



OBSERVATÓRIO
NACIONAL DE
BLOCKCHAIN



BLOCKCHAIN: FRONTEIRAS DO

FUTURO

UMA JORNADA
PELAS BATALHAS
CULTURAIS,
DESAFIOS
TECNOLÓGICOS,
LABIRINTOS
REGULATÓRIOS
E SOBERANIA
BRASILEIRA

EDIÇÃO 2025

EXPEDIENTE

Comitê Editorial do Observatório Nacional de Blockchain

Barbara Evelyn Santos
Giulia Soares
Glauber Dias Gonçalves
Ismael Ávila
Larriza Thurler
Luana Cruz
Sílvia Marion

Entrevistados

Antônio Augusto Aragão Rocha
lattes.cnpq.br/5784860269030800
Carla Merkle Westphall
lattes.cnpq.br/1235242182279350
Cristiano André da Costa
lattes.cnpq.br/9637121030877187
Dianne Scherly Varela de Medeiros
lattes.cnpq.br/8119805151400395
Elias Ribeiro da Silva
lattes.cnpq.br/8385547613708786
Ewerton Rodrigues Andrade
lattes.cnpq.br/9038113331816861
Fernanda da Silva Momo
lattes.cnpq.br/6123253784997703

Leobino N. Sampaio

lattes.cnpq.br/1952937182023132

Maciel Manoel de Queiroz

lattes.cnpq.br/2648418637492156

Marcela Tuler De Oliveira

orcid.org/0000-0001-5739-5590

Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho

lattes.cnpq.br/8587567074814594

Entrevistadores

Giulia Soares
Glauber Dias Gonçalves
Larriza Thurler
Luana Cruz

Redação e edição

Giulia Soares
lattes.cnpq.br/1354116559420123
Larriza Thurler
lattes.cnpq.br/5973449119553656
Luana Cruz
lattes.cnpq.br/3272607526465335

Projeto editorial e diagramação

Agência Flávia da Matta

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R314b	Observatório Nacional de Blockchain (Brasil). Blockchain: fronteiras do futuro / Observatório Nacional de Blockchain. – Rio de Janeiro, RJ : RNP, 2025. 42 p. 1 recurso eletrônico : PDF ; il. ISBN 978-65-989722-0-2 Disponível em: https://observatorioblockchain.org.br/conhecimento 1.Blockchain. 2.Web3. 3. Inovação. I. Título.
	CDD 004.6

EXPEDIENTE 02

Resistências estruturais 08

Privacidade e controle de dados 11

Associação com criptomoedas e adoção por *hype* 14

Infraestrutura e desenvolvimento 18

Escalabilidade e armazenamento 19

Interoperabilidade e compatibilidade 20

Maturidade tecnológica 22

Conflito com Leis de Proteção de Dados 28

Para cada aplicação, uma regulação? 29

Incentivos públicos e privados 33

O valor da pesquisa brasileira e a disponibilidade de dados nacionais 37

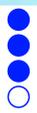
REFERÊNCIAS 41



A BATALHA INVISÍVEL: CULTURA, ADOÇÃO E RESISTÊNCIA 06



ENGRENAGENS DA REVOLUÇÃO: ENTRE PROMESSAS E GARGALOS TÉCNICOS 16



LEIS E LEDGERS: O LABIRINTO REGULATÓRIO 25

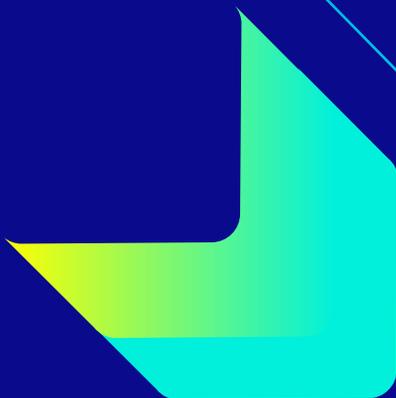


BRASIL EM BLOCOS: SOBERANIA, PESQUISA E FUTURO 32

APRESENTAÇÃO

Você vai iniciar uma jornada sobre a visão de presente e futuro para tecnologia blockchain a partir do olhar de pesquisadores brasileiros. Esta publicação foi produzida pelo Observatório Nacional de Blockchain como parte de sua estratégia de disseminação científica. O Observatório é uma iniciativa realizada no âmbito do  *Projeto Ilíada*, executado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) e pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD), sob a coordenação da Softex e financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O Ilíada é uma iniciativa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico voltada ao avanço do estado da arte em blockchain no Brasil. Para isso, contempla a implantação de um testbed multiplataforma, a promoção de pesquisas aplicadas e a disseminação de conhecimento junto à sociedade.

O Observatório Nacional de Blockchain é estruturado para reunir e disponibilizar informações confiáveis sobre a tecnologia no país. A plataforma atua no mapeamento de grupos de pesquisa, empresas e casos de uso, além de disponibilizar indicadores, relatórios e dados que apoiam a formulação de políticas públicas e estratégias institucionais. Ao ampliar o acesso à informação e promover uma abordagem dialógica e descentralizada, busca fortalecer a integração entre academia, setores público e empresarial, contribuindo para o amadurecimento do ecossistema e a construção de um ambiente de inovação alinhado às necessidades brasileiras.



METODOLOGIA

Nesta publicação, reunimos a visão de seis pesquisadores e cinco pesquisadoras com produção científica relevante na área de blockchain, comprovado pelo número significativo de citações, o que evidencia o reconhecimento da comunidade acadêmica. A seleção foi realizada a partir dos [índices](#) *indicadores* da produção científica nacional em blockchain, desenvolvidos em parceria com o BrCris, do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), e disponíveis no Observatório Nacional de Blockchain.

Ao compor esse grupo, buscamos também assegurar um olhar de equidade de gênero. Esses cientistas foram entrevistados individualmente e narraram cenários de avanço da tecnologia, descreveram casos e aplicações e analisaram a posição do Brasil em um contexto global de pesquisa e desenvolvimento. Portanto, o que você vai ler a seguir é uma curadoria de olhares desses especialistas que participam e fortalecem o ecossistema blockchain. As entrevistas foram realizadas entre março e junho de 2025.

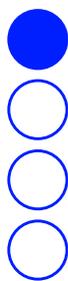
Essa visão coletiva nos guiará na travessia por quatro fronteiras e, cada uma delas, representa um território de disputas, desafios e possibilidades para o futuro. A primeira fronteira é **cultural**, em que aparecem aspectos sobre adoção da tecnologia e resistência a mudanças organizacionais. Em seguida, a fronteira **tecnológica**, com apontamentos sobre interoperabilidade, escalabilidade e armazenamento, entre outras questões técnicas. A terceira é **regulatória**, em que os pesquisadores sugerem caminhos regulatórios fundamentais à expansão da tecnologia. E, por fim, a fronteira **soberania brasileira e visão de futuro**, com reflexões sobre as pesquisas brasileiras em comparação a outros países.

BOA LEITURA!



A BATALHA INVISÍVEL:

CULTURA,
ADOÇÃO
E RESISTÊNCIA



A principal barreira para a adoção da tecnologia blockchain, além da complexidade técnica, está na resistência das estruturas institucionais. A descentralização proposta por esse tipo de tecnologia desafia modelos tradicionais de governança, colocando em xeque hierarquias estabelecidas e exigindo mudanças profundas na forma como decisões são tomadas – especialmente em ambientes públicos, onde as relações de poder tendem a ser mais rígidas e burocráticas. A batalha invisível não acontece nas linhas de código, mas nos corredores de empresas, órgãos públicos, hospitais e universidades, onde se multiplicam desconfianças, resistências à mudanças e mitos.

ANTONIO "GUTO" ROCHA

Professor do Instituto de Computação na Universidade Federal Fluminense e especialista em escalabilidade de soluções de Blockchain



A blockchain é um conflito institucional. Quando você fala de descentralização, você está falando de mudar as regras de governança. Ela mexe com relações de poder. Na prática, a descentralização é uma ameaça.



FERNANDA DA SILVA MOMO

Professora adjunta do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da UFRGS



Na minha [tese de doutorado](#) em Administração na UFRGS, em 2019, que analisou os efeitos da adoção da blockchain na governança da informação e nos custos de transação, concluiu-se que a tecnologia não foi desenvolvida para os modelos de negócios atuais.

Há muito o que se preparar em termos de estrutura, organização, forma como a gente pensa, uso de dados e de negócios para que essa tecnologia seja implantada de forma massiva. Ainda estamos engatinhando quando falamos dos **DAOs+**. É um caminho a ser construído. A tecnologia é muito mais sedutora quando ela surge.



[Saiba mais](#) sobre o estudo que identificou as características de modelos de negócios inovadores que utilizam tecnologia blockchain a partir da análise de 810 empresas listadas no Crunchbase.



Resistências estruturais

A descentralização da blockchain confronta os modelos organizacionais existentes. Novos formatos de governança ainda parecem distantes de uma adoção massiva. Apesar do discurso recorrente em favor da transparência, muitas empresas resistem a compartilhar os próprios dados.

A visão de que essas informações são ativos estratégicos dificulta a adoção de soluções descentralizadas, mesmo em contextos em que a troca de dados poderia gerar benefícios coletivos.

Por exemplo, no caso das soluções para saúde digital, a complexidade da adesão está na desconfiança de hospitais, operadoras de planos de saúde e profissionais da saúde em compartilhar dados de pacientes. Para entes privados, esses dados são, em alguma medida, uma reserva de mercado. Além disso, há uma insegurança em relação à interoperabilidade, organização e padronização desses dados em um momento de integração. Há uma diversidade de stakeholders com visões distintas sobre dados de saúde, que precisam ser contempladas em qualquer modelo de sistema interoperável: médicos, técnicos e enfermeiros, gestores de hospitais, pesquisadores de universidades, governos (municipais, estaduais, federais), **pacientes (donos dos prontuários).**+



[Leia o artigo](#)
que cria modelo de
arquitetura distribuída
para integrar prontuário
de saúde.



CRISTIANO ANDRÉ DA COSTA

Professor do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) e coordenador do SOFTWARELAB (Núcleo de Excelência em Inovação de Software da Unisinos) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)



Um dos grandes ativos de um hospital são os dados de saúde dos pacientes dele. Então, sempre que se fala em compartilhar dados de saúde, por um lado, é interessante, mas, ao mesmo tempo, tem uma questão: 'O que eu vou ganhar? Será que, estrategicamente, é interessante eu compartilhar os dados de saúde?' E às vezes a gente pensa que isso pode ser uma visão de empresa privada, mas eu vi isso também em hospitais públicos, porque, de certa forma, há uma sensação de: 'Isso aqui é meu, pois foi coletado pelo meu hospital'.

Outra questão é que os prontuários eletrônicos são diferentes, pois existem sistemas de gestão hospitalar diversos. Alguns, por exemplo, têm muitos campos de texto, onde aparecem erros de digitação e dados equivocados. Isso expõe, também, o hospital ao se compartilhar. Então, os gestores são favoráveis a aderir a uma padronização e são favoráveis a usar o blockchain, mas existem essas dificuldades.



Portanto, a adoção de novas tecnologias costuma esbarrar em resistências humanas e institucionais, mais do que em limitações técnicas. Protocolos rígidos e a falta de confiança entre instituições dificultam o compartilhamento de dados, mesmo quando isso poderia agilizar diagnósticos ou atendimentos de emergência. Para enfrentar esse desafio, pesquisadores têm proposto mecanismos que aliam blockchain, reputação institucional e controle rigoroso de acesso.



MARCELA TULER

Professora assistente em
Sistemas Confiáveis de Dados
no Departamento de Sistemas
e Serviços de Engenharia da
Universidade Técnica de Delft,
na Holanda



Saiba mais sobre
o Blockchain
Reputation-Based
Consensus (BRBC)
[neste artigo](#)



Na saúde, as mudanças demoram porque os protocolos são bem estabelecidos e o dado nem sempre é prioridade para os médicos. Alguns preferem repetir o exame a usar dados de outros hospitais, por desconfiança. Por isso, durante meu mestrado na UFF+, desenvolvi um mecanismo de consenso baseado em reputação, com validadores e participação apenas de hospitais confiáveis. Depois, no projeto [ExtremeXP](#), financiado pelo Horizon EU, usei controle de acesso por atributos em *smart contracts*: para acessar o dado de um paciente, é preciso comprovar que sou neurologista, estou em serviço no hospital e integro a equipe responsável. O pedido é avaliado automaticamente na blockchain e o acesso dura apenas até o fim do atendimento.



Já no setor de logística e nas cadeias de suprimentos a dificuldade cultural é outra. Embora a blockchain ofereça transparência e rastreabilidade, sua eficácia depende do grau de colaboração entre empresas que, muitas vezes, são simultaneamente parceiras e concorrentes em diferentes contextos de negócio. Portanto, a resistência está associada à natureza competitiva.

Empresas que atuam como parceiras em determinados trechos da cadeia, em outros momentos competem diretamente por mercado, contratos ou fornecedores. Essa dupla condição gera receio em compartilhar dados estratégicos de produção, transporte ou estoque, ainda que o uso da blockchain pudesse garantir redução de custos coletivos. Em muitos casos, prevalece a lógica de preservar vantagens competitivas individuais, mesmo que isso dificulte a construção de sistemas integrados que beneficiariam toda a rede.



MACIEL MANOEL DE QUEIROZ

Professor associado na FGV EAESP, que pesquisa transformação digital nas redes organizacionais e cadeias de suprimentos, envolvendo tecnologias emergentes



A blockchain pressupõe um certo nível de confiança e maturidade entre os atores que participam da rede. No entanto, há frequentemente um pensamento de que um membro da rede pode ser um parceiro em um determinado projeto, mas em outra frente pode ser um concorrente.



Para almejar uma implementação com mais sucesso, seria necessário romper essa barreira de desconfiança entre os stakeholders para que realmente consigam trabalhar de forma transparente. De acordo com o professor Maciel, em países com maior maturidade digital há um nível mais elevado de **confiança**.+

Privacidade e controle de dados

Ainda que a blockchain traga recursos técnicos avançados para rastreabilidade e registro imutável dos dados, seu impacto real está condicionado à vontade política e institucional de tornar dados visíveis e acessíveis. Portanto, a adoção da blockchain não garante, por si só, maior transparência ou acesso à informação. Trata-se, antes, de uma disputa sobre o que será registrado, quem controla esse registro e com quais interesses, tornando a governança do dado um dos principais pontos de tensão no uso da tecnologia.



➤ **Conheça o modelo** baseado em uma versão adaptada da Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT) para investigar os fatores que influenciam a adoção da blockchain na gestão da cadeia de suprimentos, especificamente comparando o comportamento de profissionais na Índia e nos EUA.



ANTONIO "GUTO" ROCHA

Professor do Instituto
de Computação
na Universidade Federal
Fluminense e especialista
em escalabilidade
de soluções de Blockchain



As tecnologias de rastreamento não são neutras. Elas se tornam eficazes ou não dependendo da decisão institucional de o que deve ser rastreado. Tem setor público que não quer mostrar o dado porque mostra ineficiência. Tem setor privado que não quer mostrar porque é estratégico. A blockchain não resolve isso sozinha, você pode ter e ainda assim produzir opacidade.



Tudo depende de quem decide o que vai para a cadeia e o que fica fora. Não é só registrar, é quem tem o poder de registrar e de acessar depois. A lógica do dado como bem comum não se sustenta sem política pública. Hoje, os dados são tratados como insumo de negócio. A transparência é seletiva. A blockchain pode ajudar a rastrear, mas só se a instituição quiser.



Um exemplo paradigmático no controle de dados é a identidade digital descentralizada (IDD) que fortalece a confiabilidade dos sistemas baseados em blockchain, assegurando que cada ação realizada seja atribuída a um agente específico, de forma auditável e transparente. Entretanto, a implementação da IDD no Brasil enfrenta contradições. Embora proponha um modelo distribuído e autônomo, sua emissão e validação continuam, em muitos casos, centralizadas em entes como cartórios e instituições públicas. Esse cenário levanta questionamentos sobre até que ponto a descentralização está, de fato, sendo colocada em prática.

Ao voltarmos ao exemplo das soluções em saúde, emerge uma outra questão relacionada aos dados: a imutabilidade da blockchain tradicional pode entrar em conflito com legislações como a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) ↗ [LGPD](#) e a General Data Protection Regulation ↗ ([GDPR](#)), especialmente em relação ao "direito ao esquecimento". Os pacientes precisam ser sensibilizados sobre



a necessidade de autorizar acesso e compartilhamento de seus dados pessoais, respeitando a LGPD. Somente com essas autorizações será possível ter uma visão individual e coletiva da saúde para que o hospital ou o Sistema Único de Saúde (SUS) devolva essa inteligência de dados com algum benefício.

É nesse ponto que surge a provocação: até que ponto a blockchain pode — ou deve — ser editável? O debate se desloca, então, da rigidez absoluta da imutabilidade para novas arquiteturas que conciliem transparência com flexibilidade, explorando soluções como blockchains “editáveis” em cenários excepcionais.

Uma das propostas de “editabilidade” utiliza o **Chameleon Hash+**, um tipo especial de função de *hash* capaz de gerar colisões — ou seja, permitir alterações em blocos — apenas quando um segredo criptográfico (*trapdoor*) é conhecido. Nessa abordagem, eventuais modificações são realizadas sob consenso, preservando a integridade da rede. Embora desafie um princípio basilar da blockchain, tal solução busca responder a questões como o “direito ao esquecimento” previsto em legislações de proteção de dados e a necessidade de corrigir erros em registros sensíveis, como os médicos. A intenção não é substituir a blockchain tradicional, mas oferecer uma alternativa para casos específicos e raros, ainda que de alto custo computacional.



Uma Chameleon Hash (função de hash camaleão) é uma função criptográfica especial que funciona como um “cadeado com chave mestra”. Sem a chave secreta, ela se comporta como um hash normal: é praticamente impossível encontrar duas entradas diferentes com o mesmo resultado (colisão). Com a chave secreta (*trapdoor*), é possível criar colisões de forma controlada — ou seja, alterar o conteúdo sem mudar o hash resultante.



EWERTON RODRIGUES ANDRADE

Professor na Fundação
Universidade Federal
de Rondônia (UNIR)



O conceito de [blockchain editável](#) (redactable blockchain) surgiu quando estava bem quente a discussão da lei europeia de proteção de dados e diante de situações reais, como o registro acidental de dados sensíveis ou ilegais, que podem violar legislações como a GDPR. Nós apresentamos mecanismos técnicos que permitem edições de forma controlada, segura e auditável, como o uso de consenso entre participantes, chaves de edição delegadas ou provas criptográficas públicas. A principal preocupação é garantir que essas mudanças não abram margem para fraudes ou quebras de confiança.

O artigo teve muita repercussão, inclusive uma matéria no [New York Times](#), porque a ideia de uma blockchain editável causa muito estranhamento, mexe em algo basilar. A comunidade aceita bem mudanças em algoritmo de consenso ou estrutura do bloco, mas quando se propõe mexer na imutabilidade, há resistência. Nosso [paper+](#) foi negado algumas vezes e gastamos muita energia escrevendo a introdução e a justificativa.



[Leia o artigo](#) sobre blockchain editável escrito por Ewerton e autores da Itália, Estados Unidos e Alemanha, em 2017

Associação com criptomoedas e adoção por hype

A ideia da descentralização, presente na tecnologia blockchain, não é nova. A terminologia ganhou muita força por causa das criptomoedas, mas o tema é uma modelagem em cima de temas antigos da área de sistemas semi-distribuídos, cuja comunidade de pesquisadores e o campo de pesquisa já havia se estabelecido. A tecnologia blockchain se expandiu e “todo mundo quer usar blockchain em tudo”, mesmo que não precise. Isso porque a possibilidade de confiança, produzida pelos mecanismos criptográficos, é uma maneira de fazer descentralização segura.



ANTONIO "GUTO" ROCHA

Professor do Instituto
de Computação
na Universidade Federal
Fluminense e especialista
em escalabilidade
de soluções de Blockchain



A blockchain virou um fetiche. Muita gente defende seu uso como se fosse uma solução mágica, aplicável a qualquer coisa. Isso esvazia o debate e transforma a tecnologia em um símbolo ideológico, muitas vezes usado sem necessidade real ou compreensão profunda. A promessa de descentralização, quando isolada do contexto institucional, vira discurso vazio.



Apesar das potencialidades, a blockchain acabou sendo absorvida por uma narrativa tecnocrática, muitas vezes desconectada de contextos sociais, institucionais ou técnicos. A tecnologia passou a ser utilizada como um símbolo de inovação, não como uma ferramenta a serviço de problemas concretos. Esse processo transformou a blockchain em um objeto de desejo quase ideológico, promovido como solução universal, mesmo em cenários onde outras abordagens seriam mais simples, baratas e eficazes.

MARCELA TULER

Professora assistente em
Sistemas Confiáveis de Dados
no Departamento de Sistemas
e Serviços de Engenharia da
Universidade Técnica de Delft,
na Holanda



Existe um estigma em torno da palavra blockchain devido ao hype inicial e a projetos que não prosperaram ou foram aplicados desnecessariamente. Isso gera resistência, com muitas pessoas se recusando a considerar a tecnologia sem sequer entendê-la. O boom de aplicações caras e sem sentido contribuiu para a falsa ideia de que 'blockchain serve para tudo', quando na verdade não é assim, tem que ter um motivo para usar blockchain.



A batalha invisível, pela qual você foi guiado nesta seção, mostra que a adoção da blockchain exige mudança de mentalidade. O futuro dessa tecnologia depende menos de novos algoritmos e mais da capacidade de construir confiança, colaboração e novos modelos de governança. Somam-se a isso as fronteiras tecnológicas, como veremos na próxima seção, que envolvem a complexidade de implementação de blockchain.





ENGRENAGENS DA REVOLUÇÃO:

ENTRE
PROMESSAS
E GARGALOS
TÉCNICOS



Se a batalha invisível revelou que a blockchain enfrenta resistências culturais e institucionais, agora entramos no coração de sua arquitetura: as engrenagens tecnológicas que movem (e travam) essa revolução. Cada aplicação de blockchain carrega consigo uma travessia por labirintos de dados, consensos e infraestruturas.

Existem condições dificultadoras/facilitadoras internas e externas, que impactam diretamente a viabilidade e o sucesso da adoção e implementação de uma nova tecnologia. Em relação ao ambiente interno, destacam-se a disponibilidade de infraestrutura de TI, escassez de fornecedores de *cloud* que oferecem o suporte necessário e, principalmente, as habilidades da equipe. Sem uma base tecnológica adequada e profissionais capacitados, a adoção de novas tecnologias

se torna muito mais difícil, especialmente em contextos organizacionais mais complexos. No Brasil, muitas iniciativas de blockchain acabam morrendo ou não tendo sucesso nas fases de intenção de implementação da tecnologia.

Um dos principais desafios para a adoção da blockchain é a avaliação realista de sua necessidade e eficiência, especialmente diante de seu custo computacional. A tecnologia pode demandar grande poder de processamento, consumo energético elevado e infraestrutura robusta — o que nem sempre é justificável diante do problema a ser resolvido. Em muitos casos, soluções centralizadas ou menos complexas seriam mais baratas, rápidas e sustentáveis. Essa percepção vem sendo reforçada por análises críticas de campo. Ao observar a aplicação prática de blockchain em centenas de projetos, pesquisadores identificam um padrão de uso excessivo e, por vezes, tecnicamente equivocado da tecnologia.



ELIAS RIBEIRO DA SILVA

Professor associado
de Digitalização de Operações
e Cadeias de Suprimento
no Departamento de Tecnologia
e Inovação na Universidade
do Sul da Dinamarca



De 200 projetos que analisamos, 190 tinham uma forma mais simples, mais barata e mais eficiente de resolver o mesmo problema sem blockchain. Tem muita gente usando blockchain porque está na moda, não porque faz sentido. Às vezes, o que o projeto precisa é de um banco de dados bem feito, ou de um sistema seguro de login. Mas colocam blockchain como se fosse selo de inovação. E aí vem o custo: é mais difícil de manter, mais caro, mais lento. Não é porque é novo que serve pra tudo.



Infraestrutura e desenvolvimento

Um dos pontos sensíveis para a consolidação da tecnologia blockchain no Brasil é a ausência de espaços reais de teste e desenvolvimento coletivo. A tecnologia não pode ser pensada apenas como uma solução pronta e universal, mas sim como um experimento institucional em constante negociação com seus contextos de aplicação. Para isso, é fundamental criar ambientes de teste (os chamados *testbeds*) que sejam, além de tecnicamente robustos, democraticamente estruturados, incorporando a participação de usuários, comunidades e diferentes setores da sociedade civil.

ANTONIO "GUTO" ROCHA

Professor do Instituto
de Computação
na Universidade Federal
Fluminense e especialista
em escalabilidade
de soluções de Blockchain



A tecnologia vem embalada com um pacote de soluções, como se fosse neutra, mas é sempre desenhada a partir de um lugar. E esse lugar costuma ser das grandes corporações e governos centrais. A blockchain precisa ser testada com as pessoas, nas instituições, em ambientes reais, com as regras sendo construídas coletivamente. Não adianta trazer de fora um modelo pronto e tentar encaixar.



Outro ponto de fronteira tecnológica é a necessidade de uma infraestrutura digital mínima, capaz de sustentar processos confiáveis e auditáveis. Em muitos contextos, sobretudo em territórios com menor acesso a tecnologias da informação, os próprios dados ainda não foram digitalizados, o que inviabiliza qualquer camada adicional de descentralização. Além da conectividade e da digitalização, é essencial garantir capacitação técnica, desenvolvimento de ferramentas adequadas e amadurecimento institucional. Sem isso, há risco de aplicar blockchain sobre estruturas frágeis ou mal organizadas, o que compromete tanto a confiabilidade quanto a utilidade dos registros.

DIANNE MEDEIROS

Professora
do Departamento
de Engenharia
de Telecomunicações
da Universidade Federal
Fluminense (UFF)



Tem muito lugar que ainda usa papel. Como você vai colocar blockchain se o processo nem é digital? A tecnologia vira um enfeite, não resolve o problema. Tem muita gente vendendo blockchain como solução de tudo, mas esquecem que o básico ainda não foi feito. O desafio não é só técnico, é estrutural. Além disso, não adianta implantar tecnologia se as pessoas que vão operar não foram formadas para aquilo. A curva de aprendizado é alta e, se não tiver acompanhamento, o projeto morre.



Escalabilidade e armazenamento

Apesar de sua capacidade de registrar transações com segurança e transparência, a blockchain não foi concebida para armazenar grandes volumes de dados. Seu uso indiscriminado como base de dados principal pode comprometer o desempenho, aumentar custos computacionais e inviabilizar a escalabilidade de soluções. A tecnologia se mostra eficiente como registro imutável de comprovações, não como repositório de dados completos. Confundir esses papéis pode levar a soluções dispendiosas, lentas e desnecessariamente complexas.

ELIAS RIBEIRO DA SILVA

Professor associado
de Digitalização de Operações
e Cadeias de Suprimento
no Departamento de Tecnologia
e Inovação na Universidade
do Sul da Dinamarca



A blockchain não é boa para dados grandes. Ela é ótima para registrar eventos, indicadores, comprovações. O resto tem que ficar fora, ou o sistema trava. Já vi projeto querendo colocar laudo médico completo na blockchain e isso não faz sentido. As pessoas confundem blockchain com banco de dados, mas ela é um registro de prova, não de conteúdo.



Vejamos, então, o exemplo do setor de saúde. Uma arquitetura blockchain mais moderna que suporte o grande volume, como dados de saúde, precisa ter duas camadas. A primeira com um prontuário básico e os *links* para os dados *off-chain* de instituições de saúde que, mediante autorização, vão compartilhar com outras instituições. Por exemplo, os exames prévios, atendimentos e intervenções já realizadas pelo paciente não podem estar dentro da blockchain por causa do grande volume de dados, mas são informações que precisam estar acessíveis de alguma forma. Então, a alternativa seria essas duas camadas com chancelas e autorizações do paciente.

Interoperabilidade e compatibilidade

Dados precisam ser registrados em formatos padronizados para que seja possível sistematizá-los. Vemos o exemplo da área da saúde em que dados são armazenados de modos diversos e sem padronização: se um paciente precisa buscar seu prontuário eletrônico em um hospital público ou privado, ele pode receber essas informações fisicamente de um formulário eletrônico impresso, um pendrive com seus arquivos salvos ou até mesmo um CD. O modo como essas informações estão organizadas nesses dispositivos é, também, imprevisível.

Em outro caso, se um hospital universitário requisitar prontuário de um paciente para outro hospital universitário, é improvável que vá receber no mesmo padrão informativo que já trabalha internamente. Portanto, é necessária uma política pública que defina padrões tecnológicos e formatos de compatibilidade para o registro de informações de saúde, o que facilitará o compartilhamento entre instituições e a entrega para cidadãos, além da escalabilidade dessas ações.



CRISTIANO ANDRÉ DA COSTA

Professor do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) e coordenador do SOFTWARELAB (Núcleo de Excelência em Inovação de Software da Unisinos) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)

“Blockchain realmente é uma tecnologia disruptiva, é distribuída e traz aspectos de privacidade que têm um potencial para aplicação para prontuários eletrônicos. Porque a gente tem e sempre teve esse problema de interoperabilidade de dados de saúde, um problema clássico. Cada pessoa tem uma visão parcial da sua saúde dentro de cada hospital, clínica e assim por diante. Blockchain pode ser a tecnologia para a gente fazer essa interoperabilidade, essa troca

de informações. Claro, aí vem junto com os padrões. Hoje, é interessante para uma empresa manter os dados de saúde em um formato proprietário, porque é uma reserva de mercado. No entanto, o governo tem que chegar e definir portarias do SUS, determinando, por exemplo, que todo mundo vá usar o padrão **FHIR+**, que é internacional. Você pode ter os dados no seu formato, mas você tem que poder exportar no padrão que todo mundo entende.”



Fast Healthcare Interoperability Resources é um padrão que garante a conversão de dados de saúde globalmente. O FHIR é definido pela organização sem fins lucrativos, Health Level Seven International (HL7®), cuja sigla refere-se ao sétimo nível do modelo de comunicações em sete camadas da ISO (Organização Internacional para Padronização) para OSI (Interconexão de Sistemas Abertos).



Maturidade tecnológica

O ciclo de maturidade das tecnologias costuma percorrer diferentes fases, desde o surgimento em ambientes de pesquisa até a adoção em larga escala. Nesse percurso, observa-se um movimento recorrente: um período de expectativas elevadas, seguido por frustração ou ceticismo, até que soluções mais estáveis ganhem espaço e viabilizem aplicações práticas e sustentáveis. O modelo do “Hype Cycle”, do Gartner, por exemplo, ajuda a visualizar esse processo, que inclui a fase de descoberta, o ápice das expectativas infladas, a queda da desilusão e, finalmente, a ascensão da compreensão realista e da adoção madura. Situar a blockchain nesse ciclo permite compreender sua transição: de promessa disruptiva para usos cada vez mais concretos, regulados e integrados a sistemas complexos.

MARCELA TULER

Professora assistente em
Sistemas Confiáveis de Dados
no Departamento de Sistemas
e Serviços de Engenharia da
Universidade Técnica de Delft,
na Holanda



Proof of Work (PoW)
é um mecanismo
de consenso usado em
redes blockchain para validar
transações e criar novos blocos.
Ele exige que os participantes
(mineradores) realizem uma certa
quantidade de trabalho computacional.



No início, era muito complexo implementar a blockchain e os mecanismos de consenso usados nas plataformas eram só **Proof of Work (PoW)+**, praticamente. Já existiam os mecanismos de votação, mas eles ainda eram muito lentos e difíceis de encontrar. Além disso, era elevado o custo de se manter um banco de dados inteiro em blockchain, sem um sentido claro para isso. Acho que estamos ficando mais maduros e adicionando a tecnologia para agregar valor a sistemas legados já existentes, não como uma solução independente.



Uma perspectiva quase consensual entre pesquisadores é que a tecnologia blockchain oferece benefícios para a segurança de sistemas, mas ainda tem o que melhorar. E, claro, segurança gera custo, que no caso da blockchain já precisa ser considerado desde o início dos projetos quando se pensa, por exemplo, em autenticação e criptografia.

CARLA MERKLE WESTPHALL

Professora do Programa
de Pós-Graduação em
Ciência da Computação
(PPGCC) da Universidade
Federal de Santa Catarina



Hoje, pela amplificação de plataformas, de desenvolvimento, de formação das pessoas, a segurança de sistemas já está bem melhor. Ainda tem muito a oferecer e há bastante coisa a ser feita. No caso da blockchain, o custo de segurança já está ali no cerne do projeto. Então é: pensar em segurança ou pensar em segurança, não tem escolha. Se uma tecnologia te faz pensar em segurança desde o início, em todas as etapas, eu acho que isso é bem positivo.



Apesar das vantagens, a blockchain ainda enfrenta limitações importantes que desafiam sua adoção em larga escala. Questões relacionadas a escalabilidade, eficiência energética e interoperabilidade entre plataformas mostram que, embora a blockchain ofereça um ambiente de confiança e segurança, há pontos que precisam ser aprimorados. Esses aspectos indicam que a tecnologia está em constante evolução, exigindo esforços contínuos de pesquisa e desenvolvimento, conforme continua a professora Carla.





Algumas blockchains têm um consenso que é ruim, têm uma escalabilidade ou uma privacidade que precisam melhorar, ou ainda, precisam ganhar eficiência ou ser mais flexível. Além disso, um sistema não conversa com o outro, porque uma ferramenta te dá somente parte do que você precisa. Então, há um conjunto de tecnologias que precisam evoluir, precisam amadurecer, mesmo estando bem melhor do que estava há anos atrás. A gente percebe que agora, sim, é uma explosão de

tecnologia porque está sendo aplicada em outras frentes e aí existe a necessidade de evoluir a segurança da própria blockchain. Embora ela forneça esse ambiente que a gente usa pela confiança, encadeamento de blocos, consenso, mas ela também tem pontos fracos que necessitam de pesquisa. Nós da academia estamos aí nessas frentes tentando fazer, desenvolver aplicações e aí enfrentando esses desafios de ajustar a tecnologia.

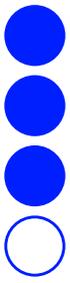


As engrenagens da revolução mostram que os desafios técnicos não podem ser vistos como simples barreiras, mas também como oportunidades de pesquisa e inovação. Cada fronteira expandida abre caminho para novas aplicações, mas também nos lembra que a blockchain não é solução universal. Especialmente, porque as particularidades dos casos de uso exigem ações regulatórias, como veremos na seção seguinte.



ENTRE LEIS E *LEDGERS*:

O LABIRINTO
REGULATÓRIO



Até aqui a jornada sobre a tecnologia blockchain revelou disputas institucionais caminhando lado a lado com as questões técnicas. Outro pilar que atravessa essa trajetória é a disputa política, afinal, não basta ter soluções técnicas maduras sem que existam regras claras, padronização e coordenação. Isso porque, cada passo pode ser um movimento em falso, com risco de retrocesso ou de captura da tecnologia por interesses concentrados.

Há uma demanda pungente por um marco regulatório que permita as aplicações da tecnologia blockchain serem usadas de fato pela sociedade. Já mostramos, [nas seções anteriores](#), que um gargalo para a adoção da blockchain em serviços públicos e políticas digitais é a ausência de diretrizes claras de padronização de dados entre instituições. Isso porque a interoperabilidade plena depende de coordenação política, vontade institucional e regulação estruturante, o que ainda avança lentamente em diversas esferas do setor público brasileiro.

Embora a regulação seja frequentemente tratada como uma etapa técnica e normativa da adoção de tecnologias, ela é, na prática, um processo atravessado por disputas políticas, institucionais e sociais. A definição de regras para o uso da blockchain não pode ignorar os contextos em que ela será aplicada, tampouco pode se limitar à lógica de mercado ou à eficiência operacional. Para que a regulação seja legítima, ela precisa ser participativa, transparente e sensível à diversidade de atores envolvidos, sobretudo em setores públicos e sensíveis como saúde, identidade digital e dados territoriais.



ANTONIO "GUTO" ROCHA

Professor do Instituto de Computação na Universidade Federal Fluminense e especialista em escalabilidade de soluções de Blockchain



A blockchain tem que ser pensada como um experimento institucional. A pergunta é: quem desenha a regra do jogo? Ela não pode vir pronta de cima. Regulação é disputa. É política pública. E se a gente não discute quem participa dessa regulação, o risco é criar um modelo que favorece só quem já tem poder. O problema não é a tecnologia, mas a forma como ela entra nos processos sociais sem debate.



As dificuldades estão na articulação entre diferentes órgãos, no compartilhamento de responsabilidades e no enfrentamento de disputas por controle sobre os dados. Nesse sentido, a regulação não pode ser apenas normativa: ela precisa criar condições operacionais, incentivos e critérios de governança para que diferentes sistemas possam de fato dialogar, respeitando a segurança, a LGPD e a finalidade pública do uso de dados.

ELIAS RIBEIRO DA SILVA

Professor associado de Digitalização de Operações e Cadeias de Suprimento no Departamento de Tecnologia e Inovação na Universidade do Sul da Dinamarca



Tem órgãos públicos que tratam os dados como propriedade privada. O dado do cidadão não circula entre instituições porque cada uma quer manter o controle. Tecnologia a gente resolve. O problema é combinar as regras do jogo entre instituições que não conversam. Todo mundo quer uma solução digital, mas ninguém quer abrir mão do seu próprio sistema. Tem lugar que tem sistema moderno, mas é fechado. Outro tem sistema velho, mas está mais disposto a dialogar. O desafio é político-institucional. Você precisa de diretrizes, mas também de vontade política para que as instituições abram mão de fazer tudo do seu jeito. Sem isso, não tem integração real.



Exemplos externos sinalizam a importância da regulação. A criação de normas na Europa tem impulsionado a discussão sobre como garantir o controle dos dados por parte dos usuários e promover mais transparência entre empresas. E nesse caso, a blockchain surge como solução possível em diferentes frentes, da rastreabilidade de materiais à interoperabilidade entre plataformas. Para que esses sistemas avancem, no entanto, é preciso considerar tanto as exigências técnicas quanto os desafios de confiança e governança.

MARCELA TULER

Professora assistente em
Sistemas Confiáveis de Dados
no Departamento de Sistemas
e Serviços de Engenharia da
Universidade Técnica de Delft,
na Holanda



Hoje você dá seus dados de graça para empresas como a Nespresso e não ganha nada com isso, nem desconto. Com o [Data Act](#), se eu quiser migrar meus dados para outra marca, eu posso. É um exemplo bobo, mas se aplica a tudo. Também tem a lei de rastreabilidade de matérias-primas, que exige um portal de transparência. E ninguém confia em ninguém, porque são concorrentes. A blockchain pode mostrar como o dado está sendo compartilhado e para quê. Já no [EIDAS 2.0](#), a proposta é que a gente administre a própria identidade pelo celular. Mas não dá pra usar blockchain pública, tem que ser permissionada, e várias aplicações podem surgir.



Conflito com Leis de Proteção de Dados

Quando tecnologias blockchain começaram a ser desenvolvidas, ainda não havia a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que é de 2018. No setor de saúde, por exemplo, foi necessário repensar o papel dos pacientes, as autorizações de usos de dados e informações de saúde. Para o SUS é muito importante ter essas informações, mas sem o respeito à LGPD não há geração de inteligência de dados. Em um modelo tradicional, o paciente confiava na instituição de saúde que armazenava os dados, já numa proposta mais moderna, o paciente tem seus dados de saúde inseridos em uma nuvem do SUS. Neste caso, o paciente tem acesso a esses dados, compartilhados por meio do [Data Steward+](#), que trata de disponibilizar esses dados em uma rede blockchain e autorizar que sejam usados por instituições de saúde.



É um gestor de dados especializado em um domínio do conhecimento (um profissional, empresa ou serviço) que supervisiona ativos de dados dentro de uma organização. O objetivo é garantir que os dados sejam precisos, consistentes, acessíveis e seguros o tempo todo.

CRISTIANO ANDRÉ DA COSTA

Professor do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) e coordenador do SOFTWARELAB (Núcleo de Excelência em Inovação de Software da Unisinos) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)



Se alguém chega no hospital com um problema de saúde, ele é um paciente totalmente desconhecido. Se esta pessoa não consegue falar, está desmaiado, se não conhecem seu histórico ou suas alergias, é uma situação complicada. Mas este paciente poderia ter um smartwatch ou um celular com informações de saúde e seria bom ter um jeito de compartilhar essas informações. Esta é a arquitetura blockchain mais moderna que a gente tem enxergado.



DIANNE MEDEIROS

Professora do Departamento de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense (UFF)

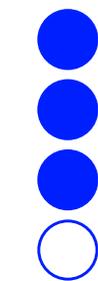


Não adianta falar em descentralização se o cidadão não sabe o que está autorizado, o que está ativo, como ele pode revogar ou alterar um consentimento. Quando a gente fala de identidade digital descentralizada, a LGPD tem que estar no centro: é o titular que precisa ter o controle. A blockchain pode ajudar nisso sim, mas ela tem que ser pensada com esse objetivo, senão vira só mais uma tecnologia opaca.



Para cada aplicação, uma regulação?

Os caminhos regulatórios estão dominando debates dentro do ecossistema blockchain. Em 2025, no Blockchain.Rio, o maior evento da área no país, o assunto prevaleceu entre representantes dos setores público e privado. Na abertura do evento, Gabriel Galípolo, presidente do Banco Central do Brasil, ressaltou: "Não se regula tecnologia, mas o uso em si". A ênfase no tema recai, principalmente, na necessidade de debates, abertura à escuta de ideias, alinhamento entre sociedade e órgãos reguladores e criação de *sandbox* regulatórios, afinal, os usos para blockchain são muito diversos.



Sobre algumas aplicações específicas é necessário incidir regulação e códigos de ética que permitam a circulação de dados. Por exemplo, o projeto  *Amazônia 4.0* cujo objetivo é desenvolver tecnologias para viabilizar a produção econômica na floresta com proteção socioambiental, prevê a criação do *BioBank* Amazônico. Nesse processo são recolhidos DNA de espécies da Amazônia para guardar em um banco de dados genético, portanto, há questões legais e necessidade de autorização do governo federal. Um sistema biogênico como este precisa de regulação porque não pode permitir acesso de pesquisadores estrangeiros a essas informações genéticas sem autorização do governo brasileiro.

Já o mercado de créditos de carbono enfrenta dificuldades de implantação de projetos de tokenização pela falta de regulamentação. Mesmo que algumas iniciativas estejam em pleno funcionamento, estão cercadas pela insegurança de comercialização deste ativo digital. E há muitas outras aplicações dependentes de marcos regulatórios:

LEOBINO SAMPAIO

Professor do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (PGCOMP) do Instituto de Computação da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Pesquisador de Produtividade em Pesquisa do CNPq



Por exemplo, imagine que eu vá desenvolver contratos inteligentes e sistemas de rastreamento de transações para a venda de veículos. Vamos precisar do governo para regular? Claro que sim. Estamos estrangulados nessa aplicação por conta da tecnologia? Acredito que não. Não é uma questão tecnológica, mas sim uma questão de regulação. O governo precisa definir como isso vai funcionar e quais regras estarão em vigor. Vejamos o exemplo do reconhecimento facial: é preciso passar por um processo de regulação, pois se trata de dados sensíveis que estão sendo capturados. Quando o governo instala câmeras em espaços públicos, ele precisa estabelecer regras claras, deve haver uma lei que regule o uso desses dados de imagem.



FERNANDA DA SILVA MOMO

Professora adjunta
do Departamento
de Ciências Contábeis
e Atuariais da UFRGS



Alguns negócios chegaram a aceitar pagamento em bitcoin e depois a gente viu que isso começou a parar, porque o bitcoin não é uma nova moeda transacional, mas sim um local de investimento. Então mudou um pouco essa percepção dos próprios negócios. Assim, começamos a ver algum tipo de regulamentação relacionada às criptos, principalmente a imposto de renda e a questões patrimoniais. A regulação é saudável, portanto, para evitar casos de sonegação. Para além da parte fiscal e tributária, uma outra discussão relevante é em relação ao fato de ser uma rede distribuída. Onde está o poder? É quase uma discussão filosófica que existe: como esse poder pode transformar essa rede, pode levar essa rede para algum ponto de decisão?



Enfim, o labirinto regulatório não é uma barreira final, mas um campo de disputas onde se decide o futuro da blockchain. Está em jogo quem define as regras, quem ganha poder e como o cidadão é protegido. Tudo isso se relaciona com o fortalecimento do Brasil para decidir sobre seu destino tecnológico de forma independente e soberana, dando mais liberdade de se posicionar internacionalmente, como veremos na seção seguinte.





BRASIL EM BLOCOS:

SOBERANIA,
PESQUISA
E FUTURO



A ideia de **soberania+**, especialmente a digital, está na agenda política global como um objetivo para garantir os interesses nacionais. A busca pela soberania demonstra a capacidade de Estados e comunidades de exercer controle autônomo sobre tecnologias, infraestruturas digitais e dados, garantindo a proteção da privacidade, a segurança das informações e a governança independente. Além disso, é uma forma de resistir à dominação de grandes corporações e potências estrangeiras, promovendo a autodeterminação no espaço digital.

A construção da soberania digital no Brasil passa, necessariamente, por investimento em infraestrutura e padronização, sob pena de depender de soluções importadas que não consideram as especificidades nacionais. Mais do que dominar ferramentas, é preciso criar um ecossistema capaz de sustentar a inovação no longo prazo, reduzindo a dependência e garantindo autonomia estratégica.

Incentivos públicos e privados

Políticas de incentivo e parcerias público-privadas são fundamentais para fomentar inovação, mas soberania digital não pode se restringir a interesses econômicos. Quando os projetos tecnológicos são guiados apenas por agendas de mercado, há risco de captura e concentração de poder, enfraquecendo o papel social da tecnologia.

Leia mais sobre soberania digital ↗ *neste artigo* e se aprofundem em soberania cibernética no dossiê sobre o tema na ↗ *Revista Liinc*.

ANTONIO "GUTO" ROCHA

Professor do Instituto
de Computação
na Universidade Federal
Fluminense e especialista
em escalabilidade
de soluções de Blockchain



Não basta incentivo.

Se a tecnologia for desenhada só para atender ao mercado ou aos interesses de quem financia, não é soberania. É captura.



FERNANDA DA SILVA MOMO

Professora adjunta
do Departamento
de Ciências Contábeis
e Atuariais da UFRGS



As grandes instituições brasileiras, tanto de tecnologia, agro ou setor bancário, estão atentas quanto ao uso desta tecnologia. Vejo com bons olhos o incentivo não só das organizações, mas também do governo federal. O próprio Observatório Nacional de Blockchain mostra esse movimento. No agro, o Brasil tem casos de uso gigantes, especialmente no rastreamento de alimentos, um dos pioneiros para além das criptos. Isso ajudou a consolidar o país como um bom local de aplicação da tecnologia, o que explica, por exemplo, a presença da IBM e do Hyperledger com polos relevantes de desenvolvimento aqui. O mercado financeiro brasileiro é algo de que podemos nos orgulhar. Apesar de ser altamente concentrado, nossa base tecnológica está muito à frente de outras economias, inclusive dos Estados Unidos. Já fiz estudos em grandes bancos brasileiros e o investimento em tecnologia é enorme, incluindo blockchain. Isso pode abrir caminho para integrações e até influenciar o Banco Central no futuro. Quando falamos em inovação em pagamentos, controle ou mesmo no boleto bancário, o Brasil está à frente.



Como o financiamento de pesquisa no Brasil é menor do que Europa e Estados Unidos, é um grande feito concluir pesquisas e alcançar alto número de citações em revistas internacionais. Essa realidade evidencia a qualidade do trabalho desenvolvido, além da dedicação e resiliência dos pesquisadores que, apesar dos recursos limitados, buscam contribuir para o avanço do conhecimento.

CRISTIANO ANDRÉ DA COSTA

Professor do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) e coordenador do SOFTWARELAB (Núcleo de Excelência em Inovação de Software da Unisinos) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)



Trabalhei um ano em uma universidade na Alemanha. Metade do orçamento da universidade vem de empresas, que colocam dinheiro para a universidade fazer pesquisa. Isso a gente não vê no Brasil. Eu via lá a Adidas, por exemplo, que tem a sede na cidade do lado da universidade em que eu trabalhei. A empresa investia pesadamente em pesquisa na universidade e via benefício nisso. A chuteira que seria usada na própria Copa do Mundo estava sendo desenvolvida ali dentro, com um sensor e com uma série de dispositivos de Internet das Coisas.



Além disso, o aporte de empresas nas pesquisas científicas brasileiras é baixo e esporádico, o que dificulta ainda mais a ampliação e a aplicação prática dos estudos. A sinergia entre a academia e o setor produtivo ainda é escassa, o que impede o pleno aproveitamento do potencial inovador da ciência brasileira, limitando a capacidade de transformar descobertas em soluções que beneficiem a sociedade e o mercado.

DIANNE MEDEIROS

Professora do Departamento de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense (UFF)



A gente faz milagre com o que tem. Falta investimento, não vou colocar a culpa só no governo. É uma questão cultural. As empresas acham que a gente não faz nada. Por que eu vou investir dinheiro em pesquisa se ele não me entregar um produto rentável? Falta iniciativa de nós pesquisadores de buscar a empresa e falta da empresa ter mais abertura.



MARCELA TULER

Professora assistente em Sistemas Confiáveis de Dados no Departamento de Sistemas e Serviços de Engenharia da Universidade Técnica de Delft, na Holanda



Na Europa, o financiamento de pesquisa em blockchain é mais estruturado e há uma clara expectativa de retorno por parte das empresas que investem. Existem editais, como os projetos Horizon, que já pedem essa tecnologia e estimulam parcerias internacionais. No Brasil, penso que as empresas investem na pesquisa mais por obrigação governamental do que por um interesse direto em um retorno ou na tecnologia em si.



TEREZA CRISTINA MELO DE BRITO CARVALHO

Professora da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e da Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne



Acho muito importante essa questão de verbas de empresa, porque você acaba desenvolvendo soluções para produtos que têm relação direta com o mercado. Como exemplo, pode-se citar o caso da Ericsson, em cujos projetos em que trabalhávamos com pesquisadores da Suécia, recebendo desafios de pesquisa trazidos pela Suécia. Nesse caso, toda a equipe ficou muito conectada com a pesquisa mundial. Acho que a [Lei de informática do MCTI](#) tem que ser mais explorada, no sentido das empresas utilizarem esse recurso para investir na universidade. Aqui no Brasil, vejo que a FAPESP faz um trabalho muito interessante de acordos com empresas. Acho isso muito importante do ponto de vista de desafio, de resposta para o mercado, de motivação para o aluno da pós-graduação, e de resultados.



O valor da pesquisa brasileira e a disponibilidade de dados nacionais

O Brasil tem importantes pesquisas em blockchain, especialmente apoiadas por instituições como a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD), Banco Central e Rede Blockchain Brasil. Há iniciativas com aplicações reais e sistemas governamentais que fazem frente à muitos trabalhos desenvolvidos no exterior.

LEOBINO SAMPAIO

Professor do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (PGCOMP) do Instituto de Computação da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Pesquisador de Produtividade em Pesquisa do CNPq



Eu sou um entusiasta da pesquisa brasileira. Fico triste quando vejo pesquisadores brasileiros valorizando mais as pesquisas internacionais. Nós fazemos um trabalho ímpar no Brasil nessa área. Temos instituições que realizam um trabalho belíssimo na área de sistemas. Em termos de pesquisa mundial, acredito que estamos na liderança em vários aspectos, não apenas no de aplicação, mas também no científico. Sendo assim, acredito que, em termos de posição, o Brasil está indo muito bem.



O acesso e a governança sobre os dados são elementos centrais para a soberania digital. No entanto, grande parte das instituições brasileiras ainda não atingiu um patamar mínimo de digitalização, o que compromete tanto a implementação de tecnologias emergentes quanto a capacidade do país de gerar inteligência estratégica. Além disso, a interoperabilidade entre sistemas é um desafio que ultrapassa a esfera técnica, exigindo decisões políticas e institucionais.



DIANNE MEDEIROS

Professora
do Departamento
de Engenharia
de Telecomunicações
da Universidade Federal
Fluminense (UFF)

“ Antes de falar em blockchain, a gente precisa ter dados organizados, padronizados e digitais. Muitas comunidades nem digitalizaram processos ainda. Sem isso, não adianta falar em rastreabilidade ou soberania, porque continuamos vulneráveis. ”

ELIAS RIBEIRO DA SILVA

Professor associado
de Digitalização de Operações
e Cadeias de Suprimento
no Departamento de Tecnologia
e Inovação na Universidade
do Sul da Dinamarca

“ Se cada instituição guardar dado do seu jeito, a gente não constrói inteligência nacional. A interoperabilidade é uma decisão política, não só técnica. ”

Grandes multinacionais, como Google e Microsoft, têm um grande legado de dados mundiais, especialmente, da área da saúde. Essas empresas montam *data centers* com facilidade e até dentro das universidades. Pesquisadores brasileiros conseguem acesso a esses dados, mas trabalhar com dados de saúde de outros países é uma limitação para a pesquisa nacional. Precisamos de dados da população brasileira para precisão de pesquisas, a exemplo da detecção de doenças como câncer.

CRISTIANO ANDRÉ DA COSTA

Professor do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) e coordenador do SOFTWARELAB (Núcleo de Excelência em Inovação de Software da Unisinos) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)

“ Além de a gente ter menos recursos, os dados que estão bem organizados e disponíveis são internacionais, advindos de Estados Unidos e Europa. Claro que a gente tem algumas coisas no Brasil, mas em menor volume. Há muita dificuldade de trabalhar com informações locais, padronizadas, digitalizadas, pois temos muitos dados analógicos ainda. Temos aqui a **TIC Saúde, realizada pelo Cetic.br**, sinal de que a gente está melhorando, pois temos mais internet, conexão, sistemas, no entanto, ainda estamos longe de onde gostaríamos de estar. ”

No exemplo do projeto Amazônia 4.0, que [citamos anteriormente](#), a floresta tem imenso potencial de geração de dados únicos e geolocalizados. Nesse caso, a blockchain pode ser usada para compartilhar propriedade intelectual e dados genéticos de insumos da Amazônia.

EWERTON RODRIGUES ANDRADE

Professor na Fundação
Universidade Federal
de Rondônia (UNIR)



A Amazônia é uma joia que temos no quintal e ainda seguimos presos a um modelo de exploração baseado na derrubada da floresta. Poderíamos estar gerando valor de forma mais inteligente, por exemplo, com dados. A ideia é que pesquisadores colem informações sobre espécies e as registrem em blockchain, permitindo negociações transparentes. Se isso se transformar em um produto, como um fármaco, toda a cadeia, desde quem coletou os dados até a indústria, receberia sua parte. É uma forma justa de distribuir receita e incentivar a exploração não material da Amazônia, mas sim de seus dados. Temos exemplos impressionantes de descobertas aqui, como micro-organismos capazes de degradar plástico, que poderiam revolucionar o combate à poluição dos oceanos. Mas, para isso, precisamos de dados, de gente capacitada para manipular essas informações e de mecanismos de rastreabilidade.

A blockchain pode ser esse caminho.



Enfim, o Brasil é um grande produtor de dados originais e de pesquisas. Em meio à crescente preocupação com o poder cultural, tecnológico e econômico que corporações estrangeiras exercem sobre a sociedade brasileira, a busca pela soberania redefinirá o futuro. E se estamos pensando em fortalecimento do ecossistema digital nacional, nada mais estratégico do que o investimento em tecnologia blockchain.

A análise das fronteiras culturais, tecnológicas, regulatórias e de soberania revela que a blockchain não é um fim em si mesma, mas um instrumento em construção, que precisa ser continuamente testado, adaptado e contextualizado.

As resistências institucionais, os custos de implementação, as lacunas regulatórias e os desafios de governança são obstáculos ao mesmo tempo em que se apresentam como convites para a inovação. Esses limites devem ser transformados em agenda de pesquisa, colaboração e formulação de políticas públicas. Assim, o Brasil pode consolidar sua autonomia tecnológica e abrir caminhos para aplicações alinhadas ao interesse coletivo.

O Observatório Nacional de Blockchain surgiu justamente com esse propósito: oferecer conhecimento crítico, fomentar o debate e apoiar soluções inovadoras que fortaleçam a confiança, a transparência e a soberania digital no país. Acesse [📍 *nosso site*](#) e confira o mapa com mais de 500 iniciativas brasileiras que já fazem uso da blockchain em todo o território, além de dezenas de casos de uso que mostram como a tecnologia está transformando diversos setores. Explore também a [📍 *seção de entrevistas com especialistas*](#), que trazem diferentes olhares sobre os desafios e oportunidades para o futuro dessa tecnologia.

REFERÊNCIAS

ATENIESE, Giuseppe; MAGRI, Bernardo; VENTURI, Daniele; ANDRADE, Ewerton. Redactable blockchain – or – rewriting history in Bitcoin and friends. **2017 IEEE European Symposium on Security and Privacy (EuroS&P)**, p. 111-126, 2017. DOI: 10.1109/EuroSP.2017.37.

HAMANN-LOHMER, Jacob; RIBEIRO DA SILVA, Elias; LASCH, Rainer. Blockchain technology in operations & supply chain management: a content analysis. **Sustainability**, v. 14, p. 1-83, 2022. DOI: 10.3390/su14106192.

LEMOIS, Grayce; ESPÍNDOLA, Marina Bazzo de; TOSATTI, Nayara Cristine Muller. Soberania digital: definições, desafios e implicações na era da dataficação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, v. 11, ed. especial, p. e-7364, nov. 2024. DOI: 10.21728/logcion.2024v11e-7364.

MOMO, Fernanda da Silva. **Blockchain: efeitos nos custos de transação, a partir da governança da informação**. 140f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

MOMO, Fernanda da Silva *et al.* Business models and blockchain: what can change?. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 23, n. 2, p. 228-248, 2019.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR – NIC.br / CETIC.br. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos estabelecimentos de saúde brasileiros: TIC Saúde 2024**. São Paulo: NIC.br / CETIC.br, 2025. Disponível em: <https://cetic.br/pt/pesquisa/saude/publicacoes>. Acesso em: 22 set 2025.

OLIVEIRA, Marcela T. *et al.* Blockchain reputation-based consensus: a scalable and resilient mechanism for distributed mistrusting applications. **Computer Networks**, v. 179, p. 107367, 2020.

QUEIROZ, Maciel M.; WAMBA, Samuel Fosso. Blockchain adoption challenges in supply chain: an empirical investigation of the main drivers in India and the USA. **International Journal of Information Management**, v. 46, p. 70-82, 2019.

ROEHRS, Alex; DA COSTA, Cristiano André; DA ROSA RIGHI, Rodrigo. OmniPHR: a distributed architecture model to integrate personal health records. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 71, p. 70-81, 2017.

 /observatorio-nacional-de-blockchain

 www.observatorioblockchain.org.br