoin foi desenvolvido sobre a rede Polygon, uma solução de segunda camada (Layer 2) compatível com o protocolo Ethereum, escolhida pela empresa por oferecer escalabilidade, segurança e menor custo operacional em comparação a blockchains totalmente públicas (CDP INSTITUTE, 2022; FINTECH MAGAZINE, 2023).

Em março de 2023, o programa foi disponibilizado gradualmente aos clientes da Nubank no Brasil, com distribuição inicial gratuita dos tokens, em um processo denominado airdrop. Os usuários podiam “congelar” seus Nucoins para participar de diferentes níveis de benefícios, resgatar recompensas ou realizar trocas com outros usuários (NUBANK INTERNACIONAL, 2023; NORD INVESTIMENTOS, 2023).

Posteriormente, o programa passou por reformulações, onde em 2024, a Nubank anunciou o encerramento da negociação de compra e venda dos tokens dentro da própria plataforma, visando reduzir a volatilidade e reorientar o foco do programa para benefícios não financeiros diretos.

Já em 2025, a instituição iniciou testes de uma nova versão do Nucoin, ampliando as formas de acúmulo de tokens e integrando-os a outros serviços, como pagamentos via Pix, uso de débito e compartilhamento de dados por meio do Open Finance (THE FINTECH TIMES, 2025; NUBANK INTERNACIONAL, 2025).

A experiência do Nucoin permite compreender como a tecnologia blockchain pode ser aplicada ao setor financeiro de forma inovadora, extrapolando o uso restrito a criptomoedas e incorporando-a a sistemas de relacionamento e fidelização.

3.5 Banco Central do Brasil: moeda digital Drex

O Drex, nome oficial da iniciativa brasileira de moeda digital, consiste em um projeto conduzido pelo Banco Central para desenvolver uma infraestrutura baseada em DLT, destinada à liquidação de operações com ativos tokenizados e à criação de um ambiente financeiro mais eficiente, seguro e interoperável (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

Diferente das criptomoedas privadas, o Drex não se configura como um ativo descentralizado ou volátil, mas como uma representação digital do Real, emitida e garantida pelo próprio Banco Central, uma opção adicional ao uso de cédulas. Sua arquitetura fundamenta-se em uma plataforma distribuída permissionada, na qual instituições financeiras e de pagamento autorizadas, participam como validadores da rede. Esse modelo permite manter auditabilidade e segurança, ao mesmo tempo em que preserva controle regulatório e conformidade com a legislação vigente (SARAIVA; CANAZARO, 2023).

Seu projeto piloto explora casos de uso que incluem liquidação de operações interbancárias, execução programável de contratos financeiros, tokenização de depósitos bancários e transferência de ativos tokenizados representativos de títulos públicos ou privados. Tais aplicações apontam seu potencial para reduzir custos de transação, aprimorar os mecanismos de supervisão e aumentar a eficiência operacional em ambientes regulados (AGUILAR et al., 2023; ARAÚJO; MINELLA; DE SÁ, 2023).

Um dos principais diferenciais do Drex é sua proposta de um ecossistema integrado de tokens registrados, no qual ativos financeiros, como títulos, garantias, depósitos ou direitos creditórios, podem ser representados digitalmente e transferidos por meio de contratos inteligentes (COUTINHO; FERRAZ, 2022).

Araújo, Minella e De Sá (2023), em publicação do Banco Central, destacam que o design distribuído da plataforma pode ampliar a competição no mercado de serviços financeiros, ao permitir que diferentes instituições ofereçam produtos tokenizados interoperáveis entre si. Da mesma forma, Saraiva e Canazaro (2023) ressaltam que a adoção de uma infraestrutura padronizada fortalece a segurança jurídica das transações e reduz assimetrias informacionais.

O projeto Drex iniciou em 2020 com a criação de um grupo de trabalho no BC, onde diversas empresas e consórcios participaram das fases iniciais. Entre os principais nomes envolvidos estão grandes bancos, como Banco do Brasil, Bradesco, Itaú Unibanco, Santander, BTG Pactual, Banco BV, Caixa Econômica Federal, Banco Inter e Nubank. Também

participam instituições cooperativas, tais como a Sicoob, Sicredi, Unicred, Ailos e Cresol, além de empresas de tecnologia e infraestrutura de peso, como Microsoft, Google, AWS, Mastercard, Visa, CPqD e TecBan. B3, XP, MBPay e Nuclea.

Entretanto, em uma reunião realizada em novembro de 2025, o Banco Central informou aos participantes do Drex, que a infraestrutura tecnológica baseada em blockchain será desativada (FORBES, 2025). Segundo a CNN Brasil (2025), o presidente do BC disse que após 4 anos, a tecnologia não se revelou viável e que hoje existem outras maneiras de atingir o que o governo pretende, uma rede com ativos tokenizados com certificação que vai garantir segurança e liquidez de maneira mais simples por meio de outras tecnologias.

Apesar da decisão de abandonar o modelo anterior, o Banco Central indicou que continuará avançando no desenvolvimento de uma nova infraestrutura capaz de possibilitar transações seguras envolvendo ativos digitais. Contudo, ainda não existe previsão para o lançamento da tecnologia que substituirá o Drex.

Embora muitas vezes apresentado apenas como uma versão digital do real, o Drex tinha um escopo muito mais amplo, incluindo a possibilidade de simplificar a compra e venda de imóveis e veículos, acelerar a liberação de crédito, inclusive para o setor rural e diminuir a burocracia de serviços cartoriais, entre outras aplicações potenciais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre o impacto da tecnologia blockchain nas cooperativas financeiras, não só na sua aplicação para transações sem intermediário, mas mostrar que existem outras possibilidades e aplicações que podem ser implementadas.

4.1 Blockchain e cooperativismo financeiro

A tecnologia Blockchain evoluiu em três gerações: a 1.0 voltada para criptomoedas, a 2.0 para aplicações financeiras e a 3.0 para usos mais amplos na sociedade digital (Perera et al., 2020). A diferença da segunda para a terceira geração está na sua aplicação, onde a tecnologia deixou de ser vista apenas como uma ferramenta para moedas digitais, e passou a ser utilizada em indústrias diferentes, melhorando seus processos e prestando melhores serviços aos seus clientes (OLIVEIRA, 2022).

No setor financeiro, onde teve suas primeiras aplicações, observa-se uma transformação significativa em seu uso. Atualmente, é utilizada em operações como a negociação de ações e ativos em marketplaces descentralizados, bem como nos processos de validação e liquidação de transações, com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir os custos operacionais.

Além disso, sistemas baseados em Blockchain têm sido empregados em processos de identificação digital (KYC – Know Your Customer), permitindo o compartilhamento da comprovação de identidade sem a exposição direta dos dados pessoais (Hamida et al., 2017). Perera et al. (2020) destaca também seu uso na proteção de identidade e sistemas de votação.

A tecnologia blockchain apresenta vantagens significativas no setor financeiro, principalmente em termos de segurança, transparência e eficiência. Ela elimina intermediários nas transações, reduzindo custos operacionais e aumentando a velocidade das operações (PASCHOINI, 2019). Essa descentralização diminui os riscos de fraude e manipulação, aspectos valorizados especialmente em auditorias financeiras (SIMÕES et al., 2021).

Sua arquitetura imutável é essencial para a confiança, onde cada transação registrada no sistema é protegida por criptografia avançada, e sua validação ocorre por meio de algoritmos de consenso, como o Proof of Work (POW) ou Proof of Stake (POS)

(VICENTE, 2023). Isso garante integridade e impede alterações retroativas nas informações, características cruciais para auditorias e relatórios financeiros (ALHADHRAMI et al., 2017; SIMÕES et al., 2021).

Perera et al. (2020), cita em seu estudo que a adoção da tecnologia Blockchain por instituições financeiras têm potencial para gerar uma economia significativa, especialmente em áreas como pagamentos internacionais, negociação de ativos e cumprimento de exigências regulatórias. A utilização dessa tecnologia no setor contribui para a redução de prazos, diminuição de custos e simplificação dos processos operacionais.

Diante disso, é fundamental que as cooperativas busquem implementar soluções baseadas em Blockchain, a fim de acompanhar os avanços tecnológicos e manter-se competitivas em um mercado cada vez mais desafiador. Essa capacidade da blockchain em integrar tecnologias financeiras, aliadas às cooperativas que atuam em regiões menos favorecidas, podem reduzir ainda mais os custos operacionais e taxas de operações de crédito (JACQUES E GONÇALVES, 2016).

4.2 Aplicações da blockchain que podem melhorar governança, transparência, eficiência e segurança nas cooperativas financeiras.

4.2.1 Big data e análise de dados

As cooperativas financeiras produzem diariamente um grande volume de dados, provenientes de transações, operações de crédito, investimentos e movimentações contábeis. Esses dados apresentam alto grau de variedade e velocidade, características próprias do paradigma de Big Data, o que exige métodos avançados de análise para transformá-los em informação útil.

A análise estatística desses conjuntos massivos permite identificar padrões de consumo, prever riscos, avaliar níveis de inadimplência e embasar estratégias de crescimento sustentável (SILVA, 2022). A blockchain surge como uma ferramenta essencial para reforçar a confiabilidade dos dados utilizados nos processos decisórios. A tecnologia possibilita registrar transações de forma imutável e descentralizada, assegurando que os dados empregados em análises estatísticas e modelos preditivos não sejam adulterados.

Além disso, mecanismos de anonimização em blockchain permitem proteger informações sensíveis dos cooperados sem comprometer o valor analítico dos registros, o que garante conformidade com legislações como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e aumenta a confiança na utilização de Big Data em ambientes financeiros (SILVA, 2022).

Nesse sentido, o caso do Sicredi ilustra como a integração de tecnologias digitais pode transformar o tratamento de grandes volumes de dados no cooperativismo financeiro. A instituição desenvolveu uma solução baseada em OCR (Optical Character Recognition) tecnologia para reconhecer caracteres e Inteligência Artificial Generativa para automatizar a análise documental e a concessão de crédito em consórcios, reduzindo o tempo médio de processamento de seis para dois dias.

Essa experiência evidencia o potencial do uso de Big Data e IA para ganhos de eficiência e precisão, onde a incorporação da tecnologia blockchain a esse ecossistema poderia fortalecer ainda mais a confiabilidade e a rastreabilidade dos dados, assegurando integridade, auditabilidade e conformidade com normas de proteção de dados (SICREDI, 2024).

Experiências em outros setores reforçam esse potencial. Nobrega (2023), ao propor um sistema de integração entre Big Data e blockchain para análise educacional, demonstrou que a unificação de dados dispersos em uma rede distribuída pode gerar indicadores robustos e confiáveis para apoiar a tomada de decisão em larga escala.

De modo semelhante, cooperativas financeiras podem utilizar blockchain para consolidar dados de diferentes agências ou filiais, estruturando dashboards e relatórios estatísticos que favorecem decisões financeiras mais precisas.

Além disso, a literatura sobre cadeias de suprimento aponta que a blockchain fortalece a confiança e a prestação de contas em redes interdependentes, atuando como elemento de garantia da integridade das informações compartilhadas (RODRIGUES, 2020).

Esse mesmo princípio pode ser aplicado às cooperativas financeiras, onde a relação de confiança entre os cooperados é central. Ao garantir que cada transação esteja registrada de forma transparente e auditável, cria-se um ambiente propício para decisões baseadas em dados sólidos.

4.2.2 Participação dos cooperados no capital social

O capital social de uma cooperativa é formado pela soma dos valores que os cooperados investem ao se associarem à entidade. Esse montante representa o vínculo jurídico entre o associado e a cooperativa, além de ser essencial para a viabilidade econômica da organização. A cooperativa utiliza esses recursos como base para desenvolver suas atividades e oferecer produtos e serviços aos seus membros.

A subscrição ocorre quando o cooperado se compromete a adquirir uma determinada quantidade de quotas-partes, enquanto a integralização corresponde ao pagamento efetivo desse valor. Após esse processo, o cooperado passa a ter direito de participar das decisões da cooperativa, compartilhar os resultados financeiros e receber sua parte nos lucros anuais, de acordo com sua contribuição ao capital social e com sua participação nas operações da cooperativa (OCBES, 2023).

Tradicionalmente, o controle e o registro do capital social são realizados por sistemas internos das cooperativas, os quais estão sujeitos a limitações em termos de transparência, auditabilidade e automação. Com a tecnologia blockchain, surgem novas possibilidades para reestruturar a forma como esses registros são realizados, especialmente por meio da tokenização. Ela permite a criação de tokens digitais que podem representar ativos físicos ou direitos econômicos de forma segura, imutável e rastreável.

No contexto das cooperativas financeiras, os tokens fungíveis podem ser utilizados para representar as quotas-partes do capital social. Esses tokens, emitidos por meio de contratos inteligentes (smart contracts), são programáveis para garantir, de forma automática e transparente, a governança cooperativa, a distribuição proporcional das sobras (lucros) e o registro de movimentações entre cooperados (Paschoini, 2019; Simões et al., 2021).

Essa abordagem contribui significativamente para a descentralização da gestão, aumento da confiança entre os participantes e a redução de custos operacionais, uma vez que elimina a necessidade de intermediários no processo de verificação e validação de dados. Além disso, os contratos inteligentes podem ser configurados para realizar automaticamente processos como a distribuição de lucros com base na quantidade de tokens detidos, ou a concessão de direito a voto em assembleias de acordo com a participação do cooperado (Figueira, 2022; Santos, 2019).

Embora não tenha sido encontrado até o momento um caso público amplamente documentado de uma cooperativa financeira que tenha realizado a integralização de quotas-partes via tokens em blockchain, a literatura mostra que a tokenização de ativos e participações em blockchain está avançando em instituições financeiras e mercados de

capitais (Zhang, 2024; WEF, 2025). O modelo cooperativo pode se beneficiar dessa tecnologia para reforçar governança, transparência e participação associativa (UK Co-op, 2021).

A utilização de tokens também facilita a transparência nas operações, pois cada transação envolvendo quotas é registrada na blockchain e pode ser auditada por qualquer participante da rede, respeitando os limites de confidencialidade e privacidade. Dessa forma, a blockchain e os tokens digitais representam um avanço importante na modernização das estruturas cooperativistas, alinhando-as às tendências de digitalização do setor financeiro.

4.2.3 Garantias de crédito

As garantias em operações de crédito representam instrumentos fundamentais para a mitigação de riscos nas concessões financeiras. Em especial no contexto de micro, pequenas e médias empresas, a ausência de garantias reais suficientemente robustas costuma ser um dos principais entraves ao acesso ao crédito, fator diretamente relacionado à alta taxa de mortalidade desses empreendimentos nos primeiros anos de atividade (USUY, 2009).

Diante dessa realidade, cooperativas financeiras têm se destacado ao atuarem também como sociedades de garantia de crédito (SGC), oferecendo aos seus cooperados alternativas mais acessíveis de obtenção de financiamentos, por meio da utilização de fundos de aval e garantias complementares.

Com o avanço da transformação digital e o surgimento de soluções baseadas em blockchain, abre-se uma nova possibilidade de modernizar a estrutura de garantias, promovendo rastreabilidade, imutabilidade e automação de processos relacionados à constituição e execução dessas garantias. A blockchain, ao ser caracterizada como uma estrutura de registro distribuído e inviolável, permite que os ativos dados em garantia sejam tokenizados, ou seja, convertidos em tokens digitais únicos, que representam direta e legalmente o ativo físico ou financeiro (VAL, 2023).

Os tokens não fungíveis (NFTs), por sua natureza de unicidade, são particularmente úteis para representar garantias individuais, como imóveis, veículos, contratos ou qualquer outro bem aceito como colateral. Uma vez registrados como NFTs em uma blockchain, esses ativos podem ser vinculados a contratos inteligentes que regem a operação de crédito.

Tais contratos permitem, por exemplo, que a liberação do recurso ocorra automaticamente após o registro da garantia, ou que sua execução seja realizada de maneira automática em caso de inadimplência, respeitando as regras previamente acordadas entre as partes (FIGUEIRA, 2022).

Do ponto de vista jurídico e operacional, essa estrutura promove maior segurança jurídica, reduz a burocracia e facilita a auditoria, visto que todas as etapas do processo ficam armazenadas de forma pública e inviolável na blockchain. Além disso, por meio da programação dos contratos inteligentes, é possível definir condições dinâmicas de validade e renovação das garantias, aumentando a eficiência da gestão de riscos e diminuindo os custos operacionais envolvidos (SANTOS, 2019).

No Brasil, a primeira operação de financiamento imobiliário com tokenização de imóvel, foi realizada em agosto de 2023, pelas plataformas AmFi e Netspaces. Nessa operação, um apartamento localizado em Porto Alegre (RS) foi financiado por meio de uma Cédula de Crédito Bancária tokenizada, cuja garantia foi representada por tokens vinculados à propriedade.

A transação permitiu automatizar etapas de registro, auditoria e execução contratual, demonstrando o potencial da blockchain para dar maior segurança e eficiência jurídica às operações de crédito. Além disso, os tokens do imóvel permanecem travados na carteira do comprador até a quitação da dívida, podendo ser liquidados automaticamente em caso de inadimplência, conforme previsto em contrato (E-Investidor, 2025).

Recentemente, o Sicoob Imob, lançou uma linha de crédito voltada a imóveis tokenizados em parceria também com a tokenizadora Netspaces. A iniciativa permite que os cooperados registrem um token, cuja propriedade é certificada em blockchain, vinculado à matrícula do imóvel, podendo utilizá-lo como garantia em operações de crédito (E-Investidor, 2025; Valor Econômico, 2025).

A aplicação da tokenização de garantias em cooperativas financeiras representa um avanço significativo em relação ao modelo tradicional, permitindo a criação de ecossistemas financeiros descentralizados e seguros, com ampla capacidade de escalabilidade. O uso de tokens como representação das garantias integra os princípios cooperativistas à inovação tecnológica, promovendo maior acesso ao crédito de forma inclusiva, transparente e eficaz.

4.2.4 Governança digital e votação eletrônica

A votação eletrônica em assembleias representa um desafio crescente para as cooperativas financeiras, especialmente no contexto da digitalização pós-pandemia. A tecnologia blockchain surge como uma solução inovadora, ao oferecer transparência, segurança e imutabilidade aos processos eleitorais realizados de forma remota (SOUZA et al., 2024).

Por meio do uso de smart contracts e da criptografia assimétrica, é possível garantir que cada voto seja único, autêntico e registrado de maneira inviolável, mantendo o anonimato e a rastreabilidade da votação (MAJUMDER et al., 2024). Tais características tornam o blockchain ideal para ambientes em que a governança democrática é essencial, como nas cooperativas.

A legislação brasileira não impede o uso de plataformas digitais para votações em assembleias, conforme a Instrução Normativa nº 79/2020 do Departamento Nacional de Registro Empresarial e Integração (DREI) (BRASIL, 2020). Isso possibilita que cooperativas adotem o blockchain sem violar o princípio da participação democrática, previsto na Lei nº 5.764/1971.

Além dos ganhos técnicos, a adoção do blockchain contribui para a sustentabilidade digital, promovendo um ambiente mais confiável, ético e acessível aos cooperados, mesmo em regiões afastadas (FREITAS, 2012). A experiência de cooperativas, como a Viacredi, com centenas de associados, reforça a necessidade de soluções escaláveis e seguras para votações online (VIACREDI, 2024).

A aplicação da blockchain nas assembleias digitais fortalece a democracia interna das cooperativas, assegura a integridade do voto e contribui para a modernização das práticas de governança no cooperativismo financeiro.

4.2.5 Auditoria contábil

Caracterizada por ser uma base de dados descentralizada, imutável e compartilhada em rede, a blockchain permite o registro seguro, cronológico e auditável de transações. Sua aplicação na auditoria contábil possibilita o acesso rápido e transparente às informações, o que facilita a identificação de operações suspeitas, a verificação de saldos e a inspeção documental com maior precisão.

A utilização dessa tecnologia pode tornar os procedimentos de auditoria mais eficientes, reduzindo o tempo necessário para coleta de evidências e eliminando atividades manuais propensas a erros (Swan, 2015; Cai & Zhu, 2016). Além disso, o fato de os registros serem protegidos por criptografia e validados por consenso entre os nós da rede aumenta significativamente a confiança e a integridade dos dados auditados (Zyskind & Nathan, 2015).

A capacidade de acessar um histórico detalhado e confiável das transações também contribui para uma análise preditiva mais precisa por parte do auditor, permitindo a identificação de padrões, riscos e anomalias com maior eficácia (Tapscott & Tapscott, 2016). Tais avanços fortalecem a qualidade das evidências coletadas, elemento fundamental para a emissão de relatórios de auditoria confiáveis.

A integração da Blockchain à prática da auditoria, portanto, representa uma mudança de paradigma. Com acesso a dados quase em tempo real e maior qualidade das informações, os auditores podem concentrar-se em análises de maior valor agregado, como julgamentos contábeis e avaliação de riscos complexos (ICAEW, 2018; ACCA, 2016).

Embora a adoção da Blockchain na auditoria contábil ainda enfrente desafios técnicos e culturais, seus potenciais benefícios indicam uma evolução significativa na forma como os auditores obtêm, analisam e reportam informações.

5 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

A análise da literatura e dos estudos de caso permitiu identificar resultados relevantes acerca da aplicabilidade da tecnologia blockchain no cooperativismo financeiro. Os principais achados podem ser organizados em: eficiência operacional e redução de custos; qualidade e confiabilidade das informações; inovação em governança e participação dos cooperados; e modernização dos processos de auditoria e controle.

A literatura evidencia que a adoção da blockchain pode gerar ganhos significativos de eficiência ao eliminar intermediários e automatizar etapas de registro e validação de transações. Conforme Paschoini (2019), a aplicação dessa tecnologia em serviços financeiros no Brasil mostrou impacto direto na diminuição de custos operacionais e no tempo de processamento de transações.

Esse resultado é particularmente relevante para as cooperativas financeiras, que atuam em regiões menos favorecidas e podem ampliar sua competitividade ao reduzir taxas e prazos de concessão de crédito. Outro resultado identificado refere-se à melhoria da qualidade informacional. Lucena Filho et al. (2025) demonstraram que a utilização da blockchain contribui para a integridade e a transparência dos registros contábeis, reduzindo a assimetria informacional entre gestores e cooperados.

Nas cooperativas financeiras, esse resultado fortalece a confiança mútua e permite que decisões estratégicas sejam tomadas com base em dados sólidos e imutáveis, além de assegurar conformidade com legislações como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

A análise também apontou que a blockchain viabiliza novas formas de governança democrática, especialmente por meio da tokenização do capital social e da utilização de smart contracts. Conforme Figueira (2022) e Simões et al. (2021), tokens digitais podem representar quotas-partes e automatizar processos de distribuição de resultados ou de direito a voto. Nas cooperativas financeiras, esse resultado amplia a transparência e reduz custos de gestão, permitindo maior engajamento dos associados e fortalecimento dos princípios cooperativistas.

A blockchain pode transformar a prática de auditoria e controle interno. Swan (2015) e Simões et al. (2021) destacam que, ao possibilitar registros imutáveis e auditáveis em tempo quase real, a tecnologia reduz o tempo gasto com coleta de evidências e aumenta a confiabilidade dos relatórios financeiros.

Para as cooperativas financeiras, esse resultado representa maior capacidade de fiscalização pelos associados e maior credibilidade junto a órgãos reguladores, além de facilitar a detecção de inconsistências ou práticas fraudulentas.

Apesar das contribuições apresentadas, este estudo possui limitações que devem ser consideradas. A primeira refere-se ao caráter predominantemente bibliográfico e qualitativo, o que impossibilitou a coleta de dados empíricos diretamente em cooperativas financeiras que já utilizem a tecnologia blockchain.

Além disso, a literatura sobre aplicações de blockchain especificamente no cooperativismo financeiro brasileiro ainda é restrita, dispersa e, em alguns casos, baseada em projetos-piloto sem ampla documentação ou métricas consolidadas.

Outro fator limitante é a rápida evolução tecnológica e regulatória. A decisão recente do Banco Central de descontinuar a infraestrutura blockchain do projeto Drex, por exemplo, demonstra que conclusões sobre tecnologias emergentes podem sofrer alterações conforme políticas públicas e soluções alternativas são desenvolvidas.

Por fim, o estudo delimitou-se ao contexto nacional, não abordando comparações internacionais nem analisando detalhadamente as diferenças estruturais entre sistemas cooperativos, como Sicoob, Sicredi, Unicred, Ailos ou Cresol.

Pesquisas futuras podem aprofundar aspectos que não foram possíveis de explorar no presente estudo, ampliando a compreensão sobre os impactos e desafios da adoção da tecnologia blockchain no cooperativismo financeiro. Nesse sentido, recomenda-se que trabalhos posteriores considerem as seguintes direções de investigação:

Pesquisas empíricas com gestores, cooperados e especialistas em tecnologia podem oferecer uma visão mais concreta e contextualizada sobre os custos, barreiras, riscos e benefícios percebidos na implementação da blockchain em cooperativas financeiras. Esse tipo de abordagem permitiria avaliar a maturidade digital das instituições, o nível de capacitação técnica e os fatores culturais que influenciam a aceitação da tecnologia.

Além disso, é pertinente o desenvolvimento de estudos de caso detalhados em cooperativas brasileiras que venham a adotar soluções baseadas em blockchain, como tokenização de garantias, votação eletrônica ou automação de processos via smart contracts. Esses estudos possibilitariam observar, na prática, os efeitos dessa tecnologia sobre a eficiência operacional, segurança da informação, governança e satisfação dos cooperados.

Outra linha promissora envolve análises comparativas entre diferentes sistemas cooperativos, como Sicoob, Sicredi, Unicred, Ailos e Cresol. Essas comparações permitiriam compreender como cada estrutura organizacional lida com inovação, quais modelos de

governança facilitam ou dificultam a integração tecnológica e de que forma a blockchain pode ser adaptada às especificidades de cada sistema.

Também se destaca a importância do desenvolvimento e teste de protótipos (proof of concept), contemplando aplicações como contratos inteligentes para gestão do capital social, registro tokenizado de ativos, auditoria automatizada ou sistemas de votação digital. A experimentação prática desses modelos pode gerar evidências valiosas sobre viabilidade técnica, segurança, desempenho e aceitação por parte dos cooperados.

Adicionalmente, estudos quantitativos podem contribuir para mensurar de forma objetiva os impactos econômicos da blockchain, especialmente no que diz respeito à redução de custos operacionais, mitigação de fraudes, agilidade na concessão de crédito e melhoria dos indicadores financeiros e de governança das cooperativas.

Por fim, recomenda-se a realização de investigações jurídicas e regulatórias mais aprofundadas, abrangendo temas como compliance, proteção de dados pessoais (LGPD), certificação digital, responsabilidade civil decorrente de registros imutáveis, contratos inteligentes e limites normativos para a adoção de tecnologias descentralizadas por instituições financeiras cooperativistas no Brasil.

De forma geral, os resultados obtidos confirmam que a integração da blockchain às práticas das cooperativas financeiras oferecem benefícios estratégicos, tanto no campo operacional quanto no campo institucional. Tais resultados indicam que, embora ainda haja barreiras de natureza regulatória, técnica e cultural, a tecnologia representa um caminho promissor para modernizar o cooperativismo financeiro brasileiro, alinhando-o às tendências globais de digitalização e inovação.

Conclui-se que a tecnologia blockchain apresenta potencial significativo para modernizar o cooperativismo financeiro brasileiro, ao fortalecer a eficiência, transparência, confiança e governança. Dessa forma, sua adoção demonstra capacidade de contribuir diretamente para o desenvolvimento e a competitividade das cooperativas financeiras.

REFERÊNCIAS

- ACI – ALIANÇA COOPERATIVA INTERNACIONAL. **Notas de orientação para os princípios cooperativos**. Bruxelas: ACI, 2016. Disponível em: <https://www.ica.coop>. Acesso em: 26 ago. 2024.
- ALHADHRAMI, Zeeshan; KOTSIAS, Petros; MOHSIN, Sabir. **Blockchain framework for secure and efficient data sharing in financial applications**. Journal of Digital Innovation, v. 18, n. 4, p. 145–167, 2017.
- ALMADA, Pablo Emanuel Romero; COSTA, Elizardo Scarpatti. **Controle e vigilância no capitalismo digital: uma análise da tecnologia blockchain e sua implementação empresarial**. Cadernos EBAPE.BR, v. 21, n. 1, p. 72–90, 2023.
- AMAZON WEB SERVICES. **Developing a Secure Digital Asset Framework Using AWS Nitro Enclaves with Itaú**. 2024. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/solutions/case-studies/itau-nitro-enclaves-case-study/>. Acesso em: 4 nov. 2025.
- AREA BITCOIN. *O que é blockchain! Entenda de forma fácil o que é essa tecnologia*. YouTube 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dkElPTevoR4>. Acesso em: 26 ago. 2024.
- B3. **B3 lança plataforma e realiza primeira tokenização de ativo regulado**. São Paulo: B3, 2025a. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/b3-lanca-plataforma-e-realiza-primeira-tokenizacao-de-ativo-regulado.htm. Acesso em: 28 out. 2025.
- B3. **Futuros de Ethereum e Solana: CVM aprova lançamento dos contratos pela B3**. São Paulo: B3, 2025b. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/futuros-de-ethereum-e-solana.htm. Acesso em: 28 out. 2025.
- B3. **B3 Digitas lança plataforma para oferta de criptomoedas do Inter**. São Paulo: B3, 2025c. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/b3-digitas-lanca-plataforma-para-oferta-de-criptomedas-do-inter.htm. Acesso em: 28 out. 2025.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **O que é cooperativa de crédito?** Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidade/financeira/cooperativacredito>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- BANCO DO BRASIL. **Experiências em Blockchain no BB: explorando as potencialidades da tecnologia blockchain**. Banco do Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/sobre-nos/sustentabilidade/inovacao-e-tecnologia/blockchain#/>. Acesso em: 28 out. 2025.
- BANCO DO BRASIL. **Programa Lentes reforça inovação e sustentabilidade no Banco do Brasil**. Brasília: Banco do Brasil, 2023b. Disponível em: <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/66309/#/>. Acesso em: 28 out. 2025.

BARRETO, Paulo Adriano de Queiroz; CUNHA, George Henrique de Moura. **Reflexos do cooperativismo financeiro no desenvolvimento regional: estudo de caso do Sicoob UniCentro Br.** Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 5, p. 40754–40778, 2022.

BRASIL. **Fórum Nacional de Transferências da União – FNTU 2024.** Brasília: Ministério da Gestão e da Inovação Serviços Públicos, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/transferegov/pt-br/noticias/eventos/ultimos-eventos/fntu2024>. Acesso em: 28 out. 2025.

BRASIL. **Lei nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971. Define a política nacional de cooperativismo.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 dez. 1971.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 79/2020/DREI.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 abr. 2020.

BUREAU COOP. Disponível em: <https://bureau.coop.br/index.php/public-panel/>. Acesso em: 26 set. 2025.

CDP INSTITUTE. **Nubank launches Nucoin on Polygon blockchain. 2022.** Disponível em: <https://cdpinstitute.org>. Acesso em: 3 nov. 2025.

CHAUM, David Lee. **Computer Systems Established, Maintained, and Trusted by Mutually Suspicious Groups.** Dissertation (Doctor of Philosophy in Computer Science) – University of California, Berkeley, 1982. Disponível em: https://www.chaum.com/publications/chaum_dissertation.pdf. Acesso em: 1 dez. 2024.

CNN BRASIL. **Moeda digital: tecnologia do Drex se mostrou inviável, diz Galípolo. CNN Brasil, 12 nov. 2025.** Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/financas/moeda-digital-tecnologia-do-drex-se-mostrou-inviavel-diz-galipolo/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

COOPERATIVISMO DE . **História do cooperativismo mundial.** Disponível em: <https://cooperativismodecredito.coop.br/cooperativismo-2/historia-do-cooperativismo/>. Acesso em: 29 maio 2025.

E-INVESTIDOR. **Plataformas viabilizam o primeiro financiamento imobiliário tokenizado do Brasil.** São Paulo: Estado de S. Paulo, 2025. Disponível em: <https://einvestidor.estadao.com.br/negocios/plataformas-viabilizam-primeiro-financiamento-imobiliario-bra-sil-tokenizado/>. Acesso em: 27 out. 2025.

FIGUEIRA, Gabriel Mendes. **Finanças descentralizadas (DeFi) em blockchain de segunda geração: um estudo de caso sobre corretoras descentralizadas (DEXs) na rede Ethereum.** Taubaté: Faculdade de Tecnologia de Taubaté, 2022.

FINTECH MAGAZINE. **Nubank launches its own cryptocurrency with Polygon. 2023.** Disponível em: <https://fintechmagazine.com>. Acesso em: 3 nov. 2025.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS (FEBRABAN). **Eles criam blockchain. FebrabanTech, 2023.** Disponível em: <https://febrabantech.febraban.org.br/temas/blockchain/eles-criam-blockchain>. Acesso em: 4 nov. 2025.

FONTES FILHO, Joaquim Rubens; COELHO, Fátima Bayma de Oliveira; VENTURA, Emerson Antonio. **Manual de gestão de cooperativas de crédito.** Rio de Janeiro: FGV, 2009.

FORBES. **Banco Central abandona o blockchain do Drex: o projeto do real digital, Forbes Brasil, 11 nov. 2025.** Disponível em: <https://forbes.com.br/escolhas-do-editor/2025/11/banco-central-abandona-o-blockchain-do-drex-o-projeto-do-real-digital/>. Acesso em: 20 nov. 2025

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro.** 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2012. GUO, H.; LIU, X. Exploring trust dynamics in finance: the impact of blockchain technology and smart contracts. *Humanities and Social Sciences Communications*, v. 12, 2025.

HABER, Stuart; STORNETTA, W. Scott. **How to time-stamp a digital document.** *Journal of Cryptology*, v. 3, p. 99–111, 1991. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Trusted_timestamping. Acesso em: 1 dez. 2024.

HIGA, Paulo. **Itaú começa a usar blockchain em operações bancárias.** Tecnoblog, São Paulo, 9 fev. 2018. Disponível em: <https://tecnoblog.net/noticias/itau-blockchain-operacoes-bancarias/>. Acesso em: 4 nov. 2025.

HOPE, Christian. **Brazil's largest bank Itaú Unibanco launches crypto trading services.** CoinMarketCap Academy, 2023. Disponível em: <https://coinmarketcap.com/academy/article/brazils-largest-bank-itau-unibanco-launches-crypto-trading-services>. Acesso em: 4 nov. 2025.

IRB BRASIL RE. **IRB e B3 desenvolvem plataforma blockchain para o mercado de seguros.** Rio de Janeiro: Brasil RE, 2021. Disponível em: <https://www.irbre.com/irb-e-b3-desenvolvem-plataforma-blockchain-para-mercado-de-seguros/>. Acesso em: 28 out. 2025.

JACQUES, Elidecir Rodrigues; GONÇALVES, Flávio de Oliveira. **Cooperativas de crédito no Brasil: evolução e impacto sobre a renda dos municípios brasileiros.** *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 25, n. 2, p. 489–509, ago. 2016.

KUMAR, A.; ROY, P. **Exploring the global impact of blockchain in financial systems.** *Global Finance Journal*, v. 38, n. 1, p. 201–219, 2024.

LATAM FINTECH. **Nubank is going to launch its own cryptocurrency in Brazil.** 2022. Disponível em: <https://www.latamfintech.co>. Acesso em: 3 nov. 2025.

LEITE, K. C. et al. **Cooperativismo de plataforma: uma revisão sistemática.** *Revista de Administração Pública e Sociedade*, 2024.

LUCENA FILHO, R. B. et al. **Blockchain e sua influência na qualidade das informações contábeis: uma análise bibliométrica**. Boletim de Conjuntura, v. 21, n. 61, p. 1–15, 2025.

MAJUMDER, S. et al. **ECC-EXONUM-eVoting: a novel signature-based e-voting scheme using blockchain and zero knowledge property**. IEEE Open Journal of the Communications Society, v. 5, p. 583–598, 2024.

MONTEIRO, J. D. S. A. S. **Blockchain-based decentralized application for electronic voting using an electronic ID**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática) – Universidade da Beira Interior, 2019.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system**. [s.l.], 2009. Disponível em:

<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2024.

NOBREGA, P. H. D. **Big Data e Blockchain: um sistema para análise de dados educacionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

NUBANK INTERNACIONAL. **Nubank inicia os testes do novo Nucoin**. 2025. Disponível em:

<https://international.nubank.com.br>. Acesso em: 3 nov. 2025.

OCBES – ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Descomplicando o coop: entenda como funciona o capital social nas cooperativas**. Disponível em:

<https://portal.ocbes.coop.br/pt/publicacoes/noticias/descomplicando-o-coop-entenda-como-funciona-o-capital-social-nas-cooperativas/>. Acesso em: 19 jun. 2025.

PAIVA, Benedito Geovani Martins de; SANTOS, Neusa Maria Bastos Fernandes dos. **Um estudo do cooperativismo de crédito no Brasil**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 15, n. 2, p. 596–619, ago./dez. 2017.

PASCHOINI, Maria Carolina Colucci. **Aplicação da tecnologia blockchain em serviços e produtos financeiros no Brasil: um estudo de caso**. São Paulo: Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP, 2019.

PINHEIRO, Benedito José dos Santos. **O cooperativismo de crédito no Brasil: origem, desenvolvimento e contribuição econômica**. São Paulo: PUC-SP, 2008.

PINHO, Denison de Oliveira; PALHARES, Neide Aparecida. **Cooperativas de crédito no Brasil**. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 38, n. 1, p. 111–128, jan./fev. 2004.

RODRIGUES, E. B. **Blockchain na gestão da cadeia de suprimentos: uma análise baseada na teoria fundamentada em dados**. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Universidade Estadual Paulista, Tupã, 2020.

SALES, J. E. **Cooperativismo: origens e evolução**. Revista Brasileira de Gestão e Engenharia, São Gotardo, n. 1, p. 23–34, jan./jun. 2010.

SANTOS, Guilherme Spiazzi dos. **Inovação financeira e tecnologia de registro distribuído – DLT: análise das percepções de gestores acerca de implicações da tecnologia blockchain no mercado financeiro**. Criciúma: UNESC, 2019.

SHERMAN, Alan T.; JAVANI, Farid; ZHANG, Haibin; GOLASZEWSKI, Enis. **On the origins and variations blockchain technologies**. Disponível em: <https://www.chaum.com/publications/Origins>. Acesso em: 19 jun. 2025.

SICREDI. **Sicredi adota solução de IA para acelerar a liberação de créditos de consórcios**. 2024. Disponível em: <https://www.sicredi.com.br/site/sobre-nos/noticias/consorcios/sicredi-adota-solucao-ia-acelerar-liberacao-cr-editos-consorcios/>. Acesso em: 27 out. 2025.

SILVA, E. B. da. **Apostila do curso de capacitação em cooperativismo**. Diamantina: UFVJM – DIAMANTAGRO, 2014.

SILVA, R. **Técnicas de anonimização de grandes volumes de dados (Big Data) em Blockchain**. In: 19th CONTECSI – International Conference on Information Systems and Technology Management. São Paulo: USP, 2022.

SIMÕES, Maervelym Pâmella de Andrade et al. **Benefícios do uso da tecnologia blockchain como instrumento para a auditoria contábil**. Revista Ambiente Contábil, v. 13, n. 1, p. 39–53, 2021. DOI: 10.21680/2176-9036.2021v13n1ID19535.

SOUZA, Leonardo Rafael de; NORA, Heloísa Daniela; KOBE, Willian Ryutaro. **Aspectos de sustentabilidade acerca do voto eletrônico baseado em blockchain em assembleias online**. Revista PPC – Políticas Públicas e Cidades, v. 13, n. 2, p. 1–26, 2024.

THABA, S. C. **Blockchain technologies to strengthen the cooperative values**. In: Inaugural Conference on Cooperatives and the Solidarity Economy, 2022.

UK CO-OP. **Blockchain – the catalyst for a cooperative economy?** Londres: UK Co-operative Group, 2021. Disponível em: <https://www.uk.coop/blog/blockchain-catalyst-cooperative-economy>. Acesso em: 27 out. 2025.

VALADARES, José Horta. **A moderna administração em cooperativas: gestão empresarial em cooperativas de saúde**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2013.

VALOR ECONÔMICO. **BB traz casos de uso e treina time para o Drex**. Rio de Janeiro: Globo Comunicações, 2024. Disponível em: <https://valor.globo.com/financas/criptomoedas/noticia/2024/07/05/bb-traz-casos-de-uso-e-treina-time-para-o-drex.ghml>. Acesso em: 28 out. 2025.

VALOR ECONÔMICO. **Sicoob e Netspaces fazem parceria para crédito em imóveis tokenizados**. Rio de Janeiro: Comunicações, 2025. Disponível em: <https://valor.globo.com/financas/criptomoedas/noticia/2025/03/05/sicoob-e-netspaces-fazem-parceria-para-credito-em-imoveis-tokenizados.ghml>. Acesso em: 27 out. 2025.

VIACREDI. **Sua cooperativa**. 2024. Disponível em:

<https://www.viacredi.coop.br>. Acesso em: 26 ago. 2024.

VICENTE, Bruno César de Andrade. **Um estudo da tecnologia blockchain e seu papel na Indústria 4.0**. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2023.

VIPIN, Bharathan. **The blockchain was born 20 years before Bitcoin**. Forbes, 2020. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/vipinbharathan/2020/06/01/the-blockchain-was-born-20-years-before-bitcoin/?sh=3e3b7f1f5d71>. Acesso em: 1 dez. 2024.

ZHANG, Y. **Centralized use of decentralized technology: Tokenization in financial systems**. Journal of Financial v. 12, n. 3, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X24000900>. Acesso em: 27 out. 2025.

WEF – WORLD ECONOMIC FORUM. **Asset Tokenization in Financial Markets**. Genebra: WEF, 2025. Disponível em: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Asset_Tokenization_in_Financial_Markets_2025.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.