

Capítulo

2

Computadores fazem arte: Formação sobre Blockchains e NFT

Numa¹, João Marcelo Teixeira², Walter Franklin³,
Artur Couto⁴, Cassio Chagas⁵

¹Centro de Artes e Comunicação - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550

²Departamento de Eletrônica e Sistemas - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550

³dDesign - Departamento de Design da UFPE (CAC)
Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550

⁴Centro de Informática - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Av. Jorn. Aníbal Fernandes, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-560

⁵Web3EduBrasil
Rua Luiz Nery 135 - Centro, Sirinhaém - PE, 55580-000

contato@numadessas.com.br, joao.teixe@ufpe.br,

walter.franklin@ufpe.br, avco@cin.ufpe.br, cassio.renan22@gmail.com

Abstract

This document was prepared as part of the master's research in Digital Artifact Design at the Federal University of Pernambuco (UFPE). It explores the intersection between technology and art and the importance of promoting a discussion on the responsibility of virtual communities to act consciously. Addressing topics such as the generations of the internet (Web 1.0, 2.0, and 3.0), blockchain technology (history and structure), and NFTs (including the concept, technical specifics, and social aspects), this work establishes itself as an introductory guide to the digital universe of NFTs.

Resumo

Este documento foi elaborado como parte da pesquisa de mestrado em Design de Artefatos Digitais na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Nele, explora-se a intersecção entre tecnologia e arte e a importância de promover um debate sobre a responsabilidade das comunidades virtuais em agir de maneira consciente. Abordando temas

como as gerações da internet (web 1.0, 2.0 e 3.0), a tecnologia blockchain (história e estrutura) e NFTs (do conceito, especificidades técnicas e aspectos sociais), este trabalho se estabelece como um guia introdutório ao universo digital das NFTs.

2.1. Introdução

Este material foi desenvolvido como parte integrante da pesquisa de mestrado em Design de Artefatos Digitais na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), financiada pelo programa MAI/DAI do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), apoio da comunidade artística de NFTs. Também colaboraram com alguns textos e sugestões Cassio Chagas (fundador do projeto Web3EduBrasil) e Artur Couto (aluno de iniciação científica).

Apresenta um conteúdo didático e introdutório sobre blockchain e NFTs, com o objetivo de facilitar a compreensão de novos usuários ou pessoas interessadas em iniciar seus estudos sobre o tema. O objetivo primordial é estimular o ensino de tecnologia, assegurando que o aprendizado seja acessível através de uma linguagem clara e de fácil compreensão. Além disso, busca incentivar um debate substancial sobre a responsabilidade das comunidades virtuais em agir de maneira consciente, contribuindo assim para o desenvolvimento social nos espaços físicos e digitais.

Adaptado a partir de um material originalmente desenvolvido para ser utilizado em sala de aula com o apoio de slides, o conteúdo foi estruturado para ser abordado em quatro aulas, com duração de até 1 hora e 30 minutos cada, excluindo o tempo destinado a perguntas e discussões. Aqui serão abordados os conceitos e estruturas técnicas básicas da blockchain até o funcionamento das comunidades que compõem o ecossistema das NFTs. Ao longo do texto, são explicados termos essenciais, as dinâmicas de transações, o papel das NFTs e suas aplicações no ambiente digital, oferecendo uma introdução abrangente ao tema.

2.2. Glossário

Para facilitar a compreensão do vocabulário específico que permeia as comunidades de NFTs, é essencial se familiarizar com os termos e expressões mais comuns nesses espaços. Aqui estão alguns que são citados nesse estudo, mas existe uma série de outras palavras para conceitos e gírias facilmente encontrados nas redes em que as comunidades NFTs utilizam.

- **NFT:** *non-fungible token*, token não fungível. A definição mais completa está na seção sobre NFTs.
- **Genesis:** primeira NFT que alguém lança em alguma rede/plataforma. Termo inspirado pelo “genesis block”, que é o primeiro bloco minerado de uma blockchain.
- **Hash:** é uma sequência única de caracteres gerada a partir de dados de transações usando uma função matemática especial. Nas blockchains, os hashes são usados para verificar se os dados de uma transação foram alterados, conectar os blocos da blockchain de forma segura e minerar novas moedas.

- **Navegador de Blocos:** plataforma onde é possível acessar uma blockchain, cada rede possui um ou mais navegadores de blocos.
- **Node/nó:** computador que faz parte da estrutura de uma rede Blockchain.
- **Nonce:** abreviação de “número usado uma vez”, é um número gerado aleatoriamente e usado apenas uma vez em uma transação criptográfica.
- **Queimar/Burn NFT:** é um processo para tornar uma NFT inutilizada, não é possível deletar uma NFT então essa ação é bastante usada quando existe necessidade.
- **Scam:** termo em inglês para golpe, fraude.
- **Scammer:** usuário golpista.
- **Spam:** mensagens falsas.
- **Phishing:** tipo de golpe virtual que rouba informações pessoais e financeiras.
- **Whitepaper:** documento que explica os objetivos e tecnologias de um projeto cripto (moedas, jogos, coleções, etc). É uma necessidade crucial nessa área para que projetos e empresas sejam considerados genuínos e profissionais. Litepapers são mais curtos, menos técnicos e mais simples de entender.

2.3. As Gerações da Internet

Antes de tudo, é importante aprender sobre as três gerações existentes (até o momento) da internet e que categorizam como a interação nesse espaço acontece (Figura 2.1). É possível encontrar conteúdo sobre isso se referindo como “eras”, em um sentido mais temporal. Mas é interessante pensar não sobre um determinado espaço de tempo, pois vivemos em um momento onde a Web 2.0 e a Web 3.0 existem simultaneamente, cada geração não são coisas à parte, mas apenas continuacões da web que já conhecemos.

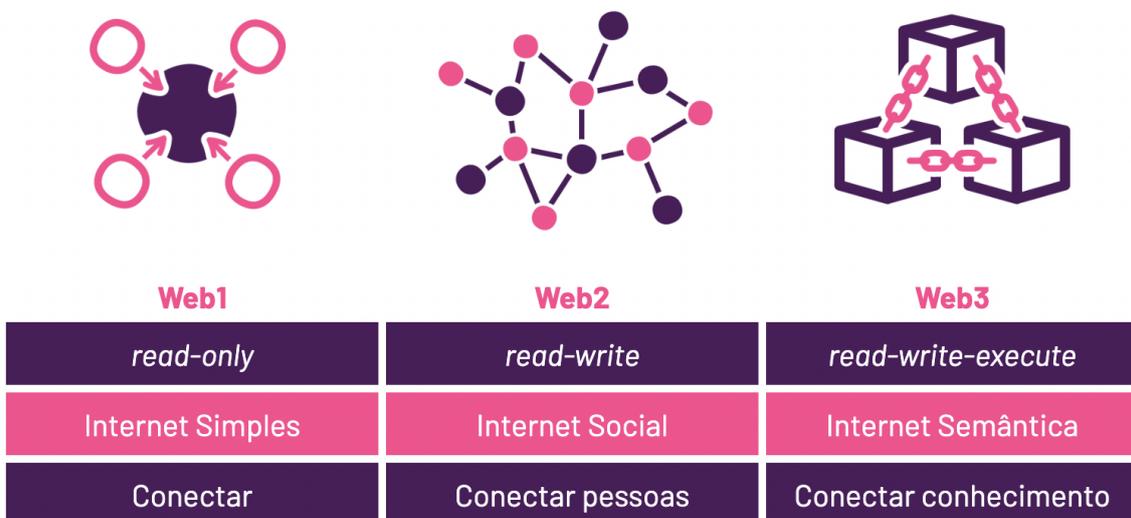


Figura 2.1. As três gerações da internet.

2.3.1. Web 1.0, a internet simples

A primeira fase da Internet surgiu nos anos 90 e consistia em páginas com hiperlinks (Figura 2.2). Os sites eram principalmente informativos com layouts muito básicos, pouquíssimos recursos multimídia e a maioria do conteúdo baseado em texto. Só era possível acessar, ler e mudar de página, com pouca ou nenhuma interação ou ferramenta de feedback.

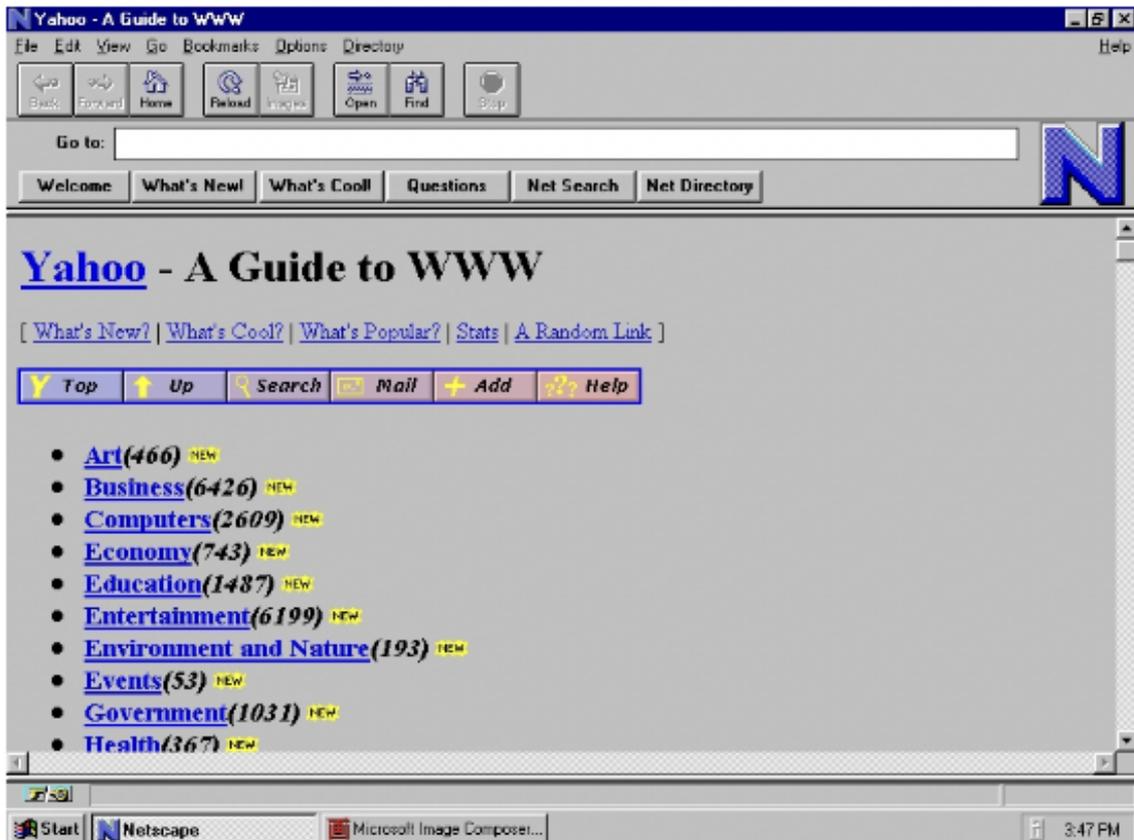


Figura 2.2. Exemplo de página Web 1.0 com hiperlinks.

São características da Web 1.0 [31]:

- Largura de banda¹ limitada;
- Dispositivos limitados (somente desktop);
- Nenhuma oportunidade de interação real, apenas leitura (*read-only*);

2.3.2. Web 2.0, a internet social

Surgiu por volta de 2004, é a fase da Internet que trouxe mais conteúdo gerado pelo usuário e recursos visuais (*front-end*). Os usuários puderam compartilhar mais informações

¹Largura de banda ou *bandwidth* em inglês, é o conceito que determina a medida da capacidade de transmissão, em especial de conexão ou rede.



Figura 2.3. Exemplo de site Web 2.0: YouTube em 2007, com interatividade e conteúdo gerado pelos usuários.

entre si e se conectar mais facilmente. Além disso, os usuários podem acessar informações e devolvê-las ao servidor para obter conteúdo mais personalizado.

É possível encontrar vagas de emprego para desenvolvedores de *front-end*, *back-end* e *full-stack* no mercado. No caso de um desenvolvedor *full-stack* é um profissional capaz de realizar tanto *front-end* quanto *back-end* (Figura 2.4).

Em resumo, a Web 2.0 é marcada por uma maior interatividade e colaboração entre usuários, além de uma experiência de usuário mais rica e envolvente (Figura 2.3). Essa fase da Internet também viu o crescimento de plataformas de mídia social, blogs e outras ferramentas que permitem que os usuários criem e compartilhem seu próprio conteúdo.

São características da Web 2.0[32]:

- Melhor largura de banda e poder de computação;
- Mais dispositivos (desktop + mobile);
- Interação através de comentários, fotos e outros dados (*read-write*);



Figura 2.4. Diferença entre front-end e back-end.

2.3.3. Web 3.0, a internet semântica

A partir de 2008, quando a tecnologia Blockchain entrou em ação através do Bitcoin (iremos falar mais sobre isso no próximo tópico). Os princípios da Web 3.0 têm a intenção de permitir que os usuários possuam seus próprios dados, ao invés de empresas [14]. Facilitar transações digitais de informações e valores de forma segura, descentralizada e em todo o mundo, esses ideais são apresentados pela Web 3 Foundation [29]. As interações e transações dessa geração acontecem através das criptomoedas, usando carteiras para gerenciar esses ativos. Isso é uma tentativa de impedir que titãs da Internet, como o Google e o Facebook, monopolizem o acesso e o controle dos dados dos consumidores da internet [2].

Apesar disso, é possível ver que muitos discursos sobre Blockchain estão ligados a ideias neoliberais. Mesmo com o ideal sobre descentralização e promessas antiautoritárias, as Blockchains na prática concentram poder nas mãos de poucos desenvolvedores e mineradores [16].

Conhecida também como Web Semântica, pois têm o objetivo de tornar a informação “compreensível” para o computador [14] e semântica é a parte da linguística que estuda o que as palavras realmente querem dizer. Isso se dá através do *machine learning* (aprendizado de máquina), a ciência que se concentra no uso de dados e algoritmos para imitar a maneira como os humanos aprendem [10].

A ideia de *trustless* das Blockchains é, ao invés de confiar em pessoas ou instituições, confiar totalmente na tecnologia, que é vista como imparcial e capaz de promover mais liberdade política.

- Melhor largura de banda e poder de computação;
- Mais dispositivos (desktop + mobile);
- Descentralização de dados;
- Interação através de comentários, fotos e outros dados (*read-write-execute*);

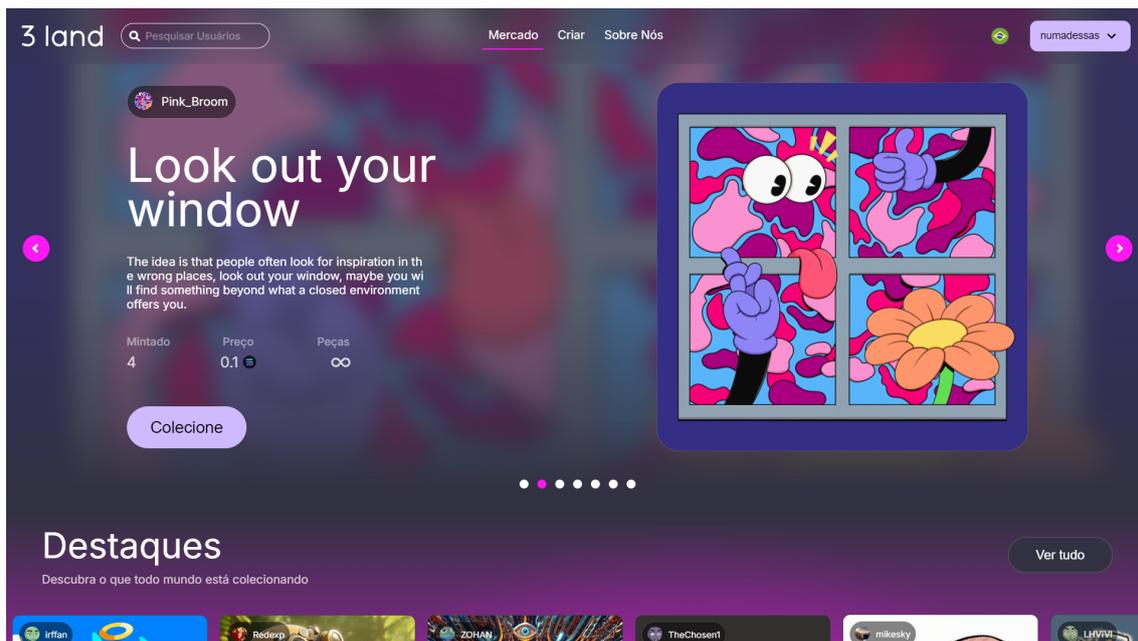


Figura 2.5. Exemplo de site Web 3.0: Plataforma 3.land na Blockchain Solana.

2.4. A Tecnologia Blockchain

2.4.1. O que é Blockchain?

As Blockchains são como “livros de registros” digitais e descentralizados. Redes online onde os dados são salvos nos computadores de cada usuário da Blockchain, não apenas em um só servidor, como as plataformas da web 2.0.



Figura 2.6. Imagem ilustrativa de uma Blockchain.

2.4.2. História

A tecnologia Blockchain teve suas origens em 1991, quando Stuart Haber e W. Scott Stornetta publicaram um artigo sobre como colocar um carimbo de data e hora em do-

cumentos digitais de forma segura, usando uma série criptografada de blocos. Em 1992, a introdução da árvore de Merkle (conceito criado por Ralph Merkle nos anos 70) como estrutura da ciência da computação permitiu armazenar vários documentos em um único bloco, mas essa ideia não foi muito usada até a chegada do Bitcoin.

Criptografia é a transformação de dados legíveis em dados codificados, que só podem ser decodificados com processamento de softwares. A criptografia é essencial para manter as informações de um computador seguras, evitando que sejam roubadas e usadas de forma maliciosa.

Ao longo dos anos 2000, pesquisadores como David Mazières, Dennis Shasha e Hal Finney continuaram a desenvolver conceitos relacionados, como o sistema de prova de trabalho reutilizável (RPoW) para resolver o problema de dupla-gasto em criptomoe-das. Em 2005, Nick Szabo propôs uma criptomoeda descentralizada chamada "Bitgold".

Linha do Tempo

- **1979:** Ralph Merkle cria e patenteia o conceito de Árvore de Merkle [17].
- **1982:** David Chaum em Berkeley descreveu os fundamentos da tecnologia blockchain, com exceção da prova de trabalho [7].
- **1991:** Stuart Haber e Scott Stornetta publicam o artigo “How to Time-Stamp a Digital Document” com o primeiro conceito de Blockchain, usando um sistema com Merkle Tree [?].
- **1992:** A estrutura Merkle Tree foi introduzida na criptografia e ciência da computação. Criação do mailing do movimento cypherpunk, grupo que defende a privacidade e a liberdade individual na era digital utilizando a criptografia como ferramenta para promover mudanças sociais [1].
- **2002:** David Mazières e Dennis Shasha propõem como armazenar dados usando blocos com a estrutura SUNDR [15].
- **2005:** Nick Szabo propõe uma criptomoeda chamada "Bitgold"[27].
- **2008:** Satoshi Nakamoto publica o artigo “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” explicando o projeto do Bitcoin [19].
- **2009:** O primeiro Bitcoin é minerado e usuários conseguem utilizá-lo.
- **2010:** Em 22 de Maio de 2010 nos Estados Unidos, um jovem de 19 anos viu a proposta do programador Laszlo Hanyecz de trocar 10 mil unidades de bitcoin por 2 pizzas. O primeiro registro de uma compra no mundo real sendo paga com uma criptomoeda, comemorado anualmente como Bitcoin Pizza Day.
- **2013:** O mercado do Bitcoin ultrapassa 1 milhão de dólares. Vitalik Buterin lança o whitepaper da moeda Ethereum [4].

- **2014:** Um grupo de bancos e instituições financeiras se une para criar a R3, uma das principais responsáveis por levar a tecnologia Blockchain para o mundo dos negócios e finanças. A Blockchain Ethereum lança a *crowdsale*, uma venda de tokens que financiou o desenvolvimento da rede. 60 milhões de ETH foram vendidos por aproximadamente US\$ 18 milhões, muito mais do que o esperado.
- **2015:** A rede Ethereum é oficialmente lançada e tem seu primeiro bloco minerado. Linux Foundation, uma ONG de desenvolvimento de software de código aberto, lança a Hyperledger. Um conjunto de ferramentas e protocolos que podem ser usados para construir diferentes tipos de Blockchains, permitindo que usuários criem suas próprias redes.
- **2016:** R3 lança a primeira plataforma de Blockchain feita para empresas, chamada Corda. A Ethereum DAO é atacada por hackers por uma falha no código.
- **2017:** Dan Larimer lança EOS, uma criptomoeda e plataforma de contratos. Criada para permitir a construção de aplicativos descentralizados sem cobrar taxas de transação. Se destacando como uma opção popular para desenvolvedores de aplicativos descentralizados.
- **2018:** A revista Forbes destaca 9 empresas baseadas em blockchain entre as 50 principais fintechs do ano, mostrando a crescente importância da tecnologia.
- **2021:** O mercado de NFTs teve um crescimento gigante, com obras de arte digital sendo vendidas por valores exorbitantes. A plataforma revolucionária *hic et nunc* é lançada, criada pelo brasileiro Rafael e uma pequena equipe em Brasília.

Bitcoin, a primeira moeda digital



Figura 2.7. "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System".

Finalmente, um indivíduo ou grupo conhecido apenas pelo pseudônimo "Satoshi Nakamoto" publicou um artigo acadêmico intitulado "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". Esse documento apresentava a primeira moeda digital que realmente funcionava, transformando o mundo das finanças e da tecnologia. A publicação desse artigo

marcou o nascimento do Bitcoin, a primeira criptomoeda bem-sucedida. O primeiro bloco foi minerado em 2009, iniciando a cadeia de blocos do Bitcoin e permitindo que qualquer pessoa pudesse participar da rede, realizar transações e minerar novos Bitcoins.

A mineração do Bitcoin possui alto consumo de energia e impacto ambiental, mesmo que inferior ao sistema bancário padrão e o ouro, se fosse adotado em massa poderia ser muito mais agressivo do que já é.

2.4.3. Como funciona uma Blockchain?

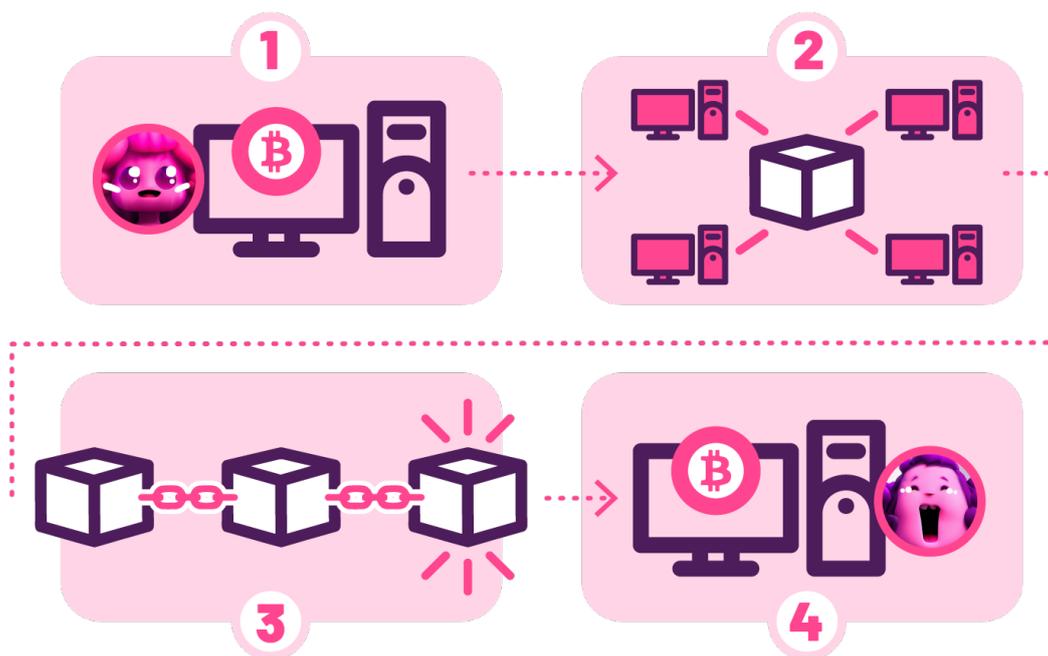


Figura 2.8. Representação gráfica de como as transações ocorrem na Blockchain.

- 1. Usuário Solicita Transação:** Um usuário inicia uma transação na Blockchain, por exemplo, enviando uma criptomoeda para outra pessoa. Essa transação é codificada em um bloco, que contém informações como o remetente, o destinatário e o valor da transação.
- 2. A transação é transmitida para toda a rede:** Assim que o bloco é criado, ele é transmitido para todos os nós (computadores) da rede Blockchain. Cada nó verifica a validade da transação, garantindo que o usuário tenha fundos suficientes e que não haja duplicidade.
- 3. Transação é confirmada e adicionada à cadeia de blocos:** Após a verificação, os nós da rede realizam o processo de consenso. Aqui ocorre a mineração das criptomoedas. Esse processo pode ocorrer de várias formas e é realizado para determinar qual bloco de transações será adicionado à blockchain.

4. **Transação finalizada:** Uma vez que o bloco é adicionado à Blockchain, a transação é considerada confirmada e finalizada. A Blockchain é imutável, o que significa que a transação não pode ser alterada ou revertida. Isso garante a segurança e a integridade da rede.

Em resumo, uma rede Blockchain é como uma grande planilha compartilhada por vários computadores. Cada linha na planilha representa uma transação financeira (um bloco). Nessa planilha, temos colunas com informações essenciais, como quem enviou o dinheiro, para quem foi enviado e quanto foi enviado.

Essa planilha é atualizada o tempo todo com as novas transações. Sempre que uma nova transação acontece, ela é enviada para todos os nós da rede, que verificam se a transação é válida antes de adicioná-la à planilha.

Essa estrutura descentralizada, onde não há um único ponto de controle, é o que torna a Blockchain mais segura e confiável. Mesmo que alguns nós saiam da rede, os outros continuam funcionando normalmente, mantendo os dados.

The screenshot shows the Solscan.io Explorer interface for a program named 'Jupiter Aggregator v6'. The program ID is JUP6LkZbjS1jKkwapdHny74zcZ3iLUZoi5QnYvTaV4. The page includes an overview section with details like SOL balance (0.001141 SOL), executability (Yes), and upgrade authority (9hdBK7...5Pr1sN). It also features a 'More info' section with public name, owner (BPF Upgradeable Loader), last deployed slot (283,329,034), and security status (False). A 'Misc' section shows the domain 'jupite...or.sol'. Below these sections is a 'Transactions' table with columns for Signature, Block, Time, Instructions, By, Value (SOL), and Fee (SOL). The table lists several transactions, each with a unique signature and associated block number (284633474).

Figura 2.9. Página do Explorador de Blocos solscan.io, da rede Solana.

Para ter uma cópia de uma Blockchain em seu computador, você precisa baixar o software específico da Blockchain que deseja copiar. Por exemplo, com o Bitcoin você pode baixar o software Bitcoin Core, que é o cliente oficial do Bitcoin. Quando instalado, o software baixará todos os blocos da rede para o seu computador e depois mantê-la atualizada.

O tamanho do arquivo da Blockchain pode ser enorme, no caso do Bitcoin atualmente ocupa cerca de 300 GB. É necessário muito espaço de memória em seu computador e uma conexão de internet estável. Para isso existem os Exploradores de Blocos, sites para acessar as informações em tempo real sem necessidade de baixar a cópia da Blockchain.

2.4.4. Mecanismos de Consenso, Mineração e Validação

Os mecanismos de consenso são definidos como protocolos que permitem que uma rede descentralizada de computadores concorde com o estado da blockchain, ou seja, quais transações são válidas e em que ordem elas devem ser adicionadas à blockchain [24].

Esses mecanismos são cruciais para garantir a segurança, integridade e confiabilidade da blockchain, evitando fraudes e garantindo que todos os participantes da rede tenham uma cópia idêntica e atualizada do registro.

Mecanismo	Mineração	Validação	Blockchains
Prova de Trabalho <i>Proof-of-Work (PoW)</i>	Mineradores competem para resolver um complexo problema matemático (hash criptográfico). O primeiro minerador a encontrar a solução "prova" seu trabalho, adiciona o bloco à blockchain e é recompensado com criptomoedas. Esse processo exige grande poder computacional e consumo de energia.	Outros nós da rede verificam a validade do bloco minerado, garantindo que as transações sigam as regras da blockchain e que o trabalho do minerador esteja correto. Se a maioria dos nós concordar, o bloco é adicionado à blockchain.	Bitcoin (BTC), Litecoin (LTC), Monero (XMR)
Prova de Participação <i>Proof-of-Staking (PoS)</i>	Não há mineração no sentido tradicional. Em vez disso, os validadores são escolhidos para propor e validar blocos com base na quantidade de criptomoedas que possuem e estão dispostos a "apostar" (staking). Quanto maior a participação, maior a chance de ser escolhido.	Outros validadores verificam a validade do bloco proposto, garantindo que as transações estejam corretas e que o validador tenha seguido as regras. Se a maioria dos validadores concordar, o bloco é adicionado à blockchain.	Algorand (ALGO), Avalanche (AVAX), Cardano (ADA), Ethereum (ETH), Tezos (XTZ)
Prova de Autoridade <i>Proof-of-Authority (PoA)</i>	Não há mineração. Validadores são pré-selecionados e autorizados a criar e validar blocos.	Validadores autorizados verificam as transações e as adicionam à blockchain.	Binance Coin (BNB), VeChain (VET), XRP (XRP)
Prova de História <i>Proof-of-History (PoH)</i>	Não há mineração no sentido tradicional. Em vez disso, o sistema utiliza um registro imutável de eventos passados (hashgraph) para determinar a ordem das transações e a validade dos blocos.	A validação é realizada por um grupo de nós que verificam a ordem das transações e a integridade do hashgraph.	Hedera Hashgraph (HBAR), Solana (SOL)

Tabela 2.1. Mecanismos de Consenso, Mineração e Validação

O gasto energético desses é uma circunstância importante sobre a sustentabilidade dessas tecnologias. O mecanismo utilizado no Bitcoin, é notoriamente intensivo em energia devido à necessidade de grande poder computacional e resulta em um consumo enorme de eletricidade. Por outro lado, mecanismos utilizados por blockchains como Tezos, Algorand e Solana, são projetados para serem menos exigentes e garantem eficiência energética. Mesmo que essas alternativas representem avanços no consumo de energia, a questão ainda permanece à medida que a adoção dessas tecnologias crescem.

2.4.5. Estrutura dos Blocos

Conforme visto na tabela anterior, embora cada Blockchain tenha um funcionamento específico, elas compartilham semelhanças em sua estrutura. A estrutura básica dos blocos na Blockchain Bitcoin é ilustrada na Figura 2.10. A Figura 2.11 mostra a árvore de Merkle, que faz parte da estrutura de cada bloco.

2.4.6. Propriedades da Blockchain

As propriedades da Blockchain segundo Sathya e Jena [23] são:

Descentralização

Nos sistemas centralizados tradicionais as transações são feitas através de um in-

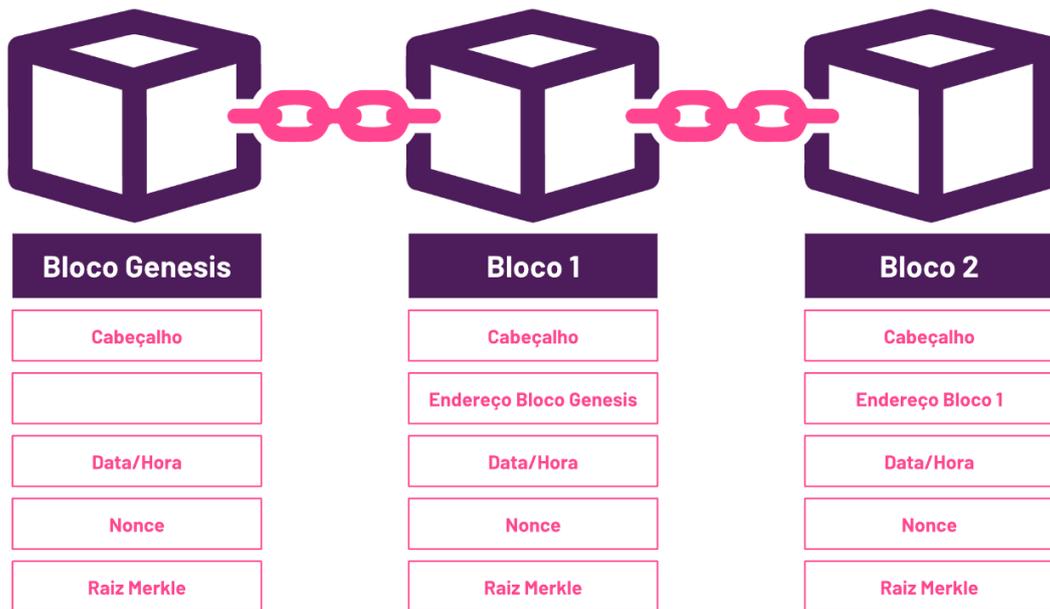


Figura 2.10. Estrutura dos Blocos.

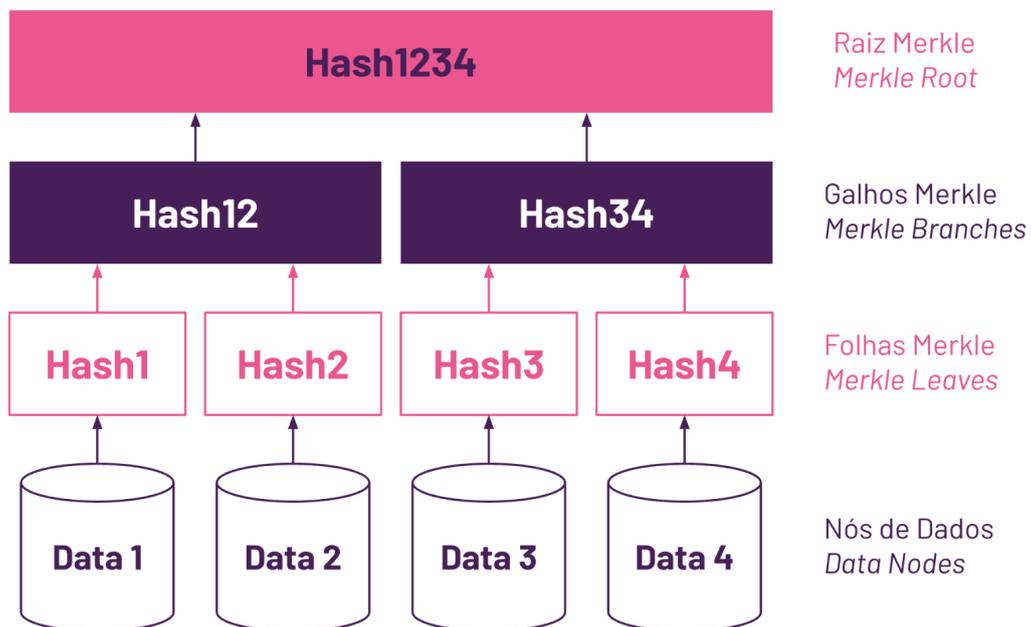


Figura 2.11. Árvore de Merkle.

termediário, como um banco, que é uma autoridade central que controla o sistema bancário. Já na Blockchain, o objetivo é eliminar a necessidade dessa autoridade central. Em vez disso, a rede é composta por vários computadores (chamados de "nós") que trabalham juntos de forma simultânea e espalhada, sem nenhuma entidade controlando tudo. Dessa forma, o controle é distribuído entre todos os participantes da rede, e não concentrado em uma única autoridade.

Transparência

Nas Blockchains, todas as transações são públicas, o que significa que qualquer pessoa na rede pode ver todas as transações. Isso traz transparência, algo que não existia nos sistemas centralizados. Mesmo que os usuários sejam anônimos, é possível ver as transações feitas por eles usando seus endereços públicos.

Imutabilidade

Imutável significa que, uma vez que as informações são registradas na Blockchain, elas não podem ser alteradas. Essa propriedade garante segurança e confiança aos usuários, pois eles podem ter certeza de que os dados não serão modificados depois de serem adicionados ao sistema. Se você colocar algo em uma rede Blockchain e por acaso errou alguma informação, terá que criar um novo registro e queimar o incorreto.

Todas as transações são exibidas no histórico da Blockchain, sejam concluídas ou inválidas. Assim como se as transações são validadas, não tem como removê-las ou revertê-las.

Anonimato

Todo usuário em uma Blockchain tem um endereço público (também chamado de chave pública), como um código de identificação. O padrão varia conforme cada rede e são séries de números e/ou letras, gerados automaticamente quando o usuário cria sua carteira (veja mais no item 1.5.1). Não é possível identificar quem está utilizando um endereço, pois dados como nome, documentos e endereço não são utilizados para uso de redes Blockchain. O anonimato existe sem comprometer a transparência do sistema, uma vez que todas as transações são documentadas publicamente.

No mundo da Blockchain, o anonimato varia de acordo com a plataforma. Algumas oferecem apenas pseudônimos, onde as transações são registradas com endereços de carteira, enquanto outras, como Monero e Zcash, oferecem anonimato completo. O equilíbrio entre transparência e privacidade é delicado, especialmente devido às preocupações regulatórias sobre atividades ilegais. Encontrar esse equilíbrio continuará sendo um desafio importante no futuro da Blockchain.

Auditabilidade

É a capacidade de verificar e rastrear transações. Devido à natureza transparente e imutável da Blockchain, todas as transações podem ser verificadas e rastreadas utilizando um navegador de blocos.

Em teoria, as Blockchains oferecem privacidade aos usuários. Blockchains privadas estão sendo consideradas como uma solução para vários casos de uso comercial e governamental, apesar da prevalência das Blockchains públicas.

2.4.7. Tipos de Blockchains

Blockchain Pública

As Blockchains públicas oferecem acesso aberto e permitem que qualquer pessoa participe da rede, sem restrições de acesso. Isso significa que qualquer pessoa pode baixar o software necessário, criar uma conta e começar a enviar transações.

A maioria das transações em Blockchains públicas têm custo, conhecidos como taxas de transação. Essas taxas são usadas para incentivar os nodes a validar e incluir transações nos blocos.

Nó ou *node* em inglês, é como um computador que faz parte de uma rede Blockchain e ajuda a manter a segurança e a precisão das transações. Cada Node tem uma cópia idêntica de todas as transações que ocorreram na rede. Quando uma nova transação é feita, ela é enviada de Node para Node para garantir que todos tenham a mesma informação atualizada.

Em resumo, as Blockchains públicas são transparentes, descentralizadas e seguras. Elas são utilizadas em uma variedade de aplicações, desde pagamentos financeiros até contratos inteligentes e tokens digitais.

Blockchain Privada

Nas Blockchains privadas, a questão central é o controle e a confiança entre os participantes. Imagine uma empresa que deseja compartilhar informações sensíveis com seus parceiros comerciais, como registros financeiros. Com uma Blockchain privada, apenas as partes autorizadas têm acesso a esses dados, mantendo a confidencialidade e a integridade das informações.

Blockchains privadas podem ter desempenho maior em comparação com as Blockchains públicas, já que o número de participantes é limitado e conhecido. Isso significa menos nós na rede e menos competição para validar transações, deixando o tempo de processamento menor e minimizando custos operacionais.

Apesar de oferecerem controle e privacidade, também podem ser mais vulneráveis a ataques se a entidade que controla a rede for comprometida.

Blockchain Consórcio

É como uma parceria entre empresas, onde elas se unem para construir uma rede Blockchain compartilhada. É como um clube exclusivo onde os membros colaboram e compartilham informações de forma segura e eficiente. Esse tipo é mais usado em setores como finanças, saúde e logística.

2.4.8. Camadas das Blockchains (Layers)

As camadas da Blockchain são uma forma de organizar e entender a complexidade da tecnologia por trás das criptomoedas e aplicativos descentralizados. Em resumo, as camadas 0, 1, 2 e 3 são níveis de infraestrutura que trabalham juntos para permitir a operação de um sistema baseado em Blockchain. [18, 8, 13]

Camada 0 (L0): Infraestrutura de Software

L0 se refere a todas as tecnologias digitais que tornam as Blockchains possíveis. O objetivo é tornar as redes de Blockchain funcionais, acessíveis e interoperáveis. A L0 inclui projetos que permitem a comunicação entre Blockchains, como Polkadot, Cosmos e Chain Link, que fornecem dados *off-chain* para aplicativos e Blockchains.

Camada 1 (L1): Blockchains/Redes

L1 inclui Blockchains como Bitcoin, Ethereum, Solana e BNB Chain, que são as

bases essenciais para todos os projetos construídos sobre elas. Essas redes lidam com o consenso, linguagens de programação, tempo de bloco, resolução de problemas e regras que mantêm a rede funcionando. A camada 1 é fundamental para a segurança da Blockchain, garantindo que ela seja imutável e resistente a alterações.

Camada 2 (L2): Soluções de Escalabilidade

L2 é uma rede sobreposta à L1 e inclui integrações de terceiros que trabalham com a L1 para aumentar o número de nós e a taxa de processamento do sistema. As soluções como Optimism, Polygon e Arbitrum, ajudam a minimizar a latência de rede² e reduzir as taxas de transação, removendo computações da Blockchain principal.

Camada 3 (L3): Camada de Aplicação

L3 é a camada de aplicação, onde são construídas soluções específicas para resolver problemas de interoperabilidade entre Blockchains. Essa camada inclui protocolos como o Interledger Protocol (usado pelo Ripple), ICON, Quant e IBC Protocol (usado pelo Cosmos), que facilitam a comunicação entre Blockchains e melhoram a experiência do usuário em aplicativos *cross-chain*.

Interoperabilidade significa que diferentes sistemas e aplicativos podem se comunicar e trocar informações entre si, mesmo que sejam de lugares, empresas ou países diferentes. Isso acontece de forma segura e automática, sem precisar de intervenção humana.

Em resumo, as camadas da Blockchain trabalham juntas para fornecer uma infraestrutura segura e escalável para aplicativos descentralizados. A camada 0 fornece a base para a interoperabilidade, a camada 1 fornece a infraestrutura básica, a camada 2 ajuda a escalabilidade e a camada 3 fornece soluções específicas para problemas de interoperabilidade.

2.4.9. Aplicações da Blockchain

DeFi: Descentralização financeira

Uma das aplicações mais empolgantes é a descentralização financeira. As criptomoedas permitem que as pessoas realizem transações globais sem a necessidade de intermediários, como bancos tradicionais. Além disso, a tecnologia Blockchain possibilita o surgimento de serviços financeiros *peer-to-peer*, como empréstimos, pagamentos e investimentos, proporcionando inclusão financeira a milhões de pessoas ao redor do mundo.

Contratos inteligentes

Os contratos inteligentes são programas auto-executáveis que operam na Blockchain. Eles permitem que acordos e transações sejam cumpridos automaticamente assim que as condições predefinidas forem atendidas. Isso pode alterar a forma como fazemos negócios, eliminando intermediários e reduzindo custos. Contratos inteligentes podem ser usados em setores como: logística, *supply chain*, imobiliário, seguros e muito mais.

²Latência de rede é o atraso na comunicação da rede, o tempo que os dados demoram para ser transferidos. Redes com atrasos maiores têm alta latência, enquanto redes rápidas têm baixa latência. Altas latências pioram a performance e podem fazer aplicativos falharem..

Votação e governança transparente

A Blockchain pode trazer maior transparência e segurança para processos de votação e governança. Utilizando a tecnologia Blockchain, é possível criar sistemas de votação eletrônica seguros e à prova de fraudes, garantindo que os resultados sejam confiáveis e imutáveis. Além disso, a governança descentralizada permite que a comunidade participe ativamente das decisões em projetos e protocolos.

Propriedade de ativos digitais

Através da tokenização de ativos, a Blockchain torna possível a criação de mercados descentralizados para compra, venda e troca de ativos digitais, como: arte, música, propriedade intelectual e até mesmo bens físicos. Isso pode democratizar o acesso a investimentos e oportunidades que antes eram restritas a um pequeno grupo de pessoas.

Educação e aprendizado descentralizado

A Blockchain também tem o potencial de modernizar a educação. Plataformas descentralizadas de aprendizado podem conectar alunos e educadores diretamente, oferecendo acesso a conteúdos educacionais de qualidade em todo o mundo. Além disso, sistemas de certificação baseados em Blockchain podem tornar os registros acadêmicos mais seguros e portáteis.

Identidade Digital

A identidade digital tem emergido como uma solução inovadora para a crescente demanda por segurança e privacidade no mundo digital. Com a evolução da tecnologia Blockchain, as identidades digitais podem se tornar mais seguras, controladas pelos próprios usuários e acessíveis no mundo inteiro.

A identidade digital é uma representação eletrônica da identidade de uma pessoa ou entidade no mundo digital. Inclui informações verificáveis, como nome, data de nascimento, endereço e outras credenciais que permitem a autenticação e autorização em serviços online.

2.5. Segurança

2.5.1. Carteiras de Criptomoedas

A carteira (*wallet*) é como uma conta bancária para suas moedas digitais. É feita para armazenar criptoativos obtidos através de compra, transferência ou mineração.

Algumas carteiras suportam apenas um único ativo digital, outras permitem o armazenamento de várias moedas. As carteiras de hardware são dispositivos físicos nos quais as chaves privadas das criptomoedas podem ser armazenadas, enquanto as alternativas incluem carteiras da web, carteiras de smartphones e até carteiras de papel.

Chaves de Segurança

Chaves públicas

São como os números das contas bancárias, é uma sequência de números e letras e produzida aleatoriamente ao criar uma carteira. É a informação necessária para transferir ou receber ativos digitais. Aparece no rastreador de blocos e não é possível que ninguém

altere ou gaste o dinheiro de outro usuário apenas com essa chave.

Chaves privadas

São as senhas e frases-semente para você acessar as carteiras 2.12. Essas, diferentemente das chaves públicas, devem ser mantidas em sigilo e local físico seguro.

A senha é para o login na sua carteira. No caso das *hardware wallets*, são utilizados códigos PIN (*Personal Identification Number*) que são uma sequência só de números definida pelo usuário.

A frase-semente (*seed-phrase*) é a parte mais importante da segurança de uma carteira. Com ela é possível recuperar a mesma conta em diferentes dispositivos, você pode mudar o software ou o hardware mas manter os mesmos ativos.

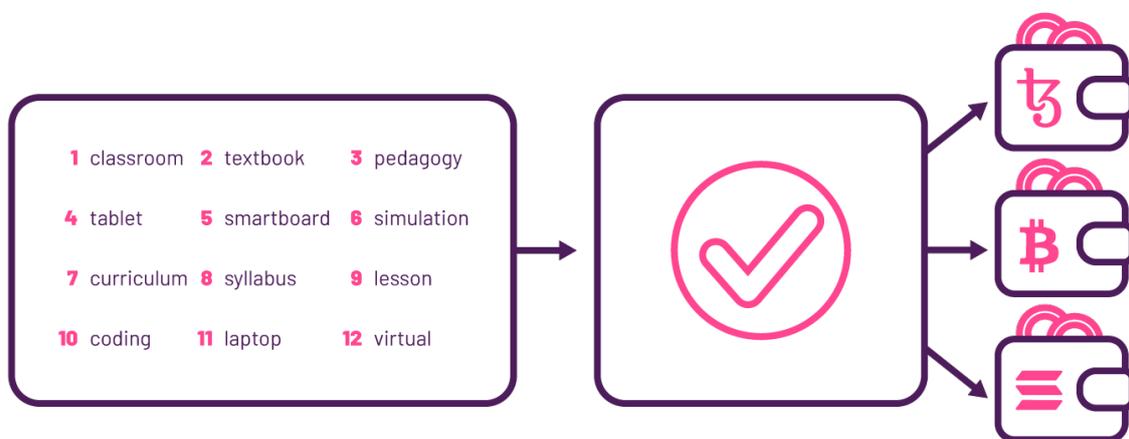


Figura 2.12. Representação gráfica do funcionamento da frase-semente.

Essa sequência de palavras geradas quando você cria uma carteira, deve ser muito bem anotada e armazenada em local seguro, pois uma vez que você perder a *seed-phrase*, é impossível resgatar sua carteira novamente. As frases-sementes não têm sistema de recuperação, é apenas possível gerar uma nova sequência enquanto sua carteira é acessada, que é como atualizar uma senha.

Essas chaves não devem ser mantidas de maneira nenhuma em arquivos digitais, e-mails ou aplicativos, pois isso as torna extremamente vulneráveis a ataques cibernéticos, como phishing, malwares e outras formas de invasão. Isso é um risco de perda irreversível de ativos digitais, uma vez que qualquer pessoa que obtenha acesso a essas chaves pode transferir os fundos para outra conta sem possibilidade de recuperação. Deve-se armazená-las em um ambiente físico seguro e garantir que não sejam expostas a nenhuma rede conectada à internet.

Carteira Digital

São as carteiras usadas em *desktop* e aplicativos *mobile* (Figura 2.13). Softwares sem nenhuma instituição central ou terceiro que detenha os fundos da carteira. Comumente vinculadas a plataformas de negociação, permitindo que os usuários monitorem seu saldo criptográfico enquanto mantêm suas chaves privadas. As carteiras de *desktop* normalmente são gratuitas e muitas empregam programação de código aberto. A maioria

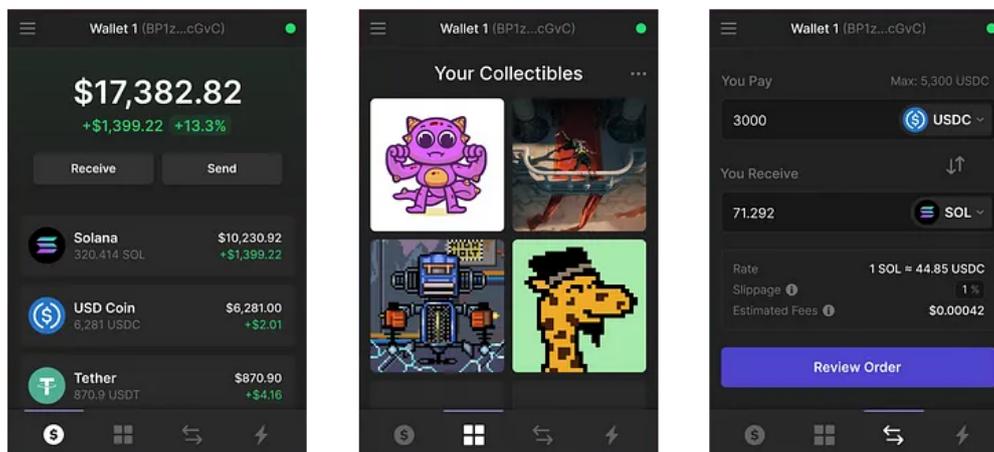


Figura 2.13. Carteira digital Phantom.

das carteiras de *desktop* tem equivalentes móveis, permitindo que os usuários mudem de um *desktop* para um dispositivo móvel.

Carteira Hardware

As carteiras de *hardware* se assemelham a *pen drives* ((Figura 2.14). Uma carteira de *hardware* também contém chaves públicas e privadas para monitorar os ativos nas Blockchains.

As carteiras de *hardware* são frequentemente chamadas de carteiras frias, porém existe a possibilidade de conectá-las à internet, o que não é recomendado caso você queira usar como meio de armazenamento.

Podem ser adquiridas diretamente com as marcas que produzem ou revendas especializadas. No Brasil ainda há poucas lojas que comercializam esses produtos. Algumas marcas conhecidas: Ledger, Trezor, Ngrave, BC Vault, Ellipal.

2.5.1.1. Carteira Quente ou *Hot Wallet*

É a carteira vinculada à Internet que interage com sites e aplicativos. Indicada para interações, como criar perfis e fazer operações casuais.

Carteira Fria ou *Cold Wallet*

As *cold wallets* são carteiras de criptomoedas que não estão vinculadas à internet ou outras redes inseguras. São o método de guardar dinheiro para evitar invasão de hackers, phishing e outros tipos de golpes. Esse tipo de carteira é associada às carteiras de *hardware* e de papel.

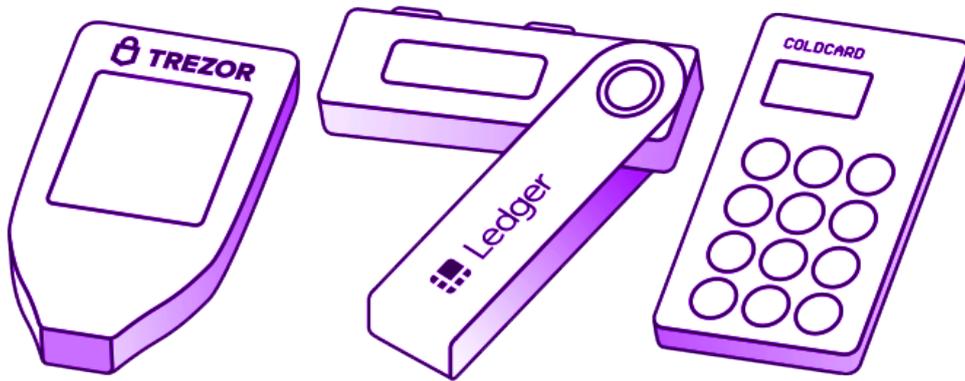


Figura 2.14. Ilustração de carteiras hardware.

2.5.2. Golpes

Infelizmente, onde tem dinheiro, tem gente tentando tirar vantagem de outros. É como era com os golpes na porta de bancos antigamente, agora com o PIX e plataformas de apostas falsas. Criptomoedas não são diferentes. A chave aqui é se prevenir e ficar sempre alerta. Se algo parece bom demais para ser verdade, é golpe.

As criptomoedas são como um grande mundo cheio de oportunidades empolgantes, muita gente afirma sem conhecer que tudo relacionado a cripto é só golpe, mas não é bem assim. O problema é que muitas pessoas que estão começando nesse universo acabam sendo enganadas por informações falsas ou por golpistas espertos.

Golpes com criptomoedas podem aparecer de várias maneiras, como investimentos falsos, oportunidades de trabalho com cachês muito altos e plataformas fraudulentas que acessam as carteiras dos usuários.

2.5.2.1. Abordagens comuns de golpes

Os golpistas, conhecidos como *scammers*, estão aprimorando suas estratégias de forma contínua, atuando no cenário das NFTs e gerando dinheiro de maneira ilegal ao enganar criadores e consumidores de criptomoedas com conteúdo falso.

Perfis Falsos no Instagram se passando por colecionadores de NFTs

Acontece principalmente com artistas que não têm experiência com NFTs, aparecem perfis falsos no Instagram se passando por colecionadores que mandam mensagem dizendo querer comprar obras por um preço altíssimo, geralmente em Ethereum. Parece ótimo, certo? Mas então eles pedem que você pague uma taxa antes de finalizar a venda, e adivinha? Não há venda alguma. É só um golpe.

Proposta para trabalhos

Artistas que já participam do cenário das NFTs podem receber mensagens de fraude disfarçadas de propostas de trabalhos, geralmente jogos DeFi ou encomendas de

arte. Aí então o usuário envia um arquivo dizendo ser o teste do jogo ou referências para a criação. Assim que a pessoa faz o download, pode ser um malware que vasculha o computador para invadir carteiras do artista.

Sites fraudulentos imitando projetos grandes

Golpistas criam sites falsos de projetos populares que estão em alta. Eles espalham esses links em lugares como Discord e Twitter. Quando as pessoas tentam comprar as NFTs desses projetos, as aplicações invadem as carteiras das pessoas que usam esses sites e drenam todo o dinheiro que estiver lá.

Perfis se passando por artistas

Scammers são também perfis falsos que se passam por outros artistas nas plataformas de NFTs. Nestas plataformas, existem métodos para denunciar essas atividades fraudulentas, podendo ser feitas diretamente no site ou através de canais específicos no servidor oficial do Discord. A comunidade NFT costuma identificar esses golpes, pois informações inconsistentes geralmente surgem. A validação feita pela própria comunidade é bem importante e vamos falar sobre isso mais adiante na parte específica sobre Comunidades NFT.

2.5.3. Medidas de Segurança

Para garantir a segurança online, é importante adotar práticas preventivas. Primeiramente, deve-se evitar clicar em links desconhecidos ou abrir anexos de perfis não reconhecidos, pois essas ações podem expor a riscos de segurança. Além disso, é importante não conectar a carteira digital a sites que não sejam confiáveis. Também é essencial duvidar de propostas que parecem excessivamente vantajosas, pois frequentemente se tratam de golpes.

Para facilitar negociações seguras, recomenda-se criar métodos diretos e organizados que permitam a troca de informações de forma clara e transparente. O uso de extensões anti-phishing e anti-spam 2.15 pode ajudar a proteger a navegação e a evitar fraudes. Ao interagir com outros usuários, é aconselhável vasculhar seus perfis em busca de informações confiáveis que possam validar a identidade.

Caso se as exigências de medidas de segurança e o potencial "cliente" insista que não pode cumpri-las, deve-se desistir da negociação. Além disso, nunca deve-se compartilhar chaves de acesso com ninguém e é importante armazená-las em um local físico seguro. Para aumentar ainda mais a segurança, recomenda-se trocar senhas regularmente e considerar "rechavear" as carteiras quando necessário, gerando uma nova frase-semente. Essas práticas são fundamentais para proteger informações e ativos digitais.

Extensões Anti Phishing/Spam:

- **Pocket Universe** - <https://www.pocketuniverse.app/>
- **Wallet Guard** - <https://www.walletguard.app/>

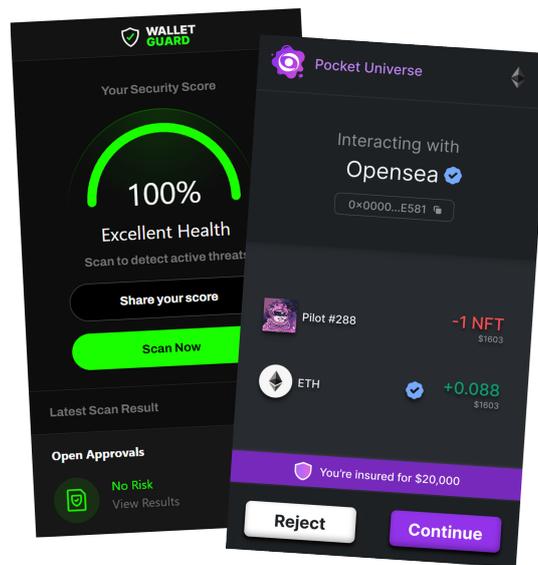


Figura 2.15. Extensões anti-phishing e anti-spam Pocket Universe e Wallet Guard.

2.6. NFTs

NFTs são as iniciais de *non-fungible token*, ou ficha não fungível. Podemos entender NFT como o certificado digital de propriedade de um item. Esse certificado é criado e registrado em uma rede Blockchain e pode conter arquivos, links, texto ou códigos. Como um ativo digital único, não pode ser substituído por outro.

Fungível é um termo jurídico para definir coisas substituíveis, como por exemplo automóveis, móveis e dinheiro.

Já *infungível*, é o que não se pode substituir: obras de arte, bens imóveis (casas, apartamentos e terrenos), ou objetos raros dos quais restam um único exemplar são exemplos.

Depois da "mintagem", o ID e o endereço de contrato de uma NFT não podem ser alterados. Metadados de uma NFT podem ser modificados depois da mintagem, mas para isso é necessário conhecimento de programação ou alguma plataforma que faça este tipo de ação. A grande maioria das NFTs possuem características permanentemente imutáveis.

2.6.1. Metadados

Metadados NFT são como etiquetas com as propriedades ou detalhes de um ativo digital[3]. A seguir estão alguns dos metadados mais comumente usados:

- Descrição do arquivo
- Nome do arquivo
- Categorias
- Histórico de transações



Figura 2.16. NFT parte da coleção SadSols em colaboração com a artista Numa.

- Data e Hora

Os metadados NFT existem como uma entidade separada e não são iguais aos NFT [21]. Os metadados são armazenados em um local diferente, o que é crucial para conservar o valor do NFT. Existem duas maneiras de armazenar os metadados:

- **On-chain:** Neste caso, a informação do NFT fica diretamente na rede Blockchain, integrados ao próprio NFT.
- **Off-chain:** A informação fica em servidores ou sistemas de armazenamento em nuvem. O InterPlanetary File System (IPFS) é usado neste caso, um protocolo de armazenamento que permite a qualquer pessoa compartilhar arquivos diretamente de seu próprio computador.

Geralmente os metadados são armazenados *off-chain* e como um arquivo JSON. Existem metadados descritivos, estruturais, administrativos, de referência, estatísticos e legais.

2.6.2. dNFTs

NFTs dinâmicos, também conhecidos como “semi fungíveis” ou “NFT vivo”, são um tipo de NFT com características que podem se alterar. Bastante usados em jogos DeFi, como por exemplo insígnias que mudam após o jogador completar alguma missão. Aparece também nas artes, que podem mudar conforme o que o artista determina.

Os NFTs do jogador de basquete LaMelo Ball são dinâmicos. Os NFTs incorporam dados esportivos na rede e mudam conforme o desempenho e resultado dos jogos que ele disputa. A figura 2.18 é um item da coleção, que atualiza conforme os bloqueios que ele realiza durante as partidas.

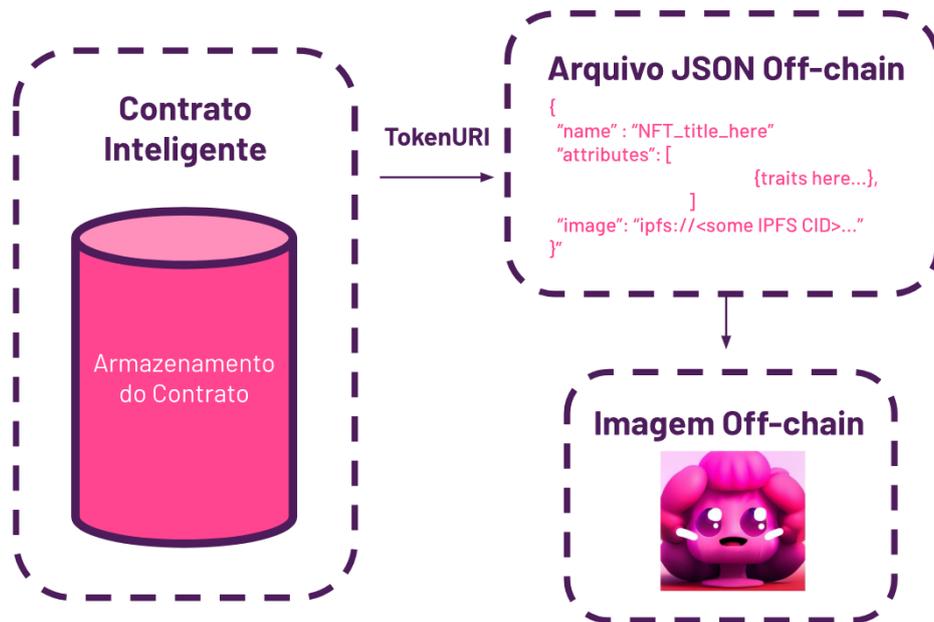


Figura 2.17. Metadados *off-chain*. Fonte: LeftAsExercise[28].



Figura 2.18. NFT da coleção do atleta LaMelo.

Outro exemplo também, é que os NFTs dinâmicos poderiam ser utilizados para venda de bens físicos. Na figura 2.19 abaixo como poderia ser utilizado para uma casa, inicialmente com suas características iniciais e após alguns anos depois de ter passado por reformas e mudança de proprietários.



Figura 2.19. Exemplo de tokenização de ativos do mundo real. Fonte: Chainlink [25].

2.6.3. cNFTs

Compressed NFTs ou NFTs comprimidas 2.20 são um tipo único de token na Blockchain Solana que permite agrupar vários tokens únicos em uma única conta, reduzindo muito os custos de criação. São uma alternativa econômica quando se trata de mintagem em massa de tokens, evitando as altas taxas associadas aos NFTs tradicionais. Porém, é importante ter em mente que descompactar cNFTs incorre em custos adicionais.

2.6.4. Resumo de como fazer NFT

Passo-a-passo geral

1. Escolher a Blockchain
2. Escolher a Plataforma
3. Gerar um arquivo
4. Mintar o arquivo na Plataforma
5. Listar a NFT
6. Divulgação

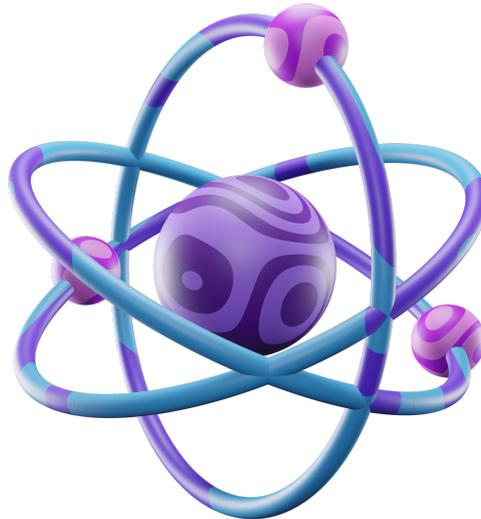


Figura 2.20. Representação de cNFTs na 3.land.

Para criar uma NFT de modo genérico, basta seguir uma série de etapas básicas. Primeiramente, deve-se escolher a blockchain que melhor se adequa às necessidades do projeto, considerando aspectos como taxa de transação, escalabilidade e comunidade. Em seguida, é preciso selecionar a plataforma que permitirá a criação e negociação da NFT.

Após a escolha da blockchain e da plataforma, o próximo passo é gerar um arquivo que representará a NFT. Esse arquivo pode ser uma imagem, um vídeo ou qualquer outro tipo de conteúdo digital ou digitalizado (nunca deve-se criar a mesma arte em diferentes blockchains, isso é tido como um princípio básico dos criadores de NFT). Uma vez criado o arquivo, é necessário "mintá-lo" na plataforma escolhida, o que envolve a conversão do arquivo em um token digital que será registrado na blockchain.

Após o *minting*, a NFT pode ser listada para venda ou troca para permitir que outros usuários possam visualizá-la e adquiri-la. Por fim, a divulgação da NFT para aumentar sua visibilidade e atrair colecionadores. Todas essas etapas são um resumo que pode ser aplicado a diferentes realidades e objetivos, tendo variações para cada caso específico.

2.7. Comunidades NFT

Uma comunidade NFT é um grupo digital de pessoas interessadas em NFTs, que se reúnem para discutir, criar, comprar, vender e trocar esses tokens. A existência e o funcionamento de uma blockchain são indissociáveis do suporte e participação da comunidade, o sucesso de uma abordagem baseada em blockchain está condicionado à decisão dos participantes em apoiar e manter a colaboração [12].

Por consequência, comunidades são a base de qualquer projeto relacionado à NFT, para propiciar apoio e validação. Também servem como incubadoras para inovação e fóruns para educação e governança relacionadas a NFTs. DAOs (Organizações Autônomas Descentralizadas) e DisCOs (Organizações Colaborativas Distribuídas) acreditam no valor da colaboração e da comunidade. Os participantes são incentivados a apoiar e manter

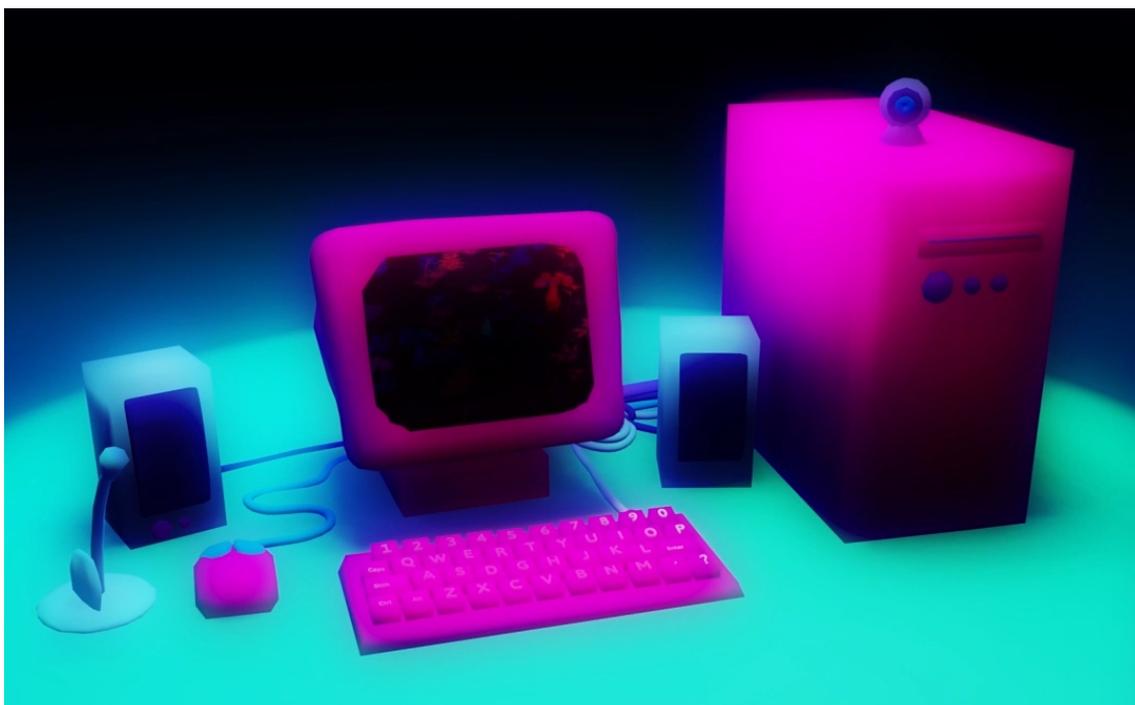


Figura 2.21. NFT "web1 was here" de Numa.

a rede em troca de fazerem parte de uma comunidade solidária.

No mundo das NFTs, as coisas podem ir muito além de simplesmente monetizar conteúdo. Esses tokens digitais podem criar espaços organizados e decididos em conjunto, promovendo uma nova forma de criar e se conectar, o "pensamento Web 3.0".

Não se trata apenas de transações financeiras. A mudança do modelo da Web 2.0 para a Web 3.0 exige alterações importantes na forma como as pessoas consomem, pois coloca em questão estruturas tradicionais, como a dependência de instituições financeiras e o apego excessivo a bens materiais. Diferente dessas crenças que moldam o estilo de vida atual, a cultura dos criptoativos se baseia em princípios de autocustódia do dinheiro e em uma nova maneira de vivenciar as coisas. [20]

2.7.1. Tipos de comunidades NFT

Existem diferentes tipos de comunidades NFT, cada uma com suas próprias características e objetivos:

- **Comunidades de projeto:** Centradas em torno de um projeto NFT específico, como uma coleção de arte digital.
- **Comunidades de colecionadores:** Reúnem pessoas interessadas em colecionar NFTs, independentemente do projeto.
- **Comunidades de artistas:** Focadas em artistas digitais que criam NFTs.
- **Comunidades de investidores:** Compostas por pessoas que investem em NFTs com fins lucrativos.

- **DAO:** "decentralised autonomous organisation" é um modelo democrático de organização coletiva, onde o valor social é recompensado com tokens [12].

A Famous Fox Federation (FFF) é uma coleção na blockchain Solana, que teve seu lançamento inicial com 7.777 NFTs de raposas geradas aleatoriamente, cada uma apresentando um conjunto exclusivo de atributos, uma prática comum nas chamadas "coleções generativas". O que torna essa coleção particularmente interessante é a diversidade de experiências que oferece para *holders* (detentores das NFTs), que vão além da simples posse desses ativos digitais. Disponibiliza em seu site (Figura 2.22) atividades recreativas, como jogos e a personalização das raposas e ferramentas de utilidade, além de ter seu *token* próprio. A plataforma também oferece função de troca segura de NFTs, mercado encomendas de arte, espaço para negociação de *tokens* da rede Solana, o mecanismo de enviar mensagens como NFTs, entre outras funcionalidades.

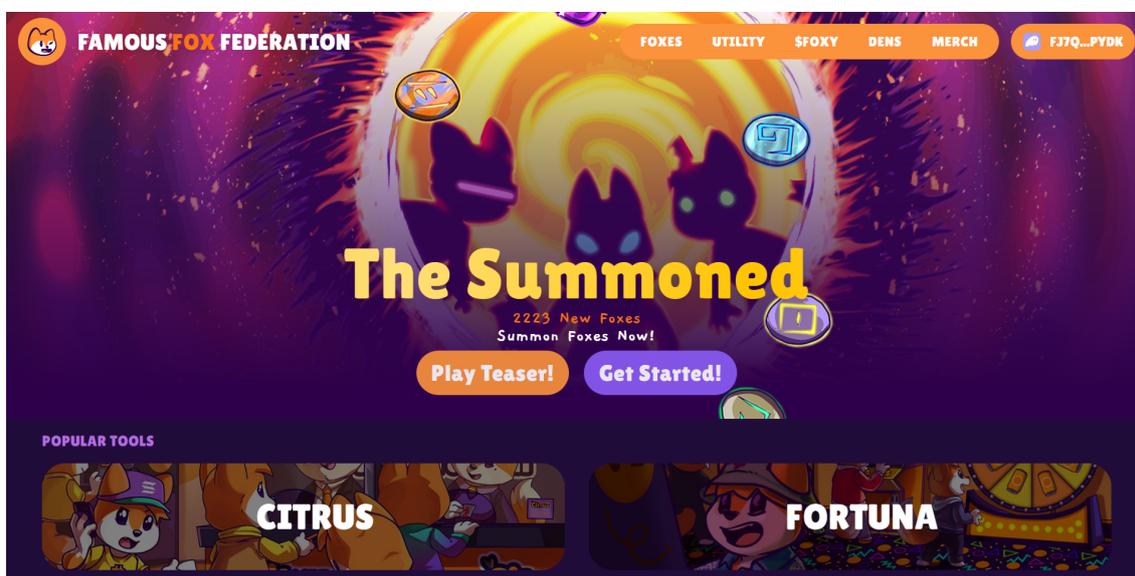


Figura 2.22. Site da coleção Famous Fox Federation.

2.7.2. Como fazer parte de uma comunidade NFT

Para participar dessas comunidades, é indispensável utilizar as plataformas sociais como Discord e Twitter. Através dessas ferramentas é importante manter contato regular com outros usuários; seja para compartilhar novidades, tirar dúvidas e participar de conversas dentro da rede. Para construir um ambiente colaborativo, procurar não ter medo de fazer perguntas e, sempre que necessário, oferecer ajuda também. A construção de uma comunidade leal exige consistência e paciência, demanda tempo e esforço, e os resultados não são imediatos. Por último, buscar a autenticidade e transparência no que se comunica, é super possível nesses ambientes de conectar mais facilmente com outras pessoas com interesses mútuos.

2.7.3. Dicas para iniciantes

Adotar uma abordagem cautelosa e realista se torna uma estratégia necessária para não se vislumbrar com o ambiente das NFTs e evitar problemas. Primeiramente, não confiar em

promessas de dinheiro fácil, frequentemente associadas à ideia de que é possível se tornar milionário em um curto período.

As NFTs devem ser utilizadas como uma ferramenta para mostrar o trabalho artístico e criativo, valorizando a originalidade e a qualidade da produção. Nesse meio existem muitas postagens que incentivam a deixar NFTs em locais aleatórios, como "deixe seu NFT aqui". Esse tipo de prática é conhecido como "engagement farm", uma estratégia maliciosa para aumentar a visibilidade nas redes sociais.

A verificação da confiabilidade dos usuários que interagem é essencial e colabora coletivamente para construir comunidades. Interações com perfis não confiáveis podem resultar em perda de recursos.

Também recomenda-se não exagerar nas mensagens em bate-papos, servidores ou postagens sobre um mesmo conteúdo, conhecido como flood.

Outro aspecto importante é a segurança das chaves digitais; nunca deve-se salvá-las em e-mails ou telefones, pois isso pode comprometer a integridade das contas.

Por fim, é aconselhável não se arriscar financeiramente sem estratégia bem definida, pois a transição para o mundo das NFTs pode ser incerta e desafiadora.

2.7.4. Experimentações artísticas



Figura 2.23. Peças da coleção “Gate Nu” de Numa, primeira coleção da artista lançada em Solana (2022). Contou também com a colaboração de mais de 70 artistas.

O espaço das NFTs representa um terreno fértil ainda pouco explorado, demandando de nós a responsabilidade de desvendá-lo de maneira consciente. Nas comunidades de NFTs, é viável promover projetos tanto virtuais quanto presenciais, facilitando a conexão com indivíduos interessados e buscando uma remuneração mais equitativa.

Colaborações (Collabs)

Algo interessante desse meio é que a criação de obras de arte em colaboração é popular nesse meio. Essas colaborações permitem que os artistas alcancem novos públicos, combinem estilos e técnicas, também pode originar obras de arte mais complexas do que as criadas individualmente. Pode se encontrar com frequência em coleções onde vários artistas contribuem para criar uma série de NFTs com um tema comum, como exemplificado na figura 2.23.

A natureza descentralizada da blockchain parece facilitar esse processo em que artistas colaborem remotamente na criação de NFTs. Por mais que os espaços físicos e outros ambientes virtuais tenham o mesmo potencial de fomentar colaborações, o ambiente das NFTs parece dar mais importância e motivação a esta prática. Isso provavelmente se deve à possibilidade da atribuição de créditos e royalties, que garantem a autenticidade das parcerias.

Aprendizado de novas mídias

As NFTs são uma ferramenta incrível para a experimentação de novas mídias e técnicas para se criar arte. Como é possível agregar muitos tipos de arquivo à blockchain, isso traz a oportunidade de poder produzir de maneiras que artistas nunca puderam ou pensaram. Aprender novos softwares, digitalizar obras físicas e até mesmo programação são algumas das formas que artistas vêm aprendendo a elaborar obras de arte.

Eventos

Os eventos de arte com NFTs têm ajudado muitos artistas a ganhar visibilidade de forma mais natural do que no mercado de arte tradicional. Através da criptoarte, é mais fácil para expor obras em eventos ao redor do mundo. No entanto, muitos desses eventos ainda acontecem em lugares específicos, como Rio e São Paulo no Brasil, e nos EUA e Europa em geral. Isso pode ser difícil para artistas de outras regiões, especialmente da América Latina, pois eles podem não ter recursos financeiros ou enfrentar problemas para obter vistos.



Figura 2.24. Banner na entrada do evento NFT Brasil 2023, foto de Toni Oliveira.

2.7.5. Iniciativas Sociais

As NFTs estão sendo exploradas não apenas como ferramentas de criação, mas também como agentes de impacto social positivo.

Projetos sociais frequentemente enfrentam dificuldades para obter doações, seja por apoio empresarial ou subsídios governamentais. Nesse contexto, a integração de NFTs surge como uma alternativa eficaz, embora ainda elitizada. É importante reconhecer que o impacto de cada ferramenta depende de seu uso. A colaboração e o uso responsável da tecnologia blockchain podem contribuir para causas importantes e desempenhar um papel importante na recuperação da autenticidade em ambientes digitais.



Figura 2.25. Balot NFT.

Um exemplo excelente disso é a iniciativa Balot NFT, liderada pela *Congolese Plantation Workers Art League* (CATPC [5]). Usaram da tecnologia NFT para reivindicar o patrimônio cultural e comprar de volta terras roubadas e prejudicadas pelo plantation no Congo. Cada NFT Balot representa um hectare de terra, e os fundos arrecadados são usados para replantar florestas e reintroduzir formas sustentáveis de governança e uso da terra.

A escultura Balot, que faz parte da coleção do Virginia Museum of Fine Arts desde 2015, retornou temporariamente ao Congo depois dessa ação do coletivo CATPC, onde foi recebida com uma cerimônia. A obra foi criada após a Revolta Pende (1931) como um objeto de poder contra o regime colonial, a escultura agora simboliza a luta contínua da comunidade pela restauração de suas terras e florestas.

Esse pensamento pode revolucionar a maneira como interagimos com arte, tecnologia e sociedade, abrindo portas para novas possibilidades de expressão, colaboração e conexão em um mundo cada vez mais interconectado.

2.8. Plataformas de NFTs

As plataformas de NFTs são mercados online onde você pode criar, comprar, vender e negociar NFTs. Elas atuam como intermediários, facilitando as transações entre criadores

e colecionadores.

Existem muitas plataformas diferentes, cada uma com suas próprias características, taxas e comunidade. Na figura abaixo estão algumas das plataformas mais conhecidas e utilizadas para a criação e negociação de NFTs:

Blockchain	Plataforma
Solana	3.land, Mallow, Exchange Art, Foster Protocol, Artplex, Tensor, Magic Eden, Truffle, dReader.
Ethereum e suas layers	Zora, Super Rare, mint.fun, Foundation, Ninfa, Manifold, Transient Labs, Nifty Gateway, Rarible, objkt, Magic Eden, (fx)hash.
Algorand	Rand Gallery, Dartroom, Gems, EXA Market, shuffl.
Bitcoin Ordinals	Gamma, Magic Eden, Ordzaa, InscribeNow, Mscribe.
Avax	Hyperspace, Campfire, zeroone, Salvor, Joepegs.
Tezos	objkt, (fx)hash, teia.

Tabela 2.2. Blockchains e suas plataformas NFT

2.8.1. Como escolher uma plataforma de NFT

Escolher a plataforma certa para criar ou colecionar NFTs envolve diversos fatores. Algumas plataformas se destacam mais por tipos de arte específicos, enquanto outras são mais voltadas para colecionáveis, música ou outros ativos digitais. É fundamental verificar a comunidade em torno da plataforma, pois o suporte comunitário é crucial para o sucesso dos NFTs.

As taxas de criação e venda variam de acordo com a plataforma e a blockchain utilizada. Ethereum por exemplo, é a blockchain pioneira em NFTs conhecida por suas altas taxas de transação. No entanto, soluções em L2 (segundas camadas) existem para mitigar esses problemas, enquanto blockchains como Solana, Tezos, Algorand e Avalanche oferecem taxas baixas e menor impacto ambiental.

Algumas plataformas são abertas a todos, enquanto outras exigem curadoria ou convite. O ideal é pesquisar e observar antes de começar, pois é possível utilizar mais de uma plataforma. Existem criadores que atuam em diversas blockchains e plataformas, enquanto outros preferem se concentrar em uma ou algumas específicas.

2.9. Plataformas de Comunicação

No mundo dos NFTs, as plataformas de comunicação desempenham um papel crucial na construção e manutenção de comunidades, na promoção de obras e na facilitação de negociações. As plataformas mais usadas variam desde redes sociais tradicionais até aplicativos específicos para comunidades de criptoativos.

2.9.1. X (Twitter)

O Twitter é a principal rede social usada por artistas, colecionadores de NFTs e profissionais da área para interagir com a comunidade em geral. É comum ter grupos de artistas NFTs para se apoiarem mutuamente, compartilhando seus trabalhos e conversando. Há também o instrumento denominado "comunidades", áreas específicas são criadas por algum usuário e geralmente têm um tema central, sendo possível fazer posts direcionados a quem se inscreveu previamente usando este recurso. A ferramenta de áudio ao vivo, chamada *Spaces*, permite que criadores e colecionadores realizem discussões e interajam com ouvintes em tempo real.

O Twitter é uma plataforma muito funcional para pesquisar sobre NFTs, pois a

maioria dos acontecimentos está registrada por lá e proporciona agilidade para encontrar demandas específicas, basta fazer um tweet que a própria comunidade acaba interagindo e respondendo. Devido à recente suspensão da plataforma por descumprimento de leis brasileiras por irregularidade em sua operação no país, sem o Twitter, a maioria dos membros do mercado cripto estão ficaram sem a principal ferramenta de comunicação desse meio. Isso é uma prova prática da interseção da web 2.0 e 3.0, que ainda opera de modo centralizado. Apesar de existirem muitas plataformas, a mais usada por essas pessoas é uma ferramenta de código fechado que não segue normas importantes, reforçando a importância de existir plataformas *on-chain* e *opensource*.

2.9.2. Discord

O Discord é uma das principais plataformas de comunicação usadas por comunidades de NFTs. Originalmente criada para jogadores, a plataforma agora abriga milhares de servidores dedicados a NFTs, onde os membros podem discutir projetos, compartilhar notícias, organizar e participar de eventos, entre outras funcionalidades. A maioria das plataformas e projetos relacionados com NFT e cripto possui Discord, e algumas comunidades exigem um convite ou posse de uma NFT específica para entrar. Além disso, bots automatizam tarefas, como moderação, notificações de eventos, integração com outras plataformas e até sistemas de recompensas. O Discord também permite a realização de eventos ao vivo, proporcionando uma interação dinâmica entre os membros das comunidades.

2.9.3. Telegram

O Telegram é outra plataforma de comunicação bastante usada em comunidades de criptoativos e NFTs. É popular por sua flexibilidade e capacidade de suportar grandes grupos. Grupos e Canais permitem a criação de grandes comunidades onde notícias e atualizações podem ser compartilhadas. Bots são utilizados para automatizar tarefas, fornecer informações e até para criar sistemas de compra e venda de NFTs e criptoativos. Usuários podem participar de grupos sem revelar muita informação pessoal, o que pode ser atraente para adeptos da tecnologia blockchain.

2.9.4. Farcaster

Farcaster é uma rede social aberta focada nas comunidades cripto, anteriormente chamado de Warpcast, é um aplicativo para o uso dessa rede. Os usuários podem criar perfis, postar mensagens e conversar uns com os outros, semelhante ao X (Twitter). Se destaca pela descentralização do protocolo utilizado para garantir que os usuários mantenham o controle sobre seus dados e conteúdos.

Projetado especificamente para comunidades e projetos relacionados à Web 3.0 e NFTs, o Farcaster também oferece interoperabilidade, permitindo integração com outras plataformas e dApps (aplicativos descentralizados), além de possibilitar a aquisição de NFTs diretamente pela timeline e ter um sistema integrado de recompensas.

2.9.5. Plataformas Alternativas

Além das plataformas mencionadas, outras plataformas de comunicação também são usadas pela comunidade NFT, cada uma oferece maneiras únicas de se conectar com a comunidade e compartilhar conteúdo.

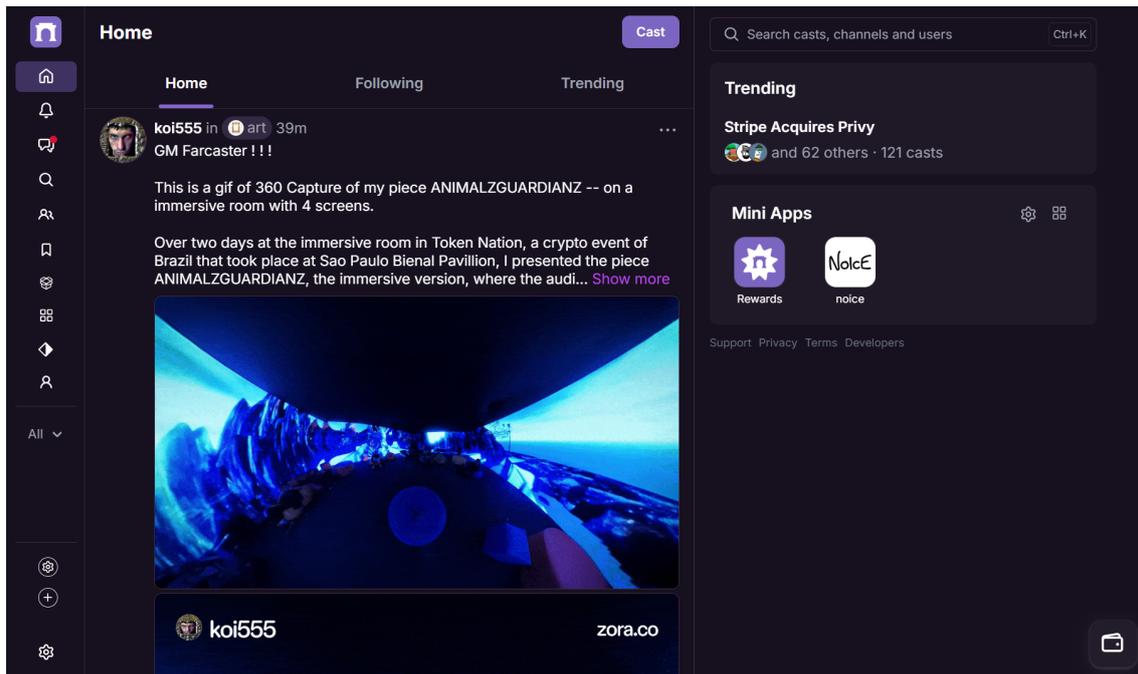


Figura 2.26. Página inicial do dApp Farcaster.

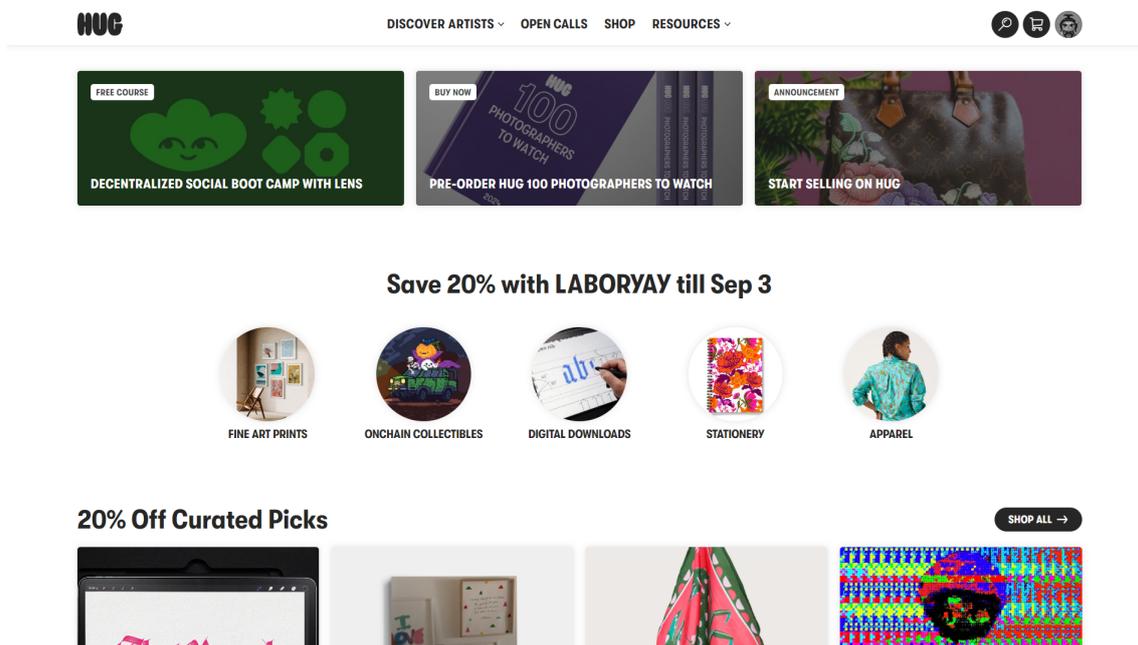


Figura 2.27. Página inicial da plataforma THE HUG, que oferece funcionalidades como divulgação, chamadas abertas para exposições e venda de produtos.

- **LinkedIn:** Usado principalmente para networking profissional e compartilhamento de artigos sobre o mercado cripto.
- **THE HUG (Figura 2.27):** Plataforma para portfolio, depoimentos, interação de comunidade e submissão para exposições de arte.

- **DSCVR (Figura 2.28):** Semelhante ao X (Twitter) também, oferece várias funcionalidades específicas e tem foco na blockchain Solana.

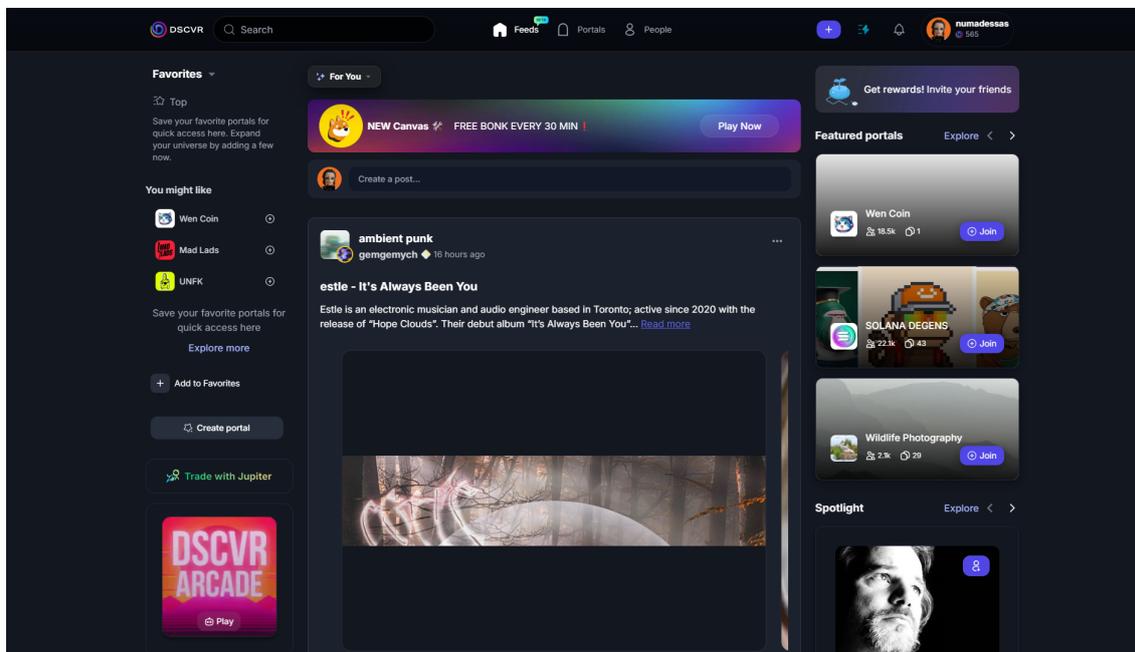


Figura 2.28. Página inicial da plataforma DSCVR.

2.10. Divulgação

A divulgação no universo dos NFTs é essencial para que criadores sejam vistos. É necessário uma dedicação contínua para construir uma presença online, atrair a atenção do público-alvo e converter essa atenção em vendas.

- **Crie uma identidade sólida:** Desenvolva uma identidade visual e tenha um discurso consistente que representem sua personalidade.
- **Seja ativo nas redes sociais:** Manter uma presença ativa nas redes sociais relevantes é muito importante. Interaja com sua audiência, compartilhe seu trabalho e participe de conversas relacionadas a sua área.
- **Construa conexões importantes:** Estabelecer conexões significativas com outros usuários é fundamental. Participe de grupos, servidores e comunidades relevantes. Colaborações e parcerias podem ampliar visibilidade e alcance. Tudo isso você pode rever na parte sobre Comunidades NFT.
- **Crie estratégias:** Para gerenciar efetivamente sua presença no mercado de NFTs, é importante se organizar. Utilize ferramentas de agendamento de postagens quando necessário, organize seus lançamentos e observe a comunidade para encontrar a precificação adequada para suas obras.

2.11. Discussão

As NFTs oferecem um vasto campo de criação, mas exigem uma análise crítica, especialmente no que diz respeito à acessibilidade e à inclusão digital. Muitos usuários da blockchain promovam ideais utópicos, carregados de positividade tóxica (toxic positivity). É mais comum encontrar discursos que vendem "fórmulas de sucesso" rápidas e superficiais, em vez de uma educação descomplicada e acessível sobre as reais possibilidades da Web 3.0. Esse tipo de abordagem ignora as barreiras significativas que ainda existem no acesso a essas tecnologias, pois nenhuma tecnologia aponta para um desenvolvimento revolucionário, na verdade atua no reflexo da estagnação das relações sociais [30].

O ambiente virtual se comporta apenas como uma extensão do mundo físico, refletindo e reproduzindo os problemas sociais existentes[11], portanto o cenário das NFTs não é isento disso. Os impactos dessas tecnologias dependem diretamente de como isso será utilizado, sem atitudes de conscientização para um cenário ético, estruturas discriminatórias de sempre continuarão sendo repetidos e usando tecnologia de maneira excludente. Muitos artistas afirmam que é um desafio se manter ativo nesse espaço, mas que a resistência é necessária.

É contundente que se desenvolvam mais ferramentas e recursos didáticos que facilitem a compreensão e o uso dessas tecnologias por iniciantes. Diante disso, é fundamental que as instituições de ensino e pesquisa desenvolvam abordagens que atendam aos diferentes níveis de letramento digital. A criação de conteúdos multimodais e acessíveis, bem como o uso de uma linguagem clara e simples, podem ser soluções para tornar esse conhecimento mais acessível.

2.12. Conclusão

As NFTs possuem potencial considerável para conferir autonomia aos usuários e suas comunidades. Através do pensamento Web 3.0, é possível que indivíduos detenham controle sobre seus dados e transações, sem a necessidade de intermediários centralizados. Além disso, as experimentações artísticas dentro do universo da blockchain mostram como essas tecnologias permitem novas formas de criação colaborativa e de atribuição de valor a produções culturais. Isso se reflete em práticas como a criação de DAOs e projetos coletivos de NFTs, onde comunidades podem se organizar para promover aperfeiçoamento coletivo ou ações sociais diretas.

Aprender sobre a história e os conceitos técnicos das tecnologias que usamos é de grande importância. Embora não seja obrigatório dominar esses aspectos para utilizar plataformas da Web 3.0, esse conhecimento permite a compreensão de que a blockchain não é uma tecnologia tão recente. Provavelmente as primeiras ideias de blockchain precedem a década de 1970 – quando o conceito da árvore de Merkle foi desenvolvido – sendo resultado de anos de evolução tecnológica.

A aplicação e a importância social das NFTs revela que o ambiente virtual, longe de ser um espaço isolado, é uma extensão do mundo físico, refletindo e reproduzindo os problemas sociais existentes. Esse fato nos leva a entender que a tecnologia por si só não promove um desenvolvimento revolucionário da sociedade. Para que isso realmente ocorresse, seria fundamental que existisse acesso e letramento igualitário para toda a po-

pulação. No contexto das NFTs, isso significa que, sem uma conscientização ética e o uso responsável, as estruturas discriminatórias que permeiam a sociedade continuam a ser reproduzidas. Portanto propagar conhecimento e acesso nesse espaço se torna uma luta coletiva, não apenas individual.

Contrariamente ao princípio da blockchain de descentralização, a apropriação indevida da tecnologia tem produzido concentração de poder nas mãos das classes dominantes. O conhecimento e o uso dessas tecnologias ainda são limitados e pouco inclusivos, o que torna essencial a construção de comunidades comprometidas com a inclusão digital. Somente assim será possível utilizar NFTs como uma ferramenta de promoção de autonomia e expressão para um público amplo e diverso, e não apenas para uma elite privilegiada.

2.13. Referências Bibliográficas

Referências

- [1] Assange, Julian et al. (2013). "Cypherpunks: Liberdade e o Futuro da Internet". Tradução Cristina Yamagami. São Paulo: Boitempo.
- [2] Beutin, Nikolas; Boran, Daniel (2023). "The Great Web 3.0 Glossary". Fachmedien Recht und Wirtschaft.
- [3] Binance (2022). "O que são metadados NFT?". Retrieved from <https://www.binance.com/pt-BR/blog/nft/o-que-s%C3%A3o-metadados-nft-80655932618109691>
- [4] Buterin, V. (2013). "Ethereum Whitepaper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform." Retrieved from <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
- [5] Cercle d'Art des Travailleurs de Plantation Congolaise. Retrieved from <https://catpc.org/home/>
- [6] Chainlink (2023). "What Is a Dynamic NFT (dNFT)?" Retrieved from <https://chain.link/education-hub/what-is-dynamic-nft>
- [7] Chaum, David (1982). "Blind signatures for untraceable payments" in Proc. 2nd Conf. Adv. Cryptol., August 1982
- [8] Guardian (2023). "Blockchain Layers Explained (L1, L2, L3)". Retrieved from <https://guardian.com/blog/blockchain-layers-explained-11-12-13/>
- [9] Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). "How to Time-Stamp a Digital Document." In *Journal of Cryptology*, 3(2), 99-111.
- [10] IBM. "O que é aprendizado de Máquina (ML)" Retrieved from: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/machine-learning>
- [11] Kent, Charlotte (2021). "Blockchain manifestos: fighting for the imagination of a culture". *Burlington Contemporary Issue 5: Utopias*.

- [12] Liddell, Francis (2022). "The Crypto-Museum: Investigating the impact of blockchain and NFTs on digital ownership, authority, and authenticity in museums". The University of Manchester.
- [13] Liljeqvist, Ivan (2022). "Layer-2 vs Layer-3: What is the Difference?". Retrieved from <https://academy.moralis.io/blog/layer-2-vs-layer-3-what-is-the-difference>
- [14] Lima, T. L. P. et al. (2004). "Uma Visão da Web Semântica" In *Journal of Information Security and Applications*, UFG.
- [15] Mazières, David; Shasha, Dennis (2002). "Building secure file systems out of Byzantine storage".
- [16] Menotti, F. A. (2021). "Decentralization or Recentralization? The Reality of Blockchain Networks." *Blockchain and Society Review*, 8(3), 198-211.
- [17] Merkle, Ralph (1979). "A Digital Signature Based on a Conventional Encryption Function" In *Advances in Cryptology - CRYPTO '79*, 369-378.
- [18] Montana, Nicky (2022). "Blockchain layers (L0, L1, L2, L3) in a Diagram". Retrieved from <https://medium.com/@spotmenicky/blockchain-layers-l0-l1-l2-l3-in-a-diagram-569162398db>
- [19] Nakamoto, S. (2008). "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". Retrieved from <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- [20] Numa; Godoy, Gustavo; Teixeira, João (2024). "At the frontier of the metaverse: NFTs, artistic expression, and digital immersions". *Metaverse*, [S.l.], p. 2449, feb. 2024. ISSN 2810-9791. Available at: <https://aber.apacsci.com/index.php/met/article/view/2449>>. Date accessed: 20aug.2024. doi: <http://dx.doi.org/10.54517/m.v5i1.2449>.
- [21] LCX (2022). "NFT and NFT Metadata, what's the difference?". Retrieved from <https://www.lcx.com/nft-and-nft-metadata-whats-the-difference/>
- [22] René, G.; Mapes, D. (2019). "The spatial web: how web 3.0 will connect humans, machines and AI to transform the world". Author's Edition.
- [23] Sathya, A. R.; Jena, A. K. (2020). "Blockchain Technology: The Trust-Free Systems". In *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- [24] Sathya, A. R.; Swain, S. K. (2020). "Consensus and Mining in a Nutshell". In *Bitcoin and Blockchain: History and Current Applications*. CRC Press.
- [25] Sergeenkov, Andrey (2023). "O que são NFTs dinâmicos? Compreendendo a evolução do NFT" Retrieved from <https://www.coindesk.com/pt-br/learn/what-are-dynamic-nfts-understanding-the-evolving-nft/>

- [26] Shasha, D., & Mazières, D. (2002). "SUNDR: A Distributed File System That Guarantees Consistency." In *Proceedings of the 19th ACM Symposium on Operating Systems Principles (SOSP '02)*, 121-136.
- [27] Szabo, N. (2005). "Bitgold." Retrieved from <https://unenumerated.blogspot.com/2005/12/bit-gold.html>.
- [28] Using NFT metadata to safely store digital assets - LeftAsExercise. Acesso em: 03 de Junho de 2024. Disponível em: <https://leftasexercise.com/2021/10/03/using-nft-metadata-to-safely-store-digital-assets/>
- [29] Web3 Foundation (2024). "About Web3 Foundation" Retrieved from <https://web3.foundation/about/>.
- [30] Winston, Brian (1993). "A ilusão da revolução". In: Forester, Tom (Ed.). *Informática e sociedade I: evolução ou revolução?* Tradução de Maria da Conceição Silva e Cunha. Lisboa: Edições Salamandra.
- [31] World Wide Web Consortium. "Web 1.0". Retrieved from <https://www.w3.org/2010/Talks/0921-html5-plh/web10.html>
- [32] World Wide Web Consortium. "Web 2.0". Retrieved from <https://www.w3.org/2010/Talks/0921-html5-plh/web20.html>

Bio

Numa ou Manuella de Godoy e Silva é artista multidisciplinar, nascida em Curitiba e moradora de Recife. DJ, beatmaker, grafiteira, designer e artista visual. Enraizada no Hip Hop desde 2009, atua em diversas áreas, que vão de festivais a eventos educativos, atravessando diferentes cenas culturais. Conectada nas NFTs desde 2021, ativa principalmente no ecossistema Solana e parte da equipe da plataforma de NFTs 3.land e da iniciativa educacional Web3EduBrasil. Mestranda pela UFPE e bolsista CNPq pelo programa MAI/DAI (2023-2025), seus estudos envolvem usar tecnologia blockchain para o desenvolvimento social e artístico.



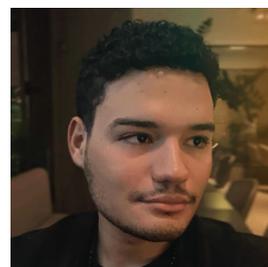
João Marcelo Xavier Natário Teixeira possui Doutorado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com doutorado sanduíche na Universidade do Chile. Atualmente, é professor Adjunto 3 e chefe do Departamento de Eletrônica e Sistemas da UFPE. É membro do colegiado da Pós-graduação em Design (UFPE) e colaborador da Pós-graduação em Engenharia Elétrica (UFPE). Sua pesquisa foca em sistemas embarcados, realidade virtual e aumentada, computação de alto desempenho e programação paralela. Além disso, atua como pesquisador sênior no Voxar Labs do Centro de Informática da UFPE.



Doutor e Mestre em Engenharia de Produção pela UFPE com período Sanduíche na Universidade Técnica de Lisboa (UTL), em Portugal e Bacharel em Design pela UFPE. Professor Associado IV do Departamento de Design da UFPE. Bolsista de Produtividade em Pesquisa Nível 2 pelo CNPq desde 2011 (2011-2013 / 2014-2016 / 2017-2022) e atualmente nível 1D (2022-2026).



Artur Couto é estudante de Ciência da Computação no CIn da UFPE. Com diversas conquistas em competições científicas como na Olimpíada Nacional de ciências e Olimpíada Brasileira de Matemática. Atua como monitor de Matemática Discreta, focando seus esforços em backend e UX/UI design.. É entusiasta da Web 3.0 e envolvido no ecossistema Solana.



Cassio Chagas é analista de inovação com sólida experiência em gestão de projetos e comunidades. Com mais de 4 anos de atuação no mercado Web3, é fundador da Web3EduBrasil, um projeto educacional focado na disseminação da Web3 e suas aplicações.

