

# Balanceamento em jogos para dispositivos móveis: estudo de caso do jogo Clash Royale

Fernando Rocha Fonteles Filho  
Instituto Universidade Virtual  
Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza, Brasil  
roxnim@hotmail.com

George Allan Menezes Gomes  
Instituto Universidade Virtual  
Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza, Brasil  
george@virtual.ufc.br

Antônio José Melo Leite Júnior  
Instituto Universidade Virtual  
Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza, Brasil  
melojr@virtual.ufc.br

Natal Anacleto Chicca Junior  
Instituto Universidade Virtual  
Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza, Brasil  
natal@virtual.ufc.br

Rafael Augusto Ferreira do Carmo  
Instituto Universidade Virtual  
Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza, Brasil  
carmorafael@virtual.ufc.br

**Resumo**—Nos últimos anos, a indústria de jogos para dispositivos móveis apresenta um constante crescimento. Desde usuários casuais até os mais competitivos, os consumidores desta plataforma estão ficando mais engajados com as diversas experiências que os jogos *mobile* podem oferecer. Manter um jogador fiel ao seu produto não é um desafio fácil a ser enfrentado por seus desenvolvedores. Além de proporcionar experiências positivas, que normalmente implicam no sentimento de diversão, os desenvolvedores devem se preocupar com a equidade entre as escolhas e desafios ofertados ao jogador, por exemplo, personagens, itens, inimigos etc. Assim, cada vez mais, as produtoras estão explorando as técnicas de balanceamento nos jogos para entregar experiências mais ricas e desafiadoras aos jogadores. Nesse contexto, este trabalho relata um estudo de caso comparativo entre as premissas de balanceamento propostas pelos game designers e os resultados numéricos observados em um conjunto de dados de resultados de batalhas do jogo Clash Royale. Foram utilizados os conhecimentos das áreas de estatística e design de jogos para analisar dados correspondentes aos aspectos competitivos.

**Palavras-chave**—Balanceamento de jogos, Design de jogos, Clash Royale, Competitividade, Estatística

## I. INTRODUÇÃO

A popularização dos jogos para dispositivos móveis – também chamados de jogos *mobile* – nos dias de hoje se deu por conta da revolução dos meios de distribuição, a partir do lançamento da AppStore para iOS e Android Market para dispositivos Android. Em um mercado já fragmentado [1] e com produtos sendo gerados em diversas plataformas, possibilitou-se um enorme avanço dos jogos casuais. Dado seu fácil acesso e falta de necessidade de altos níveis de comprometimento, esse estilo mais casual despertou o interesse de uma grande parcela de usuários de *smartphones*.

Dentre a ampla quantidade de jogos casuais, podemos destacar os que oferecem a modalidade *multiplayer*, que permitem competição em tempo real na plataforma *mobile*. Clash Royale é um exemplo de destaque quando se trata de balancear a experiência casual e competitiva em um só produto, além de

proporcionar até a existência de mercados de trocas, além de relações exclusivamente internas ao jogo [2]. O jogo buscou inspiração em um gênero já popular em cenários competitivos, os jogos de cartas colecionáveis (Ex.: Magic: the Gathering e Hearthstone). Ao desenvolver o jogo, os criadores apostaram em mecânicas que aliam os aspectos estratégicos desse gênero com a ação tática e em tempo real dos jogos do estilo MOBA (*Multiplayer Online Battle Arena*), dos quais os títulos League of Legends e Dota 2 são expoentes do gênero [3].

Clash Royale possibilita sessões curtas de jogo, com partidas durando de segundos até poucos minutos, permitindo que a experiência seja considerada como um passatempo, nem sempre demandando o comprometimento e técnica de um jogo competitivo. Entretanto, nada disso impediu o jogo de ser um dos pioneiros em competições profissionais na plataforma *mobile* com grande audiência e premiação significativa [4].

Toda a relevância dos números do Clash of Clans gera uma tentativa de entendimento de suas características para que possam servir de inspiração de boas práticas em outros projetos. A característica aqui investigada é o **balanceamento**. Para o designer de jogos Stefan Engblom, integrante da equipe de desenvolvimento do jogo Clash Royale, balanceamento é o meio que o desenvolvedor do jogo se utiliza para entregar aos jogadores a experiência que ele considera ideal [3]. Mais formalmente, o tipo de balanceamento aqui discutido é a prática que trabalha em ajustes finos de parâmetros e regras em torno da jogabilidade, evitando assim, que um ou mais sistemas se tornem ineficientes, indesejáveis, ou desiguais para os jogadores, baseando-se nas ideias de justiça, de desafio/sucesso e de escolhas significativas [5].

Sendo assim, busca-se investigar o seguinte problema: como analisar o grau de balanceamento de um jogo, identificando se ele está propriamente balanceado para entregar a experiência planejada? Para compreender esse problema, esse trabalho utiliza os dados do Clash Royale como objeto de estudo, analisando de forma empírica os princípios de balanceamento

existentes no jogo a partir da observação *a posteriori* dos dados de batalhas entre os usuários do jogo, as cartas utilizadas, os níveis de habilidade de cada jogador e o referencial teórico de balanceamento de jogos.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção II apresenta o objeto de estudo, o jogo Clash Royale, bem como a fundamentação teórica de competitividade, balanceamento e análise de dados. Na Seção III, é detalhada a coleta e análise de dados executada neste trabalho. A Seção IV trata dos resultados de análise dos dados obtidos e por fim, a Seção V resume todo o desenvolvimento e discorre sobre caminhos a serem seguidos nos trabalhos futuros.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### A. Objeto de estudo: Clash Royale

Clash Royale é um jogo de estratégia gratuito desenvolvido pela empresa finlandesa Supercell. Baseado no seu antecessor, o Clash of Clans, porém com jogabilidade diferente, o jogo foi lançado mundialmente em 2 de março de 2016 para as plataformas de dispositivos móveis Android e iOS.

A jogabilidade de Clash Royale envolve a montagem de um baralho de cartas para que o jogador possa então enfrentar outros jogadores em uma batalha estratégica. Em Clash Royale, cada jogador toma o papel de um membro da realeza, um dos *Royales*, que participa em torneios em uma arena de batalha. Cada *Royale* se utiliza de exércitos e feitiços dos mais variados tipos para derrotar o adversário. Tomando para si, os troféus do oponente para subir nos *ranking* da competição. A Fig. 1 apresenta a arena de batalha e seus diversos elementos.

1) *Jogabilidade*: Em Clash Royale, cada jogador constrói um baralho de 8 cartas diferentes para ser usado em partidas. O objetivo principal do jogo é destruir a base inimiga utilizando seu baralho de cartas enquanto o oponente faz o mesmo. O jogo envolve uma série de ataques e defesas em tempo real onde o jogador que tomou as melhores decisões é o vencedor.

Cada partida de Clash Royale pode durar até 6 minutos (3 iniciais e 3 minutos finais de prorrogação) e conta com as seguintes condições de vitória:

- O jogador consegue os 3 pontos necessários ao destruir a torre do rei inimiga e encerra jogo imediatamente com a vitória;
- O jogador tem mais pontos que o adversário ao término dos 3 minutos iniciais de jogo;
- O jogador destrói uma torre da princesa ou do rei nos 3 minutos finais de prorrogação e encerra o jogo imediatamente com a vitória;
- Se ao final dos 6 minutos de partida o jogo se manter empatado, a partida será encerrada contando como empate para os dois jogadores.

As cartas do jogo representam personagens consagrados já presentes na ambientação do seu predecessor, Clash of Clans, como também personagens originais criados para a nova ambientação em Clash Royale. No seu lançamento, em 2016, o jogo contava com 42 cartas e atualmente conta com 103 cartas, dada a a periódica adição de novas cartas e



Fig. 1. Tutorial do jogo Clash Royale. Elemento (1) é a Torre do Rei, (2) Torre da Princesa, (3) Campo de Batalha, (4) Tropas, (5) Mão, (6) Barra de Elixir, (7) Placar. Captura de tela (2019).

suas frequentes atualizações<sup>1</sup>. A Fig. 2 apresenta diferentes aspectos da carta, utilizados para que o jogador a entenda e decida pela sua utilização ou não.

Para obter novas cartas, o jogador precisa abrir baús de recompensa obtidos com tempo de jogo ou compras em dinheiro real, as microtransações. Esses baús contêm cartas aleatórias e dinheiro do jogo, ouro ou gemas, que são utilizadas para comprar mais cartas, baús ou itens cosméticos.

2) *Balanceamento em Clash Royale*: É possível perceber que o balanceamento do Clash Royale foi pensado como uma fusão dos estilos de jogo casual e competitivo. Por estar na plataforma *mobile*, onde os jogos casuais são dominantes, Clash Royale precisa ser um jogo rápido e de fácil entendimento. Ao mesmo tempo, por ter a competitividade como um dos principais pilares, ele deve oferecer recursos que mantenha o jogador engajado com o jogo.

Para manter a competição justa, o Clash Royale conta com um sistema de progressão e pareamento de partidas. Com isso, o jogo dá conta de procurar oponentes de nível similar ao do jogador. Contudo, é impossível saber qual baralho o jogador vai enfrentar, pois os usuários têm a liberdade de montar seu próprio baralho antes de cada partida para executar a estratégia desejada. Sendo assim, cabe ao jogador a tarefa de constantemente analisar as tendências de jogo e adaptar sua estratégia em busca de mais vitórias.

Porém, a vitória não é a única fonte de engajamento e diversão oferecida pelo jogo em questão. A exploração de diferentes estratégias gera momentos únicos em cada partida, onde os jogadores podem renovar o seu interesse no jogo, se mantendo empenhado por mais tempo [5]. Cada partida

<sup>1</sup>[https://clashroyale.fandom.com/wiki/Clash\\_Royale\\_Wiki](https://clashroyale.fandom.com/wiki/Clash_Royale_Wiki)



Fig. 2. Carta do personagem Cavaleiro (*Knight*). Nesta imagem é possível perceber: a) Estatísticas que mostram ao jogador os pontos de vida, a velocidade, o ataque e o dano da carta. b) A Raridade, que pode ser: Comum, Rara, Épica e Lendária. c) A função, que pode ser: Tropas, Feitiço e Estruturas. Captura de tela (2021)

de Clash Royale possui milhares de combinações possíveis, motivando o jogador a aprender cada vez mais sobre o jogo e se preparar para os seus próximos oponentes. Há comunidades online não-oficiais<sup>2</sup> devotadas à criação de arquétipos de *decks* de cartas (grupos de baralhos que funcionam de forma similar) com o objetivo de compreender como as cartas podem funcionar juntas e contra as outras.

3) *Atualizações de balanceamento*: Para manter o Clash Royale sempre em renovação, há a constante inserção de novas cartas, e conseqüentemente, o balanceamento de todas as cartas do jogo. Stefan Engblom afirma que é importante que as novas cartas inseridas no jogo tragam um ar refrescante para os jogadores, que agora podem montar estratégias diferentes utilizando esses itens [3]. Ele ressalta também que as mais antigas não devem se tornar cartas obsoletas. Assim, é imprescindível que constantes rebalanceamentos ocorram para manter as cartas antigas e menos utilizadas com uma boa jogabilidade à medida que o jogo vai se renovando. Em vídeo, no canal de comunicação oficial do Clash Royale<sup>3</sup>, Seth Alison, outro desenvolvedor do jogo, esclarece que os principais objetivos por trás dos balanceamentos periódicos são:

- Viabilizar todas as cartas em pelo menos uma estratégia bem-sucedida;
- Ter um alto número de baralhos bem-sucedidos como opção para os jogadores;
- Evitar que poucos baralhos dominem o cenário atual.

Para isso, é necessário aplicar melhorias para as cartas consideradas mais fracas e reajustes para as cartas que fugiram do controle e estão dominando em muitas estratégias.

Observando cada carta individualmente, Seth aponta que o objetivo é que elas tenham uma média de uso de 9%. Essa taxa de uso pode ser um indicador de força para a carta. Se a taxa de uso em uma carta estiver muito acima ou abaixo das

<sup>2</sup>[https://www.reddit.com/r/ClashRoyale/comments/a2k5g6/effort\\_post\\_the\\_seven\\_archetypes\\_of\\_clash\\_royale/](https://www.reddit.com/r/ClashRoyale/comments/a2k5g6/effort_post_the_seven_archetypes_of_clash_royale/)

<sup>3</sup><https://www.youtube.com/watch?v=0awwUXJadIY>



Fig. 3. Distribuição percentual dos aproximadamente 300 milhões de jogadores por níveis de habilidade: Arena (A1 a A12), Desafiante (D1 a D3) e Mestre (M1 a M3).<sup>6</sup>

expectativas, isso pode significar que ela está mais forte ou mais fraca do que deveria, prejudicando o ambiente de jogo.

Em casos particulares, esses indicadores extremos de taxa de uso podem significar que a carta tem uma função muito versátil e acessível para jogadores não avançados, como também pode indicar que ela faz parte de um grupo de estratégias de nicho ou de alto nível de habilidade, onde poucos jogadores conseguem executar apropriadamente. Para isso é preciso observar a taxa de vitória das cartas. Uma carta com baixo índice de uso, mas alto índice de vitórias pode indicar que a carta é muito eficiente nas poucas estratégias que ela é empregada. Ainda no vídeo mencionado, a taxa de vitória pretendida pelos desenvolvedores é de 45% a 55% para todas as cartas.

4) *Progressão*: Os jogadores contam com vários modos de jogo, porém, nesse trabalho, o objeto de estudo foi o modo de jogo principal chamado Ladder<sup>4</sup>. Não sendo exclusivo do Clash Royale, o Ladder está presente em várias competições, tanto nos videogames, como nos esportes. Nos jogos eletrônicos, esse tipo de competição se dá na forma de partidas ranqueadas e competitivas. Nesse estilo, os jogadores adquirem pontos ao ganharem as partidas e, no caso contrário, eles os perdem. Eles têm como objetivo a escalada de uma cadeia de patentes e níveis que os classificam à frente dos demais. No geral, quanto maior o nível de uma Ladder, mais difícil é de alcançar, e mais escarço são os jogadores.

A Fig. 3 apresenta a porcentagem de jogadores em cada um dos níveis de *ranking* do jogo. Há 12 níveis de Arena (A1 a A12), 3 de Desafiante (D1 a D3) e 3 de Mestre (M1 a M3), além do nível Campeão não apresentado aqui. Tal distribuição de jogadores é justificada pois o jogo permite que eles passem com mais facilidade das Arenas 1 a 12, onde eles descobrem o jogo e disponibilizam todas as cartas. Ao chegar no nível Desafiante I (coluna D1 na Fig. 3), é possível observar que grande parte dos jogadores não consegue mais progredir para os próximos níveis. Esse efeito é acentuado quando é observado que menos de 1% dos jogadores consegue progredir para a liga Mestre I (M1 no Fig. 3).

<sup>4</sup>Na versão brasileira do jogo, ficou traduzido apenas como Batalha.

<sup>6</sup>Clash Royale Reddit – Entire Player Base Statistics [www.reddit.com/r/ClashRoyale/comments/bkylbf/clash\\_royale\\_entire\\_player\\_base\\_statistics/](https://www.reddit.com/r/ClashRoyale/comments/bkylbf/clash_royale_entire_player_base_statistics/)

### B. Balanceamento de jogos

Os elementos de um jogo precisam trabalhar de forma harmoniosa [5]. No desenvolvimento de um produto, um sistema desbalanceado pode representar um gasto desnecessário de recursos, o desmoronamento de todo o conjunto de regras de um jogo, ou até mesmo, gerar um sentimento de frustração.

A aprovação de um jogo pelos usuários se manifesta por meio de experiências positivas, que normalmente implicam no sentimento de diversão [6]. [7] reconhece a diversão como a principal finalidade de entretenimento de um jogo. Desenvolver um jogo desbalanceado poderá ter impactos severos na diversão.

A lógica empregada no balanceamento não é algo que tem origem nos jogos eletrônicos. Um exemplo clássico é o jogo de mãos recreativo, Pedra, Papel e Tesoura. Todas as forças são igualmente balanceadas. Cada uma delas tem exatamente uma vantagem e uma fraqueza que de forma cíclica se anulam sem deixar brechas para vantagens injustas.

Em Clash Royale, o principal foco da prática do balanceamento é no ajuste das cartas e no sistema de regras que as regem. Para Stefan Engblom, todas as cartas devem ser interessantes de usar. Cada carta deve ter suas próprias forças, fraquezas e interações significativas com outras cartas e sistemas presentes no jogo [5]. Atualmente contendo 103 cartas, balancear o *deck* de cartas deste jogo é uma tarefa muitas vezes mais complexa que balancear o Pedra, Papel e Tesoura.

### C. Mineração de Dados e Análise Exploratória de Dados

Como forma de analisar e descrever os dados de batalhas do Clash Royale, foram necessários dois passos distintos: a obtenção de informações a partir da Mineração de Dados e a análise através da abordagem da Análise Exploratória de Dados (AED). Mineração de Dados é a área específica de aplicação de algoritmos para extração de informação em grandes bases de dados. Como exemplo, tal técnica pode ser utilizada para entendimento e descrição do perfil de jogadores [8], [9]. Já a AED engloba a utilização de estatística descritiva para elucidação de características existentes em bases de dados [10], através da utilização de métodos de contagem e também de métodos de visualização.

A partir da conjunção dessas técnicas, é possível descobrir novas informações e variáveis importantes ocultas na estrutura, detectar comportamentos anômalos e testar as hipóteses levantadas. Dentre os vários métodos visuais para análise de dados, neste trabalho fez-se o uso de gráficos de barras, linha, pizza, área e mapa de calor [10].

A base de dados avaliada nesta pesquisa contou com diversos tipos de variáveis. Cada partida de Clash Royale analisada ofereceu uma gama de dados que passou por uma análise a fim de classificar suas variáveis, sendo a maioria delas identificadas como variáveis quantitativas discretas ou variáveis qualitativas nominais, dando origem também a variáveis quantitativas discretas na forma de taxas de frequência.

## III. METODOLOGIA

Sem acesso ao GDD do do jogo estudado, foi feita uma análise *a posteriori* do *game design* do mesmo, através da implementação de uma sequência de passos de mineração de dados e análise exploratória de dados. Tal sequência iniciou com a coleta de uma amostra de dados significativa que representasse bem a experiência que os jogadores possuem com as cartas. Para isso, foi necessário um meio para coletar uma quantidade massiva de dados correspondentes ao histórico de partidas de cada jogador. Tal coleta se deu através da **API**<sup>7</sup> oficial do Clash Royale oferecida pelos desenvolvedores para que os usuários e a comunidade criem uma variedade de serviços interativos relacionados ao jogo.

Utilizando a linguagem <https://youtu.be/bHLQqH8Ctu4> Python, foi desenvolvido um *script* para fazer a requisição de dados da plataforma Clash Royale Developer **API**<sup>8</sup>. Para a geração de uma amostra de dados diversificada, era necessário a requisição dos históricos de partida dos jogadores de forma aleatória, porém a API não permite que essas requisições aleatórias de dados de jogadores sejam feitas, sendo necessário para acesso à mesma o identificador do usuário para os quais se quer os dados. No entanto, a **API** permite que os dados dos clans sejam coletados a partir de outros parâmetros, como país de localização e número mínimo e máximo de participantes, permitindo assim, a requisição dos dados de forma aleatória. Dentre os dados destes clans estava a lista de participantes e seus respectivos identificadores. Esses dados foram processados pelo *script* para fazer a requisição do histórico de partida de cada um deles.

Para este estudo, foram requisitados a lista de participantes de cerca de 1000 clans utilizando os parâmetros de mínimo e máximo de jogadores oferecidos pela API para gerar uma amostra diversificada de clans mais e menos populares, com o intuito de conseguir extrair também os dados de jogadores menos ativos ou de menor nível de habilidade. A partir dessas requisições foram obtidos cerca de 15000 históricos de partida de jogadores individuais em formato *JSON*<sup>9</sup>. Cada um desses registros armazena um máximo de 25 das últimas partidas de cada jogador. Sendo observado que apenas as partidas dos últimos 74 dias ficavam armazenadas. As partidas presentes nesses históricos contêm as seguintes informações relevantes:

- **Data/hora do termino da partida:** Dado utilizado para identificar a versão do jogo. A cada atualização, algumas cartas são rebalanceadas e novas são adicionadas. Além disso pode ocorrer mudanças de mecânica como o aumento ou diminuição do tempo de partida.
- **Ranking dos jogadores**
- **Modo de jogo:** Apenas as partidas competitivas do modo *Ladder* foram utilizadas, excluindo todas as outras.
- **Baralho dos jogadores:** Informações de 16 cartas, sendo 8 para cada participante.

<sup>7</sup>Application Programming Interface (em português, Interface de Programação de Aplicação)

<sup>8</sup><https://developer.clashroyale.com/>

<sup>9</sup>JSON, um acrônimo de JavaScript Object Notation

- Resultado da partida:** O resultado representado na forma de mudança de troféus (*trophyChange*), onde um jogador ganha ou perde troféus, consequentemente ganha ou perde a partida, respectivamente. Caso não haja troca de troféus, a partida terminou em empate.

Para uma melhor análise desses dados, foi necessário converter a matriz de objetos presente nos documentos *JSON*, para o formato de tabelas. Para isso, um *script Python* convertia as informações desses arquivos para o formato *CSV*, onde seria possível realizar a análise exploratória dos dados com o uso da ferramenta Microsoft Excel.

Inicialmente, os documentos contavam com cerca de 350000 embates. Como fase de pré-processamento, foi feita a limpeza de entradas corrompidas de dados e filtragem. Este número foi reduzido para as últimas 49669 partidas jogadas no modo Ladder, reduzindo o escopo da análise de dados para partidas jogadas entre os dias 12 e 14 de novembro de 2019, período em que não houve atualização do jogo. Todo esse processo é resumido na Fig. 4.

#### IV. ANÁLISE DE DADOS

Para a análise de dados, a base com os históricos de batalha dos jogadores foi processada para a geração de várias tabelas e gráficos. Os dados responsáveis pela geração desses resultados foram as cartas utilizadas, o *ranking* dos jogadores, o resultado da partida e a data e hora que esta aconteceu (etapas 3 e 4 ilustradas na Fig. 4). É importante lembrar, que todos os dados e análises aqui apresentados se referem exclusivamente ao conjunto de dados obtido durante a pesquisa.

##### A. Análise exploratória de dados

Na primeira etapa de análise exploratória, foi necessário a observação dos dados a fim de encontrar padrões que pudessem comunicar informações relevantes para o trabalho. Para isso, tabelas foram criadas com foco nas taxas de uso e de vitória para analisar o comportamento de cada carta no cenário geral do jogo. Para facilitar a leitura das tabelas e gráficos o termo taxa de vitória foi abreviado para *WR (Win Rate)* e taxa de uso para *UR (Use Rate)*.

1) *Taxa de uso geral:* A taxa de uso corresponde às vezes em que uma carta foi utilizada em relação a todas as vezes que um baralho foi utilizado, onde cada partida conta com 2 baralhos, um do jogador e um do oponente. A Tabela I contém as 10 cartas com maior taxa de uso e as 10 menos usadas.

Tendo como base os objetivos de balanceamento apresentados por Seth Alison. Foi observado na amostra que existem cartas muito acima e muito abaixo da média de 9%. Na Tabela I, as primeiras posições são ocupadas por cartas com uma taxa de uso aproximadamente 3 vezes acima do normal. Essa observação pode indicar que o jogo tenha cartas desbalanceadamente fortes. Também é possível observar que as cartas menos usadas são quase que completamente desconsideradas pela base de jogadores, indicando que o jogo tenha estratégias quase irrelevantes perante as mais usadas.

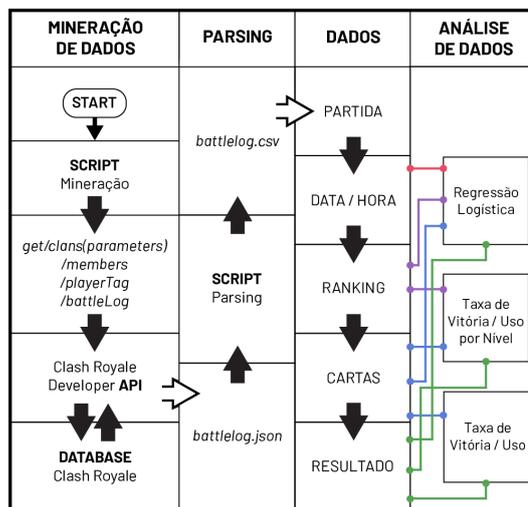


Fig. 4. Fluxograma de análise de dados. Fonte: dados da pesquisa.

Tabela I  
TAXA DE USO (UR) DAS 10 CARTAS MAIS USADAS E DAS 10 MENOS USADAS.

Mais usadas	USO	UR	Menos usadas	USO	UR
Wizard	35914	<b>36,15%</b>	Electro Dragon	817	<b>0,82%</b>
Skeleton Army	34802	<b>35,03%</b>	Bomb Tower	753	<b>0,76%</b>
Valkyrie	32337	<b>32,55%</b>	Three Musketeers	752	<b>0,76%</b>
Zap	32019	<b>32,23%</b>	Barbarian Hut	711	<b>0,72%</b>
Witch	26300	<b>26,48%</b>	Royal Recruits	703	<b>0,71%</b>
Fireball	25078	<b>25,25%</b>	Earthquake	474	<b>0,48%</b>
The Log	24120	<b>24,28%</b>	Cannon Cart	430	<b>0,43%</b>
Hog Rider	23878	<b>24,04%</b>	Goblin Giant	400	<b>0,40%</b>
Baby Dragon	23833	<b>23,99%</b>	Heal	341	<b>0,34%</b>
Mega Knight	21558	<b>21,70%</b>	Zappies	332	<b>0,33%</b>

Organizando todas as cartas do jogo em ordem decrescente de taxa de uso foi gerado a Fig. 5, onde cada coluna representa uma carta do jogo. Tendo como base a referência de balanceamento mencionada pelo desenvolvedor do jogo, Seth Alison, onde é indicado que a taxa de uso de cada carta deve ser em torno de 9%, o Fig. 5 foi dividido em 3 setores. O setor verde (parte superior do gráfico) ilustra as cartas acima de 12% de taxa de uso e o setor vermelho (parte inferior do gráfico) representa as cartas abaixo de 6% de taxa de uso. O setor azul (parte intermediária do gráfico) representa as cartas que se encontram com uma taxa de uso entre 6% e 12%.

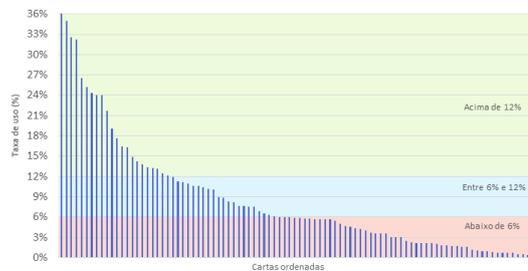


Fig. 5. Taxa de uso geral.

Tabela II  
AS 10 CARTAS COM A MAIOR TAXA DE VITÓRIA E AS 10 CARTAS COM MENOR TAXA DE VITÓRIA.

Maiores taxas	WR	Menores taxas	WR
Mega Minion	53,09%	Heal	35,56%
Goblin Gang	53,05%	Earthquake	36,89%
Zap	52,80%	Barbarian Hut	37,21%
Electro Wizard	52,56%	Elixir Golem	38,48%
Arrows	52,22%	Bomb Tower	41,54%
Hog Rider	52,18%	Royal Recruits	41,87%
Minions	52,14%	X-Bow	42,37%
Golem	51,97%	Goblin Giant	42,93%
Elite Barbarians	51,96%	Royal Hogs	43,23%
Fire Spirits	51,75%	Mortar	43,52%

Essas cartas se encontram com uma taxa de uso adequada aos objetivos definidos pelos desenvolvedores.

De forma resumida, mais da metade das cartas do jogo (55%) estão com uma taxa de uso abaixo de 6%, 23% das cartas estão sendo utilizadas mais do que o planejado e apenas 22% das cartas se enquadram nos níveis de balanceamento planejado pelos desenvolvedores.

2) *Taxa de vitória geral:* A taxa de vitória corresponde às vezes que a carta ganhou em relação à todas as vezes que esta foi utilizada (excluindo empates). A Tabela II mostra as taxas de vitória das 10 cartas com maior taxa de vitória e das 10 cartas com menor taxa de vitória. O parâmetro de balanceamento definido para este quesito é que todas as cartas se encaixem em uma taxa de vitória entre 45% e 55%. Observando a Tabela II, é possível perceber que nenhuma carta passou da taxa de vitória máxima idealizada de 55%. Dois destaques nesta tabela são as cartas Zap e Hog Rider, pois estão presentes também na tabela de cartas mais usadas. Indicando que mesmo estando dentro dos padrões de WR, elas estão se mostrando mais eficientes que as demais.

Entre as cartas que se encontram com uma taxa de vitória abaixo dos 45% definidos como mínimo ideal, existem ainda mais duas cartas na mesma situação na base de dados não apresentadas na Tabela II. Totalizam-se 12 cartas em situação preocupante, dentre essas, 6 cartas se encontram presentes também na tabela de menores taxa de uso: *Heal, Earthquake, Barbarian Hut, Bomb Tower, Royal Recruits* e *Goblin Giant*, podendo indicar que essas cartas não são pouco utilizadas pela baixa versatilidade ou uso em estratégias de nicho, mas sim, por estarem tendo uma performance abaixo do esperado, assim como as outras cartas nessa representação. Esse tipo de

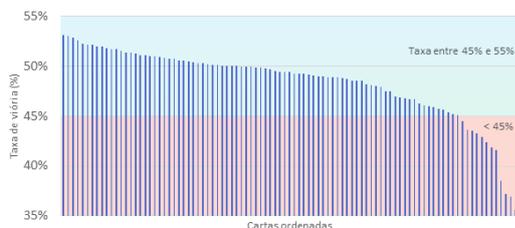


Fig. 6. Taxa de vitória geral.

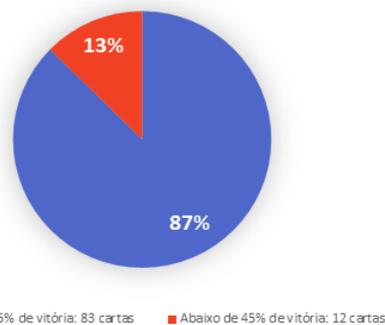


Fig. 7. Divisão de taxa de vitória geral das cartas observadas no dataset coletado.

observação pode significar que a carta precise de uma melhoria para se tornar relevante nas estratégias pretendidas.

A Fig. 6 apresenta todas as cartas ordenadas em ordem decrescente de taxa de vitória, onde cada coluna representa uma carta. Seguindo a referência de balanceamento definida para esse parâmetro, cada carta precisa ter uma taxa de vitória entre 45% e 55%. Devido à falta de cartas acima do limite estipulado, o Fig. 6 foi dividido em apenas dois setores. O setor azul (parte superior do gráfico) corresponde às cartas que estão se comportando como esperado segundo os parâmetros definidos. O setor vermelho (parte inferior do gráfico) corresponde às cartas que estão tendo performance abaixo do esperado com taxas de vitória inferiores a 45%.

A Fig. 7 mostra que aproximadamente 87% das cartas estão se comportando como esperado em relação a taxa de vitória definida. Apenas 12 das 95 cartas estão com um desempenho aparentemente abaixo do esperado, talvez indicando, a necessidade de melhorias para buscar um melhor balanceamento no ambiente competitivo do jogo.

3) *Taxa de uso e vitória por nível de habilidade:* Para o aprofundamento das análises feitas até o momento, também foi analisado a taxa de uso e taxa de vitória das cartas com base no nível de habilidade dos jogadores.

A Tabela III corresponde às cartas que apresentaram os maiores ganhos na taxa de uso ao comparar o nível de jogo básico e avançado. Já a Tabela IV corresponde às cartas que apresentaram as maiores perdas na taxa de uso quando se comparou o nível básico e avançado.

As Tabelas V e VI foram geradas similarmente às Tabelas III e IV, mas com o foco nas diferenças da taxa de vitória em cada nível de habilidade.

Nas tabelas III a VI, foram utilizados os termos  $B > A$ ,  $B > I$  e  $I > A$ , que significam, respectivamente, do nível básico ao avançado, do nível básico ao intermediário e do nível intermediário ao avançado.

Observando as Tabelas III e IV, é possível perceber que muitas cartas se comportam de forma diferente dependendo do nível de jogo que elas estão sendo utilizadas. Cartas que tinham taxas de uso adequadas em níveis básicos passam a ser muito ou pouco utilizadas quando se observa suas estatísticas

Tabela III

DIFERENÇA DE TAXA DE USO NOS NÍVEIS DE HABILIDADE. AS 10 CARTAS COM MAIORES GANHOS COM BASE NA DIFERENÇA DO NÍVEL BÁSICO AO AVANÇADO

	BÁSICO		INTERMEDIÁRIO		AVANÇADO		DIFERENÇA DE USERATE		
	WR	UR	WR	UR	WR	UR	B>A	B>I	I>A
Zap	53,75%	<b>22,62%</b>	52,92%	<b>33,15%</b>	51,67%	<b>41,60%</b>	<b>18,98%</b>	10,53%	8,45%
Goblin Gang	46,55%	<b>6,15%</b>	54,33%	<b>13,46%</b>	52,06%	<b>21,55%</b>	<b>15,40%</b>	7,32%	8,08%
The Log	54,77%	<b>11,81%</b>	50,49%	<b>27,91%</b>	52,49%	<b>25,96%</b>	<b>14,15%</b>	16,09%	-1,94%
Fireball	49,34%	<b>23,13%</b>	51,25%	<b>23,60%</b>	49,67%	<b>35,14%</b>	<b>12,01%</b>	0,47%	11,54%
Elite Barbarians	53,95%	<b>3,26%</b>	52,90%	<b>8,89%</b>	48,32%	<b>12,24%</b>	<b>8,98%</b>	5,63%	3,35%
Electro Wizard	58,06%	<b>4,58%</b>	52,22%	<b>21,03%</b>	52,33%	<b>12,97%</b>	<b>8,39%</b>	16,45%	-8,06%
Hog Rider	53,11%	<b>23,39%</b>	52,38%	<b>22,48%</b>	50,66%	<b>31,73%</b>	<b>8,34%</b>	-0,91%	9,26%
Furnace	31,36%	<b>3,58%</b>	53,00%	<b>5,93%</b>	51,13%	<b>11,59%</b>	<b>8,02%</b>	2,35%	5,66%
Bats	48,56%	<b>10,01%</b>	49,28%	<b>18,02%</b>	49,43%	<b>17,68%</b>	<b>7,67%</b>	8,01%	-0,34%
Royal Giant	53,13%	<b>1,62%</b>	50,76%	<b>6,20%</b>	49,09%	<b>8,53%</b>	<b>6,91%</b>	4,58%	2,33%

Tabela IV

DIFERENÇA DE TAXA DE USO NOS NÍVEIS DE HABILIDADE. AS 10 CARTAS COM MAIORES PERDAS COM BASE NA DIFERENÇA DO NÍVEL BÁSICO AO AVANÇADO.

	BÁSICO		INTERMEDIÁRIO		AVANÇADO		DIFERENÇA DE USERATE		
	WR	UR	WR	UR	WR	UR	B>A	B>I	I>A
Skeleton Army	52,02%	<b>53,90%</b>	49,34%	<b>32,00%</b>	47,26%	<b>22,49%</b>	<b>-31,41%</b>	-21,90%	-9,51%
Baby Dragon	50,47%	<b>41,13%</b>	49,07%	<b>20,53%</b>	48,47%	<b>15,36%</b>	<b>-25,77%</b>	-20,60%	-5,17%
Witch	51,15%	<b>35,62%</b>	47,64%	<b>25,33%</b>	47,17%	<b>19,02%</b>	<b>-16,60%</b>	-10,29%	-6,32%
Prince	49,71%	<b>22,99%</b>	50,43%	<b>9,66%</b>	49,00%	<b>8,12%</b>	<b>-14,86%</b>	-13,32%	-1,54%
Goblin Barrel	53,74%	<b>28,48%</b>	49,47%	<b>16,95%</b>	50,20%	<b>15,32%</b>	<b>-13,16%</b>	-11,53%	-1,63%
Hunter	51,26%	<b>10,45%</b>	45,10%	<b>2,04%</b>	51,92%	<b>0,70%</b>	<b>-9,75%</b>	-8,41%	-1,34%
Magic Archer	52,29%	<b>11,12%</b>	45,19%	<b>11,60%</b>	44,55%	<b>2,22%</b>	<b>-8,90%</b>	0,47%	-9,38%
Musketeer	47,71%	<b>19,22%</b>	51,31%	<b>8,42%</b>	52,89%	<b>11,31%</b>	<b>-7,90%</b>	-10,79%	2,89%
Wall Breakers	47,86%	<b>8,26%</b>	44,67%	<b>2,99%</b>	35,80%	<b>0,55%</b>	<b>-7,71%</b>	-5,27%	-2,44%
Giant Skeleton	49,82%	<b>12,87%</b>	49,38%	<b>8,14%</b>	48,66%	<b>6,78%</b>	<b>-6,10%</b>	-4,74%	-1,36%

Tabela V

DIFERENÇA DE TAXA DE VITÓRIA NOS NÍVEIS DE HABILIDADE. AS 10 CARTAS COM MAIORES GANHOS COM BASE NA DIFERENÇA DO NÍVEL BÁSICO AO AVANÇADO.

	BÁSICO		INTERMEDIÁRIO		AVANÇADO		DIFERENÇA DE WINRATE		
	WR	UR	WR	UR	WR	UR	B>A	B>I	I>A
Mortar	<b>23,76%</b>	1,02%	<b>49,16%</b>	0,75%	<b>50,85%</b>	1,19%	<b>27,09%</b>	25,40%	1,68%
Tombstone	<b>30,25%</b>	3,99%	<b>52,31%</b>	1,93%	<b>52,75%</b>	2,69%	<b>22,50%</b>	22,05%	0,44%
Giant Snowball	<b>32,08%</b>	2,28%	<b>47,32%</b>	2,21%	<b>53,13%</b>	2,37%	<b>21,05%</b>	15,24%	5,81%
Skeleton Barrel	<b>36,10%</b>	1,04%	<b>48,71%</b>	0,97%	<b>56,96%</b>	1,59%	<b>20,86%</b>	12,61%	8,26%
Goblins	<b>35,15%</b>	3,15%	<b>51,01%</b>	1,31%	<b>55,20%</b>	1,49%	<b>20,05%</b>	15,86%	4,19%
Furnace	<b>31,36%</b>	3,58%	<b>53,00%</b>	5,93%	<b>51,13%</b>	11,59%	<b>19,78%</b>	21,65%	-1,87%
X-Bow	<b>35,74%</b>	3,22%	<b>43,40%</b>	1,90%	<b>55,51%</b>	1,53%	<b>19,77%</b>	7,66%	12,11%
Barbarian Hut	<b>27,45%</b>	1,55%	<b>44,56%</b>	0,45%	<b>46,39%</b>	0,65%	<b>18,94%</b>	17,11%	1,83%
Goblin Cage	<b>28,32%</b>	0,57%	<b>46,47%</b>	2,56%	<b>47,18%</b>	2,38%	<b>18,86%</b>	18,15%	0,71%
Flying Machine	<b>38,46%</b>	0,46%	<b>46,94%</b>	0,77%	<b>55,99%</b>	2,25%	<b>17,53%</b>	8,48%	9,05%

em níveis de jogo diferentes. O mesmo comportamento é observado nas Tabelas V e VI.

Nas Tabelas III e V, a carta *Furnace* apresenta taxa de uso e taxa de vitória abaixo do planejado. Esses números se regularizam quando se observa a performance e preferência dela nos níveis intermediário e avançado de habilidade. Em contraponto, a carta *Wall Breakers*, presente nas tabelas IV e VI, apresenta taxas adequadas em níveis básicos, mas quando é analisada no nível avançado percebe-se que tem taxas uso e vitória abaixo do adequado.

Esse dado mostra que cartas são balanceadas para alto ou baixo nível de jogabilidade. Cartas que têm taxa de vitória mais baixa em rankings mais baixos e maiores em rankings mais elevados representam cartas balanceadas para jogadores mais experientes usarem e vice-versa.

As Figs 8 e 9 ilustram as diferenças nas taxas de uso e vitória entre o nível básico e avançado. Para que uma carta seja mais utilizada, é necessário que outra seja menos utilizada e para que uma carta vença mais é preciso que outra perca mais. Observando esses gráficos é possível perceber que quase todas as cartas do jogo apresentam uma mudança de comportamento quando utilizadas em diferentes níveis. Algumas cartas se ajustam ao parâmetro de alinhamento enquanto outras se distanciam.

Na Fig. 10 é possível perceber que no nível avançado mais cartas se encaixam no período de 6% a 12% de taxa de uso definido pelos desenvolvedores. Podendo significar que as cartas que antes eram consideradas difíceis começam a ser mais utilizadas pelos jogadores à medida que estes progredem no jogo. A quantidade de cartas adequadas passa

Tabela VI  
DIFERENÇA NA TAXA DE VITÓRIA NOS NÍVEIS DE HABILIDADE. AS 10 CARTAS COM MAIORES PERDAS COM BASE NA DIFERENÇA DO NÍVEL BÁSICO AO AVANÇADO.

	BÁSICO		INTERMEDIÁRIO		AVANÇADO		DIFERENÇA DE WINRATE		
	WR	UR	WR	UR	WR	UR	B>A	B>I	I>A
Ram Rider	52,44%	6,82%	45,08%	6,38%	36,62%	0,96%	-15,82%	-7,36%	-8,46%
Wall Breakers	47,86%	8,26%	44,67%	2,99%	35,80%	0,55%	-12,06%	-3,19%	-8,87%
Fisherman	52,89%	2,27%	44,39%	2,39%	40,91%	0,74%	-11,98%	-8,50%	-3,48%
Royal Ghost	57,82%	1,07%	48,64%	3,78%	47,27%	2,59%	-10,55%	-9,18%	-1,36%
Lumberjack	57,59%	10,29%	50,48%	14,96%	48,73%	10,58%	-8,86%	-7,12%	-1,75%
Magic Archer	52,29%	11,12%	45,19%	11,60%	44,55%	2,22%	-7,75%	-7,11%	-0,64%
Mega Knight	56,29%	14,66%	48,06%	26,20%	48,82%	12,25%	-7,47%	-8,23%	0,76%
Lava Hound	53,22%	2,43%	49,00%	1,80%	46,75%	2,17%	-6,47%	-4,22%	-2,26%
Fire Spirits	54,89%	5,17%	51,77%	8,33%	48,74%	7,50%	-6,15%	-3,12%	-3,03%
Sparky	52,43%	3,23%	47,90%	7,08%	46,35%	4,60%	-6,08%	-4,52%	-1,56%

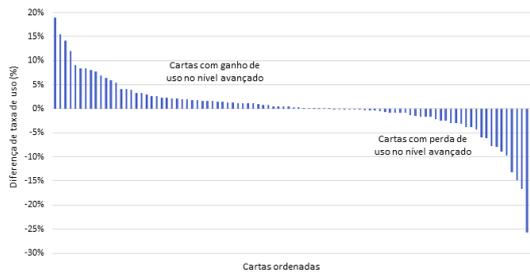


Fig. 8. Diferença de taxa de uso de cada carta. Do nível básico ao avançado.

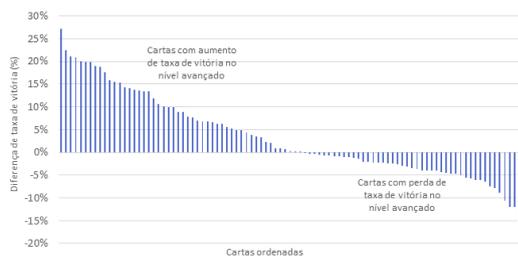


Fig. 9. Diferença de taxa de vitória de cada carta. Do nível básico ao avançado.

de aproximadamente 28% para 34%.

Já no Fig. 11, que representa as cartas que se adequam às taxas de vitória definidas, é possível perceber que o nível intermediário é onde se encontram a maior quantidade de

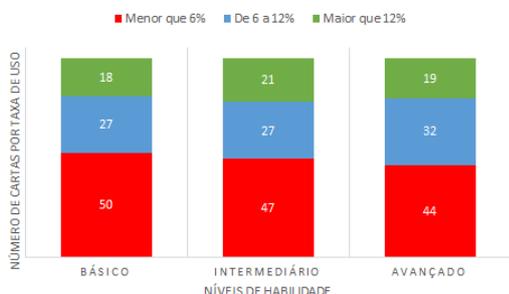


Fig. 10. Taxa de uso das cartas nos diferentes níveis de habilidade.

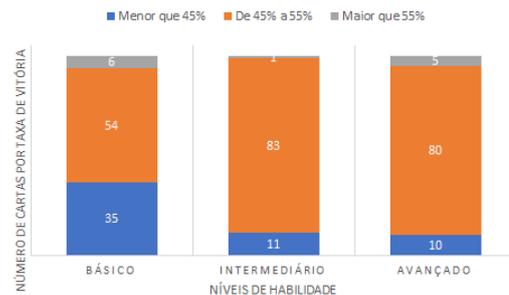


Fig. 11. Taxa de vitória das cartas nos diferentes níveis de habilidade.

cartas bem ajustadas no balanceamento do jogo. No nível básico, aproximadamente 57% das cartas se encontram com taxas de vitória adequadas. Já no nível intermediário esse número salta para aproximadamente 87% das cartas.

4) *Taxa de sinergia*: Para a execução de estratégias bem-sucedidas em Clash Royale, é necessário utilizar cartas que sinergizam bem umas com as outras. No mapa de calor representado na Tabela VII foi feito um estudo para identificar o grau de sinergia entre duas cartas a partir da taxa de vitória que elas apresentaram ao serem utilizadas em conjunto. Os tons de vermelho da Tabela VII representam um baixo desempenho quando alinhadas as cartas da linha e coluna se alinham, enquanto os tons de verde representam um desempenho acima da média. As células cinzas representam a taxa de vitória geral da carta.

Dentre as cartas mais utilizadas, a Zap é capaz de elevar a taxa de vitória de todas as outras cartas, se mostrando com alto nível de versatilidade. Já a carta Witch abaixa a taxa de vitória de qualquer uma das outras 9 cartas que são utilizadas em conjunto com ela. Mostrando que apesar de popular, esta carta está tendo um baixo desempenho e sinergia no geral.

5) *Taxa de vantagem*: Como foi apontado pelos desenvolvedores, é necessário que todas as cartas tenham fraquezas contra outras. No mapa de calor representado na Tabela VIII, é apresentado a taxa de vitória das cartas quando enfrentam outras no baralho adversário. Assim como na Tabela VII, os tons de vermelho representam um desempenho positivo, os tons de verde representam um desempenho negativo quando

Tabela VII  
TAXA DE VITÓRIA QUANDO DUAS CARTAS FORAM UTILIZADAS JUNTAS. AS 10 CARTAS MAIS USADAS.

	Baby Dragon	Fireball	Hog Rider	Mega Knight	Skeleton Army	The Log	Valkyrie	Witch	Wizard	Zap
Baby Dragon	49,49%	49,12%	50,90%	48,31%	48,73%	49,59%	49,16%	47,68%	48,41%	<b>52,89%</b>
Fireball	49,12%	50,57%	51,66%	49,70%	49,07%	51,47%	51,02%	49,01%	50,40%	<b>53,25%</b>
Hog Rider	50,90%	51,66%	52,18%	52,20%	51,48%	53,35%	51,39%	50,11%	51,99%	<b>54,40%</b>
Mega Knight	48,31%	49,70%	52,20%	49,23%	48,72%	48,79%	47,81%	47,10%	48,59%	<b>52,82%</b>
Skeleton Army	48,73%	49,07%	51,48%	48,72%	49,97%	50,27%	48,76%	47,48%	49,74%	<b>51,96%</b>
The Log	49,59%	51,47%	53,35%	48,79%	50,27%	51,23%	50,76%	49,00%	51,10%	<b>54,93%</b>
Valkyrie	49,16%	51,02%	51,39%	47,81%	48,76%	50,76%	49,97%	48,13%	49,47%	<b>52,39%</b>
Witch	47,68%	49,01%	50,11%	47,10%	47,48%	49,00%	48,13%	48,54%	47,41%	<b>51,66%</b>
Wizard	48,41%	50,40%	51,99%	48,59%	49,74%	51,10%	49,47%	47,41%	49,85%	<b>52,78%</b>
Zap	<b>52,89%</b>	<b>53,25%</b>	<b>54,40%</b>	<b>52,82%</b>	<b>51,96%</b>	<b>54,93%</b>	<b>52,39%</b>	<b>51,66%</b>	<b>52,78%</b>	<b>52,80%</b>

as cartas das colunas enfrentam as cartas das linhas. As células cinzas novamente indicam a taxa de vitória geral da carta.

A carta Skeleton Army é uma carta do tipo tropa que invoca um exército de esqueletos fracos, mas de alto poder destrutivo. É de se esperar que essa carta tenha desvantagem sobre outras que têm a característica do dano em área, pois é capaz de derrotar a Skeleton Army rapidamente. Isso se comprova na Tabela VIII onde a taxa de vitória desta carta quando ela enfrenta a carta Zap, The Log e Valkyrie. Outro destaque é a presença da carta Zap novamente, aparecendo com altas taxas de vitória contra todas as outras cartas. Reforçando que essa carta está acima do balanceamento presente nas outras cartas.

### B. Predição de resultados de partidas

Utilizou-se a técnica regressão logística para a tentativa de prever o resultado de uma partida utilizando-se apenas os baralhos e o ranking dos jogadores. Resultado da partida foi utilizado como variável dependente e os baralhos e resultados como variáveis independentes.

Para o treinamento do algoritmo de aprendizagem foi necessária uma organização dos dados da amostra para que fossem mostrados de forma binária. Para isso, um documento CSV foi preparado e as partidas que resultaram em empate foram excluídas, que representavam menos de 1% dos jogos. Cada carta foi dividida em 3 colunas para identificar quem utilizou a carta em cada partida. Foram incluídos na base de dados o ranking de cada jogador. Com esta base, foi feita uma validação cruzada com 10 grupos (10-fold cross validation) e foi estimado que um modelo linear de regressão logística erra a predição de 24,6% dos jogos da base de dados. Tendo uma taxa de acerto de 75,4%.

Observando a taxa de acerto na amostra principal de 75%. É possível inferir que o Clash Royale tem uma jogabilidade com baixo nível de complexidade, seguindo a tendência dos jogos casuais, pois o algoritmo foi capaz de acertar uma quantidade razoável de partidas apenas com os dados da escolha das cartas. Entretanto, os níveis de profundidade, essencial para uma competição de qualidade, se mantém abaixo do esperado pelos desenvolvedores. Algumas cartas se mostram irrelevantes em quase todas as estratégias possíveis enquanto outras dominam em termos de versatilidade e eficiência.

Foi decidido então comparar como esse algoritmo “performance” quando tenta prever o resultado das partidas em outras

versões do jogo. Levando em consideração que cada versão do jogo faz o rebalanceamento de apenas uma pequena parcela das cartas, é de se esperar que a mudança da taxa de acertos na predição da regressão logística não seja tão diferente. Para isso, utilizando os dados de Data/Hora que as partidas foram realizadas, foram preparadas mais 3 amostras de dados correspondentes a versões do jogo prévias e posteriores à versão utilizada na análise exploratória e na regressão logística em primeiro momento. Tais amostras e resultados são descritos na Tabela IX.

A partir desses resultados (Tabela IX) é possível perceber que mesmo com atualizações de um pequeno número de cartas, o modelo passa a errar mais. Por exemplo: da amostra B para a amostra principal apenas 6 cartas foram ajustadas, aproximadamente 6,3% do número total de cartas, e mesmo assim houve uma diminuição de 15,8% na taxa de acerto.

Outra observação de destaque é a comparação entre a amostra Principal e a amostra C. Essa atualização que seguiu a versão que foi focada nesse trabalho, ajustou apenas 3 cartas, porém, mudaram a geração de recursos ao longo da partida. Essas mudanças resultaram em uma diminuição da taxa de acerto de 22,1%. Indicando que mudanças nas regras do jogo, mesmo que afetem todas as cartas igualmente, mudam o jeito que os jogadores usam as cartas de forma mais complexa.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado de jogos está constantemente se renovando para atrair um público cada vez maior. Da mesma forma, os desenvolvedores buscam formas de explorar a competição dentro dos jogos como apelo ao engajamento de seus consumidores.

Dentro do segmento dos jogos competitivos, para manter um público fiel e engajado, é preciso que o jogo seja justo e balanceado para os mais variados tipos de jogabilidade que os usuários desejam executar.

Para isso, cada vez mais os conhecimentos da área de game design se mostram necessários, entre eles, conforme destacado nesse trabalho, o balanceamento de jogos. Este conjunto de teorias e práticas serve como guia para que os desenvolvedores de jogos casuais, e em especial, jogos competitivos, possam entregar essa experiência para o seu público.

Os dados obtidos a partir da mineração dos históricos de partidas por meio da API do Clash Royale permitiram a observação das tendências de uso e performance das cartas

Tabela VIII

TAXA DE VITÓRIAS QUANDO AS 10 CARTAS MAIS USADAS SE ENFRENTAM. AS COLUNAS REPRESENTAM A VITÓRIA SOBRE AS LINHAS.

	Baby Dragon	Fireball	Hog Rider	Mega Knight	Skeleton Army	The Log	Valkyrie	Witch	Wizard	Zap
Baby Dragon	49,49%	50,33%	53,17%	51,25%	50,60%	52,42%	51,49%	50,32%	51,78%	<b>53,83%</b>
Fireball	49,67%	50,57%	51,36%	48,58%	49,52%	50,23%	48,33%	49,11%	48,48%	<b>52,12%</b>
Hog Rider	46,83%	48,64%	52,18%	46,71%	46,85%	49,08%	47,92%	45,68%	47,75%	<b>51,14%</b>
Mega Knight	48,75%	51,42%	53,29%	49,23%	49,06%	52,24%	50,40%	47,31%	49,48%	<b>54,87%</b>
Skeleton Army	49,40%	50,48%	53,15%	50,94%	49,97%	53,30%	51,02%	48,00%	49,80%	<b>55,23%</b>
The Log	47,58%	49,77%	50,92%	47,76%	<b>46,70%</b>	51,23%	48,33%	45,41%	48,22%	<b>51,63%</b>
Valkyrie	48,51%	51,67%	52,08%	49,60%	48,98%	51,67%	49,97%	46,37%	49,20%	<b>53,15%</b>
Witch	49,68%	50,89%	54,32%	52,69%	52,00%	54,59%	53,63%	48,54%	52,21%	<b>53,97%</b>
Wizard	48,22%	51,52%	52,25%	50,52%	50,20%	51,78%	50,80%	47,79%	49,85%	<b>53,51%</b>
Zap	46,17%	47,88%	48,86%	45,13%	<b>44,77%</b>	48,37%	46,85%	46,03%	46,49%	<b>52,80%</b>

Tabela IX

RESULTADOS DA REGRESSÃO LOGÍSTICA.

Amostra A – Taxa de acerto = 58,8%
Partidas jogadas entre 02/09/2019 e 06/10/2019.
Esta versão apresentou o balanceamento de 6 cartas.
Amostra B – Taxa de acerto = 59,6%
Partidas jogadas entre 07/10/2019 e 03/11/2019.
Esta versão apresentou o balanceamento de 6 cartas.
<b>Amostra Principal – Taxa de acerto = 75,4%</b>
Partidas jogadas entre 04/11/2019 e 26/11/2019.
Esta versão apresentou o balanceamento de 7 cartas.
É a versão utilizada para fazer a lógica da regressão logística e a análise exploratória dos dados
Amostra C – Taxa de acerto = 53,5%
Partidas jogadas entre 27/11/20 e 01/12/2019
Esta versão apresentou o balanceamento de 3 cartas.
Também mudou as regras de tempo da partida. Ao invés de elixir em dobro no último minuto da partida, agora a taxa de geração de elixir é triplicada.

de maneira individual. Por meio da taxa de uso e taxa de vitória de modo geral e em cada nível da habilidade foi possível observar que o jogo se encontra fora dos parâmetros de balanceamento definidos pelos desenvolvedores. De modo geral, 22% das cartas se encontram dentro da taxa de uso estipulada e 87% das cartas se encontram dentro da taxa de vitória determinada. Quando se observa esse número nos níveis de jogabilidade mais altos, as cartas se adequam mais às taxas de uso com a porcentagem de cartas adequadas saltando para 34%. Mostrando que algumas cartas são designadas para uso em níveis mais avançados.

As taxas de sinergia e vantagem mostram que existem cartas que funcionam melhor com e contra outras cartas específicas, reforçando os níveis de engajamento necessários para que o jogador aprenda sobre o jogo e desenvolva estratégias competitivas para conseguir avançar nos níveis de habilidade.

A regressão logística mostrou que a escolha das estratégias pelos jogadores também influencia na chance de vitória. Essa chance não é influenciada apenas pela habilidade dos jogadores. A partir do treino de um modelo de previsão de resultados com os dados das partidas analisadas, foi possível prever o resultado das partidas com uma precisão de 75,4%.

Esse modelo foi testado em outras 3 versões de balanceamento do jogo e a precisão das previsões caíram mais de 15 pontos percentuais. Essa queda mostra que as pequenas mudanças exercidas em cada prática de balanceamento

mudam muito como as estratégias interagem. Sendo assim, é necessário cautela ao aplicar mudanças no balanceamento do jogo, pois mesmo quando são pequenas, estas podem ter grande impacto na jogabilidade.

Sendo assim, a partir da análise de dados foi possível estimar os impactos que o balanceamento de jogos tem no jeito que os jogadores se relacionam com o jogo. A análise exploratória de dados permitiu ver as tendências de jogabilidade presentes entre a base de usuários atual. A regressão logística mostrou a mudança de jogabilidade quando os desenvolvedores praticam o rebalanceamento periódico do jogo.

Partindo dessas observações iniciais, percebe-se que ainda existem muitas possibilidades de analisar como o balanceamento afeta o jeito que os jogadores interagem com os elementos criados pelos desenvolvedores. Desta maneira, se mostra um tópico importante a ser compreendido, pois assim, cada elemento pode ser projetado para entregar a experiência ideal para os jogadores.

Por fim, pretende-se expandir a amostra de dados para alcançar ainda mais versões do jogo e entender a fundo como cada variável alterada modificou as mecânicas de jogabilidade. Para isso, é necessário incluir na base de dados as estatísticas de cada elemento do jogo (ex.: níveis de dano e vida das cartas) para a compreensão dessas mudanças.

## REFERÊNCIAS

- [1] C. Schultz, “Fragmentação no mercado de jogos digitais,” in *Anais do SBGames*, 2014.
- [2] P. Christian Lohse, “Social interactions in the virtual economy of “clash of clans” from 1st january 2017 to 31st may 2020,” in *2020 The 4th International Conference on Software and e-Business*, 2020, pp. 45–48.
- [3] S. Engblom. Balancing cards in clash royale. Game Developer Conference. [Online]. Available: <https://youtu.be/bHLQqH8Ctu4>
- [4] Clash royale crown championship world finals. TouchArcade. [Online]. Available: <https://bit.ly/3kR3iGt>
- [5] J. Schell, *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC press, 2008.
- [6] M. A. Federoff, “Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games,” Ph.D. dissertation, CiteSeer, Pennsylvania, Estados Unidos, 2002.
- [7] J. Huizinga, *Homo Ludens IIs 86*. Londres, Reino Unido: Routledge, 2014.
- [8] B. A. Odierna and I. F. Silveira, “Player game data mining for player classification,” in *Proceedings of SBGames*, 2018.
- [9] E. S. Siqueira, C. D. Castanho, G. N. Rodrigues, and R. P. Jacobi, “A data analysis of player in world of warcraft using game data mining,” in *2017 16th Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*. IEEE, 2017, pp. 1–9.
- [10] W. Medri, “Análise exploratória de dados,” Londrina, 2011.