

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA E DEPARTAMENTO
ACADÊMICO DE INFORMÁTICA

GIOVANNI PIETRANGELO
LUCAS SILVESTRE KLOSS TELES

**CGCATALOG: APLICATIVO PARA DETECÇÃO E
RECONHECIMENTO DE CARTAS COLECIONÁVEIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2022

GIOVANNI PIETRANGELO
LUCAS SILVESTRE KLOSS TELES

**CGCATALOG: APLICATIVO PARA DETECÇÃO E
RECONHECIMENTO DE CARTAS COLECIONÁVEIS**

**CGCATALOG: APPLICATION FOR DETECTION AND
RECOGNITION OF COLLECTABLE CARDS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento Acadêmico de Eletrônica e ao Departamento Acadêmico de Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para a obtenção do grau de “Bacharel em Engenharia de Computação” da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Orientador: Prof. Gustavo Benvenuto Borba
DAELN - Departamento Acadêmico de
Eletrônica - UTFPR

CURITIBA
2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite *download* e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**GIOVANNI PIETRANGELO
LUCAS SILVESTRE KLOSS TELES**

**CGCATALOG: APLICATIVO PARA DETECÇÃO E RECONHECIMENTO DE
CARTAS COLECIONÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Computação da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 16 de dezembro de 2021

Prof. Gustavo Benvenuto Borba
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Profa. Ana Cristina Barreiras Kochem Vendramin
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Prof. Valfredo Pilla Junior
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

CURITIBA

2021

Dedicamos este trabalho às nossas famílias pelo incansável incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às nossas famílias e amigos pelo total apoio durante a nossa trajetória acadêmica. Ao nosso orientador pelos ensinamentos e ajuda ao longo de todo o projeto. Gratidão a todos que contribuíram de alguma forma para este trabalho.

RESUMO

PIETRANGELO, Giovanni; TELES, Lucas Silvestre Kloss. CGCATALOG: APLICATIVO PARA DETECÇÃO E RECONHECIMENTO DE CARTAS COLECIONÁVEIS. 97 f. Trabalho de Conclusão de curso – Departamento Acadêmico de Eletrônica e Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2022.

Jogos de cartas colecionáveis possuem um espaço vasto nos mercados nacional e internacional. Há cartas que podem valer desde centavos à milhares de dólares. Uma simples loja pode chegar a ter milhares de cartas colecionáveis em estoque. Consequentemente, o trabalho de catalogar todas é exaustivo, exigindo tempo e recursos. O mercado atual oferece algumas ferramentas que podem auxiliar nesse processo, porém não oferecem toda a autonomia que as lojas físicas precisam para o gerenciamento de suas cartas colecionáveis. A simplicidade e usabilidade são um diferencial importante para colecionadores, muitas vezes características não muito encontradas nos aplicativos móveis, já disponíveis em lojas digitais, que auxiliam nesse trabalho. O *download* de recursos adicionais é comumente utilizado por esses aplicativos para que certas funcionalidades operem corretamente, por exemplo, a detecção e reconhecimento de cartas colecionáveis. Este projeto compreende o desenvolvimento de um aplicativo móvel para o gerenciamento de cartas colecionáveis. O aplicativo permite a catalogação dessas cartas utilizando técnicas de Recuperação de Imagens Baseada em Conteúdo (CBIR). Assim, através da câmera do *smartphone*, a imagem da carta a ser catalogada é capturada e comparada com um banco de dados remoto das cartas colecionáveis existentes. O aplicativo pode ser utilizado tanto por lojas físicas quanto por colecionadores em geral. O seu desenvolvimento ocorre exclusivamente para a plataforma iOS. O aplicativo contempla acesso a um serviço remoto para o reconhecimento de cartas colecionáveis, sem o *download* de recursos adicionais no dispositivo do usuário. Um *software back-end* é responsável por alimentar o banco de dados remoto, através de APIs específicas, com os dados das cartas colecionáveis do jogo *Magic: The Gathering*.

Palavras-chave: Cartas Colecionáveis, Magic: The Gathering, Aplicativo, Banco de Dados, Recuperação de Imagens Baseada em Conteúdo.

ABSTRACT

PIETRANGELO, Giovanni; TELES, Lucas Silvestre Kloss. CGCATALOG: APPLICATION FOR DETECTION AND RECOGNITION OF COLLECTABLE CARDS. 97 f. Trabalho de Conclusão de curso – Departamento Acadêmico de Eletrônica e Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2022.

Card games have a vast space in national and international markets. There are cards that can be worth cents to thousands of dollars. A simple store can have thousands of playing cards in stock. Consequently, the work of cataloging them is exhausting, demanding time and resources. The current market offers some tools that can help. However they do not provide all the autonomy that stores need to manage their collectible cards. Simplicity and usability are important differentials for collectors. They are often features not developed in mobile apps, available in digital stores. Downloading additional features is commonly used by these applications for certain functionality to operate correctly, such as detecting and recognizing playing cards. This project consists of developing a mobile app for managing playing cards. The application allows the cataloging of these cards using the Content-based Image Retrieval (CBIR). Then, through the smartphone camera, the image of the playing card to be cataloged is captured and compared to a remote database of existing collectible cards. The application can be used by stores or any collector. The development of this mobile app takes place exclusively for the iOS platform. The application includes access to a remote service for the recognition of playing cards, without downloading any additional resources on the user's device. A back-end software is responsible for feeding the remote database, through specific APIs, with data from the collectible card game Magic: The Gathering.

Keywords: Playing Cards, Magic: The Gathering, Mobile App, Database, Content Based Image Retrieval

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– Princípio de um serviço Web	17
FIGURA 2	– Exemplos de cartas	19
FIGURA 3	– Escaneamento de carta no aplicativo MTG Scanner	20
FIGURA 4	– Baixar recursos adicionais para uso do aplicativo MTG Scanner	21
FIGURA 5	– Escaneamento e detalhes de cartas no aplicativo TCGPlayer	22
FIGURA 6	– Escaneamento e detalhes de cartas no aplicativo TCGplayer	23
FIGURA 7	– Escaneamento e lista de cartas no aplicativo Delver Lens	24
FIGURA 8	– Ações disponíveis para uma lista de cartas	25
FIGURA 9	– Diagrama de casos de uso	30
FIGURA 10	– Entidade e relacionamento dos conjuntos	32
FIGURA 11	– Entidade e relacionamento das cartas	33
FIGURA 12	– Entidade e relacionamento dos <i>tokens</i>	34
FIGURA 13	– Entidade e relacionamento das <i>urls</i>	35
FIGURA 14	– Entidade e relacionamento dos usuários	35
FIGURA 15	– Diagrama de estados	38
FIGURA 16	– <i>Frameworks</i> utilizados	39
FIGURA 17	– Arte recortada	40
FIGURA 18	– Ícone do aplicativo	42
FIGURA 19	– Fluxo de telas do aplicativo CGCatalog	44
FIGURA 20	– Escaneamento de carta	45
FIGURA 21	– Adição de nova carta	46
FIGURA 22	– Lista adicional de cartas	47
FIGURA 23	– Configurações do aplicativo	48
FIGURA 24	– Catálogo de cartas colecionáveis	49
FIGURA 25	– Gerenciando o catálogo de cartas	50
FIGURA 26	– Visualização do catálogo em PDF	51
FIGURA 27	– Modo de análise habilitado	54
FIGURA 28	– Ambiente de teste	55
FIGURA 29	– Exemplo 1	56
FIGURA 30	– Exemplo 2	57
FIGURA 31	– Exemplo 3	57
FIGURA 32	– Exemplo de arte de um <i>Token</i>	58
FIGURA 33	– Exemplo de cartas com nome repetido	59
FIGURA 34	– Caso falho	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	– Comparativo com os trabalhos relacionados	26
TABELA 2	– Resultados do primeiro teste	68
TABELA 3	– Resultados do segundo teste	78
TABELA 4	– Resultados do terceiro teste	88

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CBIR	Content Based Image Retrieval
iOS	iPhone Operating System
APIs	Application Programming Interface
CM2	Commander Anthology Volume II
ORB	Oriented Fast and Rotated Brief
CBIR	Content-Based Image Retrieval
SURF	Speeded Up Robust Features
FAST	Features from Accelerated Segment Test
ORB	Oriented FAST and Rotated BRIEF
SIFT	Scale-Invariant Feature Transform
BRIEF	Binary Robust Independent Elementary Features
FREAK	Fast Retina Keypoint
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
SDKs	Software Development Kit
JWT	JSON Web Token
JSON	JavaScript Object Notation
PDF	Portable Document Format
CSV	Comma-separated values
URL	Uniform Resource Locator
K	Kelvin
W	Watts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVO GERAL	12
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	<i>CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL</i> (CBIR)	14
2.2	DETECTORES E DESCRITORES DE PONTOS DE INTERESSE	15
2.3	<i>ORIENTED FAST AND ROTATED BRIEF</i> (ORB)	15
2.4	COMPARADOR POR FORÇA BRUTA (<i>BRUTE FORCE MATCHER</i>)	16
2.5	SERVIÇOS WEB (<i>WEB SERVICES</i>)	17
2.6	REST (<i>REPRESENTATIONAL STATE TRANSFER</i>)	17
2.7	MÉTODOS HTTP	18
2.8	<i>CLOUD STORAGE PARA FIREBASE</i>	18
2.9	CARTAS E TOKENS	18
2.10	TRABALHOS RELACIONADOS	19
2.10.1	MTG Scanner - Dragon Shield	20
2.10.2	TCGplayer	22
2.10.3	Delver Lens	24
2.10.4	Comparativo	25
3	DESENVOLVIMENTO	27
3.1	VISÃO GERAL	27
3.2	PROJETO <i>BACK-END</i>	27
3.2.1	Requisitos funcionais	27
3.2.2	Requisitos não-funcionais	29
3.2.3	Diagramas	29
3.2.4	Diagrama de casos de uso	30
3.2.5	Diagrama entidade-relacionamento	31
3.3	PROJETO <i>FRONT-END</i>	35
3.3.1	Requisitos funcionais	35
3.3.2	Requisitos não-funcionais	36
3.3.3	Diagrama de estados	37
3.3.4	Deteção e captura de cartas colecionáveis	38
3.4	BASE DE DADOS	40
4	APLICATIVO GCCATALOG	42
4.1	NAVEGAÇÃO	42
4.2	FUNCIONALIDADES	45
4.2.1	Escaneamento de cartas	45
4.2.2	Adição de novas cartas	46
4.2.3	Busca personalizada	48
4.2.4	Catálogo de cartas	49

4.2.5 Compartilhar catálogo	50
5 TESTES E RESULTADOS	53
5.1 METODOLOGIA DE TESTE	53
5.2 EXECUÇÃO DOS TESTES	54
5.2.1 Ambiente de teste	55
5.3 RESULTADOS	56
6 CONCLUSÃO	61
6.1 TRABALHOS FUTUROS	62
REFERÊNCIAS	63
Apêndice A – FORMATAÇÃO DO CATÁLOGO EM PDF	66
Apêndice B – RESULTADOS DO PRIMEIRO TESTE	68
Apêndice C – RESULTADOS DO SEGUNDO TESTE	78
Apêndice D – RESULTADOS DO TERCEIRO TESTE	88

1 INTRODUÇÃO

Jogos de cartas colecionáveis dos mais variados enchem as prateleiras de lojas e casas ao redor do mundo. Exemplos de jogos de cartas colecionáveis bastante difundidos são: Yu-Gi-Oh! TCGTM, PokémonTM e Magic: The GatheringTM. A cada ano novas edições são lançadas e ampliam os estoques das lojas especializadas. Considerando o comportamento dos jogadores e a própria natureza destes jogos baseados em cartas, é possível afirmar que o seu formato físico dificilmente passará a ser exclusivamente digital.

O acúmulo de cartas pode chegar a milhares em uma simples loja. O trabalho de catalogar todas é algo exaustivo, exigindo tempo e recursos. Esta situação foi observada em lojas brasileiras e italianas, provavelmente ocorrendo também em vários outros países. Além das lojas especializadas, pessoas físicas também mantêm grandes coleções de cartas colecionáveis, muitas vezes como um *hobbie* ou para fins comerciais. Colecionadores também se preocupam com a catalogação de suas cartas.

Dentre os aplicativos móveis disponíveis nas lojas digitais para o gerenciamento de cartas colecionáveis, pode-se citar o aplicativo Delver Lens (LENS, 2020) para a plataforma Android e os aplicativos TCGPlayer (TCGPLAYER, 2018) e MTG Scanner - Dragon Shield (SHIELD, 2020) para a plataforma iOS. Todos são voltados somente ao jogo Magic: The GatheringTM. Os *apps* Delver Lens e MTG Scanner assemelham-se a um *marketplace*, enquanto o *app* TCGPlayer é um aplicativo proprietário da loja virtual TCGPlayer. Esses aplicativos são soluções que podem auxiliar na organização de cartas colecionáveis, porém não oferecem toda a autonomia que as lojas físicas precisam para a gestão de seu estoque. Elas dificilmente focam em apenas um jogo de cartas colecionáveis para se manterem no mercado.

Ainda no contexto de uma loja física, a gestão de preços é outra área não muito desenvolvida nas soluções apresentadas. A experiência do usuário, inclusive, possui grande espaço para aprimoramento. A necessidade de realizar o *download* de recursos adicionais para que uma funcionalidade opere normalmente, como é o caso do *app* MTG Scanner - Dragon Shield, pode chegar a ser uma experiência frustrante. Precisa-se oferecer ao usuário, sempre que

possível, a oportunidade de escolha, se deseja utilizar o aplicativo em modo *offline* ou buscando as cartas de um servidor remoto, por exemplo. Além da personalização, uma interface amigável e simples pode ser um diferencial decisivo na escolha de um produto.

Por fim, essas são algumas das razões para que nos dias atuais ainda existam tantas lojas onde a demanda de tempo seja tão grande para o cadastro e organização de suas cartas colecionáveis. O custo para se fazer um aplicativo não é baixo. Mesmo lojas físicas mais simples utilizam *softwares* de cadastramento de produtos, mas em sua maioria não há um aplicativo móvel para facilitar a ponte entre o físico e o virtual. A criação de uma ferramenta para fornecer isto de forma mais simples, com custo reduzido e uma ótima experiência do usuário pode realmente beneficiar essas lojas.

1.1 JUSTIFICATIVA

A catalogação de cartas colecionáveis em uma loja de pequeno porte ou até mesmo no próprio lar de colecionares é um processo demorado e custoso quando não há uma tecnologia que auxilie neste trabalho. Como comentado anteriormente, esse cenário foi constatado em lojas brasileiras e italianas por um dos membros da equipe deste projeto, onde o fluxo de entrada e saída de cartas é constante. Casos assim ainda podem ocorrer em outras regiões pelo mundo. O presente trabalho procura, então, criar um aplicativo móvel para facilitar aos lojistas e colecionadores a catalogação de suas cartas colecionáveis.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um aplicativo móvel capaz de detectar uma carta colecionável através da câmera do *smartphone* e se comunicar com um servidor capaz de realizar o reconhecimento da carta.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- Desenvolver um serviço para obtenção de informações e imagens das cartas do jogo Magic: The GatheringTM, adquiridos a partir do uso de APIs (*Application Programming Interface*).

- Alimentar um banco de dados remoto com os dados das cartas do jogo Magic: The GatheringTM, em especial da coleção CM2 com 312 cartas diferentes.
- Através do algoritmo ORB (*Oriented Fast and Rotated Brief*), reconhecer as cartas presentes na coleção CM2.
- Desenvolver um aplicativo móvel, para o sistema operacional iOS da Apple Inc., onde seja possível catalogar as cartas do jogo Magic: The GatheringTM.
- Desenvolver um aplicativo móvel, para o sistema operacional iOS da Apple Inc., onde seja possível buscar informações das cartas da coleção CM2 em um servidor remoto a partir do envio de uma imagem capturada pela câmera do *smartphone*.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O documento divide-se em seis capítulos. O primeiro apresenta todo o cenário que motivou a concepção deste trabalho, assim como os seus objetivos. O segundo capítulo diz respeito à fundamentação teórica. Esse capítulo aborda os conceitos de ORB e CBIR, finalizando com a apresentação de aplicativos móveis concorrentes. Em resumo, o terceiro capítulo trata de todo o desenvolvimento deste trabalho, desde sua visão geral aos projetos de *software front-end* e *back-end*. No quarto capítulo é exposto o aplicativo móvel com mais detalhes, suas telas e toda sua jornada de navegação. O quinto capítulo descreve e discute a metodologia empregada nos testes, os resultados obtidos na detecção e reconhecimento das cartas colecionáveis e os casos falhos que ocorreram ao longo do desenvolvimento do presente trabalho. Finaliza-se, então, com o sexto capítulo contendo as considerações finais e as oportunidades de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo compreende o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento do projeto. Primeiramente exploram-se os conceitos de um sistema de recuperação de imagens baseada em conteúdo, conhecido como CBIR, e do algoritmo ORB para o reconhecimento de cartas colecionáveis. Posteriormente são apresentados outros conceitos fundamentais para a compreensão deste trabalho, finalizando com uma análise de alguns trabalhos relacionados à detecção e reconhecimento de cartas colecionáveis.

2.1 *CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL (CBIR)*

O termo recuperação de imagens baseada em conteúdo se originou em 1992, quando ele foi usado por T. Kato para descrever experimentos em recuperação automática de imagens de um banco de dados, com base nas cores e formas (EAKINS; GRAHAM, 1999). Desde então, o termo vem sendo utilizado amplamente para descrever o processo de busca de imagens em uma vasta coleção de imagens (*dataset*).

Devido ao avanço no armazenamento de dados e nas tecnologias de aquisição de imagens, é necessário criar formas de se obter as características da imagem de forma automatizada, sendo um dos maiores desafios nesse processo. Dentre as características presentes nas imagens, podemos destacar a textura, forma e cor como as principais.

Segundo JÚNIOR (2016), o primeiro passo em sistemas CBIR consiste em analisar as imagens de um determinado conjunto e obter as características necessárias. O segundo passo consiste em processar a consulta do usuário, extraindo as mesmas características e comparar com as características obtidas no passo anterior e através de métricas como a distância euclidiana ou outras, como a distância de Hamming, e determinar as imagens mais próximas da imagem do usuário.

2.2 DETECTORES E DESCRITORES DE PONTOS DE INTERESSE

A utilização de detectores de pontos de interesse tem como objetivo identificar um conjunto de pontos de interesse a partir do processo de varredura e identificação de *pixels* de interesse em uma determinada imagem (JESUS et al., 2019). Exemplos de detectores são:

- *Speeded Up Robust Features* (SURF) (BAY et al., 2006)
- Detector de canto de Harris (*Harris Corner Detector*) (BURGER; BURGE, 2008)
- *Features from Accelerated Segment Test* (FAST) (ROSTEN; DRUMMOND, 2005, 2006)
- *Oriented FAST and Rotated BRIEF* (ORB) (RUBLEE et al., 2011)

Um descritor de características é representado na forma de um conjunto de números ou uma matriz, os quais, quando comparados, podem ser empregados no reconhecimento de objetos. As informações de uma imagem são utilizadas para caracterizar a aparência e formatos de grupos de *pixels*. Exemplos de descritores são:

- *Scale-Invariant Feature Transform* (SIFT) (LOWE, 2004)
- *Binary Robust Independent Elementary Features* (BRIEF) (CALONDER et al., 2010)
- *Fast Retina Keypoint* (FREAK) (ALAHY et al., 2012)
- *Oriented FAST and Rotated BRIEF* (ORB) (RUBLEE et al., 2011)

2.3 ORIENTED FAST AND ROTATED BRIEF (ORB)

O ORB é uma alternativa em termos de custos computacionais ao uso de algoritmos como SIFT e SURF, aproximando-se em termos de desempenho. Ainda, o ORB não necessita de licenças para seu uso. O ORB é uma fusão do detector FAST com o descritor BRIEF (SANTANA et al., 2015).

O algoritmo inicia com o FAST para encontrar pontos de interesse, e em seguida aplica um filtro de cantos de Harris para encontrar os n pontos principais entre eles. Porém, um problema a ser solucionado é que o FAST não suporta variações na rotação. Devido a este fato, o ORB utiliza uma medida denominada de centroide de intensidade da região. A direção do vetor a partir deste canto até o ponto central do centroide, indica a orientação.

Segundo Santana et al. (2015), para computar os descritores dos pontos de interesse, o ORB utiliza o descritor BRIEF, porém este não produz bons resultados com a ocorrência de rotações. Assim, o ORB necessita direcionar o BRIEF de acordo com a orientação dos pontos de interesse. Para cada conjunto de n pontos de interesse na localização (x_i, y_i) , define-se uma matriz S de tamanho $2 \times n$, a qual contém as coordenadas desses *pixels*.

Usando a orientação calculada para o FAST, uma matriz de rotação é encontrada e usada para rotacionar S . Assim, tem-se uma versão rotacionada S_{Θ} de S . O ORB discretiza o ângulo de rotação com incrementos de $\frac{2\pi}{30}$ (12 graus), e constrói uma tabela de pesquisa de padrões pré-computados do BRIEF. No momento em que a orientação do ponto de interesse Θ for consistente, o conjunto de pontos S_{Θ} será usado para computar seu descritor (OPENCV, 2020).

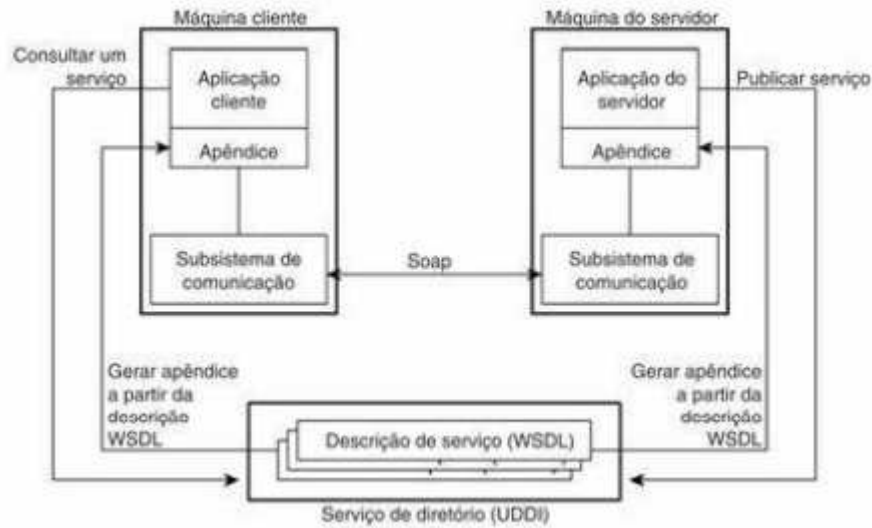
2.4 COMPARADOR POR FORÇA BRUTA (*BRUTE FORCE MATCHER*)

Segundo OpenCV (2016), o comparador por força bruta é simples, sendo necessário dois conjuntos de descritores, sendo o primeiro descritor da imagem de busca e o segundo um conjunto de descritores para comparação. A comparação é realizada utilizando-se algum método de comparação de distâncias, no caso deste trabalho foi utilizado a distância de Hamming, pois o ORB utiliza descritores baseados em *strings* binárias.

Na tecnologia da informação, a distância de Hamming entre duas *strings*, representa o número de posições em que duas partes correspondentes de dados são diferentes. É uma métrica utilizada para comparação de *strings* binárias de tamanhos iguais, sendo frequentemente utilizada para vários tipos de correções de erros ou avaliações de *strings* (TECHOPEDIA, 2017). A busca entre o primeiro conjunto e o segundo é realizada, comparando-se o primeiro com todos os elementos presentes no segundo conjunto, retornando no final o elemento mais próximo (similar) ao elemento presente no primeiro conjunto.

A criação do comparador é realizada através do uso da função `cv2.BFMatcher()`, essa função possui dois parâmetros opcionais. O primeiro é o *normType*, ele especifica a métrica de distância a ser usada, nesse caso utilizamos a distância de Hamming, logo foi passado para a função `cv2.NORM_HAMMING`. O segundo parâmetro passado para a função é chamado *crossCheck*, por padrão ele é falso, porém foi utilizado como verdadeiro, desta forma os dois descritores devem combinar. Ele é importante pois dessa forma os resultados são consistentes.

Figura 1: Princípio de um serviço Web



Fonte: Adaptado de TANENBAUM Andrew S.; Steen (2007)

2.5 SERVIÇOS WEB (*WEB SERVICES*)

Em palavras simples, um serviço Web nada mais é do que um serviço tradicional que é oferecido pela Internet como, por exemplo, um serviço de nomeação, um serviço de previsão do tempo, um fornecedor eletrônico e assim por diante. Segundo TANENBAUM Andrew S.; Steen (2007), o que torna um serviço Web especial é que ele obedece a um conjunto de padrões que lhe permitirão ser *descoberto* e acessado pela Internet por aplicações de clientes que também adotam esses padrões. O princípio do fornecimento e da utilização de um serviço Web é mostrado na Figura 1. A ideia básica é que alguma aplicação cliente possa convocar os serviços como fornecidos por uma aplicação servidor.

2.6 REST (*REPRESENTATIONAL STATE TRANSFER*)

A Transferência de Estado Representacional (*Representational State Transfer*) consiste de uma abstração da arquitetura da Web que trata de um conjunto de princípios e definições necessárias para a criação de um projeto com interfaces bem definidas e endereçadas. A utilização da arquitetura REST, portanto, permite a comunicação entre aplicações.

Segundo Barry (2021), é importante observar que o REST é um estilo de arquitetura de *software*, não sendo um padrão. Como resultado, esses aplicativos ou arquiteturas são às vezes chamados de aplicativos ou arquiteturas RESTful ou estilo REST. De acordo com Fielding (2000), o REST ignora os detalhes da implementação do componente e da sintaxe do protocolo

para focar nas funções dos componentes e na interpretação de elementos de dados significativos.

2.7 MÉTODOS HTTP

O HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) foi projetado como um protocolo cliente-servidor de uso geral, orientado a transferência de dados em ambas as direções. Um cliente pode requisitar que cada umas dessas operações seja executada enviando ao servidor uma requisição que contenha a operação desejada.

Segundo TANENBAUM Andrew S.; Steen (2007), a operação mais importante é **get**. Essa operação é utilizada para obter dados do servidor e retorná-lo ao cliente requisitante. A operação **put** é o oposto da operação **get**, sendo utilizada pelo cliente para requisitar ao servidor que atualize um determinado dado. Claro que, de modo geral, um servidor não executa operações **put** às cegas; só aceitará tais requisições de cliente autorizados. A operação **post** é, de certa maneira, semelhante a armazenar novos dados no servidor. Por fim, a operação **delete** é utilizada para requisitar que um servidor remova o(s) dado(s).

2.8 CLOUD STORAGE PARA FIREBASE

O armazenamento em nuvem para Firebase é um serviço de armazenamento de objetos avançado, simples e econômico criado para a escala do Google. De acordo com o Google (2021), os desenvolvedores usam os SDKs (Software Development Kit) do Firebase para fazer o *upload* e o *download* diretamente dos clientes. Os arquivos são armazenados em um *bucket* do Armazenamento em nuvem. Dessa forma, eles podem ser acessados usando o Firebase e o Google Cloud, permitindo que os usuários possuam flexibilidade para fazer *upload* e *download* dos arquivos a partir de clientes móveis.

2.9 CARTAS E TOKENS

Uma carta é um componente padrão do jogo Magic: The GatheringTM. Segundo o Fandom (2021a), as cartas válidas para torneios possuem 6,35 x 8,89 cm e pesam 1,814 gramas. Os cartões não laminados têm aproximadamente 0,305 mm de espessura. Uma carta é apenas referida como carta pelas regras do jogo ou efeitos quando estão na mão do jogador, no grimório, no cemitério de um jogador, ou no exílio (para maiores detalhes ver (FANDOM, 2021a)).

No jogo existem também os *tokens*. De acordo ainda com Fandom (2021b), um *token* é uma *permanente* que não é representada por uma carta regular com custo de conjuração. Custo

de conjuração é um pré-requisito que o jogador precisa cumprir para poder jogar a carta, ou seja, os *tokens* não possuem este pré-requisito (para maiores detalhes ver (FANDOM, 2021b)).

Richar Garfield, criador do jogo Magic: The GatheringTM, introduziu os *tokens* pela primeira vez na edição Alpha do jogo. Normalmente eles são representados como criaturas e podem existir apenas no campo de batalha. Geralmente, os *tokens* são feitos de cartolina diferente das cartas normais (regulares), não possuindo uma camada opaca no meio. A Figura 2 apresenta um exemplo de carta regular (2a) e um exemplo de um *token* (2b).

Figura 2: Exemplos de cartas



(a) Carta regular

(b) Token

Fonte: Scryfall (2021)

2.10 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção é dedicada à descrição de aplicativos móveis relacionados à detecção e reconhecimento de cartas colecionáveis, em especial do jogo Magic: The GatheringTM. Será apresentada para cada aplicativo uma breve descrição de seus pontos fortes e fracos (segundo a equipe), destacando as características que contribuíram para a elaboração do presente trabalho. Vale ressaltar que todos os trabalhos relacionados aqui são bons aplicativos, soluções que podem atender os mais variados gostos cumprindo muito bem o objetivo de escanear cartas colecionáveis.

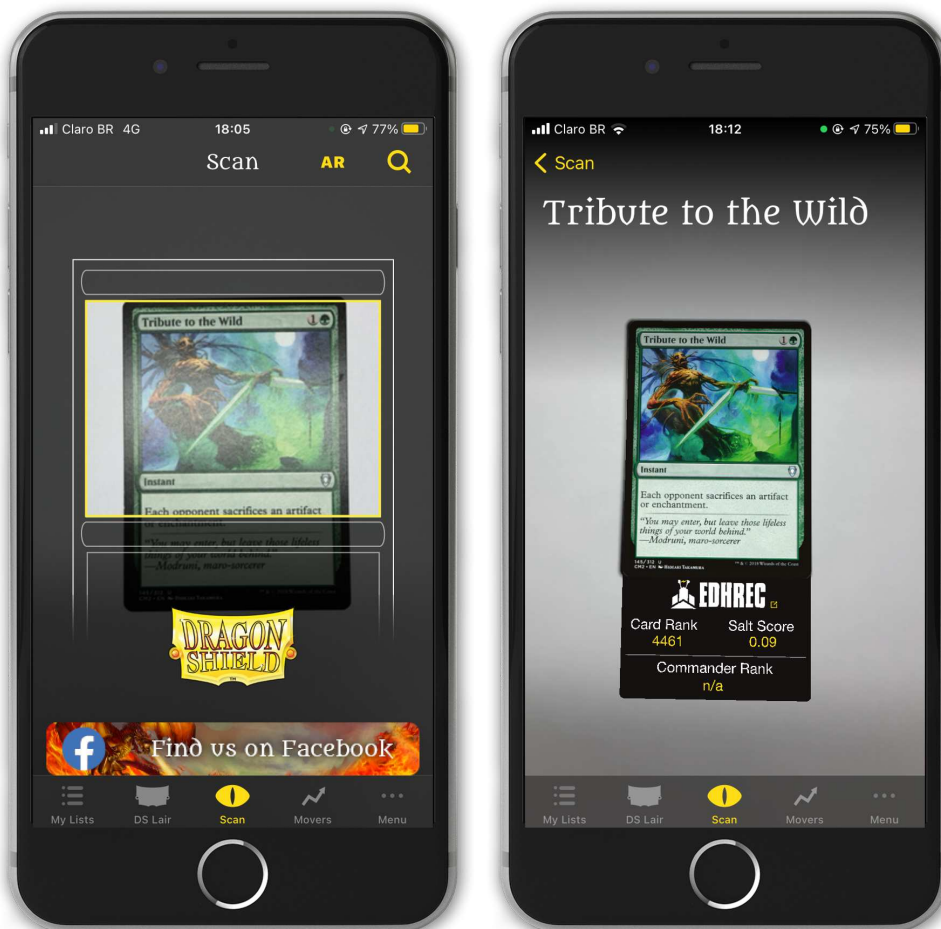
Cada aplicativo pode ser concebido mediante uma determinada visão de negócio ou compreensão de um problema, mas a interpretação e sensibilidade de como esse aplicativo se dará com os seus usuários é o que o torna único. O nosso trabalho se baseia em uma visão comum aos demais apresentados a seguir, porém é construído com base em nossa

própria interpretação e visão crítica do que julgamos ser o mais interessante para uma melhor experiência do usuário, com base no nosso contato com cartas colecionáveis.

2.10.1 MTG SCANNER - DRAGON SHIELD

O aplicativo MTG Scanner - Dragon Shield (2020), propriedade da empresa Arcane TinmenTM, é um *scanner* de cartas colecionáveis e gerenciador de coleção para jogadores de Magic: The GatheringTM, disponível para Android e iOS. O aplicativo realiza a detecção e reconhecimento de uma carta rapidamente e logo entrega ao usuário diversas informações, entre detalhes e preços, sobre a carta em questão. Muito interessante também o uso de realidade aumentada, como ilustrado na Figura 3, para entregar ao usuário algumas informações extras ao mesmo tempo em que a carta é escaneada. A empresa Arcane TinmenTM de fato fornece uma solução bem completa para os jogadores, porém idealizada entorno do seu produto Dragon ShieldTM.

Figura 3: Escaneamento de carta no aplicativo MTG Scanner



(a) Escaneamento padrão

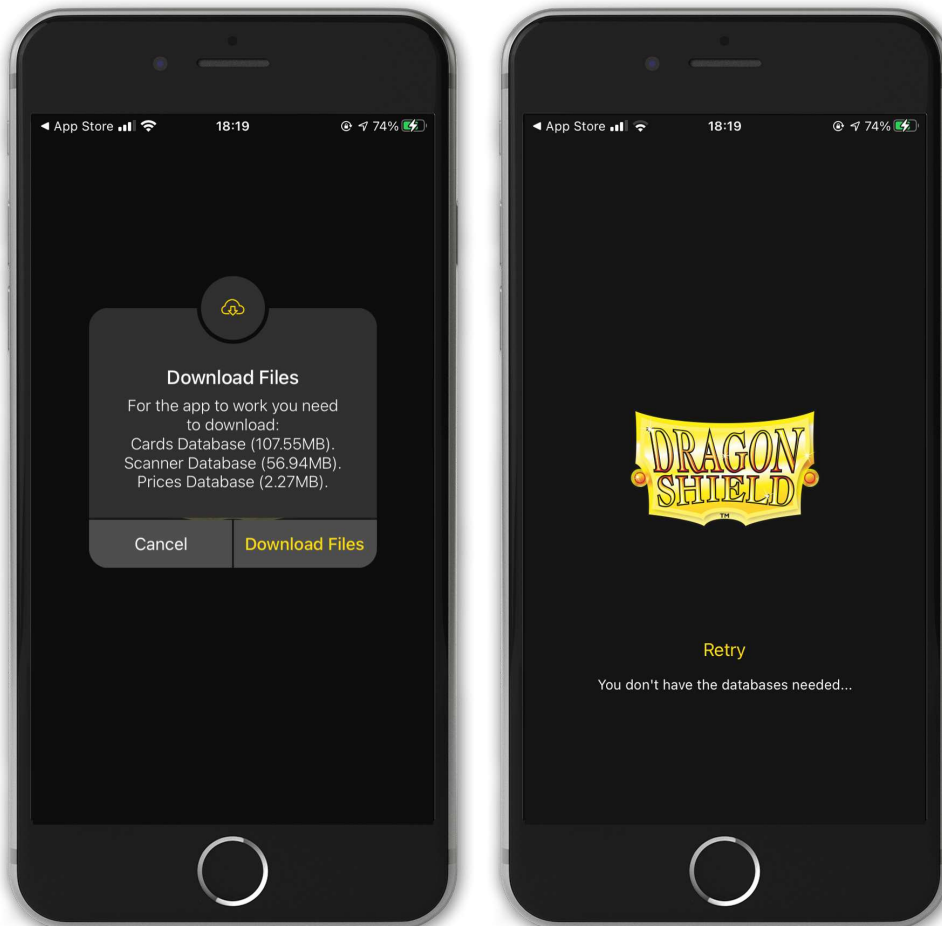
(b) Realidade aumentada

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)¹

Ações como incluir a carta em uma lista (coleção) do usuário ou personalização de preço estão disponíveis no aplicativo, mas ambas necessitam primeiramente um *login* do usuário para que possam ser realizadas. Possivelmente ações mais simples como essas poderiam ser feitas independentemente de um *login*, quanto menos de um cadastro. O usuário pode sofrer uma certa frustração ao se deparar com essa exigência .

Certa quebra de expectativa também surge quando o usuário é obrigado a baixar recursos adicionais para que possa, inclusive, abrir o aplicativo, como mostra a Figura 4. Em outras palavras, é preciso realizar o *download* de aproximadamente 160MB para usar o aplicativo. Garantir meios que contornem essa situação, como serviços *online* para um primeiro acesso e, posteriormente, a oferta para melhorar o serviço com o *download* de recursos adicionais dão ao usuário o poder de escolha e torna sua experiência cada vez melhor.

Figura 4: Baixar recursos adicionais para uso do aplicativo MTG Scanner



(a) *Download* de arquivos necessário

(b) Banco de dados não encontrado

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

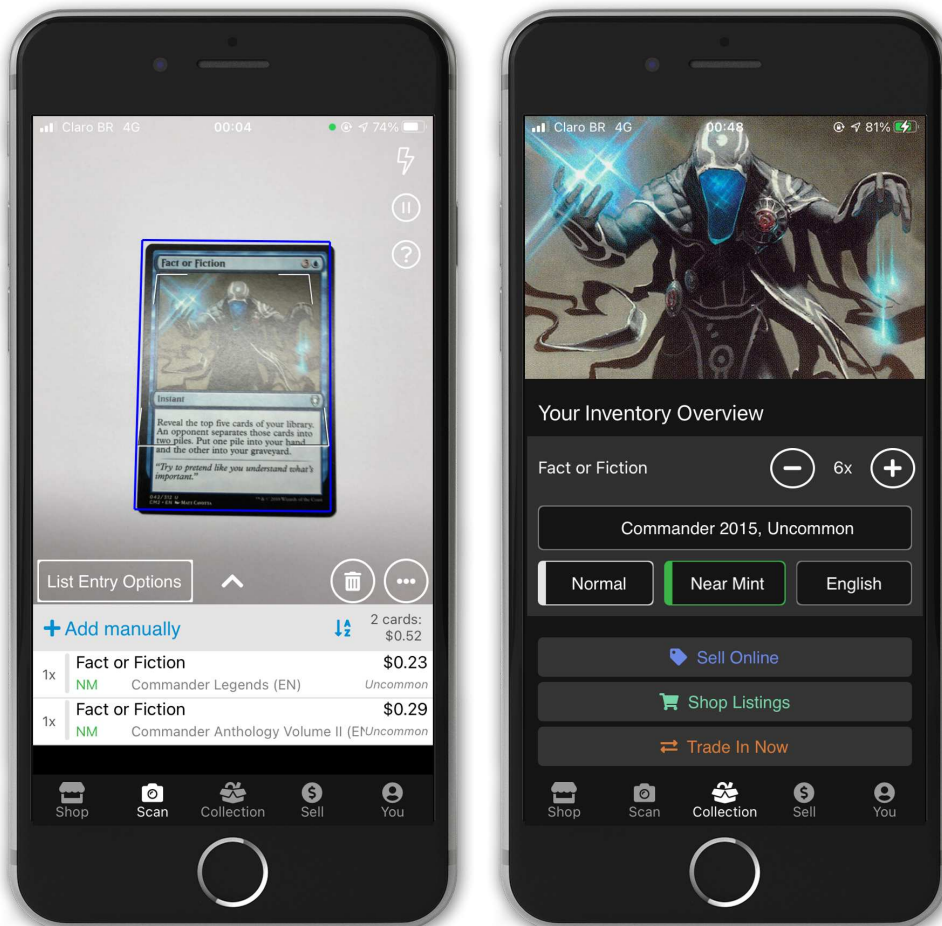
¹Montagem a partir de imagens de tela do aplicativo **MTG Scanner - Dragon Shield** com um *mockup* de iPhone obtido gratuitamente de **PngFind.com** para uso não comercial.

As ações listadas anteriormente e o *download* de recursos adicionais nas situações apresentadas foram pontos levados em consideração para o desenvolvimento deste trabalho. Ressalta-se ainda que os pontos positivos e negativos que os aplicativos possam ter não significam que estejam certos ou errados.

2.10.2 TCGPLAYER

Mais uma solução para detecção e reconhecimento de cartas colecionáveis disponível nas lojas virtuais é o aplicativo TCGplayer (2018) da própria empresa TCGplayer, Inc. Acessível tanto para Android quanto para iOS, o aplicativo possui um rápido escaneamento de cartas colecionáveis que possibilita o usuário encontrar preços, vender e comprar cartas de Yu-Gi-Oh! TCGTM, PokémonTM e Magic: The GatheringTM, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Escaneamento e detalhes de cartas no aplicativo TCGPlayer



(a) Escaneamento de carta

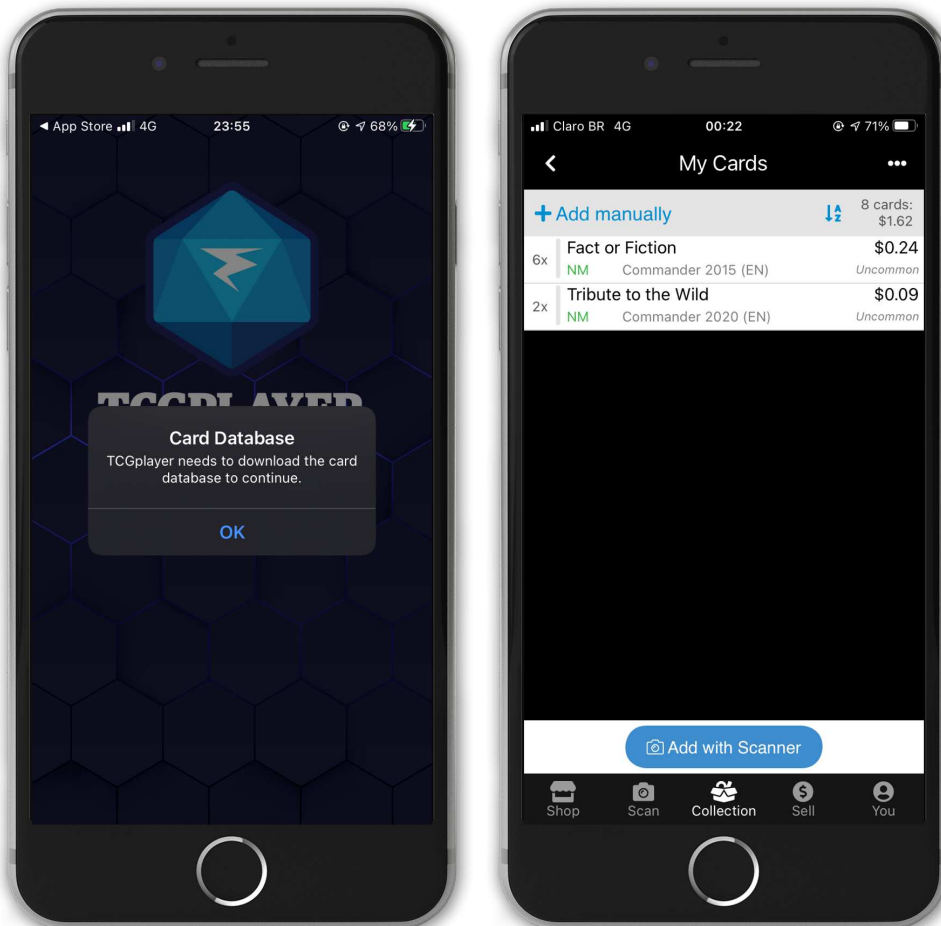
(b) Detalhes da carta

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)²

Há certas limitações quanto à autonomia do usuário no gerenciamento de suas coleções de cartas. As operações que envolvem preços, compra e venda de cartas ocorrem mediante os serviços da loja da TCGplayer. As ações de venda e compra são plausíveis quanto essa dependência, entretanto o preço das cartas segue a tabela de preços da loja e o usuário não consegue alterá-los em sua coleção.

Mais um ponto interessante em observar, o aplicativo não deixa o usuário prosseguir para as suas funcionalidades caso o mesmo não realize o *download* de recursos adicionais (Figura 6). Novamente, isso não deve ser considerado um comportamento errôneo ou correto, tal como mencionado anteriormente para o aplicativo MTG Scanner. Em suma, o aplicativo TCGplayer é um bom aplicativo, possui características próprias e bem relevantes, mas restringe o usuário aos serviços de sua loja.

Figura 6: Escaneamento e detalhes de cartas no aplicativo TCGplayer



(a) *Download* de arquivos necessário

(b) Exemplo de coleção

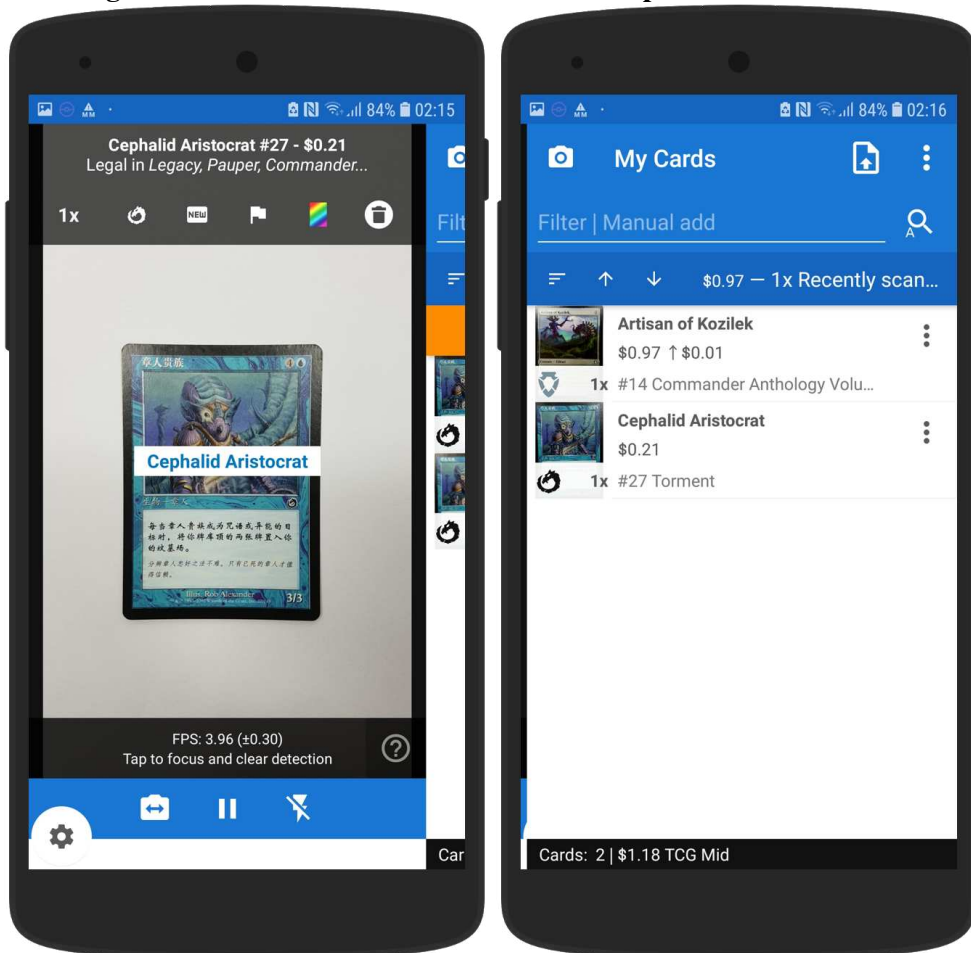
Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

²Montagem a partir de imagens de tela do aplicativo **TCGplayer** com um *mockup* de iPhone obtido gratuitamente de **PngFind.com** para uso não comercial.

2.10.3 DELVER LENS

Exclusivamente para Android, o aplicativo Delver Lens (2020) possui diversas funcionalidades no gerenciamento de cartas do jogo Magic: The GatheringTM. Aplicativo desenvolvido pelo brasileiro Cassio Elias dos Santos Junior, apresenta ótima detecção e reconhecimento de cartas (Figura 7). Um diferencial bem curioso do Delver Lens é a quantidade de opções que o usuário dispõe para exportar as listas de cartas, inclusive para lojas, segundo a Figura 8.

Figura 7: Escaneamento e lista de cartas no aplicativo Delver Lens



(a) Escaneamento de carta

(b) Lista de cartas

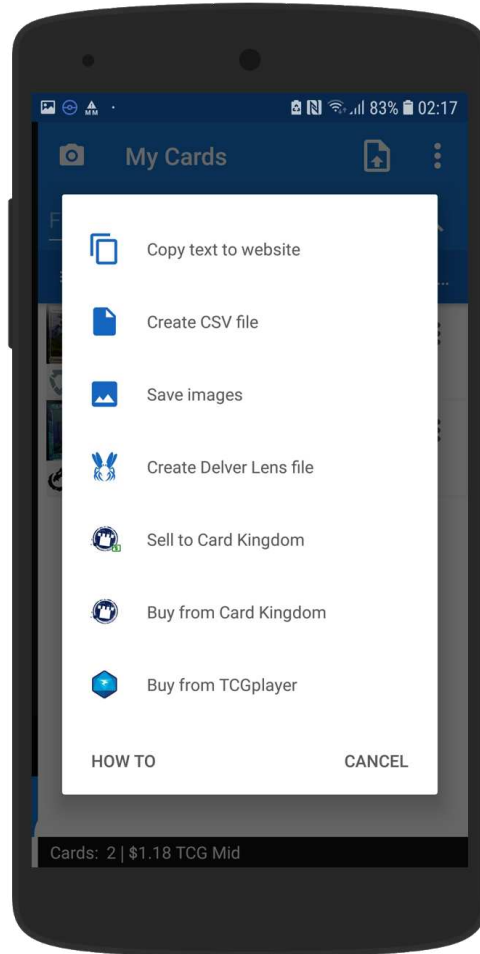
Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)³

No primeiro acesso, o *app* não alerta o usuário da necessidade de baixar recursos adicionais, porém mesmo sem acesso à internet ainda é possível escanear cartas. Desse modo, aparentemente, deve ocorrer algum *download* transparente ao usuário ou a própria aplicação

³Montagem a partir de imagens de tela do aplicativo **MTG Card Scanner Delver Lens** com um *mockup* de Android obtido gratuitamente de **PngFind.com** para uso não comercial.

já vêm com um banco de dados alimentado sendo preciso somente atualizá-lo periodicamente. Em resumo, o aplicativo Delver Lens é realmente uma ótima opção disponível para Android. Para iOS, uma fonte de inspiração e estudo. Ainda assim, há bastante espaço de trabalho à disposição para enriquecer a experiência do usuário durante as jornadas no aplicativo. Pode-se, por exemplo, utilizar transições e animações mais suaves.

Figura 8: Ações disponíveis para uma lista de cartas



Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

2.10.4 COMPARATIVO

A Tabela 1 apresenta um comparativo de algumas características dos aplicativos citados anteriormente, dentre funcionalidades e *layout*. Na última coluna, são apresentadas também as características do aplicativo proposto neste projeto, denominado CGCatalog. Essas características tratam dos pontos mais importantes considerados para o desenvolvimento deste trabalho. Possuir ou não essas características não significa que um aplicativo é melhor que o outro. Cada um procura atender uma determinada visão de negócio, visando entregar uma

ferramenta que atenda as necessidades de seus usuários.

Tabela 1: Comparativo com os trabalhos relacionados

Características	MTG Scanner	TCGplayer	Delver Lens	CGCatalog
Busca de cartas contínua	Sim	Sim	Sim	Não
Busca de cartas <i>offline</i>	Sim	Sim	Sim	Não
Máscara para auxiliar no escaneamento	Sim	Sim	Não	Não
Uso de realidade aumentada no escaneamento	Sim	Sim	Não	Sim
<i>Download</i> de recursos adicionais	Sim	Sim	Não	Não
Compartilhamento de dados em PDF	Não	Não	Não	Sim
Quantidade de jogos suportados	1	3	1	1

3 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo compreende o desenvolvimento do projeto, nele é explorado o desenvolvimento do projeto *back-end* e *front-end*, passando pelos requisitos funcionais e não funcionais e os seus diagramas. Posteriormente, é apresentado o processo de criação do banco de dados.

3.1 VISÃO GERAL

O presente trabalho, de acordo com o objetivo proposto, teve seu desenvolvimento focado na criação de dois *softwares*. Este capítulo apresenta a metodologia utilizada no desenvolvimento de cada um e os resultados parciais obtidos em cada etapa.

3.2 PROJETO *BACK-END*

O projeto *back-end* de um serviço Web teve como objetivo disponibilizar, através de requisições HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), formas para “alimentar” um banco de dados, disponibilizar as informações armazenadas neste banco de dados e, principalmente, conseguir identificar cartas colecionáveis de Magic: The GatheringTM por meio de sua arte (ilustração).

3.2.1 REQUISITOS FUNCIONAIS

Os requisitos funcionais do projeto *back-end* proposto, levantados a partir da análise dos objetivos do projeto, são:

- RF01 - O serviço Web deverá possuir um *endpoint* para inserção de conjuntos.
 - RF01.1 - O serviço Web deverá permitir requisições *post* com as informações dos conjuntos.
 - RF01.2 - O serviço Web deverá permitir requisições *put* com as informações dos conjuntos.

- RF01.3 - O serviço Web deverá obter as imagens das cartas presentes no conjunto.
- RF01.4 - O serviço Web deverá salvar as imagens das cartas presentes no conjunto no *Firebase Storage*.
- RF01.5 - Apenas usuários com acesso de administrador poderão realizar inserções/remoções/alterações nas informações dos conjuntos contidas no banco de dados.
- RF01.6 - O serviço Web deverá permitir requisições *get* de qualquer usuário às informações dos conjuntos.
- RF02 - O serviço Web deverá possuir um *endpoint* para inserção de cartas.
 - RF02.1 - O serviço Web deverá permitir requisições *post* com as informações das cartas.
 - RF02.2 - O serviço Web deverá permitir requisições *put* com as informações das cartas.
 - RF02.3 - O serviço Web deverá obter as imagens das cartas.
 - RF02.4 - O serviço Web deverá salvar as imagens das cartas no *Firebase Storage*.
 - RF02.5 - Apenas usuários com acesso de administrador poderão realizar inserções/remoções/alterações nas informações das cartas contidas no banco de dados.
- RF03 - O serviço Web deverá possuir um *endpoint* para inserção de *tokens*.
 - RF03.1 - O serviço Web deverá permitir requisições *post* com as informações dos *tokens*.
 - RF03.2 - Apenas usuários com acesso de administrador poderão realizar inserções/remoções/alterações nas informações dos *tokens* contidas no banco de dados.
 - RF03.3 - O serviço Web deverá permitir requisições *get* de qualquer usuário as informações dos *tokens*.
- RF04 - O serviço Web deverá salvar os descritores das cartas presentes no conjunto.
 - RF04.1 - O serviço Web deverá salvar os descritores das cartas para consulta futura.
 - RF04.2 - O serviço Web deverá salvar os descritores das cartas, baseando-se no seu conjunto.

- RF05 - O serviço Web deverá possuir um *endpoint* para busca das cartas.
 - RF05.1 - O *endpoint* deverá receber requisições *post*.
 - RF05.2 - O *endpoint* deverá validar a presença da imagem da carta em Base64¹.
 - RF05.3 - O *endpoint* deverá permitir filtro a partir de conjunto e um número de resultados possíveis.
 - RF05.4 - Caso a busca da carta tenha sucesso, as informações da(s) carta(s) deverão ser retornadas na resposta.

- RF06 - O serviço Web deverá possuir um *endpoint* onde seja possível realizar o *login* de um usuário/administrador.
 - RF06.1 - O *endpoint* deverá receber requisições *post*.
 - RF06.2 - O *endpoint* deverá receber um usuário e senha.
 - RF06.3 - O *endpoint* deverá retornar as informações do usuário logado e um *token* JWT (JSON² Web Token) de acesso.

3.2.2 REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

Os requisitos não-funcionais do projeto *back-end* proposto, levantados a partir da análise dos objetivos do projeto, são:

- RNF01 - O serviço Web deverá estar em servidor remoto, não podendo estar em ambiente local.
- RNF02 - O serviço Web deverá ser implementado na linguagem de programação Java.
- RNF03 - O banco de dados deverá ser *PostgreSQL*.

3.2.3 DIAGRAMAS

Nesta seção são apresentados os diagramas elaborados para o *back-end*. Foram produzidos 2 tipos de diagramas: diagrama de casos de uso e o diagrama de entidade-relacionamento.

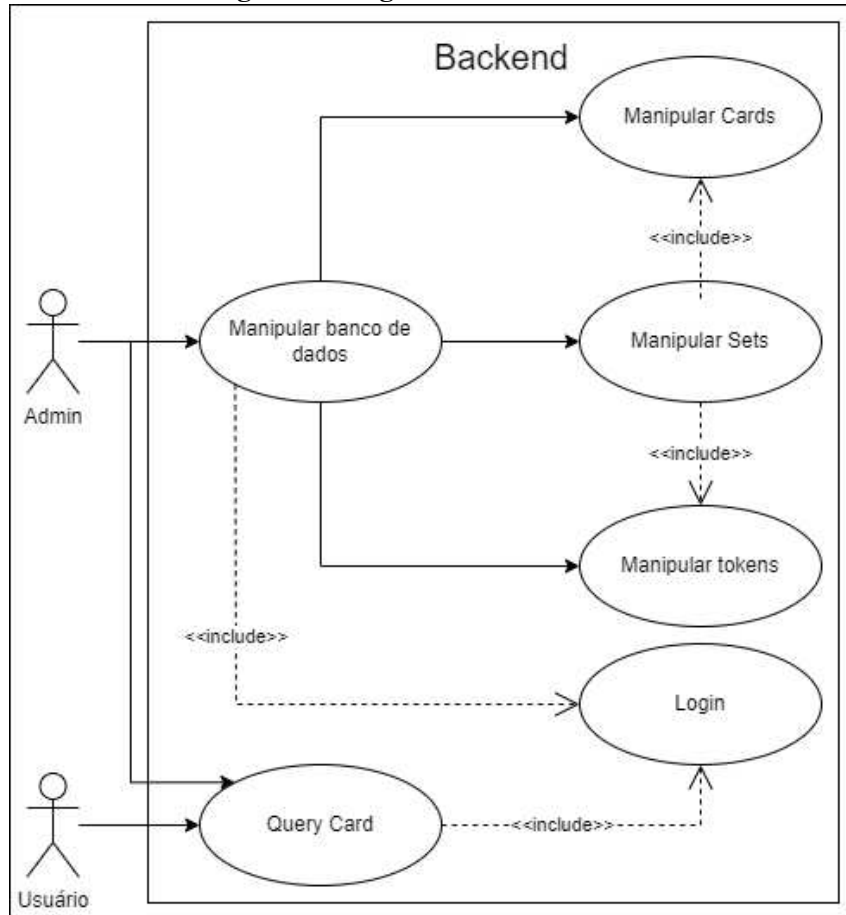
¹Base64 é um método para codificação de dados binários em texto.

²JavaScript Object Notation

3.2.4 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

O Diagrama de casos de uso do sistema é apresentado na Figura 9.

Figura 9: Diagrama de casos de uso



Fonte: Autoria própria

Nesse diagrama são apresentados os agentes do sistema, sendo um usuário e um administrador, sendo que o administrador é uma especialização do usuário. Os atores são:

1. Usuário: Pessoa portadora de um dispositivo móvel com sistema operacional iOS e com o aplicativo CGCatalog devidamente instalado.
2. Administrador: Usuário que efetuou *login* como administrador do sistema.

Os atores descritos são responsáveis pela interação com o sistema em cada um dos casos de uso.

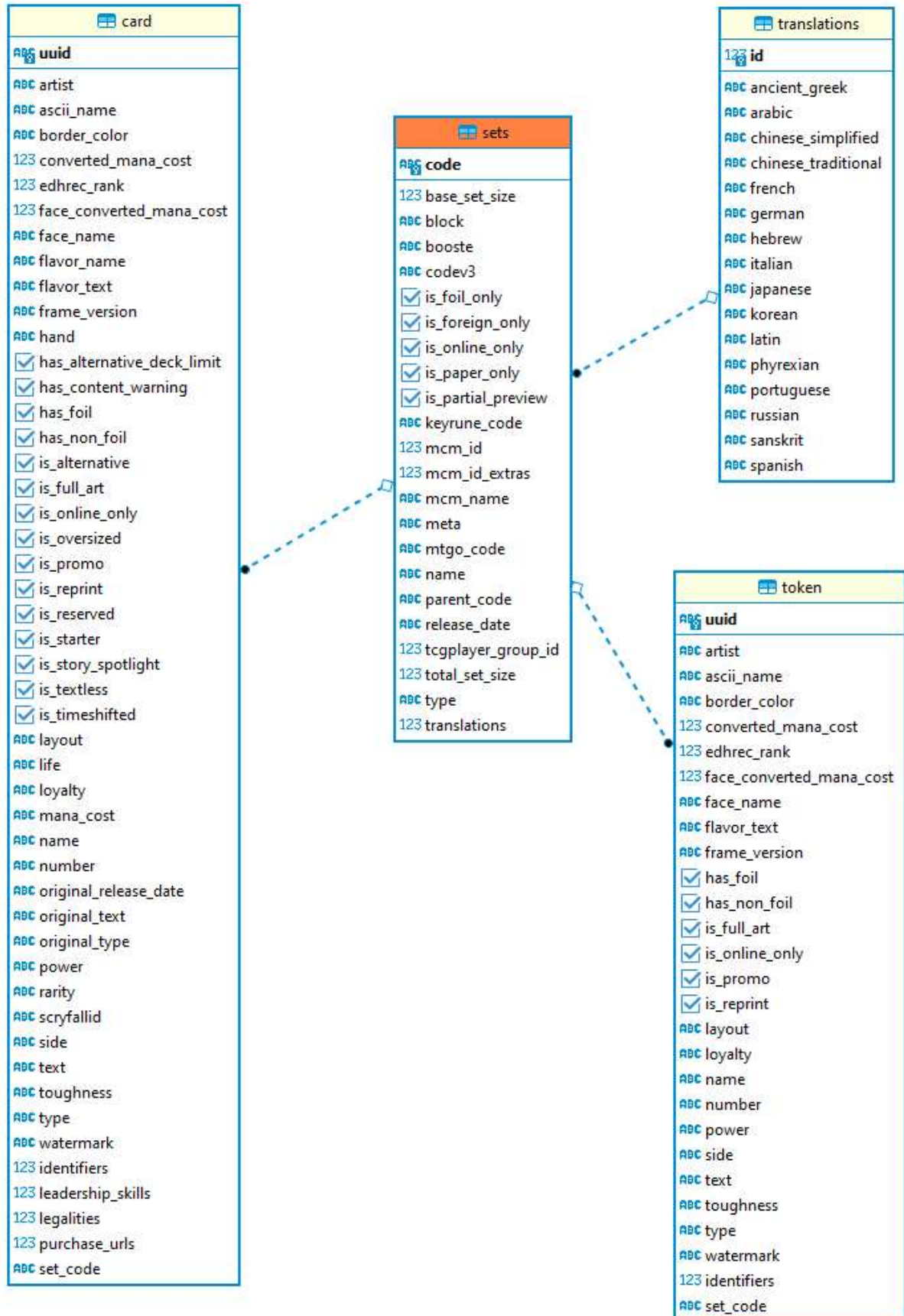
1. Manipular Sets: cadastro e manipulação dos conjuntos. Nesse ponto é necessário informar o *token* JWT de acesso e as informações do Set. (RF01)

2. Manipular Cartas: cadastro e manipulação das cartas. Nesse ponto é necessário informar o *token* JWT de acesso e as informação da(s) carta. (RF02)
3. Manipular *Tokens*: cadastro e manipulação dos *tokens*. Nesse ponto é necessário informar o *token* JWT de acesso e as informação do(s) *token*. (RF03)
4. Busca de carta: busca das informações da carta do usuário. Nesse ponto é necessário informar o *token* JWT de acesso e as informações de *query*, sendo obrigatório informar a arte da carta em Base64. (RF05)
5. Login: autenticação do aplicativo móvel e do administrador. Nesse ponto é necessário informar o usuário e senha. (RF06)

3.2.5 DIAGRAMA ENTIDADE-RELACIONAMENTO

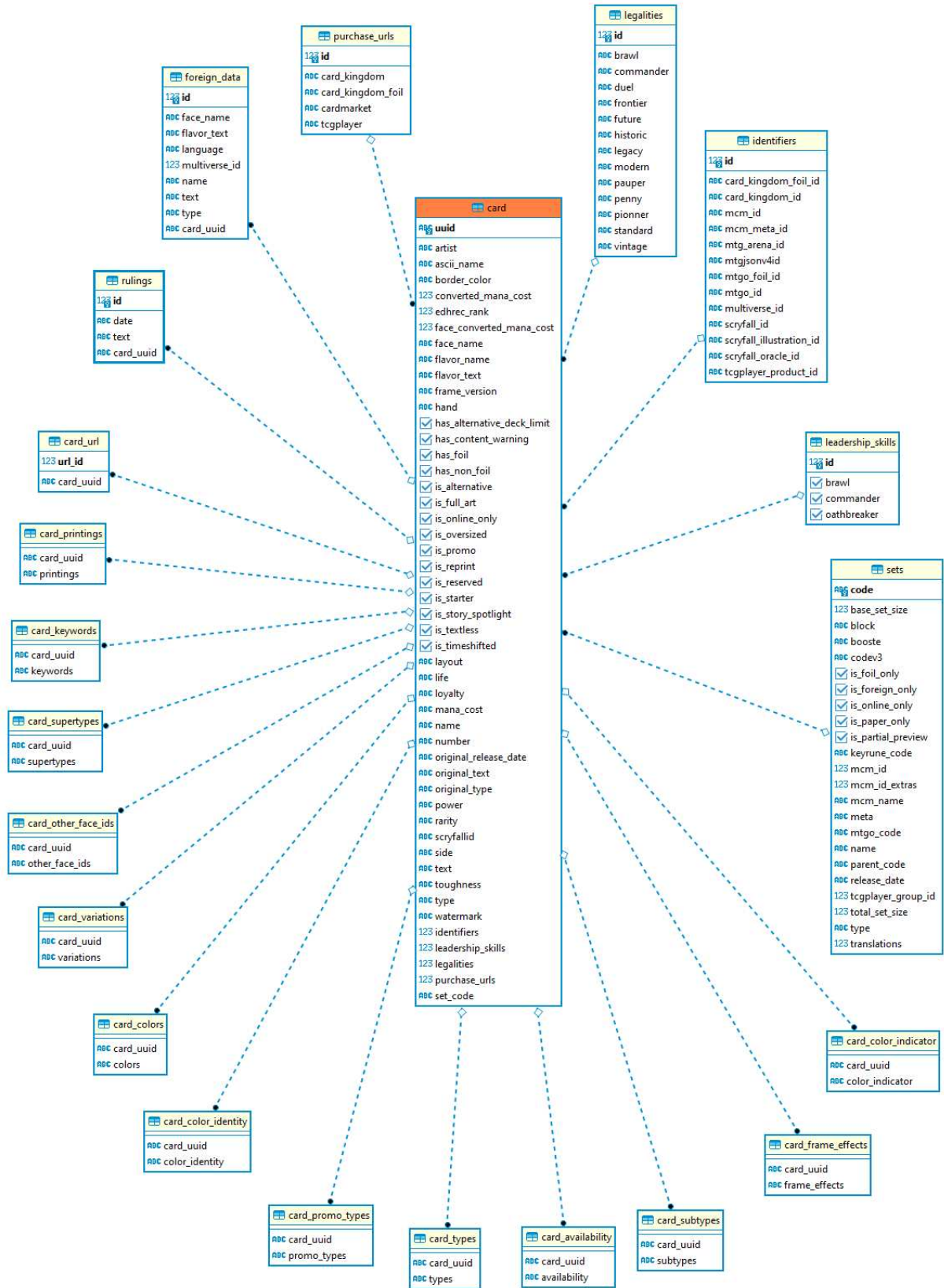
Os diagramas de entidade-relacionamento mostrados nas Figuras 10, 11, 12, 13, 14 representam os relacionamentos entre as entidades de conjuntos, Cartas, *Tokens*, a entidade *URL* e Usuários, respectivamente.

Figura 10: Entidade e relacionamento dos conjuntos.



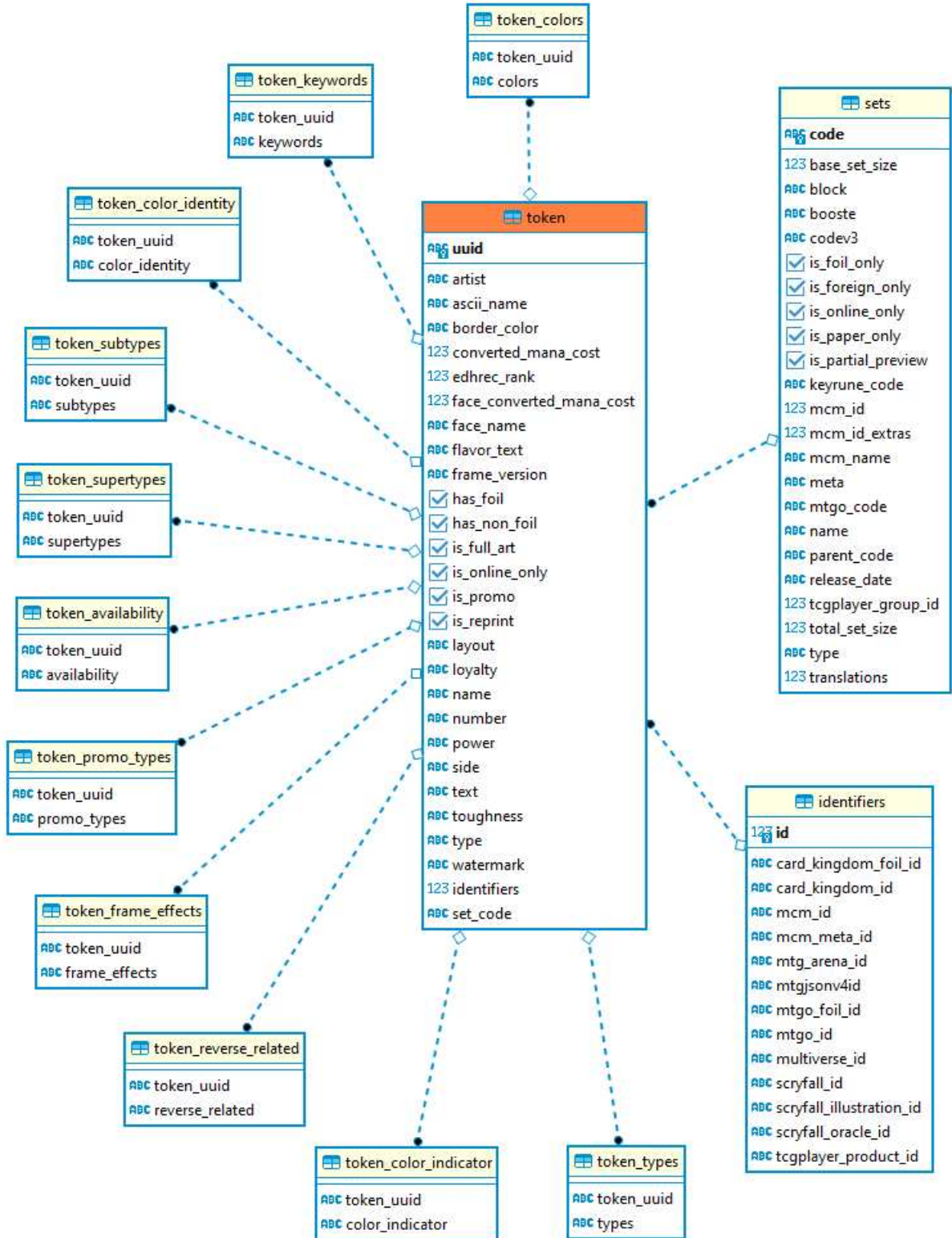
Fonte: Autoria própria

Figura 11: Entidade e relacionamento das cartas.



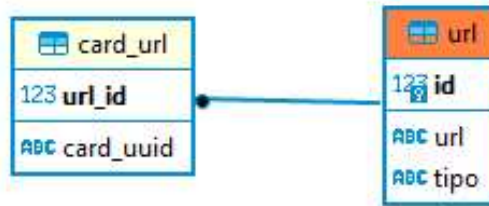
Fonte: Autoria própria

Figura 12: Entidade e relacionamento dos *tokens*.



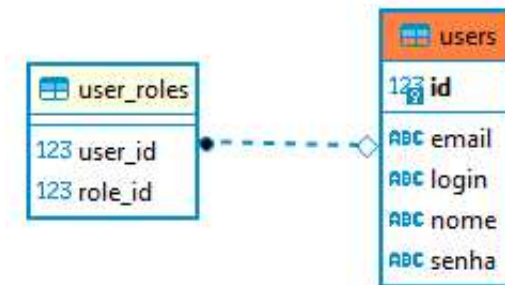
Fonte: Autoria própria

Figura 13: Entidade e relacionamento das *urls*.



Fonte: Autoria própria

Figura 14: Entidade e relacionamento dos usuários.



Fonte: Autoria própria

3.3 PROJETO *FRONT-END*

O projeto *front-end* de um aplicativo móvel teve como objetivo principal catalogar as cartas colecionáveis de seus usuários a partir do escaneamento (detecção e reconhecimento) de cada uma. As informações referentes às cartas escaneadas são armazenados no dispositivo físico do usuário quando retornados pelas requisições feitas ao serviço Web.

3.3.1 REQUISITOS FUNCIONAIS

Os requisitos funcionais do projeto *front-end* proposto, levantados a partir da análise dos objetivos do projeto, são:

- RF01 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário buscar informações de uma carta colecionável encontrada no ambiente a partir de sua captura pela câmera do *smartphone*.
 - RF01.1 - O aplicativo móvel deverá buscar informações de uma carta colecionável através de requisições feitas a um serviço Web.

- RF01.2 - O aplicativo móvel deverá enviar ao serviço Web somente a arte da carta capturada.
- RF01.3 - O aplicativo móvel deverá alertar o usuário quando uma carta colecionável for capturada no ambiente.
- RF02 - O aplicativo móvel deverá possuir configurações para personalizar o processo de busca de cartas colecionáveis de acordo com o usuário.
- RF03 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário salvar as cartas colecionáveis retornadas pelo serviço Web no processo de busca.
- RF04 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário visualizar as cartas colecionáveis salvas em um catálogo (lista) de cartas.
 - RF04.1 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário pesquisar por **nome** as cartas colecionáveis salvas.
 - RF04.2 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário definir e alterar a **quantidade** de uma carta salva.
 - RF04.3 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário definir e alterar o **preço** de uma carta.
 - RF04.4 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário remover uma carta salva em seu catálogo.
- RF05 - O aplicativo móvel deverá permitir ao usuário exportar para outras aplicações uma lista das cartas presentes em seu catálogo.
 - RF05.1 - O aplicativo móvel irá gerar um arquivo com a lista das cartas presentes no catálogo do usuário para exportação.
- RF06 - O aplicativo móvel deverá permitir a realização de *login* no serviço Web.

3.3.2 REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

Os requisitos não-funcionais do projeto *front-end* proposto, levantados a partir da análise dos objetivos do projeto, são:

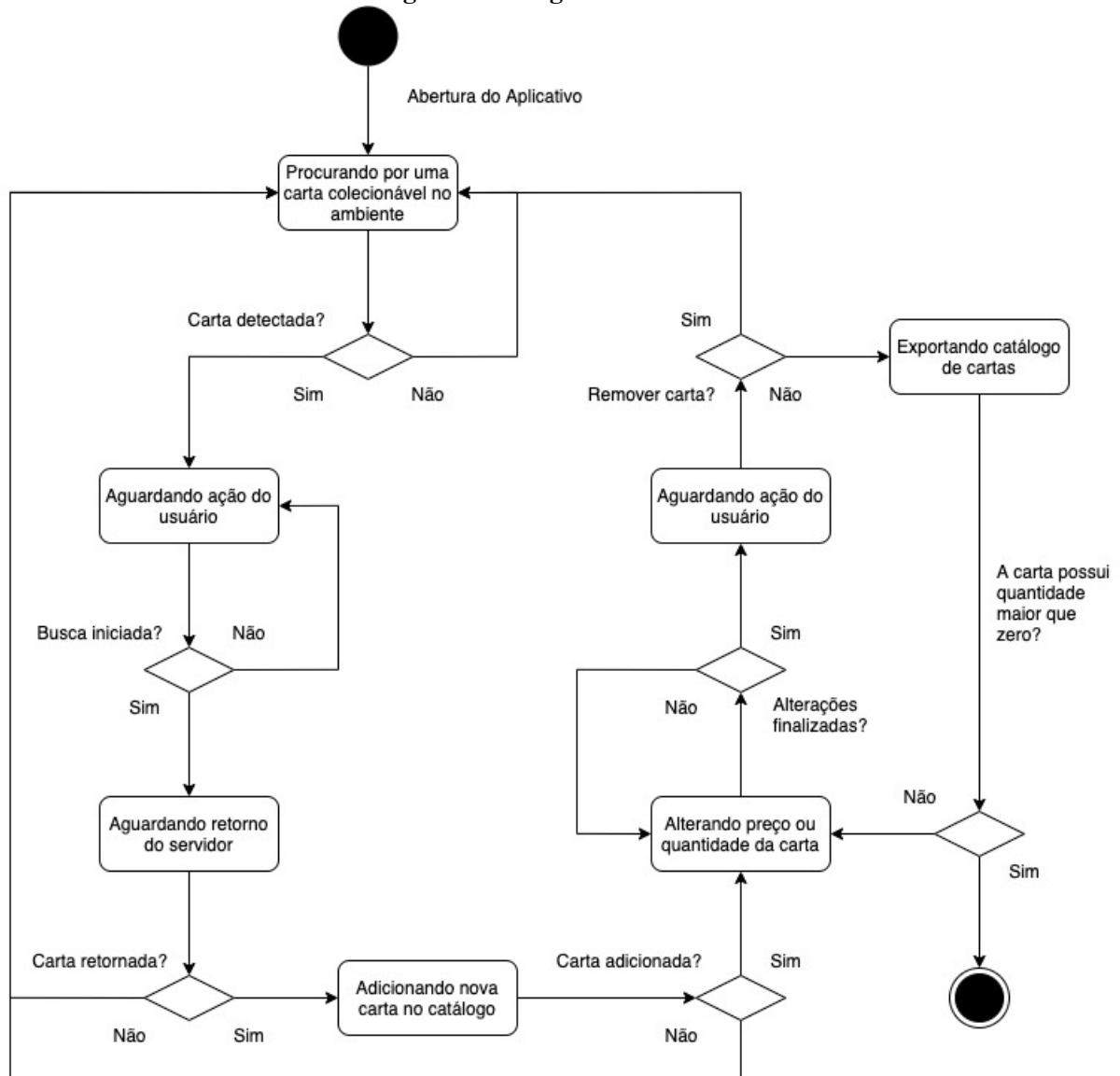
- RNF01 - O aplicativo móvel deverá ser desenvolvido para a plataforma iOS.

- RNF01.1 - O aplicativo móvel poderá ser executado somente no iOS 14.0 ou superior.
- RNF02 - O aplicativo móvel deverá ser desenvolvido exclusivamente para os dispositivos iPhone da Apple Inc.
- RNF03 - O aplicativo móvel deverá ser implementado na linguagem de programação Swift.
- RNF04 - O aplicativo móvel deverá permitir somente a orientação retrato.
- RNF05 - O aplicativo móvel deverá utilizar somente o armazenamento interno do dispositivo físico do usuário.
 - RNF05.1 - O aplicativo móvel não fará uso de banco de dados externo.
 - RNF05.2 - O aplicativo móvel deverá usar o *framework Core Data* para salvar os dados.
- RNF06 - O aplicativo móvel deverá usar somente *frameworks* nativos, ou seja, *frameworks* da Apple Inc.
- RNF07 - O arquivo gerado pelo aplicativo móvel para exportação deverá ser no formato PDF.
 - RNF07.1 - Somente cartas colecionáveis salvas com quantidade igual ou superior a 1 (um) poderão ser exportadas.
- RNF08 - Uma busca só poderá ser feita mediante o *login* no serviço Web.

3.3.3 DIAGRAMA DE ESTADOS

O diagrama de estados apresentado na Figura 15 fornece uma representação do *software front-end* sob a perspectiva dos possíveis estados desde a detecção e adição de novas cartas colecionáveis em um catálogo até a sua exportação para outros aplicativos. As transições de estados são decorrentes das ações do usuário (*front-end*) retratadas anteriormente na Figura 9.

Figura 15: Diagrama de estados



Fonte: Autoria própria

3.3.4 DETECÇÃO E CAPTURA DE CARTAS COLECIONÁVEIS

Toda a detecção e captura de cartas colecionáveis é feita através do uso dos *frameworks* ARKit e Vision da própria Apple Inc. O *framework* ARKit integra a câmera do dispositivo iOS e os recursos de movimento para produzir experiências de realidade aumentada no aplicativo (APPLE, 2021a). Com o ARKit é possível rastrear uma imagem no ambiente mesmo quando ocorre algum movimento da câmera ou da própria imagem. No caso deste projeto, este *framework* é utilizado para rastrear uma carta colecionável no ambiente do usuário.

O *framework* Vision aplica algoritmos de visão computacional para realizar uma

variedade de tarefas na entrada de imagens e vídeo (APPLE, 2021b). Dentre essas tarefas, o aplicativo móvel utiliza o *framework* para verificar em tempo real se há presença de **retângulos** nas imagens capturadas pela câmera do *smartphone* retornadas pelo ARKit. Os jogos de cartas colecionáveis mencionados no Capítulo 1 possuem formato retangular e bordas bem definidas com um *layout* padrão para todas. Logo, com o Vision e o ARKit é possível identificar a presença de uma carta colecionável no ambiente do usuário.

Figura 16: Frameworks utilizados

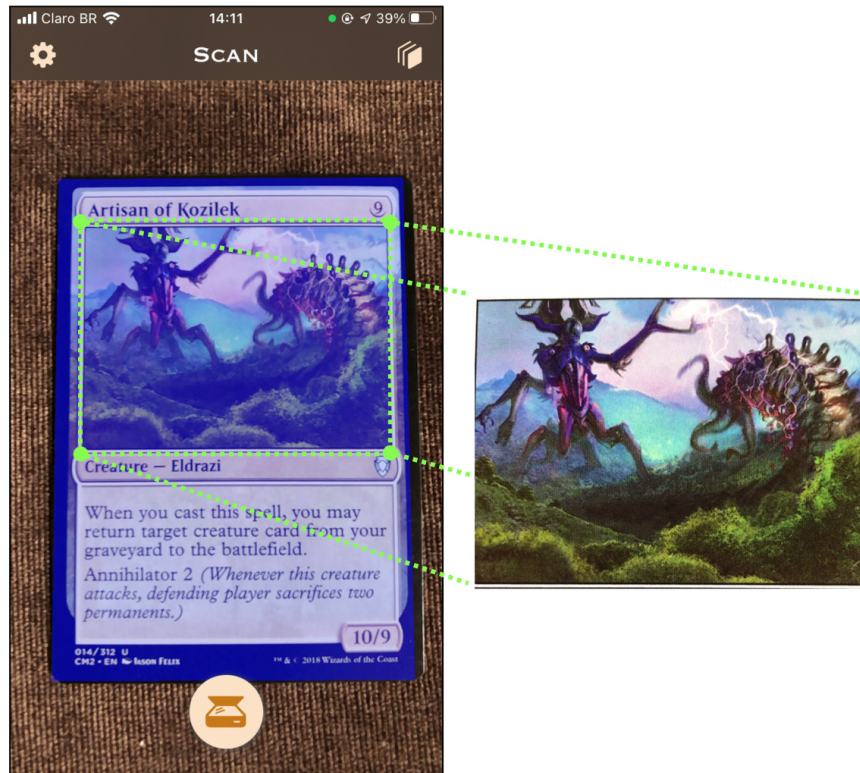


Fonte: Autoria própria

Com ambos os *frameworks* torna-se viável rastrear um retângulo, no caso uma carta colecionável, no mundo real mesmo quando há algum movimento da câmera ou do próprio objeto identificado. Através do *framework* ARKit, o aplicativo envia as imagens capturas pela câmera do *smartphone* para serem analisadas pelo *framework* Vision, responsável pela identificação de um retângulo em cada imagem. Quando um retângulo é identificado, o Vision gera uma referência (coordenadas) do retângulo na imagem analisada. O aplicativo repassa essa referência para o ARKit e informa ainda que o *framework* deve adicionar uma camada azul acima do retângulo identificado. O ARKit utiliza a referência informada para poder adicionar

essa camada azul que, por fim, alerta o usuário que um objeto foi detectado com sucesso. A Figura 16 apresenta o resultado final deste processo e procura identificar com o que cada *framework* trabalha.

Figura 17: Arte recortada



Fonte: Autoria própria

Quando uma carta colecionável é identificada, somente a sua arte será enviada para o servidor para executar o processo de reconhecimento. Após a sua detecção, o aplicativo recorta a arte da carta levando em consideração o *layout* padrão das cartas do jogo Magic: The GatheringTM, como ilustra a Figura 17.

3.4 BASE DE DADOS

Uma das primeiras dificuldades encontradas num sistema detector de imagens baseado em seus conteúdos, é obter os descritores das imagens que serão utilizadas na comparação com a imagem de busca fornecida pelo usuário. Possuir as informações das cartas, assim como as suas imagens, é de extrema importância para o funcionamento do serviço Web. Logo, foi necessário procurar por serviços que fornecessem tais informações, encontrando assim o MTGJSON.

O MTGJSON é um projeto *open-source*, que realiza a catalogação de todas as cartas do

Magic: The GatheringTM. Através dele foi possível conseguir todas as informações necessárias referentes às cartas, porém ainda existia um grande problema: obter as imagens das cartas presentes nesse conjunto. Para solucionar este problema, foi realizado o *download* das imagens através de requisições HTTP para o *Scryfall Magic: The Gathering Search*. O *Scryfall* se auto-intitula uma máquina de busca de informações do Magic, com foco em fornecer imagens de cartas e ferramentas de dados que outros criadores de conteúdo possam utilizar para desenvolver mais soluções sobre o Magic: The GatheringTM (SCRYFALL, 2021).

Para realizar os testes e a avaliação quantitativa da detecção das cartas foi utilizado o conjunto chamado *Commander Anthology Volume II (CM2)*, pois os integrantes da equipe possuem quase a totalidade das cartas. Utilizando o JSON que representa o conjunto escolhido, o banco de dados foi “alimentado”, realizando uma requisição HTTP para o *endpoint* responsável pela inserção dos dados do conjunto. Este *endpoint* é responsável por salvar as informações do conjunto, assim como inserir as cartas e *tokens* presentes neste. Durante a inserção das informações da carta no banco de dados, é realizado o *download* das imagens referentes a esta. Então, são obtidos os descritores das imagens.

Os descritores são obtidos a partir do ORB (seção 2.3). A criação do algoritmo do ORB é realizada utilizando-se a função *cv2.ORB.create()*, por padrão o número máximo de descritores guardados é 500. Após a criação do ORB, foi utilizada a função **detectAndCompute(image)**, passando a imagem da arte (ilustração) da carta como parâmetro. Desta forma são obtidos os pontos de interesse e os descritores desta imagem. Conforme mencionado na seção 2.2, os descritores são basicamente uma matriz ou coleção de números, e são utilizados para descrever os pontos de interesse da imagem, através deles é feita a combinação (*match*) de duas imagens. Os descritores são salvos em arquivos CSV (*Comma-separated values*), nomeados a partir do código do conjunto.

Ainda no processo de salvar o conjunto, as imagens baixadas são enviadas para o *Firebase Storage*, que retorna uma URL, esta é salva no banco de dados junto com as demais informações da carta.

4 APLICATIVO GCCATALOG

Este capítulo apresenta a navegação entre telas e funcionalidades do aplicativo resultante deste trabalho. São abordados todos os elementos visíveis ao usuário. A identificação do aplicativo no dispositivo do usuário é realizada através de um ícone, mostrado na Figura 18. O ícone procura transmitir o objetivo geral do projeto, conforme visto na seção 1.2. Foi utilizado uma lupa como elemento em destaque para fazer uma analogia com o a funcionalidade de escaneamento de cartas. As cartas ao fundo representam cartas genéricas, para que não sejam associadas a nenhum jogo de cartas específico. A palheta de cores usada na construção das telas seguiu a palheta do próprio ícone.

Figura 18: Ícone do aplicativo



Fonte: Autoria própria

4.1 NAVEGAÇÃO

Durante a jornada pelo aplicativo, o usuário irá encontrar 4 telas distintas e 2 variações de uma mesma tela. A Figura 19 apresenta o fluxo de telas do aplicativo CGCatalog visíveis ao usuário. Foram enumeradas abaixo todas as telas presentes no fluxo juntamente com uma breve descrição de cada uma.

1. Tela principal do aplicativo iniciada logo após a abertura do aplicativo. Nesta tela é possível fazer a detecção de uma carta colecionável pela câmera do *smartphone*.
2. Após a detecção da carta e envio das informações coletadas ao servidor, quando o reconhecimento da carta é finalizado o resultado é devolvido ao aplicativo e apresentado ao usuário. Algumas ações adicionais ficam disponíveis para o usuário.
3. Tela de configurações do aplicativo.
4. Catálogo de cartas adicionadas pelo usuário.
5. Lista adicional de cartas retornadas pelo servidor em resposta ao reconhecimento da carta enviada previamente. Esta lista é acessível mediante alterações nas configurações do aplicativo.
6. Visualização do PDF contendo as cartas presentes no catálogo do usuário. É possível também exportar esse PDF para fora do aplicativo.

Figura 19: Fluxo de telas do aplicativo CGCatalog



Fonte: Autoria própria

4.2 FUNCIONALIDADES

Explorando com mais detalhes as telas apresentadas anteriormente na Figura 19, esta seção descreve as funcionalidades presentes em cada uma delas tal como os elementos de interface que as compõem.

4.2.1 ESCANEAMENTO DE CARTAS

O escaneamento de carta é considerada a funcionalidade de maior destaque no aplicativo. É graças a ela que será possível detectar a carta colecionável, enviá-la ao servidor para identificá-la e, por fim, retornar o resultado pro usuário. A Figura 20 ilustra o momento em que uma carta é detectada pela aplicação. Após a sua detecção, é possível clicar no botão inferior central para começar o processo de reconhecimento.

Figura 20: Escaneamento de carta



(a) Carta não detectada

(b) Carta encontrada

Fonte: Adaptado de [PngFind.com](https://www.pngfind.com) (2019)¹

¹Montagem a partir de imagens de tela do aplicativo *CGCatalog* de autoria própria com um *mockup* de iPhone obtido gratuitamente de [PngFind.com](https://www.pngfind.com) para uso não comercial.

Na mesma tela ainda, na barra superior de navegação, o usuário pode ir para as configurações do aplicativo ao clicar no botão esquerdo ou ir para o seu catálogo de cartas ao clicar no botão direito. Por fim, nota-se que para realizar o escaneamento não é necessário fazer o *download* de recursos adicionais, basta o usuário possuir uma conexão de rede. Esta é justamente uma alternativa que não foi explorada nos trabalhos apresentados na seção 2.10.

4.2.2 ADIÇÃO DE NOVAS CARTAS

Quando o escaneamento de uma carta colecionável ocorrer com sucesso, será retornado ao usuário a carta em questão com algumas ações disponíveis que podem ser executadas. Inicialmente, a Figura 21 mostra 3 botões alinhados verticalmente ao lado direito da carta.

Figura 21: Adição de nova carta



(a) Carta não detectada

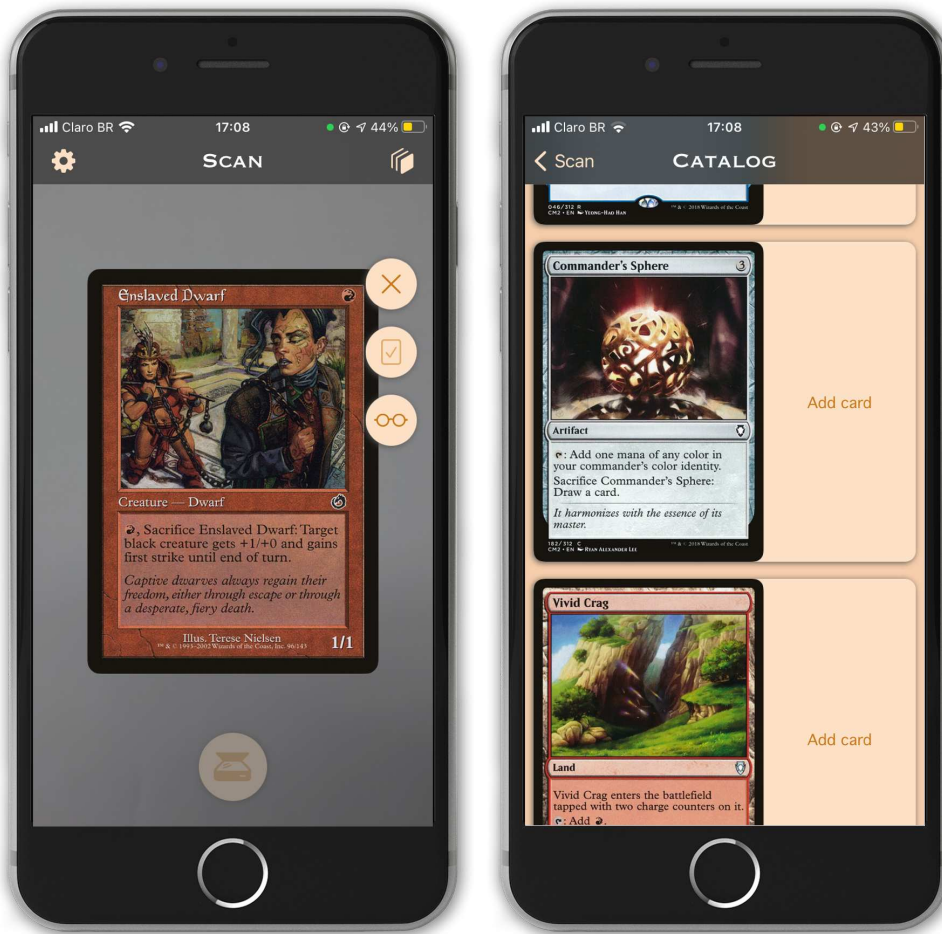
(b) Carta encontrada

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

O primeiro botão de cima para baixo, com um símbolo X, indica uma ação de cancelar.

Caso o usuário opte por retornar ao escaneamento de carta, por exemplo, basta clicar nesse botão. O botão do meio possibilita o usuário adicionar a carta escaneada ao seu catálogo de cartas. Após o clique no botão e a ação ter sido concluída corretamente, uma mensagem será exibida informando o usuário que a carta foi salva com sucesso. Caso ele já possua a carta adicionada, a opção não estará disponível. Nota-se também que o ícone do botão muda conforme o *status* da carta, se ela está presente ou não no banco de dados.

Figura 22: Lista adicional de cartas



(a) Botão inferior habilitado

(b) Visualização da lista adicional

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

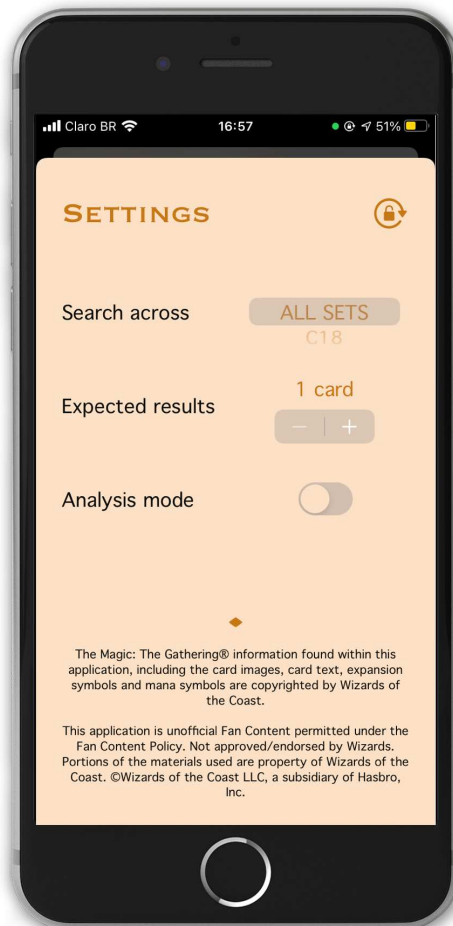
Por último, o usuário pode alterar as configurações de busca no aplicativo, informando ao servidor que identifique a carta desejada e retorne adicionalmente um número limitado de outras cartas que mais se assemelham à carta escaneada. Uma lista adicional de cartas é montada de acordo com as características visuais da carta escaneada. O usuário poderá visualizar essa lista, ilustrada na Figura 22, ao clicar no botão inferior onde o seu ícone é representado por um óculos. As cartas dessa lista poderão também ser adicionadas ao catálogo do usuário por meio

de um botão disponível ao lado direito de cada uma.

4.2.3 BUSCA PERSONALIZADA

Na tela de configurações do aplicativo (ver Figura 23), o usuário pode optar por personalizar a sua busca de cartas colecionáveis. A opção *Search across* permite limitar o reconhecimento de uma carta à uma edição específica do jogo Magic: The GatheringTM, consequentemente gerando um resultado mais rápido. Abaixo, há a opção *Expected results* que trará uma lista adicional de cartas baseada nas características visuais da carta escaneada, conforme comentado anteriormente na subseção 4.2.2.

Figura 23: Configurações do aplicativo



Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

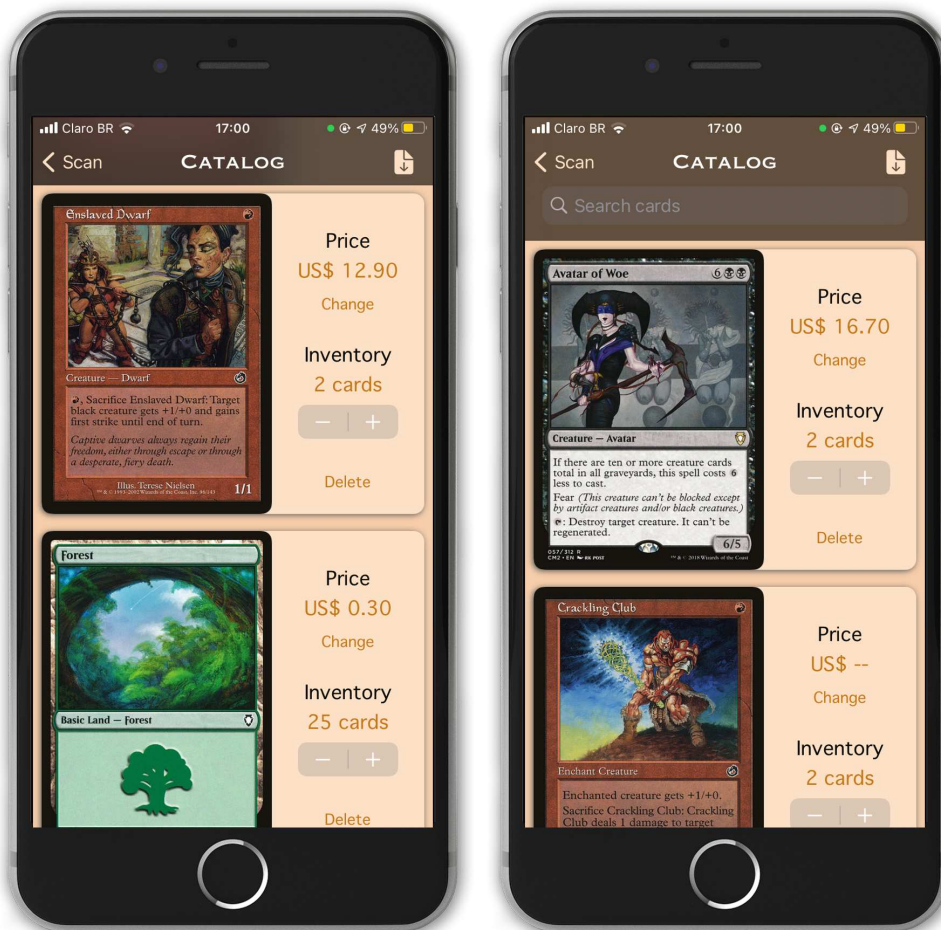
O usuário pode optar por retornar uma lista de até **10 cartas**. Quanto maior o número de cartas esperado, maior será o tempo para se obter o resultado. A última opção, *Analysis mode*, não é uma opção disponível ao usuário final. Essa opção é exclusiva para fins de teste e

depuração durante o desenvolvimento, e será abordada no capítulo 5.

4.2.4 CATÁLOGO DE CARTAS

Todas as cartas adicionadas são visíveis através do catálogo de cartas colecionáveis do usuário como mostra a Figura 24. As cartas são exibidas em uma lista. Ao rolar a lista para baixo, as demais cartas presentes no catálogo serão exibidas. Há uma barra de pesquisa junto à barra superior de navegação que auxilia o usuário na busca por alguma(s) carta(s) em seu catálogo filtrando ela(s) pelo **nome**. É possível ainda gerenciar o catálogo incluindo preços e alterando a quantidade de cartas em estoque para cada carta existente.

Figura 24: Catálogo de cartas colecionáveis



(a) Barra de pesquisa escondida

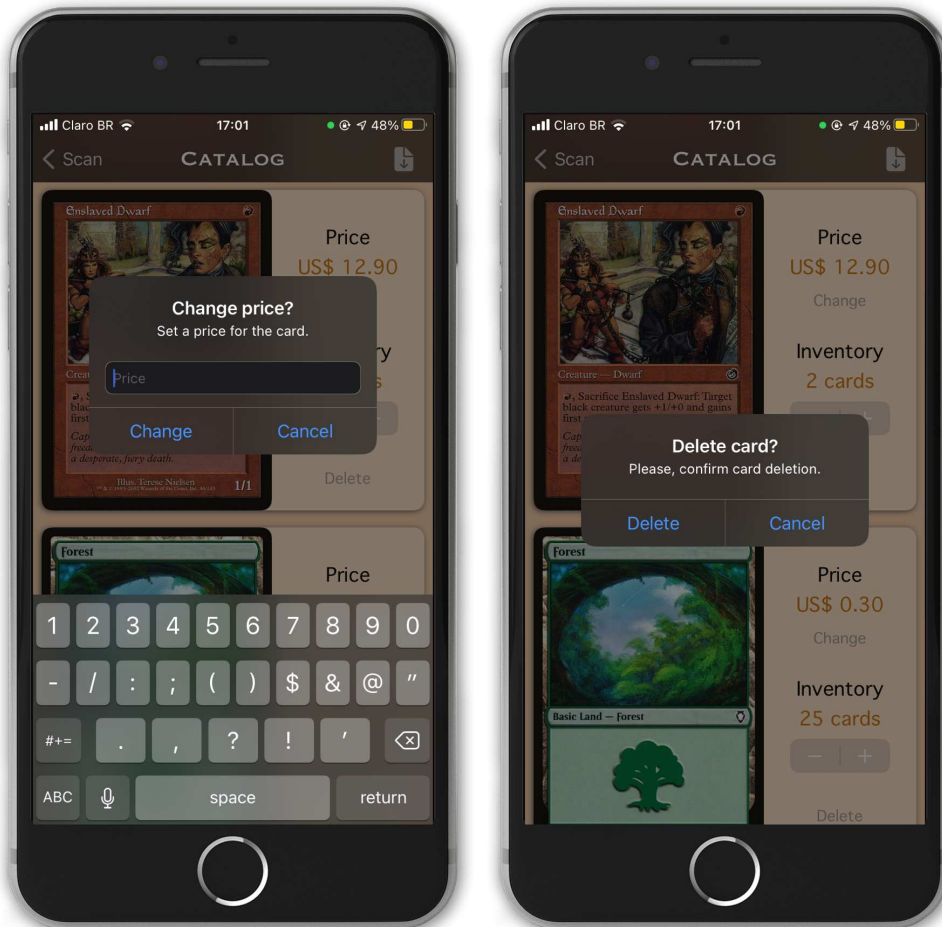
(b) Barra de pesquisa visível

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

O preço e a quantidade de cada carta são vistos à direta da mesma e podem ser alterados, respectivamente, através do botão *Change* (vide Figura 25a) e pelo elemento visual chamado de *Stepper* representado pelos sinais de mais e menos com a função de incrementar ou

decrementar um valor. Se o usuário não possuir mais uma determinada carta, o mesmo poderá reduzir a quantidade de cartas para zero ou simplesmente remover a carta do seu catálogo ao clicar no botão *Delete*. Antes de remover uma carta, um alerta será exibido ao usuário para confirmar se a ação deve mesmo ser executada (vide Figura 25b). A ação de remoção não é reversível.

Figura 25: Gerenciando o catálogo de cartas



(a) Alterar preço

(b) Excluir carta

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

4.2.5 COMPARTILHAR CATÁLOGO

O aplicativo fornece ainda a opção de exportar o catálogo do usuário para compartilhamento em outros aplicativos, sejam redes sociais ou até mesmo outros canais de comunicação. Para isso, foi escolhido o formato de arquivo PDF. Os documentos exportados permitem apresentar a coleção de forma organizada e clara, juntamente com os seus dados de preço e inventário. O próprio tipo de arquivo é um formato universal. O PDF é amplamente suportado por várias aplicações e, até mesmo, um formato muito usado para arquivos a serem

impressos.

Na barra superior de navegação da tela do catálogo, ao clicar no botão direito, será gerado um PDF contendo as cartas colecionáveis presentes no próprio catálogo do usuário. Cartas que possuem zero quantidade em estoque, não serão listadas no documento. Na tela de *preview* (visualização) do PDF, apresentada na Figura 26, haverá novamente outro botão (ao lado direito) na barra superior de navegação. Ao clicar no respectivo botão, o sistema operacional irá exibir os possíveis aplicativos para onde o usuário poderá exportar o seu catálogo. Para mais detalhes, está disponível no Apêndice A um exemplo de um catálogo gerado em PDF.

Figura 26: Visualização do catálogo em PDF



(a) Catálogo em PDF

(b) Exportando o catálogo

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

Essa funcionalidade não foi encontrada nos trabalhos relacionados. Conforme mencionado na seção 2.10: (i) o aplicativo **MTG Scanner - Dragon Shield** possui a opção de gerar e exportar um arquivo CSV, o que dificulta a visibilidade em redes sociais, por exemplo;

(ii) o aplicativo **TCGplayer** foca na divulgação e compartilhamento através de sua própria loja virtual; (iii) o aplicativo **Delver Lens** possui várias opções de compartilhamento, como visto na Figura 8, mas não há a opção de exportar como arquivo PDF.

5 TESTES E RESULTADOS

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada nos testes, os resultados obtidos na detecção e reconhecimento das cartas do jogo Magic: The GatheringTM e os casos falhos que ocorreram ao longo do desenvolvimento do presente trabalho.

5.1 METODOLOGIA DE TESTE

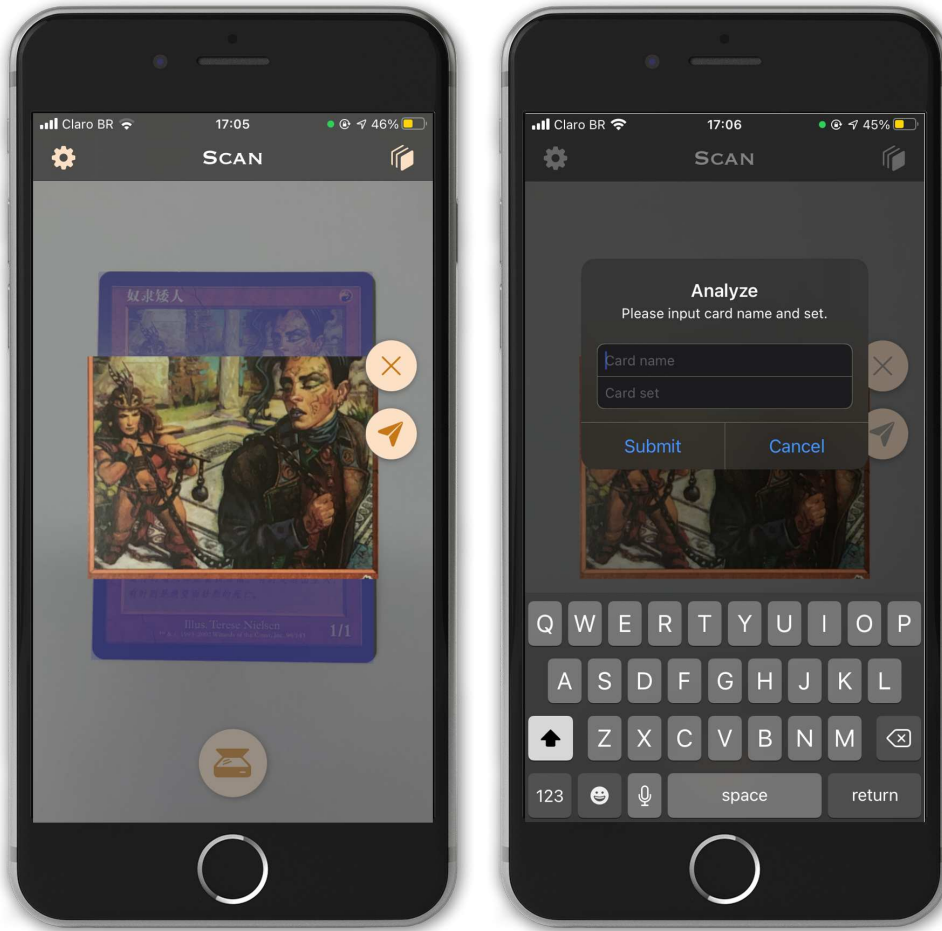
Após o desenvolvimento do servidor e do aplicativo móvel, foi necessário validar o funcionamento de ambos os sistemas. Definiu-se, então, que o aplicativo deveria enviar as imagens das cartas para o servidor através de um novo *endpoint* desenvolvido para esse uso em específico. Deste modo, é necessário enviar uma requisição *post* ao servidor nesse *endpoint*, anexando a arte da carta esperada e informando respectivamente o seu nome e a sua edição. A Figura 27 ilustra esse processo. Essa funcionalidade não fica disponível para os demais usuários do sistema e por padrão fica desabilitada. Para habilitá-la, basta ir nas configurações do aplicativo, visto anteriormente na Figura 23, e ativar a opção *Analysis mode*. Esta opção só é visível quando o aplicativo encontra-se em modo *debug*, ou seja, quando o aplicativo está em sua versão de desenvolvimento.

Após as imagens serem enviadas, foi desenvolvida uma aplicação *Python* para automatizar as chamadas no serviço Web, simulando dessa maneira o ciclo completo de uso do aplicativo. O arquivo *Python* criado, além de realizar as chamadas no sistema, salva as informações das requisições e das respostas obtidas em um arquivo CSV. Nesse arquivo CSV são armazenados os seguintes dados:

- Os nomes das cartas esperados na resposta.
- Se foi utilizado um filtro por *set* (edição) ou não.
- O número de cartas esperado na resposta.
- A posição em que a carta esperada está na resposta.

- O tempo gasto para finalizar a requisição.

Figura 27: Modo de análise habilitado



(a) Imagem da carta a ser anexada

(b) Demais informações para análise

Fonte: Adaptado de PngFind.com (2019)

As precisões do CBIR em cada etapa de teste, foram calculadas utilizando a média da precisão, segundo a Equação 1, onde TP representa os casos positivos (*True Positive*) e NQ representa o número de buscas (*Number of Queries*).

$$AP = \frac{\sum TP}{NQ} \quad (1)$$

5.2 EXECUÇÃO DOS TESTES

Todos os testes foram executados nas mesmas condições seguindo a metodologia apresentada anteriormente. Foram usadas **293 cartas diferentes** de um total de 312 cartas

presentes na coleção CM2 do jogo Magic: The GatheringTM.

5.2.1 AMBIENTE DE TESTE

A infraestrutura utilizada para os testes possuía uma configuração simples. Ilustrado na Figura 28, tal configuração compreendia colocar uma carta colecionável à frente de uma folha de papel sulfite A4 branco sob a luz ambiente. O ambiente era iluminado por duas lâmpadas LED com as seguintes características:

- Luz fria: 6500K.
- Quantidade de lúmens¹: 1100.
- Potência: 9W.

Figura 28: Ambiente de teste



Fonte: Autoria própria

¹Lúmens é a quantidade total de luz, ou fluxo luminoso, emitido por uma lâmpada (REA, 2018). Quanto maior a quantidade de lúmens, mais luz haverá no ambiente.

5.3 RESULTADOS

Após a primeira rodada de testes e com o arquivo CSV gerado, foi detectado que o algoritmo para obtenção dos descritores não apresentou desempenho satisfatório. Como pode ser observado na Equação 2, foi obtido uma média de precisão de 91,42%. Um total de 24 cartas pesquisadas não foram retornadas. Ao analisar as requisições que não retornaram o resultado esperado, descobriu-se que utilizar a imagem da carta na íntegra para alimentar o banco de dados resultava em erros, pois o ORB utilizava descritores do texto presente na carta e os comparava com os descritores obtidos pela arte da carta de busca, como observado nas Figuras 29, 30, 31. Os resultados podem ser visualizados através do Apêndice B.

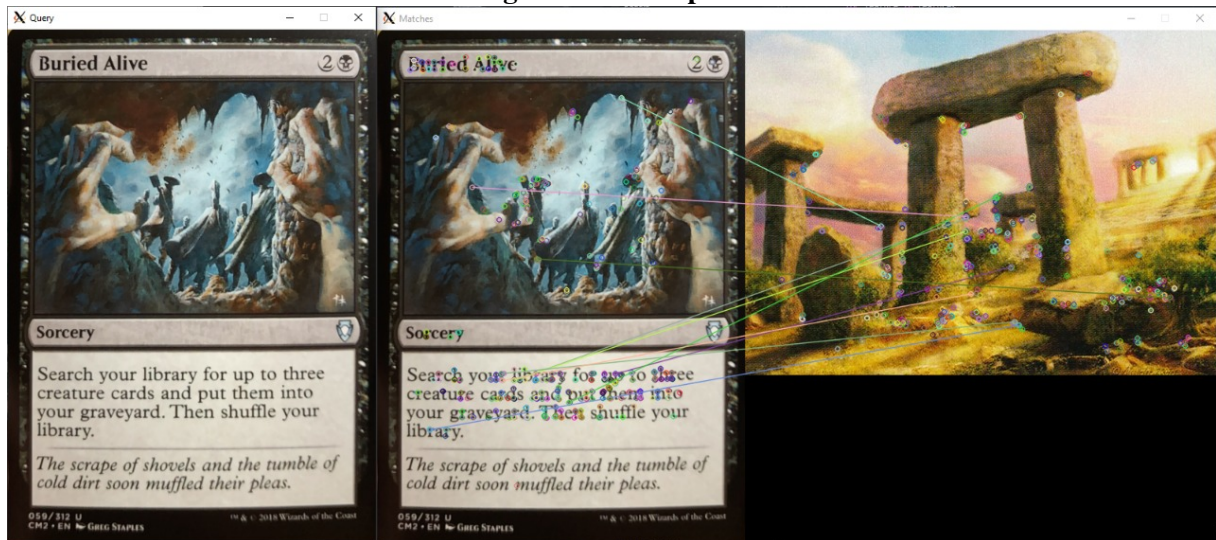
$$AP = \frac{\sum TP}{NQ} = \frac{256}{280} = 0,9142857143 \quad (2)$$

Figura 29: Exemplo 1



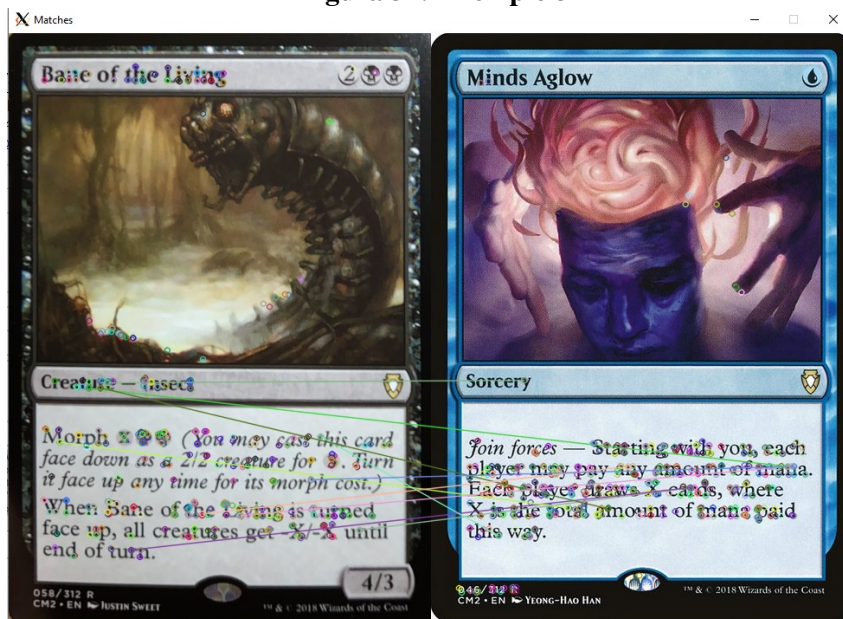
Fonte: Autoria própria

Figura 30: Exemplo 2



Fonte: Autoria própria

Figura 31: Exemplo 3



Fonte: Autoria própria

Para a correção deste problema, foi utilizado apenas a arte das cartas para “alimentar” o banco de dados, sendo necessária a captura dos descritores novamente. Após nova execução da aplicação *Python* para realizar as buscas, foi obtido um resultado melhor que o apresentado previamente, com média de precisão de 97,85%, conforme pode ser observado através da Equação 3. Um total de 6 cartas pesquisadas não foram retornadas, porém este resultado ainda

não foi satisfatório para a equipe. Ao analisar novamente as requisições em que não retornaram os resultados esperados, observou-se que essas cartas possuíam uma arte diferente das demais, pois se tratavam de *tokens*. *Tokens* são fichas que, mesmo representadas por uma carta, não são consideradas cartas regulares (mais detalhes na seção 2.9). A Figura 32 representa um desses casos. Os resultados podem ser visualizados através do Apêndice C.

$$AP = \frac{\sum TP}{NQ} = \frac{274}{280} = 0,9785714286 \quad (3)$$

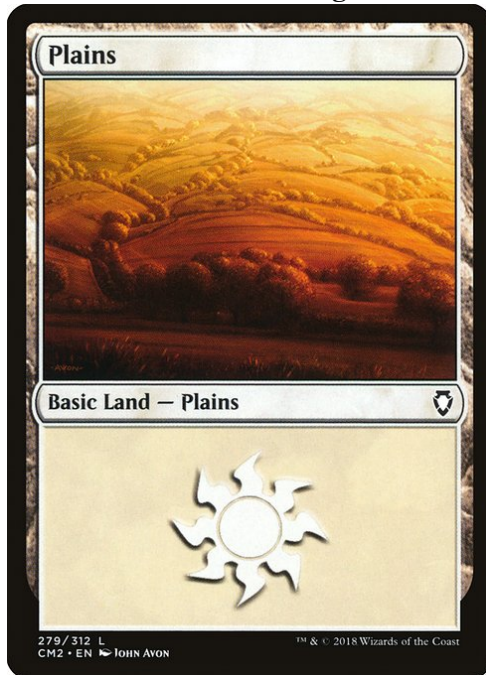
Figura 32: Exemplo de arte de um *Token*



Fonte: Autoria própria

Ainda, através da análise dos resultados obtidos no segundo teste, verificou-se que algumas cartas possuíam o mesmo nome, porém artes diferentes. As Figuras 33a, 33b, 33c e 33d exemplificam esse caso. A correção deste erro foi feita alterando a forma de envio destas cartas para o *endpoint* de teste, sendo necessário adicionar um número de referência ao seu nome, além de ser necessário alterar o arquivo *Python* para tratar desses casos em específico.

Figura 33: Exemplo de cartas com nome repetido



(a) Plains 1



(b) Plains 2



(c) Plains 3



(d) Plains 4

Fonte: Autoria própria

Após a aplicação das mudanças nas nomenclaturas e da não utilização dos *tokens*, novos testes foram executados e, por fim, os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, obtendo uma precisão média de 99,65%, conforme pode ser observado na Equação 4. Houve apenas uma requisição em que o retorno não foi o esperado. Esta requisição, por sua vez, a

equipe considerou como um caso falho apenas, pois o *layout* da carta exibida na Figura 34 é bem particular e dificilmente encontrada nas edições do jogo Magic: The GatheringTM. Os resultados podem ser visualizados no Apêndice D.

$$AP = \frac{\sum TP}{NQ} = \frac{290}{291} = 0,9965517241 \quad (4)$$

Figura 34: Caso falho



Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÃO

A nossa convivência constante com jogos de cartas colecionáveis possibilitou a observação de todo o cenário apresentado no Capítulo 1. Com certeza, foi o combustível que motivou este projeto desde o seu início. Combustível esse que alimenta ainda futuras ideias. Através ainda da experiência profissional da equipe e com o jogo de cartas colecionáveis Magic: The GatheringTM, foi possível realizar o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais para o desenvolvimento tanto do aplicativo móvel quanto do serviço web, iniciando-se assim o desenvolvimento.

Durante o desenvolvimento do projeto, algumas dificuldades foram encontradas, sendo a principal delas o reconhecimento das cartas. O obstáculo foi contornado realizando o estudo e testes com diversas formas de reconhecimento de imagens, como o uso de histogramas de cores e reconhecimento por formas. Porém, infelizmente, nenhum destes apresentou desempenho satisfatório, apresentando falhas em diversos casos. Por fim, através do uso do ORB o resultado encontrado foi de fato satisfatório para a equipe. Outra grande dificuldade encontrada durante o desenvolvimento, foi a detecção da carta pela câmera do *smartphone*, sendo essa solucionada através do uso de *frameworks* específicos como abordado na seção 3.3.4.

Diferentemente dos aplicativos móveis listados nos trabalhos relacionados (seção 2.10), foi explorada a comunicação entre o aplicativo móvel e o serviço Web para o reconhecimento *online* de cartas colecionáveis. Essa abordagem evita o *download* de recursos adicionais no dispositivo, onde quanto maior a variedade de jogos reconhecidos pela aplicação, maior será o uso do espaço de armazenamento. Do ponto de vista do usuário, idealmente uma aplicação deveria possuir ambas as alternativas para busca *offline* e *online* de cartas. Dependendo dos objetivos do projeto, talvez não seja necessário manter um servidor em operação, evitando custos extras. Entretanto, para uma aplicação que trabalhe com uma gama maior de cartas colecionáveis de jogos variados, a opção de busca *online* poderia ser realmente mais atrativa aos usuários.

O aplicativo CGCatalog possibilita que o usuário realize a detecção das cartas da

coleção CM2 do jogo Magic: The GatheringTM e assim obtém as informações referentes a elas, além de disponibilizar a opção de catalogação das cartas e compartilhamento para outras aplicações móveis. Os objetivos estipulados pela equipe foram alcançados.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros recomenda-se o aprimoramento do serviço Web, aumentando a possibilidade de escalabilidade, sendo assim possível suportar mais requisições ao mesmo tempo. Recomenda-se também o aprimoramento do desempenho das buscas no banco de dados, assim como melhorar o desempenho nas buscas das cartas.

Do ponto de vista do aplicativo móvel, a detecção de cartas colecionáveis pode ser aprimorada para extrair a arte de cartas fora do padrão tradicional de cada jogo, evitando casos como os apresentados na seção 5.3. Outro trabalho futuro a ser explorado é a expansão para outros jogos de cartas colecionáveis como, por exemplo, Yu-Gi-Oh! TCGTM e PokémonTM. Neste último, um caminho interessante seria trabalhar com o aprendizado de máquina para que o aplicativo possa fazer a distinção de uma carta colecionável reconhecendo seu padrão e o relacionando com o seu respectivo jogo. Concluindo, algumas novas funcionalidades também poderiam ser criadas, tais como:

- Possibilitar a criação de múltiplos catálogos.
- Adicionar novas opções de filtro para busca de cartas nos catálogos.
- Avaliar a possibilidade de implementar o reconhecimento de cartas *offline*.

REFERÊNCIAS

- ALAHY, A.; ORTIZ, R.; VANDERGHEYNST, P. Freak: Fast retina keypoint. In: **2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 510–517.
- APPLE. **Documentação do framework ARKit**. 2021. Disponível em: <<https://developer.apple.com/documentation/arkit>>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2021.
- APPLE. **Documentação do framework Vision**. 2021. Disponível em: <<https://developer.apple.com/documentation/vision>>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2021.
- BARRY, D. K. **Representational State Transfer (REST)**. Barry & Associates, Inc., May 2021. Disponível em: <<https://www.service-architecture.com/articles/web-services/representational-state-transfer-rest.html>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2021.
- BAY, H.; TUYTELAARS, T.; GOOL, L. V. Surf: Speeded up robust features. In: LEONARDIS, A.; BISCHOF, H.; PINZ, A. (Ed.). **Computer Vision – ECCV 2006**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 404–417. ISBN 978-3-540-33833-8.
- BURGER, W.; BURGE, M. **Digital image processing: an algorithmic introduction using Java**. 1st ed. ed. New York: Springer, 2008. (Texts in computer science). OCLC: ocn123375481. ISBN 978-1-84628-379-6.
- CALONDER, M. et al. Brief: Binary robust independent elementary features. In: DANIILIDIS, K.; MARAGOS, P.; PARAGIOS, N. (Ed.). **Computer Vision – ECCV 2010**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 778–792. ISBN 978-3-642-15561-1.
- EAKINS, J.; GRAHAM, M. Content-based image retrieval. In: . Newcastle, Reino Unido: [s.n.], 1999.
- FANDOM. **Card**. Outubro 2021. Disponível em: <<https://mtg.fandom.com/wiki/Card>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2021.
- FANDOM. **Token**. Outubro 2021. Disponível em: <<https://mtg.fandom.com/wiki/Token>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2021.
- FIELDING, R. T. 2000. Disponível em: <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm>. Acesso em: 16 de dezembro de 2021.
- GOOGLE. **Cloud Storage for Firebase — Firebase Documentation**. Google, Dezembro 2021. Disponível em: <<https://firebase.google.com/docs/storage>>.
- JESUS, S.; ROCHA, W.; BITTENCOURT, J. Análise de desempenho de detectores e descritores de características utilizando a plataforma computacional raspberry pi. In: **Anais da XIX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e**

Sergipe. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019. p. 372–381. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/erbase/article/view/8998>>.

JÚNIOR, E. B. M. Aplicação de técnicas de content-based image retrieval (cbir) em imagens radiográficas. In: . Goiânia, Brasil: [s.n.], 2016.

LENS, M. C. S. D. **Scanner for Magic the Gathering cards designed to organize your collection**. 2020. Disponível em: <<https://www.delverlab.com/>>. Acesso em: 11 de novembro de 2021.

LOWE, D. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. **International Journal of Computer Vision**, v. 60, p. 91–, 11 2004.

OPENCV. **Feature Matching**. 2016. Disponível em: <https://opencv24-python-tutorials.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_feature2d/py_matcher/py_matcher.html>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.

OPENCV. **ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)**. 2020. Disponível em: <https://docs.opencv.org/4.5.1/d1/d89/tutorial_py_orb.html>. Acesso em: 31 de agosto de 2021.

PNGFIND.COM. **Explore HD Transparent PNGs**. 2019. Disponível em: <<https://www.pngfind.com/>>. Acesso em: 11 de novembro de 2021.

REA, M. S. **Manual de fatores humanos e métodos ergonômicos**. [S.l.]: Phorte Editora, 2018.

ROSTEN, E.; DRUMMOND, T. Fusing points and lines for high performance tracking. In: **IEEE International Conference on Computer Vision**. [s.n.], 2005. v. 2, p. 1508–1511. Disponível em: <http://www.edwardrosten.com/work/rosten_2005_tracking.pdf>.

ROSTEN, E.; DRUMMOND, T. Machine learning for high-speed corner detection. In: **European Conference on Computer Vision**. [s.n.], 2006. v. 1, p. 430–443. Disponível em: <http://www.edwardrosten.com/work/rosten_2006_machine.pdf>.

RUBLEE, E. et al. Orb: an efficient alternative to sift or surf. In: . [S.l.: s.n.], 2011. p. 2564–2571.

SANTANA, B. A. S. et al. Análise de desempenho de algoritmos detectores de keypoints para um sistema de navegação visual de robôs baseados em smartphones. In: **CONFERENCE ON GRAPHICS, PATTERNS AND IMAGES**. Salvador, Brasil: [s.n.], 2015.

SCRYFALL. **Scryfall Magic: The Gathering Search**. 2021. Disponível em: <<https://scryfall.com/>>. Acesso em: 31 de agosto de 2021.

SHIELD, M. S. D. **Best Scanner App for MTG**. 2020. Disponível em: <<https://apps.apple.com/us/app/mtg-scanner-dragon-shield/id1460657155>>. Acesso em: 11 de novembro de 2021.

TANENBAUM ANDREW S.; STEEN, M. V. **Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas**. 2. ed. [S.l.]: Prentice-Hall Brasil, 2007.

TCGPLAYER. **Scan cards fast**. 2018. Disponível em: <<https://apps.apple.com/us/app/tcgplayer/id1247645833>>. Acesso em: 11 de novembro de 2021.

TECHOPEDIA. **What is Hamming Distance? - Definition from Techopedia.** Techopedia, Feb 2017. Disponível em: <<https://www.techopedia.com/definition/19723/hamming-distance>>.

APÊNDICE A - FORMATAÇÃO DO CATÁLOGO EM PDF

MY CGCATALOG

 <p>Avatar of Woe Creature — Avatar If there are ten or more creature cards total in all graveyards, this spell costs ⚡ less to cast. Fear (This creature can't be blocked except by artifact creatures and/or black creatures.) ⚡: Destroy target creature. It can't be regenerated. 6/5</p>	<p>PRICE US\$ 16.70</p> <p>INVENTORY 2 cards</p>	 <p>Crackling Club Enchant Creature Enchanted creature gets +1/+0. Sacrifice Crackling Club: Crackling Club deals 1 damage to target creature. It adds injury to injury. 1/1</p>	<p>PRICE N/A</p> <p>INVENTORY 2 cards</p>
 <p>Enslaved Dwarf Creature — Dwarf ⚡: Sacrifice Enslaved Dwarf: Target black creature gets +1/+0 and gains first strike until end of turn. Captives always resist their freedom, either through escape or through a desperate, fiery death. 1/1</p>	<p>PRICE US\$ 12.90</p> <p>INVENTORY 2 cards</p>	 <p>Forest Basic Land — Forest 1/1</p>	<p>PRICE US\$ 0.30</p> <p>INVENTORY 25 cards</p>
 <p>Narcissism Enchantment ⚡: Discard a card from your hand: Target creature gets +2/+2 until end of turn. ⚡: Sacrifice Narcissism: Target creature gets +2/+2 until end of turn. 1/1</p>	<p>PRICE N/A</p> <p>INVENTORY 1 card</p>	 <p>Skullbriar, the Walking Grave Legendary Creature — Zombie Elemental Haste Whenever Skullbriar, the Walking Grave deals combat damage to a player, put a +1/+1 counter on it. Counters remain on Skullbriar as it moves to any zone other than a player's hand or library. 1/1</p>	<p>PRICE N/A</p> <p>INVENTORY 3 cards</p>

1/2

MY CGCATALOG



PRICE
N/A

INVENTORY
2 cards



PRICE
US\$ 30.90

INVENTORY
2 cards



PRICE
US\$ 12.00

INVENTORY
8 cards

APÊNDICE B – RESULTADOS DO PRIMEIRO TESTE

Tabela 2: Resultados do primeiro teste

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Abzan Falconer	CM2	10	1	63.4426
Acidic Slime	CM2	10	1	63.257
Ancient Amphitheater	CM2	10	1	75.875
Ancient Excavation	CM2	10	1	67.729
Angel of Serenity	CM2	10	1	68.365
Anya, Merciless Angel	CM2	10	1	65.783
Arbiter of Knollridge	CM2	10	1	69.206
Arcane Sanctum	CM2	10	1	62.331
Artisan of Kozilek	CM2	10	1	60.55
Ash Barrens	CM2	10	1	60.693
Astral Cornucopia	CM2	10	1	62.1401
Atraxa, Praetors' Voice	CM2	10	1	58.192
Avatar of Woe	CM2	10	0	71.187
Azorius Chancery	CM2	10	1	30.926
Bane of the Living	CM2	10	0	67.087
Banishing Light	CM2	10	1	26.503
Barren Moor	CM2	10	1	37.243
Basalt Monolith	CM2	10	1	63.875
Beetleback Chief	CM2	10	1	68.780
Bitter Feud	CM2	10	1	65.965
Blade of Selves	CM2	10	1	45.52
Blasphemous Act	CM2	10	1	63.706
Blasted Landscape	CM2	10	1	67.090
Bogardan Hellkite	CM2	10	1	67.397

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Borderland Behemoth	CM2	10	1	65.564
Boros Cluestone	CM2	10	1	57.3655
Boros Garrison	CM2	10	1	71.54
Boros Guildgate	CM2	10	1	49.924
Boros Signet	CM2	10	1	64.008
Bosh, Iron Golem	CM2	10	1	61.037
Bottle Gnomes	CM2	10	1	39.986
Brave the Sands	CM2	10	1	48.2
Brawn	CM2	10	1	65.668
Breath of Darigaaz	CM2	10	1	61.991
Bred for the Hunt	CM2	10	1	58.5779
Buried Alive	CM2	10	0	70.589
Buried Ruin	CM2	10	1	65.582
Butcher of Malakir	CM2	10	0	69.325
Caged Sun	CM2	10	1	53.948
Cathars' Crusade	CM2	10	1	64.880
Cathodion	CM2	10	1	72.068
Cauldron of Souls	CM2	10	1	63.706
Champion of Lambholt	CM2	10	1	67.171
Chaos Warp	CM2	10	1	65.462
Citadel Siege	CM2	10	1	48.8466
Coldsteel Heart	CM2	10	1	60.637
Command Tower	CM2	10	1	60.455
Commander's Sphere	CM2	10	1	60.659
Corpsejack Menace	CM2	10	1	41.382
Crib Swap	CM2	10	1	67.621
Crystalline Crawler	CM2	10	1	62.555
Cultivate	CM2	10	0	70.541
Curse of the Nightly Hunt	CM2	10	1	57.921
Custodi Soulbinders	CM2	10	1	62.048
Damia, Sage of Stone	CM2	10	1	62.219

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Daretti, Scrap Savant	CM2	10	1	61.433
Dark Hatchling	CM2	10	0	73.32
Darksteel Citadel	CM2	10	0	69.414
Darksteel Ingot	CM2	10	1	58.7452
Darkwater Catacombs	CM2	10	1	45.89
Dawnbreak Reclaimer	CM2	10	1	37.471
Dawnglare Invoker	CM2	10	1	60.6446
Deepglow Skate	CM2	10	1	56.065
Desecrator Hag	CM2	10	0	73.112
Desolation Giant	CM2	10	1	67.814
Dimir Aqueduct	CM2	10	1	54.0487
Dimir Signet	CM2	10	1	67.790
Disaster Radius	CM2	10	1	67.326
Disdainful Stroke	CM2	10	1	69.612
Dormant Volcano	CM2	10	0	71.69
Dreadship Reef	CM2	10	1	63.588
Dream Pillager	CM2	10	1	44.127
Dreamborn Muse	CM2	10	1	70.587
Dreamstone Hedron	CM2	10	1	66.143
Drifting Meadow	CM2	10	0	65.521
Dualcaster Mage	CM2	10	0	74.618
Duelist's Heritage	CM2	10	1	68.144
Duneblast	CM2	10	1	67.880
Earthquake	CM2	10	0	74.630
Elemental Shaman	CM2	10	0	67.838
Elite Scaleguard	CM2	10	1	63.195
Enduring Scalelord	CM2	10	1	41.251
Epochrasite	CM2	10	8	71.804
Eternal Witness	CM2	10	0	66.173
Everflowing Chalice	CM2	10	1	65.704
Evolving Wilds	CM2	10	1	65.045

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Exotic Orchard	CM2	10	1	69.194
Extractor Demon	CM2	10	1	73.188
Fact or Fiction	CM2	10	1	64.795
Faith's Fetters	CM2	10	1	68.148
Faithless Looting	CM2	10	1	66.498
Fall of the Hammer	CM2	10	1	59.907
Fathom Mage	CM2	10	1	68.939
Feldon of the Third Path	CM2	10	1	71.254
Fellwar Stone	CM2	10	1	67.310
Festercreep	CM2	10	1	65.662
Fiery Confluence	CM2	10	1	47.560
Fire Diamond	CM2	10	1	71.689
Flamekin Village	CM2	10	1	68.586
Flametongue Kavu	CM2	10	1	65.442
Fleshbag Marauder	CM2	10	1	67.279
Forest	CM2	10	1	64.978
Forgotten Ancient	CM2	10	0	64.669
Forgotten Cave	CM2	10	1	58.445
Fumiko the Lowblood	CM2	10	1	69.721
Germ	CM2	10	0	69.044
Ghave, Guru of Spores	CM2	10	1	64.894
Ghost Quarter	CM2	10	1	49.587
Gisela, Blade of Goldnight	CM2	10	1	61.086
Goblin Welder	CM2	10	1	63.3176
Goblin	CM2	10	0	70.45
Golgari Rot Farm	CM2	10	1	65.925
Golgari Signet	CM2	10	1	67.523
Grave Pact	CM2	10	1	67.724
Gravedigger	CM2	10	0	72.464
Great Furnace	CM2	10	1	63.547
Grip of Phyresis	CM2	10	1	64.39

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Hamletback Goliath	CM2	10	1	67.144
Hammerfist Giant	CM2	10	1	68.417
Hardened Scales	CM2	10	1	71.258
Herald of the Host	CM2	10	1	61.264
Hoard-Smelter Dragon	CM2	10	1	68.184
Hostility	CM2	10	1	65.38
Hunted Dragon	CM2	10	1	62.979
Ichor Wellspring	CM2	10	1	59.34
Ikra Shidiqi, the Usurper	CM2	10	1	68.064
Impact Resonance	CM2	10	1	71.696
Incite Rebellion	CM2	10	1	66.667
Inferno Titan	CM2	10	0	2.68875
Ingot Chewer	CM2	10	0	1.86300
Inspiring Call	CM2	10	1	63.033
Ishai, Ojutai Dragonspeaker	CM2	10	0	73.944
Island	CM2	10	1	63.1195
Jalum Tome	CM2	10	1	62.5583
Jareth, Leonine Titan	CM2	10	1	60.164
Juniper Order Ranger	CM2	10	1	64.164
Junk Diver	CM2	10	1	64.296
Jwar Isle Refuge	CM2	10	1	64.562
Kalemne's Captain	CM2	10	1	64.742
Kalemne, Disciple of Iroas	CM2	10	1	46.716
Kalonian Hydra	CM2	10	0	58.409
Languish	CM2	10	1	26.6000
Lhurgoyf	CM2	10	1	65.698
Lightning Greaves	CM2	10	1	68.910
Liquimetal Coating	CM2	10	1	61.6353
Living Death	CM2	10	1	69.231
Lonely Sandbar	CM2	10	1	28.1916
Loreseeker's Stone	CM2	10	1	65.54

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Loxodon Warhammer	CM2	10	1	65.069
Magma Giant	CM2	10	1	70.760
Magmaquake	CM2	10	0	72.959
Magus of the Wheel	CM2	10	1	62.2465
Manifold Insights	CM2	10	1	64.177
Master Biomancer	CM2	10	1	68.624
Memory Erosion	CM2	10	1	58.642
Merciless Eviction	CM2	10	1	63.176
Meteor Blast	CM2	10	1	61.953
Migratory Route	CM2	10	1	51.4023
Mind Stone	CM2	10	1	45.0455
Minds Aglow	CM2	10	1	35.256
Mirrorweave	CM2	10	1	51.60
Mortify	CM2	10	1	60.1854
Mortivore	CM2	10	1	64.686
Mountain	CM2	10	1	51.90
Mulldrifter	CM2	10	1	69.161
Murmuring Bosk	CM2	10	1	63.183
Mycosynth Wellspring	CM2	10	1	66.988
Myr Battlesphere	CM2	10	1	67.284
Myr Retriever	CM2	10	1	61.608
Myr Sire	CM2	10	1	62.7428
Necroplasm	CM2	10	0	74.22
Nezumi Graverobber	CM2	10	0	73.039
Oblivion Stone	CM2	10	1	68.442
Opal Palace	CM2	10	1	62.752
Opulent Palace	CM2	10	1	61.50
Oreskos Explorer	CM2	10	1	60.46
Orim's Thunder	CM2	10	1	60.552
Orzhov Advokist	CM2	10	1	62.0323
Orzhov Signet	CM2	10	1	59.846

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Palladium Myr	CM2	10	1	59.72
Panic Spellbomb	CM2	10	1	62.26
Patron of the Nezumi	CM2	10	1	57.987
Pentavus	CM2	10	1	62.1467
Phyrexia's Core	CM2	10	1	58.009
Pilgrim's Eye	CM2	10	0	63.453
Plains	CM2	10	1	37.449
Pristine Talisman	CM2	10	1	57.473
Putrefy	CM2	10	1	56.400
Relic Crush	CM2	10	1	53.6788
Reliquary Tower	CM2	10	0	64.778
Reveillark	CM2	10	1	58.306
Reyhan, Last of the Abzan	CM2	10	1	55.596
Riddlekeeper	CM2	10	1	60.124
Rise from the Grave	CM2	10	0	63.8884
Rite of the Raging Storm	CM2	10	1	66.212
Ruby Medallion	CM2	10	1	58.364
Rupture Spire	CM2	10	1	57.764
Sandsteppe Citadel	CM2	10	1	53.9004
Sandstone Oracle	CM2	10	1	60.6490
Scavenging Oozse	CM2	10	0	53.114
Scrap Mastery	CM2	10	1	35.0302
Seaside Citadel	CM2	10	1	58.305
Secluded Steppe	CM2	10	0	7.0259
Seer's Sundial	CM2	10	1	59.381
Sign in Blood	CM2	10	0	64.461
Simic Growth Chamber	CM2	10	0	59.2965
Simic Signet	CM2	10	1	61.561
Skullbriar, the Walking Grave	CM2	10	1	62.469
Slipstream Eel	CM2	10	1	61.7203
Smoldering Crater	CM2	10	1	31.606

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Sol Ring	CM2	10	1	61.510
Solemn Simulacrum	CM2	10	1	58.726
Solidarity of Heroes	CM2	10	1	55.308
Spell Crumple	CM2	10	1	57.408
Spine of Ish Sah	CM2	10	1	56.3262
Spirit	CM2	10	0	62.363
Spitebellows	CM2	10	0	69.612
Spitting Image	CM2	10	9	63.092
Staff of Nin	CM2	10	1	54.478
Starstorm	CM2	10	1	40.5980
Steel Hellkite	CM2	10	1	57.825
Stinkdrinker Daredevil	CM2	10	1	57.9569
Stitch Together	CM2	10	5	63.4192
Stoneshock Giant	CM2	10	1	57.4932
Sublime Exhalation	CM2	10	1	60.331
Sun Titan	CM2	10	1	57.526
Sungrass Prairie	CM2	10	1	48.7988
Sunrise Sovereign	CM2	10	1	58.750
Svogthos, the Restless Tomb	CM2	10	0	62.722
Swamp	CM2	10	1	49.360
Swiftfoot Boots	CM2	10	1	62.206
Sylvan Reclamation	CM2	10	1	57.0378
Syphon Flesh	CM2	10	0	62.615
Syphon Mind	CM2	10	0	63.5732
Szadek, Lord of Secrets	CM2	10	1	57.9201
Taurean Mauler	CM2	10	1	52.4414
Temple of the False God	CM2	10	1	65.424
Terramorphic Expanse	CM2	10	1	65.988
Tezzeret's Gambit	CM2	10	1	63.172
The Mimeoplasm	CM2	10	1	63.2285
Thought Vessel	CM2	10	1	66.073

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Thrummingbird	CM2	10	1	62.323
Thundercloud Shaman	CM2	10	1	60.406
Trading Post	CM2	10	1	61.538
Tranquil Thicket	CM2	10	0	65.944
Treasure Cruise	CM2	10	1	60.415
Tribute to the Wild	CM2	10	0	61.714
Triskelavus	CM2	10	1	36.319
Troll Ascetic	CM2	10	1	60.0593
Tuktuk the Explorer	CM2	10	1	58.590
Tuskguard Captain	CM2	10	1	65.608
Tyrant's Familiar	CM2	10	1	41.7832
Underground River	CM2	10	1	60.396
Unnerve	CM2	10	0	69.068
Unstable Obelisk	CM2	10	1	62.7172
Urza's Incubator	CM2	10	1	65.348
Victory's Herald	CM2	10	1	62.442
Vivid Crag	CM2	10	1	61.190
Vivid Meadow	CM2	10	1	62.99
Volcanic Offering	CM2	10	1	64.705
Vorel of the Hull Clade	CM2	10	1	65.665
Vorosh, the Hunter	CM2	10	1	65.64
Vow of Flight	CM2	10	1	66.572
Vow of Malice	CM2	10	0	75.776
Vow of Wildness	CM2	10	0	63.2111
Vulturous Zombie	CM2	10	1	58.492
Warchief Giant	CM2	10	1	57.882
Warmonger Hellkite	CM2	10	1	61.147
Warstorm Surge	CM2	10	1	62.9673
Wayfarer's Bauble	CM2	10	1	58.8049
Whipflare	CM2	10	1	62.213
Wind-Scarred Crag	CM2	10	1	58.2108

Continua na próxima página

Tabela 2 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Windfall	CM2	10	1	63.8438
Wonder	CM2	10	1	57.809
Word of Seizing	CM2	10	1	62.3254
Worn Powerstone	CM2	10	1	58.47
Wrexial, the Risen Deep	CM2	10	1	61.217
Wurmcoil Engine	CM2	10	1	62.9064
Yavimaya Elder	CM2	10	1	58.379
Zombie	CM2	10	0	65.152

APÊNDICE C – RESULTADOS DO SEGUNDO TESTE

Tabela 3: Resultados do segundo teste

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Abzan Falconer	CM2	10	1	46.167
Acidic Slime	CM2	10	1	46.555
Ancient Amphitheater	CM2	10	1	51.270
Ancient Excavation	CM2	10	1	49.307
Angel of Serenity	CM2	10	1	49.974
Anya, Merciless Angel	CM2	10	1	47.267
Arbiter of Knollridge	CM2	10	1	47.133
Arcane Sanctum	CM2	10	1	42.0703
Artisan of Kozilek	CM2	10	1	44.896
Ash Barrens	CM2	10	1	41.1702
Astral Cornucopia	CM2	10	1	47.285
Atraxa, Praetors' Voice	CM2	10	1	45.871
Avatar of Woe	CM2	10	1	38.605
Azorius Chancery	CM2	10	1	30.762
Bane of the Living	CM2	10	1	38.155
Banishing Light	CM2	10	1	27.048
Barren Moor	CM2	10	1	32.2649
Basalt Monolith	CM2	10	1	48.458
Beetleback Chief	CM2	10	1	47.893
Bitter Feud	CM2	10	1	48.24
Blade of Selves	CM2	10	1	37.679
Blasphemous Act	CM2	10	1	44.962
Blasted Landscape	CM2	10	1	48.270
Bogardan Hellkite	CM2	10	1	51.400

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Borderland Behemoth	CM2	10	1	46.456
Boros Cluestone	CM2	10	1	47.516
Boros Garrison	CM2	10	1	46.634
Boros Guildgate	CM2	10	1	38.765
Boros Signet	CM2	10	1	49.378
Bosh, Iron Golem	CM2	10	1	45.673
Bottle Gnomes	CM2	10	1	31.068
Brave the Sands	CM2	10	1	41.75
Brawn	CM2	10	1	53.1808
Breath of Darigaaz	CM2	10	1	47.905
Bred for the Hunt	CM2	10	1	46.142
Buried Alive	CM2	10	1	37.270
Buried Ruin	CM2	10	1	49.509
Butcher of Malakir	CM2	10	1	38.289
Caged Sun	CM2	10	1	43.935
Cathars' Crusade	CM2	10	1	48.550
Cathodion	CM2	10	1	50.279
Cauldron of Souls	CM2	10	1	45.918
Champion of Lambholt	CM2	10	1	48.939
Chaos Warp	CM2	10	1	49.7735
Citadel Siege	CM2	10	1	42.471
Coldsteel Heart	CM2	10	1	45.799
Command Tower	CM2	10	1	44.552
Commander's Sphere	CM2	10	1	43.034
Corpsejack Menace	CM2	10	1	37.623
Crib Swap	CM2	10	1	47.582
Crystalline Crawler	CM2	10	1	45.199
Cultivate	CM2	10	1	35.933
Curse of the Nightly Hunt	CM2	10	1	45.460
Custodi Soulbinders	CM2	10	1	48.29
Damia, Sage of Stone	CM2	10	1	45.739

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Daretti, Scrap Savant	CM2	10	1	45.860
Dark Hatchling	CM2	10	1	40.994
Darksteel Citadel	CM2	10	1	39.360
Darksteel Ingot	CM2	10	1	46.7646
Darkwater Catacombs	CM2	10	1	32.493
Dawnbreak Reclaimer	CM2	10	1	32.49
Dawnglare Invoker	CM2	10	1	47.946
Deepglow Skate	CM2	10	1	45.149
Desecrator Hag	CM2	10	1	38.532
Desolation Giant	CM2	10	1	47.928
Dimir Aqueduct	CM2	10	1	44.4914
Dimir Signet	CM2	10	1	48.563
Disaster Radius	CM2	10	1	43.677
Disdainful Stroke	CM2	10	1	47.18
Dormant Volcano	CM2	10	1	19.922
Dreadship Reef	CM2	10	1	44.494
Dream Pillager	CM2	10	1	33.190
Dreamborn Muse	CM2	10	1	48.259
Dreamstone Hedron	CM2	10	1	46.763
Drifting Meadow	CM2	10	1	37.418
Dualcaster Mage	CM2	10	1	39.077
Duelist's Heritage	CM2	10	1	50.543
Duneblast	CM2	10	1	46.048
Earthquake	CM2	10	1	43.449
Elemental Shaman	CM2	10	0	53.561
Elite Scaleguard	CM2	10	1	46.131
Enduring Scalelord	CM2	10	1	36.33
Epochrasite	CM2	10	1	42.353
Eternal Witness	CM2	10	1	39.524
Everflowing Chalice	CM2	10	1	44.929
Evolving Wilds	CM2	10	1	45.005

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Exotic Orchard	CM2	10	1	50.619
Extractor Demon	CM2	10	1	53.199
Fact or Fiction	CM2	10	1	48.564
Faith's Fetters	CM2	10	1	49.247
Faithless Looting	CM2	10	1	48.384
Fall of the Hammer	CM2	10	1	47.135
Fathom Mage	CM2	10	1	46.666
Feldon of the Third Path	CM2	10	1	47.708
Fellwar Stone	CM2	10	1	46.267
Festercreep	CM2	10	1	50.446
Fiery Confluence	CM2	10	1	34.406
Fire Diamond	CM2	10	1	49.497
Flamekin Village	CM2	10	1	54.098
Flametongue Kavu	CM2	10	1	53.247
Fleshbag Marauder	CM2	10	1	50.527
Forest	CM2	10	1	44.617
Forgotten Ancient	CM2	10	1	36.728
Forgotten Cave	CM2	10	1	49.548
Fumiko the Lowblood	CM2	10	1	50.656
Germ	CM2	10	0	49.464
Ghave, Guru of Spores	CM2	10	1	45.7868
Ghost Quarter	CM2	10	1	45.990
Gisela, Blade of Goldnight	CM2	10	1	47.163
Goblin Welder	CM2	10	1	48.54
Goblin	CM2	10	0	55.1217
Golgari Rot Farm	CM2	10	1	49.655
Golgari Signet	CM2	10	1	49.360
Grave Pact	CM2	10	1	38.075
Gravedigger	CM2	10	1	40.9060
Great Furnace	CM2	10	1	48.27
Grip of Phyresis	CM2	10	1	48.480

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Hamletback Goliath	CM2	10	1	45.413
Hammerfist Giant	CM2	10	1	50.258
Hardened Scales	CM2	10	1	49.562
Herald of the Host	CM2	10	1	42.160
Hoard-Smelter Dragon	CM2	10	1	48.817
Hostility	CM2	10	1	46.792
Hunted Dragon	CM2	10	1	47.083
Ichor Wellspring	CM2	10	1	43.954
Ikra Shidiqi, the Usurper	CM2	10	1	49.308
Impact Resonance	CM2	10	1	46.680
Incite Rebellion	CM2	10	1	44.713
Inferno Titan	CM2	10	1	35.34
Ingot Chewer	CM2	10	1	38.896
Inspiring Call	CM2	10	1	50.440
Ishai, Ojutai Dragonspeaker	CM2	10	1	38.817
Island	CM2	10	1	48.086
Jalum Tome	CM2	10	1	50.960
Jareth, Leonine Titan	CM2	10	1	49.290
Juniper Order Ranger	CM2	10	1	46.223
Junk Diver	CM2	10	1	46.544
Jwar Isle Refuge	CM2	10	1	43.908
Kalemne's Captain	CM2	10	1	50.281
Kalemne, Disciple of Iroas	CM2	10	1	34.774
Kalonian Hydra	CM2	10	1	36.141
Languish	CM2	10	1	26.840
Lhurgoyf	CM2	10	1	49.655
Lightning Greaves	CM2	10	1	49.398
Liquimetal Coating	CM2	10	1	47.647
Living Death	CM2	10	1	47.836
Lonely Sandbar	CM2	10	1	25.137
Loreseeker's Stone	CM2	10	1	49.842

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Loxodon Warhammer	CM2	10	1	45.7730
Magma Giant	CM2	10	1	49.705
Magmaquake	CM2	10	1	96.630
Magus of the Wheel	CM2	10	1	49.864
Manifold Insights	CM2	10	1	45.367
Master Biomancer	CM2	10	1	49.823
Memory Erosion	CM2	10	1	49.698
Merciless Eviction	CM2	10	1	46.640
Meteor Blast	CM2	10	1	48.275
Migratory Route	CM2	10	1	43.9
Mind Stone	CM2	10	1	42.227
Minds Aglow	CM2	10	1	28.872
Mirrorweave	CM2	10	1	42.084
Mortify	CM2	10	1	47.260
Mortivore	CM2	10	1	47.912
Mountain	CM2	10	1	46.329
Mulldrifter	CM2	10	1	46.503
Murmuring Bosk	CM2	10	1	46.458
Mycosynth Wellspring	CM2	10	1	48.614
Myr Battlesphere	CM2	10	1	51.630
Myr Retriever	CM2	10	1	48.593
Myr Sire	CM2	10	1	46.929
Necroplasm	CM2	10	1	36.69
Nezumi Graverobber	CM2	10	0	57.616
Oblivion Stone	CM2	10	1	51.330
Opal Palace	CM2	10	1	44.289
Opulent Palace	CM2	10	1	48.118
Oreskos Explorer	CM2	10	1	45.053
Orim's Thunder	CM2	10	1	45.235
Orzhov Advokist	CM2	10	1	49.719
Orzhov Signet	CM2	10	1	51.523

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Palladium Myr	CM2	10	1	49.306
Panic Spellbomb	CM2	10	1	47.805
Patron of the Nezumi	CM2	10	1	47.791
Pentavus	CM2	10	1	45.414
Phyrexia's Core	CM2	10	1	48.3
Pilgrim's Eye	CM2	10	1	39.009
Plains	CM2	10	1	38.0672
Pristine Talisman	CM2	10	1	50.581
Putrefy	CM2	10	1	46.70
Relic Crush	CM2	10	1	48.231
Reliquary Tower	CM2	10	1	36.183
Reveillark	CM2	10	1	49.460
Reyhan, Last of the Abzan	CM2	10	1	45.123
Riddlekeeper	CM2	10	1	49.526
Rise from the Grave	CM2	10	1	37.725
Rite of the Raging Storm	CM2	10	1	48.926
Ruby Medallion	CM2	10	1	50.267
Rupture Spire	CM2	10	1	42.342
Sandsteppe Citadel	CM2	10	1	40.556
Sandstone Oracle	CM2	10	1	47.740
Scavenging Ooze	CM2	10	1	39.873
Scrap Mastery	CM2	10	1	37.308
Seaside Citadel	CM2	10	1	47.400
Secluded Steppe	CM2	10	1	7.119
Seer's Sundial	CM2	10	1	52.886
Sign in Blood	CM2	10	1	37.880
Simic Growth Chamber	CM2	10	1	37.857
Simic Signet	CM2	10	1	45.602
Skullbriar, the Walking Grave	CM2	10	1	47.692
Slipstream Eel	CM2	10	1	52.360
Smoldering Crater	CM2	10	1	28.327

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Sol Ring	CM2	10	1	47.158
Solemn Simulacrum	CM2	10	1	46.032
Solidarity of Heroes	CM2	10	1	47.260
Spell Crumple	CM2	10	1	47.097
Spine of Ish Sah	CM2	10	1	48.298
Spirit	CM2	10	0	48.835
Spitebellows	CM2	10	1	39.494
Spitting Image	CM2	10	1	39.824
Staff of Nin	CM2	10	1	41.273
Starstorm	CM2	10	1	34.156
Steel Hellkite	CM2	10	1	44.943
Stinkdrinker Daredevil	CM2	10	1	50.163
Stitch Together	CM2	10	1	39.140
Stoneshock Giant	CM2	10	1	47.442
Sublime Exhalation	CM2	10	1	44.941
Sun Titan	CM2	10	1	46.511
Sungrass Prairie	CM2	10	1	41.075
Sunrise Sovereign	CM2	10	1	46.644
Svogthos, the Restless Tomb	CM2	10	1	35.295
Swamp	CM2	10	1	35.807
Swiftfoot Boots	CM2	10	1	51.729
Sylvan Reclamation	CM2	10	1	46.381
Syphon Flesh	CM2	10	1	24.098
Syphon Mind	CM2	10	1	34.595
Szadek, Lord of Secrets	CM2	10	1	47.513
Taurean Mauler	CM2	10	1	47.0653
Temple of the False God	CM2	10	1	47.654
Terramorphic Expanse	CM2	10	1	48.377
Tezzeret's Gambit	CM2	10	1	47.96
The Mimeoplasm	CM2	10	1	44.805
Thought Vessel	CM2	10	1	46.550

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Thrummingbird	CM2	10	1	44.882
Thundercloud Shaman	CM2	10	1	47.55
Trading Post	CM2	10	1	42.226
Tranquil Thicket	CM2	10	1	38.208
Treasure Cruise	CM2	10	1	45.728
Tribute to the Wild	CM2	10	1	39.192
Triskelavus	CM2	10	1	30.448
Troll Ascetic	CM2	10	1	46.740
Tuktuk the Explorer	CM2	10	1	45.558
Tuskguard Captain	CM2	10	1	51.639
Tyrant's Familiar	CM2	10	1	38.603
Underground River	CM2	10	1	48.231
Unnerve	CM2	10	1	39.177
Unstable Obelisk	CM2	10	1	47.932
Urza's Incubator	CM2	10	1	51.126
Victory's Herald	CM2	10	1	45.153
Vivid Crag	CM2	10	1	44.226
Vivid Meadow	CM2	10	1	48.501
Volcanic Offering	CM2	10	1	50.232
Vorel of the Hull Clade	CM2	10	1	43.584
Vorosh, the Hunter	CM2	10	1	45.738
Vow of Flight	CM2	10	1	48.4220
Vow of Malice	CM2	10	1	37.4820
Vow of Wildness	CM2	10	1	39.89
Vulturous Zombie	CM2	10	1	45.074
Warchief Giant	CM2	10	1	44.694
Warmonger Hellkite	CM2	10	1	49.700
Warstorm Surge	CM2	10	1	50.502
Wayfarer's Bauble	CM2	10	1	45.148
Whipflare	CM2	10	1	46.719
Wind-Scarred Crag	CM2	10	1	50.743

Continua na próxima página

Tabela 3 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Windfall	CM2	10	1	45.435
Wonder	CM2	10	1	48.329
Word of Seizing	CM2	10	1	45.592
Worn Powerstone	CM2	10	1	46.974
Wrexial, the Risen Deep	CM2	10	1	44.597
Wurmcoil Engine	CM2	10	1	50.903
Yavimaya Elder	CM2	10	1	44.1136
Zombie	CM2	10	0	54.176

APÊNDICE D – RESULTADOS DO TERCEIRO TESTE

Tabela 4: Resultados do terceiro teste

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Abzan Falconer	CM2	10	1	46.609
Acidic Slime	CM2	10	1	47.191
Ancient Amphitheater	CM2	10	1	53.211
Ancient Excavation	CM2	10	1	50.130
Angel of Serenity	CM2	10	1	50.683
Anya, Merciless Angel	CM2	10	1	48.404
Arbiter of Knollridge	CM2	10	1	47.946
Arcane Sanctum	CM2	10	1	47.963
Artisan of Kozilek	CM2	10	1	47.683
Ash Barrens	CM2	10	1	48.138
Astral Cornucopia	CM2	10	1	51.087
Atraxa, Praetors' Voice	CM2	10	1	49.631
Avatar of Woe	CM2	10	1	42.647
Azorius Chancery	CM2	10	1	30.543
Bane of the Living	CM2	10	1	38.329
Banishing Light	CM2	10	1	28.457
Barren Moor	CM2	10	1	34.516
Basalt Monolith	CM2	10	1	52.706
Beetleback Chief	CM2	10	1	54.994
Bitter Feud	CM2	10	1	48.709
Blade of Selves	CM2	10	1	41.108
Blasphemous Act	CM2	10	1	47.205
Blasted Landscape	CM2	10	1	54.553
Bogardan Hellkite	CM2	10	1	53.654

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Borderland Behemoth	CM2	10	1	45.262
Boros Cluestone	CM2	10	1	49.238
Boros Garrison	CM2	10	1	47.632
Boros Guildgate	CM2	10	1	35.012
Boros Signet	CM2	10	1	51.538
Bosh, Iron Golem	CM2	10	1	44.991
Bottle Gnomes	CM2	10	1	41.708
Brave the Sands	CM2	10	1	41.924
Brawn	CM2	10	1	53.621
Breath of Darigaaz	CM2	10	1	51.073
Bred for the Hunt	CM2	10	1	53.011
Buried Alive	CM2	10	1	39.300
Buried Ruin	CM2	10	1	51.079
Butcher of Malakir	CM2	10	1	38.424
Caged Sun	CM2	10	1	50.159
Cathars' Crusade	CM2	10	1	47.414
Cathodion	CM2	10	1	50.381
Cauldron of Souls	CM2	10	1	63.860
Champion of Lambholt	CM2	10	1	53.675
Chaos Warp	CM2	10	1	46.108
Citadel Siege	CM2	10	1	43.048
Coldsteel Heart	CM2	10	1	48.689
Command Tower	CM2	10	1	46.756
Commander's Sphere	CM2	10	1	47.733
Corpsejack Menace	CM2	10	1	35.729
Crib Swap	CM2	10	1	56.511
Crystalline Crawler	CM2	10	1	47.756
Cultivate	CM2	10	1	42.692
Curse of the Nightly Hunt	CM2	10	1	47.375
Custodi Soulbinders	CM2	10	1	58.217
Damia, Sage of Stone	CM2	10	1	48.298

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Daretti, Scrap Savant	CM2	10	1	48.876
Dark Hatchling	CM2	10	1	40.245
Darksteel Citadel	CM2	10	1	47.199
Darksteel Ingot	CM2	10	1	47.541
Darkwater Catacombs	CM2	10	1	36.966
Dawnbreak Reclaimer	CM2	10	1	32.801
Dawnglare Invoker	CM2	10	1	47.930
Deepglow Skate	CM2	10	1	45.195
Desecrator Hag	CM2	10	1	43.505
Desolation Giant	CM2	10	1	50.355
Dimir Aqueduct	CM2	10	1	44.481
Dimir Signet	CM2	10	1	46.986
Disaster Radius	CM2	10	1	43.782
Disdainful Stroke	CM2	10	1	50.264
Dormant Volcano	CM2	10	1	17.654
Dreadship Reef	CM2	10	1	44.966
Dream Pillager	CM2	10	1	33.654
Dreamborn Muse	CM2	10	1	43.840
Dreamstone Hedron	CM2	10	1	49.335
Drifting Meadow	CM2	10	1	41.764
Dualcaster Mage	CM2	10	1	45.007
Duelist's Heritage	CM2	10	1	47.443
Duneblast	CM2	10	1	50.259
Earthquake	CM2	10	1	40.973
Elite Scaleguard	CM2	10	1	48.568
Enduring Scalelord	CM2	10	1	39.504
Epochrasite	CM2	10	1	40.989
Eternal Witness	CM2	10	1	42.858
Everflowing Chalice	CM2	10	1	48.979
Evolving Wilds	CM2	10	1	52.709
Exotic Orchard	CM2	10	1	51.149

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Extractor Demon	CM2	10	1	37.215
Fact or Fiction	CM2	10	1	48.218
Faith's Fetters	CM2	10	1	72.401
Faithless Looting	CM2	10	1	45.417
Fall of the Hammer	CM2	10	1	41.333
Fathom Mage	CM2	10	1	64.225
Feldon of the Third Path	CM2	10	1	95.857
Fellwar Stone	CM2	10	1	52.674
Festercreep	CM2	10	1	47.061
Fiery Confluence	CM2	10	1	34.339
Fire Diamond	CM2	10	1	50.480
Flamekin Village	CM2	10	1	47.450
Flametongue Kavu	CM2	10	1	46.115
Fleshbag Marauder	CM2	10	1	46.343
Forest 1	CM2	10	1	38.756
Forest 2	CM2	10	1	36.680
Forest 3	CM2	10	1	34.446
Forest 4	CM2	10	1	36.329
Forgotten Ancient	CM2	10	1	35.941
Forgotten Cave	CM2	10	1	41.083
Fumiko the Lowblood	CM2	10	1	56.346
Ghave, Guru of Spores	CM2	10	1	45.313
Ghost Quarter	CM2	10	1	39.322
Gisela, Blade of Goldnight	CM2	10	1	42.630
Goblin Welder	CM2	10	1	47.773
Golgari Rot Farm	CM2	10	1	51.709
Golgari Signet	CM2	10	1	49.677
Grave Pact	CM2	10	1	41.466
Gravedigger	CM2	10	1	40.797
Great Furnace	CM2	10	1	45.414
Grip of Phyresis	CM2	10	1	48.451

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Hamletback Goliath	CM2	10	1	47.021
Hammerfist Giant	CM2	10	1	52.175
Hardened Scales	CM2	10	1	53.844
Herald of the Host	CM2	10	1	45.138
Hoard-Smelter Dragon	CM2	10	1	46.371
Hostility	CM2	10	1	47.050
Hunted Dragon	CM2	10	1	49.220
Ichor Wellspring	CM2	10	1	43.730
Ikra Shidiqi, the Usurper	CM2	10	1	46.397
Impact Resonance	CM2	10	1	54.270
Incite Rebellion	CM2	10	1	49.484
Inferno Titan	CM2	10	1	41.749
Ingot Chewer	CM2	10	1	39.521
Inspiring Call	CM2	10	1	57.478
Ishai, Ojutai Dragonspeaker	CM2	10	1	39.973
Island 1	CM2	10	1	44.543
Island 2	CM2	10	1	42.562
Island 3	CM2	10	1	46.117
Island 4	CM2	10	1	39.541
Jalum Tome	CM2	10	1	50.649
Jareth, Leonine Titan	CM2	10	1	53.296
Juniper Order Ranger	CM2	10	1	62.003
Junk Diver	CM2	10	1	54.434
Jwar Isle Refuge	CM2	10	1	44.990
Kalemne's Captain	CM2	10	1	53.738
Kalemne, Disciple of Iroas	CM2	10	1	40.517
Kalonian Hydra	CM2	10	1	41.967
Languish	CM2	10	1	22.822
Lhurgoyf	CM2	10	1	46.294
Lightning Greaves	CM2	10	1	52.844
Liquimetal Coating	CM2	10	1	51.045

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Living Death	CM2	10	1	41.970
Lonely Sandbar	CM2	10	1	29.353
Loreseeker's Stone	CM2	10	1	54.477
Loxodon Warhammer	CM2	10	1	47.391
Magma Giant	CM2	10	1	54.070
Magmaquake	CM2	10	1	42.778
Magus of the Wheel	CM2	10	1	45.540
Manifold Insights	CM2	10	1	48.004
Master Biomancer	CM2	10	1	49.660
Memory Erosion	CM2	10	1	56.645
Merciless Eviction	CM2	10	1	50.761
Meteor Blast	CM2	10	1	48.975
Migratory Route	CM2	10	1	47.596
Mind Stone	CM2	10	1	40.677
Minds Aglow	CM2	10	1	31.654
Mirrorweave	CM2	10	1	40.668
Mortify	CM2	10	1	48.767
Mortivore	CM2	10	1	47.678
Mountain 1	CM2	10	1	38.328
Mountain 2	CM2	10	1	39.068
Mountain 3	CM2	10	1	40.865
Mountain 4	CM2	10	1	40.879
Mulldrifter	CM2	10	1	52.203
Murmuring Bosk	CM2	10	1	48.181
Mycosynth Wellspring	CM2	10	1	53.698
Myr Battlesphere	CM2	10	1	51.931
Myr Retriever	CM2	10	1	53.935
Myr Sire	CM2	10	1	49.492
Necroplasm	CM2	10	1	45.975
Nezumi Graverobber	CM2	10	0	63.757
Oblivion Stone	CM2	10	1	48.985

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Opal Palace	CM2	10	1	52.654
Opulent Palace	CM2	10	1	48.548
Oreskos Explorer	CM2	10	1	49.123
Orim's Thunder	CM2	10	1	62.635
Orzhov Advokist	CM2	10	1	58.889
Orzhov Signet	CM2	10	1	53.788
Palladium Myr	CM2	10	1	52.523
Panic Spellbomb	CM2	10	1	61.731
Patron of the Nezumi	CM2	10	1	50.469
Pentavus	CM2	10	1	52.834
Phyrexia's Core	CM2	10	1	53.441
Pilgrim's Eye	CM2	10	1	44.106
Plains 1	CM2	10	1	35.008
Plains 2	CM2	10	1	15.838
Plains 3	CM2	10	1	32.472
Plains 4	CM2	10	1	38.420
Pristine Talisman	CM2	10	1	46.679
Putrefy	CM2	10	1	47.073
Relic Crush	CM2	10	1	48.201
Reliquary Tower	CM2	10	1	35.503
Reveillark	CM2	10	1	50.066
Reyhan, Last of the Abzan	CM2	10	1	46.548
Riddlekeeper	CM2	10	1	58.121
Rise from the Grave	CM2	10	1	40.972
Rite of the Raging Storm	CM2	10	1	54.776
Ruby Medallion	CM2	10	1	49.069
Rupture Spire	CM2	10	1	46.902
Sandsteppe Citadel	CM2	10	1	45.027
Sandstone Oracle	CM2	10	1	49.467
Scavenging Ooze	CM2	10	1	43.141
Scrap Mastery	CM2	10	1	35.480

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Scythe Specter	CM2	10	1	40.579
Seaside Citadel	CM2	10	1	45.417
Secluded Steppe	CM2	10	1	7.016
Seer's Sundial	CM2	10	1	58.240
Sewer Nemesis	CM2	10	1	39.480
Shared Trauma	CM2	10	1	40.300
Sign in Blood	CM2	10	1	42.503
Simic Growth Chamber	CM2	10	1	41.713
Simic Signet	CM2	10	1	47.407
Skullbriar, the Walking Grave	CM2	10	1	51.808
Slipstream Eel	CM2	10	1	46.044
Smoldering Crater	CM2	10	1	26.119
Sol Ring	CM2	10	1	45.123
Solemn Simulacrum	CM2	10	1	59.245
Solidarity of Heroes	CM2	10	1	52.809
Spell Crumple	CM2	10	1	49.326
Spine of Ish Sah	CM2	10	1	48.963
Spitebellows	CM2	10	1	44.217
Spitting Image	CM2	10	1	47.160
Staff of Nin	CM2	10	1	48.502
Starstorm	CM2	10	1	41.008
Steel Hellkite	CM2	10	1	49.621
Stinkdrinker Daredevil	CM2	10	1	52.061
Stitch Together	CM2	10	1	38.911
Stoneshock Giant	CM2	10	1	52.647
Sublime Exhalation	CM2	10	1	53.854
Sun Titan	CM2	10	1	46.181
Sungrass Prairie	CM2	10	1	46.543
Sunrise Sovereign	CM2	10	1	56.516
Svogthos, the Restless Tomb	CM2	10	1	40.722
Swamp 1	CM2	10	1	45.812

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Swamp 2	CM2	10	1	43.968
Swamp 3	CM2	10	1	41.847
Swamp 4	CM2	10	1	43.288
Swiftfoot Boots	CM2	10	1	52.030
Sylvan Reclamation	CM2	10	1	52.946
Syphon Flesh	CM2	10	1	30.762
Syphon Mind	CM2	10	1	41.442
Szadek, Lord of Secrets	CM2	10	1	45.629
Taurean Mauler	CM2	10	1	44.153
Temple of the False God	CM2	10	1	48.299
Terramorphic Expanse	CM2	10	1	48.111
Tezzeret's Gambit	CM2	10	1	43.380
The Mimeoplasm	CM2	10	1	46.105
Thought Vessel	CM2	10	1	48.302
Thrummingbird	CM2	10	1	42.814
Thundercloud Shaman	CM2	10	1	45.959
Trading Post	CM2	10	1	46.536
Tranquil Thicket	CM2	10	1	35.692
Treasure Cruise	CM2	10	1	43.596
Tribute to the Wild	CM2	10	1	37.593
Triskelavus	CM2	10	1	29.604
Troll Ascetic	CM2	10	1	63.314
Tuktuk the Explorer	CM2	10	1	44.638
Tuskguard Captain	CM2	10	1	44.994
Tyrant's Familiar	CM2	10	1	37.144
Underground River	CM2	10	1	41.854
Unnerve	CM2	10	1	38.750
Unstable Obelisk	CM2	10	1	44.289
Urza's Incubator	CM2	10	1	45.922
Victory's Herald	CM2	10	1	45.813
Vivid Crag	CM2	10	1	42.771

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

Nome da carta	Set	Número de resultados	Posição retornada	Tempo de resposta (s)
Vivid Meadow	CM2	10	1	43.482
Volcanic Offering	CM2	10	1	47.104
Vorel of the Hull Clade	CM2	10	1	50.389
Vorosh, the Hunter	CM2	10	1	42.826
Vow of Flight	CM2	10	1	46.235
Vow of Malice	CM2	10	1	36.894
Vow of Wildness	CM2	10	1	40.308
Vulturous Zombie	CM2	10	1	41.673
Warchief Giant	CM2	10	1	44.226
Warmonger Hellkite	CM2	10	1	44.580
Warstorm Surge	CM2	10	1	49.652
Wayfarer's Bauble	CM2	10	1	38.972
Whipflare	CM2	10	1	44.411
Wind-Scarred Crag	CM2	10	1	42.986
Windfall	CM2	10	1	51.442
Wonder	CM2	10	1	43.969
Word of Seizing	CM2	10	1	42.308
Worn Powerstone	CM2	10	1	44.316
Wrexial, the Risen Deep	CM2	10	1	48.475
Wurmcoil Engine	CM2	10	1	48.039
Yavimaya Elder	CM2	10	1	45.106