

Uma aplicação baseada em blockchain para registro de composições musicais

Mateus de Oliveira Gomes*
Anubis Graciela de Moraes Rossetto †

2022

Resumo

Este trabalho apresenta uma aplicação baseada em armazenamento distribuído e blockchain para registro de composições musicais. O objetivo da aplicação é simplificar o processo de registro para os compositores, eliminando intermediários e ao mesmo tempo garantindo a possibilidade de auditoria da autoria da composição. Foi apresentada uma arquitetura para a solução que incorpora a integração com a plataforma NFT.Storage, que fornece armazenamento descentralizado gratuito no IPFS e no Filecoin, de forma permanente e verificável por vários provedores. O protótipo construído foi disponibilizado para avaliação de usuários, obtendo resultados satisfatórios e com grande potencial para solução de problemas desta natureza.

Palavras-chave: Blockchain. Composições musicais. NFT.Storage. IPFS. Filecoin.

1 Introdução

Registrar composições musicais é um procedimento complicado que pode levar meses para ser finalizado devido a burocracia. Todo o processo é feito por uma instituição chamada Escritório de Direitos Autorais (EDA), que é um departamento da Fundação Biblioteca Nacional. Podem ser registrados arranjos musicais, composições

* <mateusgomes.pf052@academico.ifsul.edu.br>

† <anubisrossetto@ifsul.edu.br>

musicais, letras e partituras de músicas. Com este registro é possível reconhecer quem é o autor (ou autores), especificar os direitos morais e patrimoniais da música e estabelecer a duração dos prazos de proteção, tanto para o titular, quanto para os seus sucessores/herdeiros ([ABRAMUS, 2022](#)).

O pedido de registro é encaminhado para a Fundação Biblioteca Nacional e, em trinta dias úteis a partir da data de recebimento dos documentos, chegará a certidão de registro e o número de identificação da obra na residência do compositor. No entanto, devido as adversidades que acontecem durante o processo, ele pode se prolongar por muito mais tempo, levando meses para ser concluído.

Segundo a Abramus (2022), o procedimento de registro de músicas não é obrigatório, mas serve como indício de prova da autoria, ou seja, demonstra quem declarou primeiro, publicamente, a autoria. É uma forma de resguardar o compositor em eventual disputa judicial.

Destaca-se que este trabalho está restrito ao processo de registro da composição, não englobando os direitos autorais referentes a execução das músicas que fica a carga do ECAD (Escritório Central de Arrecadação e Distribuição). Neste caso, os autores devem fazer o cadastro da música no ECAD.

Visando aprimorar o processo tradicional de registro de composições musicais, o propósito desse trabalho é incorporar a tecnologia Blockchain. A tradução literal significa “cadeia de blocos”, no qual cada bloco armazena determinada informação. Os blocos são encadeados, ou seja, cada um também armazena a chave do bloco anterior, essa chave é chamada de hash, que é gerada por uma função de criptografia ([NAKAMOTO, 2008](#)).

Segundo ([DIAS, 2020](#)), em 2020, a Blockchain está na lista das principais tecnologias que transformarão as empresas, os negócios e a vida humana nos próximos anos. O mundo caminha para o início da quarta Revolução Industrial, e um dos criadores do conceito Indústria 4.0, o suíço Henrik von Scheel, cita a blockchain como uma das tecnologias que conduzirão a transformação digital no planeta.

A blockchain surgiu inicialmente para armazenar os dados das transações da criptomoeda bitcoin, mas depois passou a ser usada para outros fins. O primeiro grande projeto depois do Bitcoin foi o Ethereum, lançado pelo programador russo-canadense Vitalik Buterin, em 2015 ([BUTERIN et al., 2014](#)). Essa nova blockchain, apesar de seguir parte dos princípios da rede do Bitcoin, oferecia aos usuários o diferencial de possibilitar criar smart contracts (contratos inteligentes)([MOHANTA; PANDA; JENA, 2018](#)).

A blockchain é comumente vinculada a conceitos que são considerados seus pilares fundamentais, são eles: segurança, arquitetura descentralizada, integridade e imutabilidade ([PUTHAL et al., 2018](#)). Esses pilares são os pontos principais que podem tornar o registro das composições mais dinâmico, trazendo as qualidades necessárias para otimizar o processo.

Para os artistas, é fundamental ter o registro como forma de proteger os direitos autorais da sua música. A aplicação proposta neste trabalho, baseada em blockchain, busca proporcionar uma forma de fazer o registro das composições sem

custos e assegurar que o registro seja auditável. Desta forma, serve de prova legal do registro por parte do compositor, podendo registrar facilmente suas composições em um livro público, sem intermediários envolvidos, como instituições públicas ou privadas.

O artigo está organizado da seguinte maneira: Seção 2 apresenta os fundamentos e tecnologias, trazendo conceitos importantes relacionados a proposta do trabalho. Ainda na seção 2 contém a subseção das ferramentas utilizadas no desenvolvimento do trabalho. A seção 3 detalha a arquitetura da solução. A seção 4 diz respeito ao desenvolvimento da aplicação. A seção 5 apresenta os resultados obtidos a partir da avaliação da aplicação com usuários. A seção seguinte traz alguns trabalhos correlatos. E a última seção explana as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 Fundamentos e Tecnologias

Nesta seção são apresentados alguns conceitos importantes para o embasamento teórico do trabalho, assim como as tecnologias utilizadas. Desta forma, são abordados conceitos e características da Blockchain e NFT. Entre as ferramentas empregadas no desenvolvimento da solução, estão: IPFS, NFT.Storage, Filecoin, framework Flutter e a plataforma Google Firebase.

2.1 Blockchain

Trata-se de uma tecnologia que surgiu por volta de 2008 para validar e armazenar os dados das transações da criptomoeda bitcoin. Essa tecnologia consiste em uma cadeia de blocos, no qual cada bloco armazena determinado dado juntamente com a chave hash do bloco anterior, e a partir desses dados é gerada a chave do bloco atual (NAKAMOTO, 2008).

Antonopoulos (2014) define um bloco como um contêiner de dados estruturados que agrega as transações para inclusão em seu registro de Blockchain. Para fins de generalizar o seu uso para fora das suas aplicações comumente ligadas às finanças, entende-se transações como "fatos".

Fato, nesse sentido, compreende vários usos. Englobando, inclusive, o que será tratado neste trabalho. Como afirma FILHO, BRAGA e LEAL (2017), pode significar transações financeiras, bem como um programa de computador (também denominado contrato inteligente), qualquer conteúdo digital, como um documento, ou até um determinado conteúdo desse documento.

Carvalho (2018) explica que a junção de vários blocos, de modo encadeado, forma a denominada cadeia de blocos. Os blocos presentes nessa cadeia seguem uma lógica matemática e não são independentes, pois dentro da sua estrutura há o uso da função hash. Essa organização encadeada faz com que não seja possível desvinculá-los.

Alguns fatores tornam a tecnologia blockchain muito segura, e um dos principais é o fato dela ser distribuída, no qual cada nó da rede tem uma cópia da última

versão da cadeia, desta forma, qualquer um que tentar fazer uma alteração em um ou mais blocos, terá que alterar na cópia de cada um dos nós.

Além de ser distribuída, [Carvalho \(2018\)](#) trás outros conceitos fundamentais que tornam a blockchain confiável, são eles:

- Segurança: sua estrutura garante o que são os mais importantes princípios de segurança de computadores: integridade, confidencialidade e disponibilidade;
- Imutabilidade: visto que, por ter uma estrutura ordenada de forma cronológica, nenhum dado adicionado pode ser apagado ou alterado do seu bloco, tornando-se também um histórico temporal de tudo o que foi realizado;
- Integridade dos dados: devido ao encadeamento de cada bloco adicionado com hash do bloco anterior, qualquer tentativa de modificação de um bloco mudará a estrutura dos blocos posteriores.

2.2 NFT

NFT é a sigla para *Non-Fungible Token* que significa token não fungível, são ativos criptográficos únicos que não são intercambiáveis ([KUGLER, 2021](#)).

Para [Bamakan et al. \(2021\)](#) os ativos criptográficos podem ser fungíveis ou não fungíveis. Fungibilidade é a capacidade de troca de um item do mesmo tipo como uma característica essencial, como o bitcoin e moedas físicas. O token não fungível é único e, portanto, não pode ser substituído.

Os NFT's se tornaram uma das aplicações mais difundidas da tecnologia blockchain, que alcançou a atenção mundial no início de 2021. Eles podem ser representações digitais de objetos do mundo real. São direitos negociáveis de ativos digitais (imagens, músicas, filmes e criações virtuais) onde a propriedade é registrada em contratos inteligentes de blockchain ([BAMAKAN et al., 2021](#)). Algumas dessas criações digitais agregaram um valor muito grande e foram vendidas por milhões de dólares. Como a "Everydays: The First 5000 Days", o NFT mais caro do mundo, negociado por sessenta e nove milhões e trezentos mil de dólares([FREIRE, 2022](#)).

Dado o enfoque deste trabalho de armazenar arquivos de composições musicais, o que pode ser considerado um NFT, em uma abordagem baseada em blockchain, é preciso considerar alguns aspectos. Armazenar diretamente grandes blocos de dados na blockchain é inviável, tanto em função das limitações relativas a transação, quanto com relação ao custo para o armazenamento. Neste caso uma solução que envolva armazenamento descentralizado, como o *InterPlanetary File System* (IPFS), tem sido uma abordagem amplamente adotada. A próxima seção apresenta as ferramentas que foram adotadas para o desenvolvimento, considerando estes aspectos.

2.3 Ferramentas utilizadas

2.3.1 IPFS

O *InterPlanetary File System* (IPFS) é um sistema de arquivos que tem como objetivo criar uma rede de computadores com alcance global que permita

o armazenamento de informações de forma totalmente descentralizada, com alta escalabilidade e com grande resistência a censuras de qualquer natureza ([ACADEMY, 2022](#)).

Foi desenvolvido em 2014 por um programador chamado Juan Benet, fundador da Protocol Labs. Ele visava construir uma rede P2P (*Peer-to-Peer*) que permite aos seus integrantes armazenar e distribuir informações de forma totalmente descentralizada em todo o planeta. O sistema funciona com base na conhecida tecnologia de tabela de hash distribuída ou DHT, a mesma que é usado no Protocolo BitTorrent, do qual o IPFS obtém algumas funções para sua rede P2P ([ACADEMY, 2022](#)). A seguir são descritos aspectos do seu funcionamento:

- Fragmentação do arquivo e geração do CID (*Content Id* ou endereço de conteúdo);
- Nós que baixam o arquivo, passam a ser provedores dele;
- Os nós tem a escolha de manter o arquivo armazenado e continuar sendo provedor ou descartá-lo para economizar espaço, mantendo somente o que é de seu interesse;
- Cada versão do arquivo tem seu próprio CID, sendo resistente a adulteração. e qualquer modificação no arquivo não substitui o original, e pode ser processada de forma econômica, aproveitando os fragmentos da versão anterior;
- Contudo, não é preciso lembrar de uma longa sequência de CID's — o IPFS pode encontrar a versão mais recente do arquivo usando o sistema de nomeação descentralizado IPNS, e o DNSLink pode ser usado para mapear CID's para nomes DNS legíveis por humanos ([IPFS, 2022](#)).

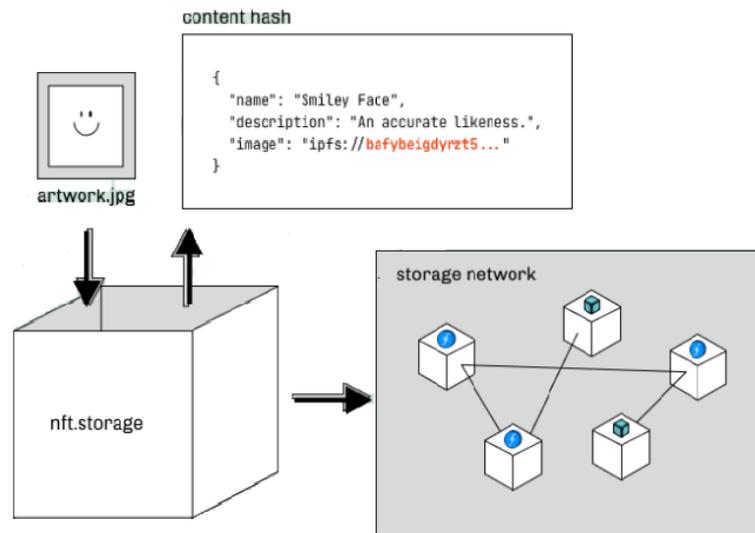
2.3.2 NFT.Storage

NFT.Storage é um serviço de armazenamento de longo prazo projetado para dados NFT *off-chain* (como metadados, imagens e outros ativos) para até trinta e um Gigabytes em tamanho. Os dados são conteúdos endereçados usando o IPFS, o que significa que a URL apontada para um pedaço de dados é completamente exclusiva desses dados ([NFT.STORAGE, 2022](#)).

NFT.Storage armazena muitas cópias de dados carregados na rede pública IPFS de duas maneiras primárias: em servidores IPFS dedicados gerenciados por NFT.Storage, e descentralizado em Filecoin. O Filecoin fornece armazenamento de longo prazo para os dados, garantindo que, mesmo que o NFT.Storage seja atacado ou derrubado, os dados do NFT persistam.

A Figura 1 mostra como funciona o NFT.Storage. Ao enviar um arquivo para o NFT.Storage é retornado um hash IPFS do conteúdo, o CID, que pode ser usado para fazer uma URL do IPFS. Usando o URL do IPFS (`ipfs://<cid>`) é possível se referir ao dado *off-chain* como um ponteiro do conteúdo.

Figura 1 – Esquema NFT.Storage



Fonte: (NFT.STORAGE, 2022)

Esse formato de URL com CID, chamado de endereçamento de conteúdo, vem para solucionar um problema do formato convencional de URL, no qual, quem controla o local do armazenamento controla o conteúdo, e é chamado de endereçamento de localização. Já o endereçamento de conteúdo é a técnica de emitir a cada dado um identificador de conteúdo (CID), ou seja, um token derivado diretamente do conteúdo do arquivo usando um algoritmo que sempre gerará a mesma chave para o mesmo conteúdo. Usando o endereçamento de conteúdo, os arquivos podem ser consultados e recuperados com base no que eles são, não onde eles estão.

O IPFS faz referências aos dados através de seu CID e garante que seja possível obter o conteúdo de volta, desde que pelo menos uma cópia esteja sendo transmitida para a rede. Contudo, só porque um arquivo tem um CID não significa que o arquivo é garantido para sempre. Em um sistema descentralizado de bom funcionamento, todos os participantes precisam concordar em ser bons atores e fornecer capacidade de armazenamento confiável. Por isso, NFT.Storage usa a rede Filecoin. Ela foi criada para incentivar os provedores de armazenamento na rede a concordar com acordos de armazenamento e fornecer provas confiáveis de que os provedores de armazenamento estão realmente armazenando os dados como prometido. Esses acordos especificam que uma certa quantidade de capacidade de armazenamento será fornecida durante um período de tempo acordado, garantindo a persistência de conteúdo (NFT.STORAGE, 2022).

O NFT.Storage consegue aproveitar a rede Filecoin para garantir a disponibilidade de recuperação dos dados, garantindo assim o endereçamento de conteúdo fornecido pelo IPFS. Desta forma, as duas tecnologias agem de forma complementar para armazenar e recuperar os dados. Cabe destacar que a plataforma é de uso gratuito.

2.3.3 Filecoin

De acordo com [Ismar \(2022\)](#), o Filecoin consiste em uma rede descentralizada para armazenar e compartilhar dados. Ele é um mercado de armazenamento de dados para dados persistentes e endereçados a conteúdo. A coordenação do armazenamento de conteúdo ocorre por meio de uma camada de incentivo habilitada para criptomoeda baseada em blockchain. Assim, o próprio usuário pode alugar uma parte do seu disco rígido e, em troca, receberá os tokens FIL — que são a moeda digital da plataforma.

Dessa forma, o Filecoin possibilita que seus usuários possam usar diferentes servidores e acessá-los de qualquer lugar. No contexto do IPFS, ele por si só não inclui um mecanismo incorporado para incentivar o armazenamento de dados para outras pessoas. Este é o desafio que o Filecoin busca resolver. O Filecoin é construído no IPFS para criar um mercado de armazenamento distribuído a longo prazo ([FILECOIN, 2022](#)).

Assim, o NFT.Storage aproveita a rede Filecoin para garantir que o conteúdo esteja disponível para recuperação, fazendo assim, com que o endereçamento baseado em conteúdo fornecido pelo IPFS permaneça resiliente ao longo do tempo. Para tanto, o Filecoin usa vários métodos, incluindo criptografia inovadora, protocolos de consenso, incentivos teóricos de jogos e verificação de armazenamento ([NFT.STORAGE, 2022](#)).

O sistema de verificação de armazenamento da Filecoin resolve um problema anteriormente intratável para armazenamento descentralizado: como os provedores de armazenamento podem provar que estão realmente armazenando os dados que dizem estar ao longo do tempo? Os algoritmos de comprovação do Filecoin cuidam dessa verificação ([NFT.STORAGE, 2022](#)):

- *Proof-of-Replication*: prova que um determinado provedor de armazenamento está armazenando uma cópia exclusiva dos dados originais de um cliente;
- *Proof-of-Spacetime*: prova que os dados do cliente são armazenados continuamente ao longo do tempo.

Como essas provas acabam on-chain, qualquer pessoa pode olhar para o blockchain do Filecoin e verificar se um determinado conteúdo estava sendo armazenado por esse período de tempo por esses provedores de armazenamento ([NFT.STORAGE, 2022](#)).

2.3.4 Framework Flutter

Flutter é um framework (kit de desenvolvimento de código aberto) baseado na linguagem de programação Dart criado pelo Google em 2015 ([FLUTTER, 2022a](#)).

Algumas de suas principais características são:

- Multiplataforma: permite que sejam construídos aplicativos para dispositivos móveis, web, desktop e embarcados — tudo a partir de uma única base de código ([FLUTTER, 2022a](#));

- Criação de aplicações nativas a partir de um único código base. Com o Flutter é possível desenvolver aplicações nativas para Android e iOS;
- Acesso direto aos recursos nativos do sistema: uma aplicação criada em Flutter possui acesso nativo aos recursos do dispositivo (câmera, Wi-Fi, memória, etc) (ANDRADE, 2021).

A estrutura do framework está baseada em widgets, que são os blocos de construção da interface de usuário de um aplicativo Flutter, e cada widget é uma declaração imutável de parte da interface do usuário (FLUTTER, 2022b).

Desse modo, cada qual define:

- Um elemento estrutural (como um botão ou menu);
- Um elemento estilístico (como uma fonte ou esquema de cores);
- Um aspecto de layout (como preenchimento).

O Flutter fornece seus próprios widgets prontos que parecem nativos para Android ou para iOS (Cupertino). Também é possível criar widgets personalizados (BLENDIT, 2021).

2.3.5 Plataforma Firebase

Firebase é uma plataforma de desenvolvimento em nuvem do Google, focado no suporte à aplicações mobile e web através de ferramentas e extensões. A ferramenta utilizada para o desenvolvimento da aplicação foi o Cloud Firestore.

O Cloud Firestore é um banco de dados de nuvem NoSQL flexível e escalonável para desenvolvimento focado em dispositivos móveis, Web e servidores pelo Firebase e do Google Cloud. Ele mantém os dados em sincronia em aplicativos cliente usando listeners em tempo real. Além disso, oferece suporte off-line para dispositivos móveis e Web para que seja possível criar aplicativos responsivos que funcionem independentemente da latência da rede ou da conectividade com a Internet (FIREBASE, 2022).

A estrutura de dados do Firestore é dividida em coleções (*collections*) e documentos (*documents*), com isso é possível armazenar os dados dos usuários e o CID das composições.

3 Arquitetura da Solução

Visando uma solução para registro de composições musicais que se beneficie das características da blockchain, foi projetada a arquitetura apresentada na Figura 2. A arquitetura é composta pelos seguintes componentes:

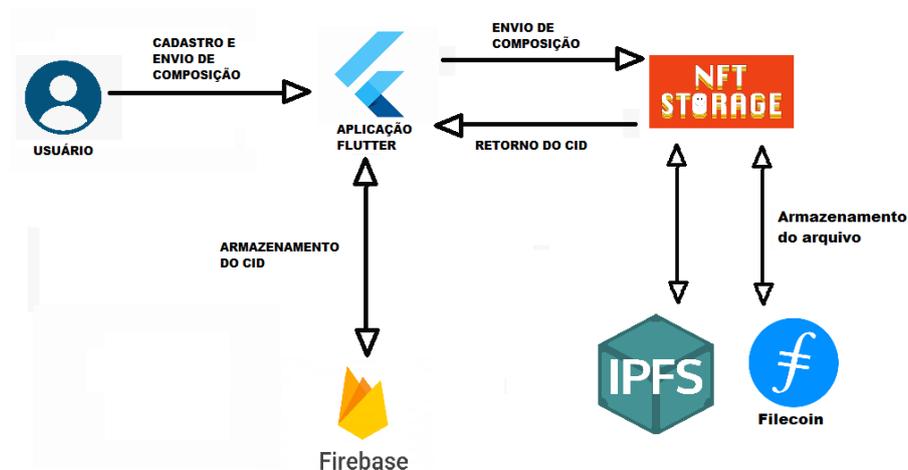
- Usuário: compositor que deseja realizar o registro das suas composições;

- Aplicação Flutter: Aplicação multiplataforma para o usuário fazer o registro e consulta das suas composições;
- NFT.Storage: serviço que gerencia o armazenamento descentralizado de NFTs;
- IPFS e Filecoin: faz o armazenamento descentralizado do arquivo da composição;
- Firebase: para persistência dos dados dos registros.

A arquitetura possui uma aplicação desenvolvida em Flutter que é responsável pela comunicação com a plataforma Firebase e com a plataforma NFT.Storage, que foi escolhida por se tratar de uma plataforma gratuita e que abstrai várias camadas do desenvolvimento. Desta forma, por meio da aplicação desenvolvida, o arquivo da composição musical é submetido ao NTF.Storage, que por sua vez faz o armazenamento no IPFS/Filecoin e recebe o CID. A aplicação recebe este CID que é armazenado no Cloud Firestore do Firebase.

Assim, o compositor tem acesso ao CID referente à composição, que está armazenada de forma íntegra e imutável, garantindo a segurança da autoria.

Figura 2 – Arquitetura da solução



Fonte: Do autor, 2022

3.1 Requisitos Funcionais e Não-Funcionais

Para a construção da aplicação foram definidos os seguintes requisitos funcionais:

- CadastrarUsuário: A aplicação deve permitir o cadastro dos usuários;
- RealizarLogin: A aplicação só está disponível após login do usuário por e-mail e senha;

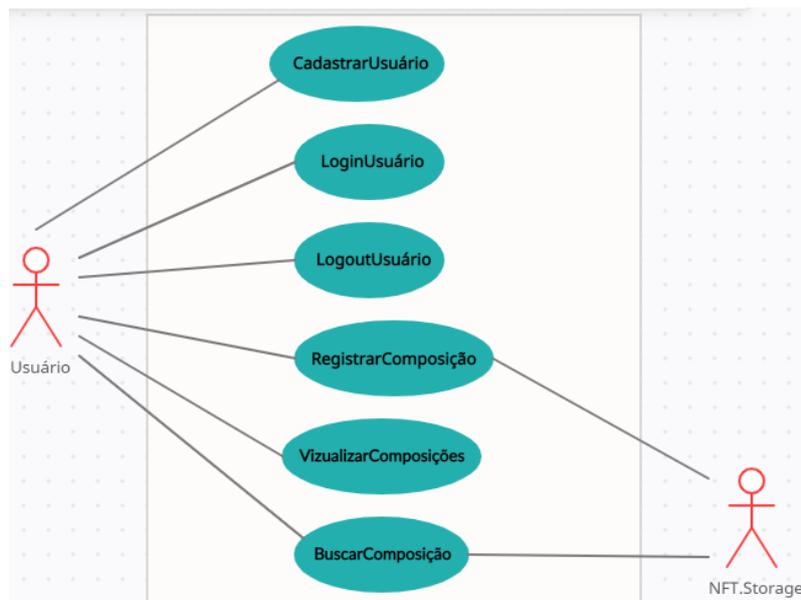
- RegistrarComposição: O usuário pode registrar uma ou mais composições vinculadas ao mesmo usuário;
- MostrarComposições: O usuário pode visualizar todas as composições registradas por ele, bem como seus dados;
- Buscar composições: A aplicação recupera o arquivo do IPFS/Filecoin a partir do CID armazenado.
- LogoutUsuário: A aplicação deve permitir o Logout dos usuários.

Quanto aos requisitos não-funcionais, foram definidos:

- Multiplataforma: Aplicação pode ser gerada tanto para plataforma web quanto para plataforma Android;
- Armazenamento: A aplicação utilizará a plataforma Cloud Firestore para armazenar os dados dos usuários e das composições;
- Autenticação: A autenticação de usuário é feita através da ferramenta Authentication do Firebase;
- NFT.Storage: Faz o armazenamento dos arquivos na blockchain.

Baseado nos requisitos funcionais, foi elaborado o diagrama de casos de uso apresentado na Figura 3, contendo as principais funcionalidades e a interação dos casos de uso com os atores envolvidos: usuário e plataforma NFT.Storage.

Figura 3 – Diagrama de casos de uso da aplicação



Fonte: Do autor, 2022

4 Desenvolvimento da aplicação

A aplicação foi desenvolvida utilizando o framework Flutter juntamente com o Cloud Firestore da plataforma Firebase para persistência de dados, bem como recurso de autenticação de usuários. A seguir são detalhados aspectos de integração da aplicação com o NFT.Storage, como foi feita a persistência no Firestore, bem como descritas as funcionalidades da aplicação.

4.1 Integração com o NFT.Storage

O NFT.Storage é a plataforma que faz o intermédio entre a aplicação e o sistema de arquivos distribuído. A comunicação entre a aplicação e a plataforma foi feita utilizando *HTTP (Hypertext Transfer Protocol) REST (Representational State Transfer)*, e para isso foi necessário primeiramente a *API Key* disponibilizada por ela. O segundo passo para a integração foi a importação da biblioteca *http*, para fazer a requisição POST, mostrada na Figura 4, que, a partir do arquivo selecionado, processa e envia os dados da composição à plataforma. Na montagem da solicitação HTTP, pode-se observar na linha 148 a URL da requisição POST. Já na linha 152 está a API Key da conta no NFT.Storage. O código também faz um tratamento do arquivo para envio à plataforma. Na linha 159 é feito o envio e na linha 166 é possível acessar o CID retornado.

Figura 4 – Código da integração com o NFT.Storage

```
146 PlatformFile file = result.files.first;
147 var request = http.MultipartRequest(
148   | "POST", Uri.parse('https://api.nft.storage/upload'));
149 request.headers['accept'] = 'application/json';
150 request.headers['Content-Type'] = 'application/pdf';
151 request.headers['Authorization'] =
152   | 'Bearer eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJzdWIiOiJkaWQ6ZXRocjowe1
153 request.fields["text_field"] = "composicao";
154
155 var pic = http.MultipartFile.fromBytes('file', file.bytes!.toList(),
156   | filename: file.name, contentType: MediaType('*', '*'));
157
158 request.files.add(pic);
159 var response = await request.send();
160 var responseData = await response.stream.toBytes();
161 var responseString = String.fromCharCode(responseData);
162
163 print(responseString);
164 var dados = jsonDecode(responseString);
165 var valores = dados['value'];
166 var cid = valores['cid'];
```

Fonte: Do Autor, 2022

4.2 Persistência dos dados

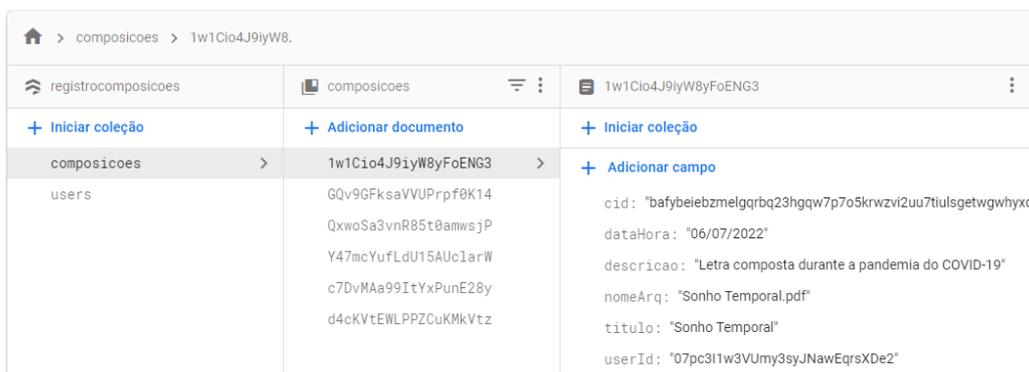
Para o armazenamento dos dados das composições e dos usuários foi utilizado o Cloud Firestore. As informações são mantidas nas coleções *users* e *composicoes*,

onde os dados ficam contidos em documentos.

Para o processo de autenticação também é usado o mecanismo do Firebase, que registra um usuário na coleção *users* no Firestore e mantém sua identificação com o *ID* do usuário. Além disso, a coleção possui os seguintes campos: *cpf*, *dataNascimento*, *nome* e *telefone*.

A Figura 5 traz a ilustração de um documento da coleção *composicoes* que armazena os seguintes campos: *CID*(retornado do NFT.Storage), *datahora*(data do registro da composição), *descricao*, *nomeArq*(nome do arquivo anexado), *titulo*(titulo da composição) e *userId*(Id do compositor). Esses dados são armazenados na tela de registro da composição e somente o título e a descrição podem ser alterados na tela de visualização desses dados.

Figura 5 – Coleção *composicoes* no Firestore



Fonte: Do Autor, 2022

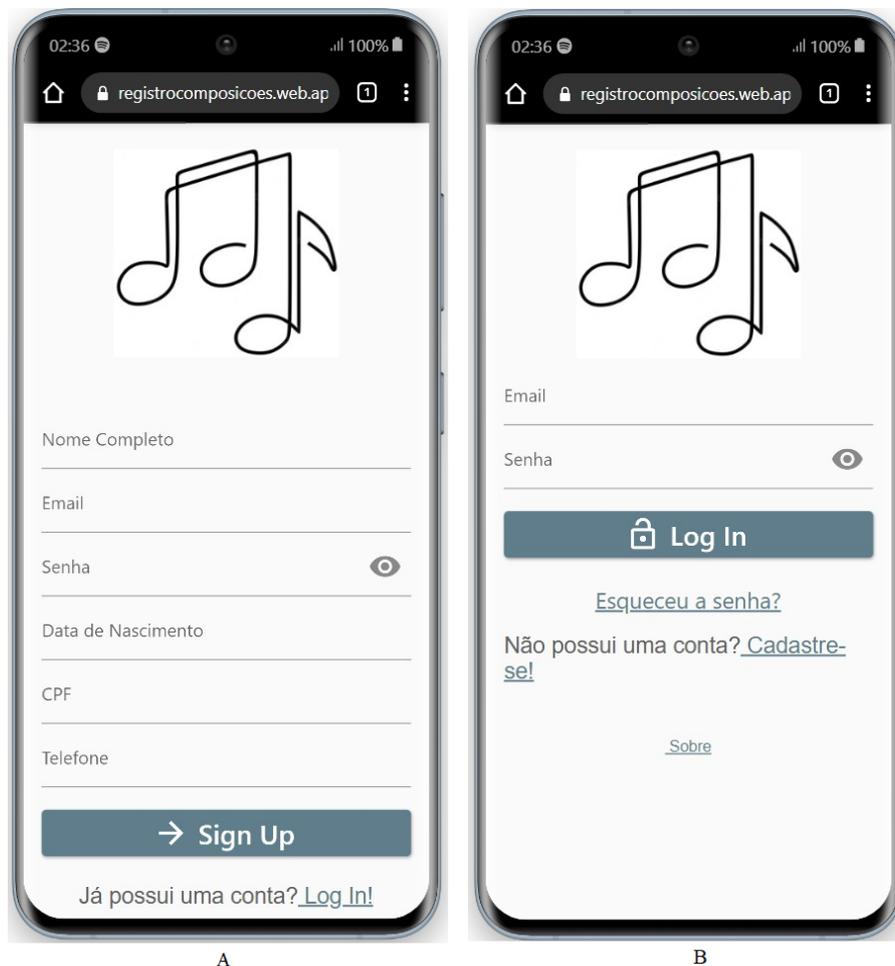
4.3 Cadastro e Login de usuários

A primeira ação a ser feita ao abrir a aplicação é a de cadastro de usuário. A tela, ilustrada na Figura 6A é acionada ao clicar no link de redirecionamento para cadastro. Nela, devem ser inseridos dados do usuário juntamente com email e senha para realização do cadastro do usuário.

Se o usuário já possui cadastro, só será preciso passar pela tela de login, ilustrada na Figura 6B, onde estão os campos de email e senha, bem como, o link de redirecionamento para o recurso de alteração de senha e a tela de cadastro. Também há a opção para acesso à página "sobre", onde há uma breve descrição da aplicação.

Ao informar um email e senha já cadastrados, será feita a autenticação para ter acesso as funcionalidades da aplicação.

Figura 6 – Telas de Cadastro e Login

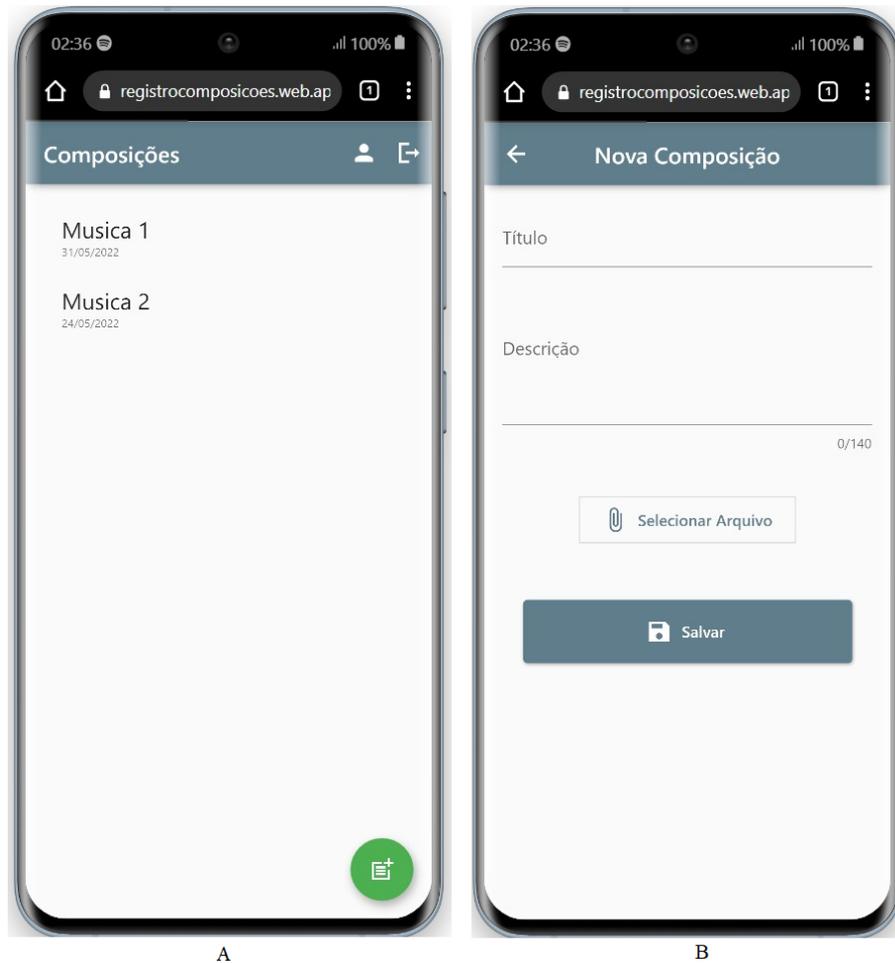


Fonte: Do Autor, 2022

4.4 Tela Home e Registro das Composições

A Home é a página central da aplicação. Apresentada na Figura 7A, contém a listagem das composições registradas pelo usuário, que podem ser editadas ao clicar sobre uma específica. Contém também três botões: a) botão de dados do usuário, que fica na barra da aplicação e direciona para a tela de visualização e alteração de dados do usuário; b) botão Logout, também na barra da aplicação, faz o logout do usuário e direciona para a tela inicial de Login; c) botão para adicionar uma composição, que fica localizado no canto inferior direito da tela e redireciona para a tela de registro.

Figura 7 – Telas Home e Registro de Composição



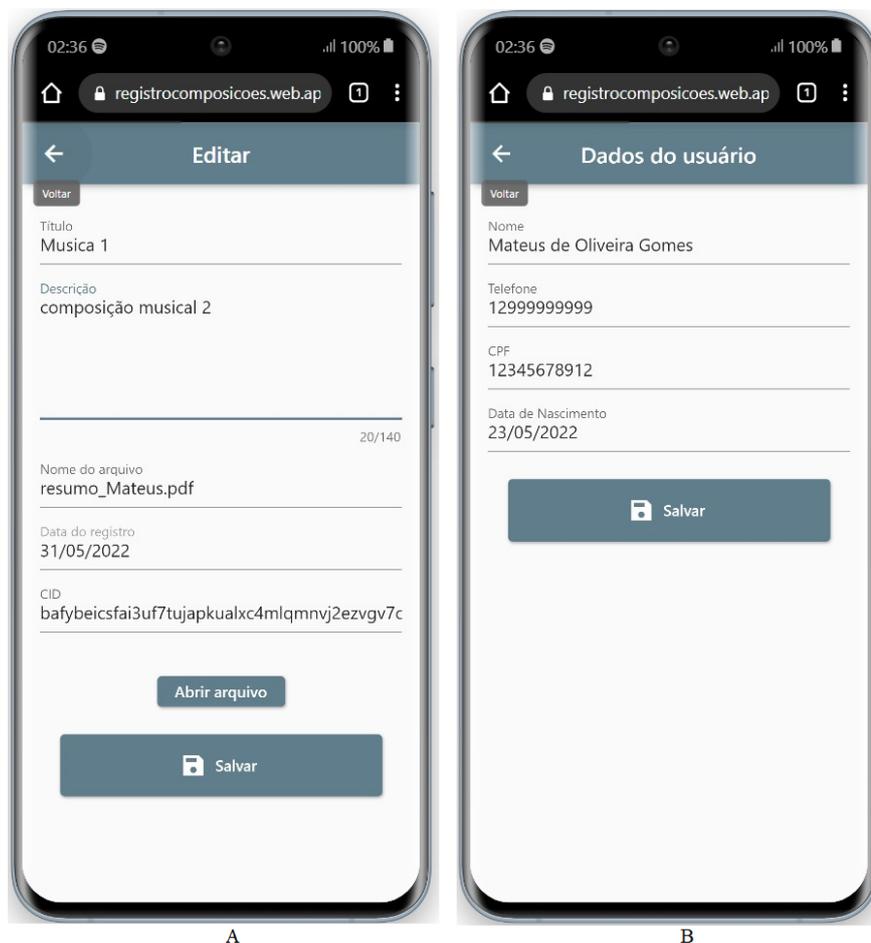
Fonte: Do Autor, 2022

Acionada pelo botão flutuante da tela Home, a tela de registro de composição, mostrada na Figura 7B, contém dois campos: *Título* e *Descrição*. E três botões: o botão de voltar para a *Home*, situado no lado esquerdo da barra superior, *Selecionar Arquivo*, para anexar o arquivo da composição, e *Salvar*, para fazer o registro. Quando um arquivo é selecionado, é mostrado o seu nome no rótulo do botão.

4.5 Telas de alteração de dados

Após selecionada uma das composições listadas na tela Home, é aberta a tela de visualização dos dados da composição. A Figura 8A mostra os mesmos campos presentes no formulário de registro preenchidos com os dados da composição, podendo ser alterados. Também estão presentes os campos do nome do arquivo, data de registro e o CID da composição, porém esses não podem ser alterados. Três botões estão contidos na tela: o botão de voltar para a Home, situado no lado esquerdo da barra superior, o *Abrir Arquivo*, que abre o arquivo da composição em uma nova aba, e o *Salvar* que salva os dados alterados. Vale ressaltar que a aplicação monta a URL para buscar o arquivo usando o CID e recupera diretamente do IPFS.

Figura 8 – Tela de alteração de dados: composição e usuário



Fonte: Do Autor, 2022

A partir do botão de dados do usuário, que fica na barra da aplicação da tela Home, é possível fazer a visualização e alteração dos dados do usuário. Esta tela pode ser vista na Figura 8B. Todos os campos podem ser alterados com exceção de email e senha. Os campos aparecem preenchidos com os dados do usuário atualmente logado, são eles: *Nome*, *Telefone*, *CPF* e *data de Nascimento*. Os botões também seguem a mesma estrutura das outras telas. O botão para voltar para a Home, situado no lado esquerdo da barra superior, e o botão *Salvar*.

5 Avaliação da Aplicação

Uma versão web de teste da aplicação foi disponibilizada para utilização de usuários. A aplicação foi hospedada utilizando o serviço de *Hosting* do Firebase, ficando disponível em "<https://registrocomposicoes.web.app>".

Foram coletadas as avaliações de dois compositores que fizeram uso da aplicação. Para coletar as considerações dos usuários foi elaborado um questionário

através da ferramenta *Forms* do Google, buscando verificar suas considerações quanto as funcionalidades da aplicação. Dentre as perguntas, sete foram objetivas e uma aberta. A Tabela 1 apresenta as questões do formulário, bem como, as respostas dos participantes. Destaca-se que para todas as perguntas, as avaliações foram positivas.

A ultima questão do formulário era facultativa e de resposta aberta, solicitando para o participante "Descreva uma observação ou eventual problema ocorrido durante o uso da aplicação:". Um dos compositores respondeu, dizendo: "*Uma observação, precisei resetar a senha e funcionou perfeitamente. Daria uma atenção maior ao design da aplicação.*", destacando a aparência genérica da aplicação.

Tabela 1 – Questões objetivas do formulário de avaliação

Questões	Compositor 1	Compositor 2
O Cadastro e Login foram bem sucedidos?	Sim	Sim
O registro da composição foi bem sucedido?	Sim	Sim
Suas composições foram listadas corretamente?	Sim	Sim
A listagem e alteração dos dados das composições ocorreram corretamente?	Sim	Sim
A exibição do arquivo da composição ocorreu corretamente?	Sim	Sim
Você utilizaria a aplicação novamente para ter uma forma alternativa de assegurar os registros de suas composições?	Sim	Sim
Como você avalia a sua interação e usabilidade desta aplicação?	Ótimo	Ótimo

Fonte: Do autor, 2022

6 Trabalhos Relacionados

Esta seção é dedicada a abordar trabalhos relacionados a este, contendo similaridade entre os temas e conceitos.

Dois soluções brasileiras baseadas em blockchain que visam o registro de obras de autores são a MyWrite e a InspireIP. No entanto, cabe ressaltar que são soluções que geram custo para o compositor.

A plataforma MyWrites ([MYWRITES, 2022](#)) foi criada com o intuito de ser uma alternativa à Biblioteca Nacional para registro de obras e direitos autorais. O cadastro na plataforma gera um certificado de registro que serve como uma prova de anterioridade, atestando que nenhuma obra com aquelas características e teor havia sido registrada antes daquela data. O registro da melodia pode ser feito em arquivo de MP3 ou por partitura. O licenciamento anual custa R\$ 297,00.

Outra solução brasileira é a InspireIP ([INSPIREIP, 2022](#)), uma plataforma que oferece o registro de direitos autorais em Ethereum Blockchain. A plataforma permite que vários tipos de artistas façam o registro de suas obras: músico, escritor,

pintor, entre outros. A plataforma oferece diferentes tipos de pacotes, sendo o registro de um único documento o valor de R\$ 50,00.

Outras soluções estão mais focadas nos direitos de reprodução de músicas, como é o caso da plataforma Phonogram.me ([PHONOGRAM.ME, 2022](#)). Ela é a primeira plataforma de NFT de música lançada no Brasil, sendo uma startup que permite leiloar direitos sobre fonogramas. Fornece uma espécie de bolsa de valores musical, onde qualquer um pode investir em um fonograma, por exemplo, e receber royalties sempre que ele é reproduzido em qualquer plataforma.

Ainda com relação aos trabalhos relacionados, também é importante analisar como esta tecnologia está sendo considerada do ponto de vista jurídico. [Chwartzmann \(2020\)](#) aponta algumas vantagens de uso da tecnologia, entre elas a preservação da obra, pois as informações de blockchain são armazenadas de forma descentralizada, ou seja, o risco de um acidente eliminar o registro daquela obra é menor do que se esta estiver preservada fisicamente em um local, ou virtualmente em uma rede particular ou mesmo pública de computadores. O autor também menciona o registro de autoria que é possível ao compartilhar um arquivo por blockchain, registrando automaticamente a data e horário daquele compartilhamento. De outro lado, estão as barreiras existentes para uso amplo de uma tecnologia ainda considerada nova. O advogado Alexandre ([CHWARTZMANN, 2020](#)) traz alguns aspectos neste sentido: a) O registro de obras por meio de sistema blockchain ainda não tem a mesma validade destes procedimentos, sendo menos seguros do ponto de vista jurídico do que o registro tradicional; b) o sistema de blockchain como um todo não é regulado no Brasil (ainda que haja regulamentação pontual, por exemplo, como a regulação do mercado de criptoativos). Ele também enfatiza que o registro de obras pelos métodos tradicionais confere apenas a presunção de autoria e que em eventual disputa, é a outra parte que deve provar que um indivíduo não é o autor.

7 Considerações finais

Abordagens baseadas na tecnologia Blockchain fornecem um carimbo de data/hora forte e, com transações auditáveis que podem fornecer prova de existência. Assim, torna-se um potencial para garantir a autoria de registro de documentos, para fins legais de forma efetiva, como as composições musicais para os compositores. As características da tecnologia trazem benefícios e asseguram o compositor tanto quanto os meios tradicionais, provendo vantagens que até esses meios carecem.

Este trabalho apresentou uma aplicação baseada em armazenamento distribuído e blockchain para registro de composições musicais, permitindo registrar facilmente suas composições, sem intermediários envolvidos. Na arquitetura da aplicação foi feita a integração com a plataforma NFT.Storage que permite que os usuários armazenem com facilidade e segurança seu conteúdo usando IPFS e Filecoin. A aplicação foi desenvolvida com o Framework Flutter e para persistência de dados, bem como autenticação de usuários, foi utilizada a Plataforma Google Firebase, sendo que ambos proporcionaram agilidade no desenvolvimento e atenderam os requisitos definidos.

No que diz respeito à integração com o NFT.Storage, os arquivos de teste foram registrados corretamente e recuperados para visualização. A documentação da plataforma menciona que a solução ainda está sendo aprimorada e dentro de pouco tempo novas funcionalidades serão incorporadas. Importante destacar que por meio de endereçamento de conteúdo e armazenamento descentralizado, o NFT.Storage permite que os desenvolvedores protejam seus ativos NFT e metadados associados, garantindo que os NFTs permaneçam acessíveis a longo prazo, sendo atualmente uma solução segura e gratuita em redes descentralizadas.

A partir da avaliação dos compositores, foi observado que a aplicação apresentou o comportamento esperado. Contudo, entende-se que o visual da aplicação não foi aprimorado, o que pode ser feito em um próximo trabalho.

Como melhorias futuras também, propõe-se uma nova avaliação com um número maior de usuários, podendo observar outras melhorias necessárias quanto a funcionalidades e eventuais falhas e corrigindo-as. Uma alteração possível seria tornar a aplicação totalmente descentralizada, sem o uso da persistência no Cloud Firestore. Além disso, pode ser implementado o recurso de selecionar vários arquivos para ser enviados em um único lote. Também pode ser considerado fazer a criptografia do arquivo antes do envio para o NFT.Storage, garantindo mais segurança sobre o seu conteúdo.

O uso das tecnologias empregadas na solução proposta ainda são recentes e suscitam desafios, contudo é um caminho inevitável para facilitar e simplificar a proteção de dados, como as composições musicais e de outros da mesma natureza. Neste sentido, cabe ainda aprofundar a melhor forma de sua efetiva utilização alcançando todo o seu potencial.

A blockchain-based application for registration of musical compositions

Mateus de Oliveira Gomes*
Anubis Graciela de Moraes Rossetto †

2022

Abstract

This paper presents an application based on distributed storage and blockchain for recording musical compositions. The purpose of the application is to simplify the registration process for composers, eliminating intermediaries and at the same time guaranteeing the possibility of auditing the authorship of the composition. An architecture was presented for the solution that incorporates integration with the NFT.Storage platform that provides free decentralized storage on IPFS and Filecoin, permanently and verifiable by multiple providers. The prototype building was made available for user evaluation, obtaining satisfactory results and with great potential for solving problems of this nature.

Keyword: Blockchain. Musical compositions. NFT.Storage. IPFS. Filecoin.

Referências

ABRAMUS. *Abramus – Associação Brasileira de Música e Artes*. 2022. Disponível em: <<https://www.abramus.org.br/noticias/14245/tudo-registro-cadastro-musical/#~:text=Registro%20de%20m%C3%BAasicas%20%C3%A9%20obrigat%C3%B3rio,primeiro%2C%20publicamente%2C%20a%20autoria.>> Acesso em: 02 jul 2022. Citado na página 2.

* <mateusgomes.pf052@academico.ifsul.edu.br>

† <anubisrossetto@ifsul.edu.br>

- ACADEMY, B. *O que é IPFS?* 2022. Disponível em: <<https://academy.bit2me.com/pt/o-que-%C3%A9-ipfs/>>. Acesso em: 15 fev 2022. Citado na página 5.
- ANDRADE, A. P. de. *O que é Flutter?* 2021. Disponível em: <<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-flutter>>. Acesso em: 22 fev 2022. Citado na página 8.
- ANTONOPOULOS, A. M. *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies*. [S.l.]: O'Reilly, 2014. Citado na página 3.
- BAMAKAN, S. M. H. et al. A decentralized framework for patents and intellectual property as nft in blockchain networks. Research Square, 2021. Citado na página 4.
- BLENDIT. *Flutter: afinal, você sabe o que é e porque deve utilizar?* 2021. Disponível em: <<https://www.blendit.com/2021/08/04/flutter-o-que-e-e-por-que-utilizar/>>. Acesso em: 22 fev 2022. Citado na página 8.
- BUTERIN, V. et al. A next-generation smart contract and decentralized application platform. *white paper*, v. 3, n. 37, p. 2–1, 2014. Citado na página 2.
- CARVALHO, L. R. Tecnologia blockchain e as suas possíveis aplicações no processo de comunicação científica. Universidade de Brasília - Faculdade de Ciência da Informação, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.
- CHWARTZMANN, A. E. *O Registro de Direitos Autorais por meio de Blockchain*. 2020. Disponível em: <<https://baptistaluz.com.br/registro-de-direitos-autorais-blockchain/>>. Acesso em: 12 julho 2022. Citado na página 17.
- DIAS, G. *POR QUE A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN É TÃO IMPORTANTE PARA O MERCADO*. 2020. Disponível em: <<https://www.blockmaster.com.br/noticias/por-que-a-tecnologia-blockchain-e-tao-importante-para-o-mercado/>>. Acesso em: 04 fev 2012. Citado na página 2.
- FILECOIN. *Filecoin Docs* -. 2022. Disponível em: <<https://docs.filecoin.io/>>. Acesso em: 02 jul 2022. Citado na página 7.
- FILHO, J. R. F.; BRAGA, A. M.; LEAL, R. L. V. Tecnologia blockchain: uma visão geral. *CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TELECOMUNICAÇÕES (CPQD)*, 2017. Citado na página 3.
- FIREBASE. *Cloud Firestore*. 2022. Disponível em: <<https://firebase.google.com/docs/firestore>>. Acesso em: 23 fev 2022. Citado na página 8.
- FLUTTER. *Beautiful apps for every screen*. 2022. Disponível em: <<https://flutter.dev/multi-platform>>. Acesso em: 22 fev 2022. Citado na página 7.
- FLUTTER. *Visão geral arquitetônica de flutter*. 2022. Disponível em: <<https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>>. Acesso em: 22 fev 2022. Citado na página 8.

- FREIRE, R. *10 imagens digitais que foram vendidas como NFT por preços absurdos*. 2022. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/listas/2022/01/10-imagens-digitais-que-foram-vendidas-como-nft-por-precos-absurdos.ghtml>>. Acesso em: 16 fev 2022. Citado na página 4.
- INSPIREIP. *InspireIp*. 2022. Disponível em: <<https://inspireip.io/>>. Acesso em: 02 jul 2022. Citado na página 16.
- IPFS. *IPFS powers the Distributed Web*. 2022. Disponível em: <<https://ipfs.io/>>. Acesso em: 15 fev 2022. Citado na página 5.
- ISMAR, B. *O que é Filecoin e como funciona esse sistema?* 2022. Disponível em: <<https://renovainvest.com.br/blog/o-que-e-filecoin-e-como-funciona-esse-sistema/>>. Acesso em: 06 julho 2022. Citado na página 7.
- KUGLER, L. Non-fungible tokens and the future of art. *Communications of the ACM*, ACM New York, NY, USA, v. 64, n. 9, p. 19–20, 2021. Citado na página 4.
- MOHANTA, B. K.; PANDA, S. S.; JENA, D. An overview of smart contract and use cases in blockchain technology. In: IEEE. *2018 9th international conference on computing, communication and networking technologies (ICCCNT)*. [S.l.], 2018. p. 1–4. Citado na página 2.
- MYWRITES. *MyWrites - Registro de Direito Autoral Rápido e Fácil*. 2022. Disponível em: <<https://mywrites.co/>>. Acesso em: 02 jul 2022. Citado na página 16.
- NAKAMOTO, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, p. 21260, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.
- NFT.STORAGE. *NFT.Storage - Free Storage for NFTs*. 2022. Disponível em: <<https://nft.storage/>>. Acesso em: 16 fev 2022. Citado 3 vezes nas páginas 5, 6 e 7.
- PHONOGRAM.ME. *Phonogram.me*. 2022. Disponível em: <<https://phonogram.me/>>. Acesso em: 02 jul 2022. Citado na página 17.
- PUTHAL, D. et al. The blockchain as a decentralized security framework [future directions]. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, IEEE, v. 7, n. 2, p. 18–21, 2018. Citado na página 2.