



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Curso de Ciência da Computação

**Avaliação Heurística de Jogos *Tile-matching*:
um estudo de caso**

José Paulo Fernandes Neto

São Luís - MA, 2019

José Paulo Fernandes Neto

Avaliação Heurística de Jogos *Tile-matching*: um estudo de caso

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, **como parte dos requisitos necessários** para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Universidade Federal do Maranhão

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva

Coorientador: Prof. Mestre João Otávio Bandeira Diniz

São Luís - MA

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Fernandes Neto, José Paulo.

Avaliação heurística de jogos tile-matching: um estudo de caso / José Paulo Fernandes Neto. - 2019.

57 p.

Coorientador(a): João Otávio Bandeira Diniz.

Orientador(a): Anselmo Cardoso de Paiva.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Maranhão, NCA - UFMA, 2019.

1. Avaliação Heurística. 2. Interação Humano-Computador. 3. Jogos Digitais. 4. Smartphones. 5. Usabilidade de Jogos. I. Bandeira Diniz, João Otávio. II. Paiva, Anselmo Cardoso de. III. Título.

José Paulo Fernandes Neto

Avaliação Heurística de Jogos *Tile-matching*: um estudo de caso

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, **como parte dos requisitos necessários** para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em

Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva
Orientador

**Prof. Mestre João Otávio Bandeira
Diniz**
Coorientador

**Prof. Mestre Carlos Eduardo Portela
Serra de Castro**
Examinador

Profa. Dra. Simara V. da Rocha
Examinadora

São Luís - MA
2019

A todos que contribuíram com essa jornada.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Jucy, minha mãe, pelo suporte e apoio incondicional e a meu grande e querido pai, por cada pedaço do homem que foi.

Agradeço ao professor Anselmo por ser uma pessoa gentil, por não ter largado minha mão, pelas lições, pelas caronas, por ter me salvado mais vezes do que sou ciente e mais vezes do que conseguiria agradecer.

Agradeço ao meu coorientador, João Otávio, pela paciência e direção nessa reta final.

Agradeço a Davi Viana, Daniel Lima e a Hedvan Fernandes pelos períodos de orientação nos quais pude aprender sobre o que é a pesquisa acadêmica.

Agradeço à minha namorada, Hannah Levy, pelo companheirismo nessa jornada, pelos momentos divertidos e também pela perspicácia.

Agradeço à Dona Noca, minha avó, a minha tia Edna e minha prima Islena pelo suporte constante.

Pelo companheirismo desde sempre, pelos momentos bons, pelas conversas pertinentes, pela hospitalidade e pelo carinho agradeço à tia Cristina e a João Victor.

Pelo suporte, carinho, hospitalidade e por serem incríveis, agradeço a meu tio Cristiano, minha tia Roselle e minha prima Amanda.

Pela hospitalidade e apoio agradeço a todos os membros da casa da Dona Marinalda e Seu Garrido, especialmente a Jack por ter se mostrado o melhor amigo que posso ter, pelo incansável cuidado, pela compreensão, pelos momentos de lazer e apoio nessa etapa final do meu curso.

Agradeço a meus amigos que são para mim grandes exemplos, pelas lições e pelos ricos momentos de lazer durante o tempo próximos, Sid, Thalles, Artur e Gabriel Sousa.

Agradeço a Joyce por ter sido um bom exemplo desde cedo e a Laroberty pelos bons momentos.

Agradeço a meus amigos e professores do Liceu, Sérgio, Valberto, Renata, Rodrigo, Amanda, Prof. Valdir, Prof. Ronilson, Prof. Tomás e Prof. Rafael por terem me incentivado a seguir este curso.

Agradeço a meu amigo Marcos, pelas lições passadas e pelos livros doados.

Agradeço a Petterson pelo fundamental incentivo feito à sua maneira.

A meus companheiros de curso que tornaram tudo isso magicamente mais inte-

ressante, Guilherme Melo, Alisson, Gabriel Santos, Ginaldo, Marcos, Alexandre, Thalles Alencar, Flávio e Léo.

Agradeço a meus companheiros de laboratório do NCA pelos divertidos e inspiradores momentos.

Agradeço a grandes professores que tive, Prof^a Simara, Prof. Portela, Prof. Ari, Prof. Bruno, Professeur Eva, pela humildade, pela excelência e por terem se importado.

Agradeço ao aprendizado que tive em organizações diversas que participei como no LAWS, na AMAGames e na FOCO.

Agradeço pelas interações amigáveis de sempre às pessoas que trabalham no RU, no cabañas e na padaria do Sá Viana, cujo os nomes somente sei da Franciane, da Dona Francisca, do João e do Seu Carlos.

Agradeço aos senhores e senhoras pela bravura e vivacidade que mantêm as ruas perto da minha casa vivas até tarde.

Agradeço a meu gato Piquiririto Jhonsons pelo suporte felino.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para essa conclusão, inclusive em etapas mais passadas.

“...”

(Sona, League of Legends)

Resumo

A Avaliação heurística de usabilidade é uma ferramenta acessível para a avaliação de interfaces de produtos. Cada avaliação heurística se baseia em um conjunto escolhido de heurísticas e embora existam conjuntos gerais reconhecidos, muitos autores desenvolvem conjuntos que considerem as peculiaridades de domínios específicos. Um domínio bastante abordado é o de jogos, isso pois, jogos possuem características que avaliações tradicionais de usabilidade podem não identificar bem. Com a indústria de jogos para *smartphones* em ascensão, este é um domínio interessante pois o mercado de jogos, apesar de promissor, é bastante competitivo, gerando grandes desvantagens para estúdios pequenos entrarem no mercado. Situação que combina bem com a avaliação heurística, uma ferramenta barata que pode elevar o nível de qualidade dos jogos. Somado a isso, um dos gêneros de jogos preferido de estúdios pequenos é o *tile-matching* por sua simplicidade e popularidade. Neste contexto, este trabalho visa explorar a usabilidade e o desempenho de conjuntos de heurísticas da literatura em jogos móveis *tile-matching* de estúdios pequenos.

Palavras-chaves: Usabilidade de Jogos, Avaliação Heurística, Jogos Digitais, Jogos Móveis, Smartphones, Interação Humano-Computador, *Touch-screen*, *Tile-matching*.

Abstract

The Usability Heuristic Evaluation is an accessible tool for evaluating product interfaces. In a heuristic evaluation, a set of heuristics must need to be chosen and although there are recognized general sets, many authors develop sets that consider the peculiarities of specific domains. A domain that is very addressed is games, because games have characteristics that traditional usability assessments may not identify very well. With the game market on the rise, this is an interesting domain because the game market, while promising, is quite competitive, causing major disadvantages for small studios to enter it. This situation combines well with heuristic evaluation, a cheap tool that can raise the quality of games. Added to this, one of the preferred gaming genres of small studios is *tile-matching* for its simplicity and popularity. In this context, this work aims to explore the usability and performance of sets of literature heuristics in tile-matching mobile games of small studios.

Keywords: Game Usability, Heuristic Evaluation, Video Game, Mobile Games, Smartphones, Human Computer Interaction, Touch-screen, Tile-matching.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Tela de <i>Angry Birds</i> com o jogador se preparando para lançar um pássaro.	6
Figura 2 – Tela promocional de <i>Dumb Ways to Die</i> . Os personagens são todos acidentados.	7
Figura 3 – Principais telas do jogo <i>dots</i> .	8
Figura 4 – Tela do jogo <i>Bejeweled</i> .	8
Figura 5 – A Figura mapeia o conforto em alcançar regiões na tela do celular para o polegar. A região verde é a mais natural e confortável de ser alcançada pelo polegar com o celular em uma só mão, em seguida, a região amarela que já existe um mínimo esforço e por último a não confortável região vermelha.	16
Figura 6 – Ações possíveis do jogador	18
Figura 7 – Tela do jogo <i>Jewels Saga</i>	20
Figura 8 – Tela do jogo <i>1010 Blocks</i>	21
Figura 9 – Destaque do menu no topo da tela em jogo	24
Figura 10 – Recorte de tela que exhibe trecho com cristais e 3 níveis de camadas de casas.	25
Figura 11 – Menu inicial do jogo <i>Jewels Saga</i> .	25
Figura 12 – Menu de pausa no jogo, botões de navegação dispostos fora da caixa.	27
Figura 13 – Menu de pausa do jogo.	31
Figura 14 – Tela inicial do jogo <i>1010 Puzzle</i> , ícone de varinha no canto direito superior do menu central.	33
Figura 15 – Modo noturno no jogo <i>1010 Puzzle</i> .	34
Figura 16 – Figura representando momento antes do jogador soltar a peça com ausência de indicador da posição do bloco. À esquerda, o jogo e à direita, a sugestão de indicador.	34
Figura 17 – Ícones do menu de habilidades especiais dentro do jogo.	35

Lista de tabelas

Tabela 1 – Exemplo de 3 heurísticas de usabilidade voltadas para jogos.	12
Tabela 2 – A interação com os dedos ou com o polegar varia dependendo da posição do usuário.	15
Tabela 3 – 15 heurísticas de Korhonen.	22
Tabela 4 – 10 heurísticas de Nielsen.	23
Tabela 5 – Resumo de transgressões apontadas. Rótulo "HK" para as heurísticas de Korhonen e "HN" para as heurísticas de Nielsen.	37

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivos específicos	2
1.3	Organização do Trabalho	2
2	TRABALHOS RELACIONADOS	3
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
3.1	Gêneros de jogos	5
3.1.1	Jogos <i>Puzzle</i>	5
3.1.2	Jogos Casuais	6
3.1.3	Jogos Móveis	7
3.1.4	Jogos <i>Tile-matching</i>	7
3.2	Usabilidade	9
3.2.1	Usabilidade em jogos	10
3.2.2	Avaliação heurística	11
3.3	Interface de jogos	14
3.3.1	Interface de jogos móveis	15
3.3.2	Interface de jogos móveis <i>tile-matching</i>	16
3.3.2.1	Classificação do jogo	17
3.3.2.2	Ações do jogador	18
4	ANÁLISE HEURÍSTICA EM JOGOS <i>TILE-MATCHING</i>	19
4.1	Jogos <i>tile-matching</i>	19
4.1.1	Jogo 1 - Jogo <i>Jewels Saga</i>	19
4.1.2	Jogo 2 - Jogo <i>1010 Blocks Tile</i>	20
4.2	Avaliação heurística	20
4.2.1	Heurísticas de Korhonen (KORHONEN; KOIVISTO, 2006)	21
4.2.2	Heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 1994)	21
4.3	Teste de usabilidade utilizando avaliação heurística	22
4.3.1	Conjunto de heurísticas de Korhonen	22
4.3.2	Conjunto de heurísticas de Nielsen	23
5	ESTUDO DE CASO	24
5.1	Jogo <i>Jewels Saga</i> - heurísticas de Korhonen	24

5.2	Jogo <i>Jewels Saga</i> - heurísticas de Nielsen	28
5.3	Jogo <i>1010 Blocks Puzzle</i> - heurísticas de Korhonen	30
5.4	Jogo <i>1010 Blocks Puzzle</i> - heurísticas de Nielsen	33
5.5	Discussão	36
5.5.1	Heurísticas menos eficientes	36
5.5.2	Heurísticas mais eficientes	37
5.5.3	Sobre a plataforma	38
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	39
	REFERÊNCIAS	40

1 Introdução

A indústria de jogos é uma das maiores do mundo, crescente e consolidada, continua sendo promissora para os próximos anos. Indústria esta, que gera mais receita que as indústrias de música e de filme combinadas (WIJMAN, 2018). Neste meio, responsável por 51% da receita e a frente de formatos tradicionais está a plataforma móvel (ESPORTS, 2018).

A plataforma móvel é representada por *smartphones* e *tablets*. Desenvolver jogos para essas plataformas envolve se preocupar com algumas características desses dispositivos como o tamanho pequeno da tela, capacidade de processamento reduzida e consumo de bateria.

Jogos desenvolvidos considerando as especificidades da plataforma têm maiores chances de acertar em usabilidade e obter sucesso. Usabilidade é um conceito que está relacionado ao uso agradável de um produto, sem frustrações (SOOMRO; AHMAD; SULAIMAN, 2012). Para auxiliar na elevação de usabilidade de um produto, podem ser executadas inspeções de usabilidade.

Um método de inspeção acessível é a avaliação heurística. Esta técnica utiliza um conjunto de boas diretrizes (chamadas heurísticas) para ajudar a identificar problemas de usabilidade em uma interface de maneira menos custosa que outros métodos (NIELSEN, 1995). Na literatura é possível encontrar vários conjuntos propostos para diferentes domínios, incluindo para jogos (QUIÑONES; RUSU, 2017).

Tile-matching é um gênero de jogos digitais. Muitos estúdios pequenos escolhem desenvolver jogos desse gênero pois os jogos *tile-matching* são familiares para muitos usuários e sem grandes complicações para desenvolver (JUUL, 2007).

Com isso, este trabalho tem como objetivo, explorar o desempenho de conjuntos de heurísticas propostos na literatura para jogos *tile-matching*.

1.1 Motivação

Diante da grande competitividade no cenário de jogos, estúdios pequenos podem sentir desvantagens para entrar no mercado. Em meio a isso, soluções baratas são desejáveis. Dessa forma, a avaliação heurística e os jogos *tile-matching* são ambos interessantes para estúdios pequenos, pois ambos são pouco custosos ao mesmo tempo que são efetivos.

Uma abordagem que empregue ambos pode configurar uma vantagem ao passo que eleva o nível de qualidade dos jogos. Muitos autores defendem que jogos necessitam de

métricas de usabilidade especiais e por isso propõe diferentes conjuntos de heurísticas. É importante avaliar a eficácia desses conjuntos propostos para o domínio específico de jogos *tile-matching* para dispositivos móveis.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é fazer um estudo de casos da aplicação de avaliações heurísticas em jogos *tile-matching*, para alcançar este objetivo, precisa-se primeiramente alcançar alguns objetivos específicos.

1.2.1 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, pode-se destacar:

- explorar as categorias formais dos jogos *tile-matching*;
- explorar avaliações heurísticas como forma de testar usabilidade de jogos;
- selecionar jogos *tile-matching* estáveis mas com potenciais erros de usabilidade;
- buscar e selecionar conjuntos de heurísticas de usabilidade;
- avaliar o desempenho de conjuntos específicos propostos na literatura.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em 6 capítulos: o Capítulo 2 apresenta os trabalhos relacionados ao assunto de avaliação heurística em jogos, o Capítulo 3 descreve a pesquisa da fundamentação teórica necessária para o estudo de caso. Esse capítulo está dividido em 4 seções, a primeira seção trata sobre o gênero de jogos abordado, a segunda seção explica usabilidade e o método de avaliação com heurísticas, a terceira seção trata de classificações de interfaces pertinentes ao trabalho.

O Capítulo 4 apresenta os materiais empregados para o estudo de caso. No capítulo 5 são descritos os resultados dos 4 estudos de caso. O Capítulo 6 conclui o trabalho com as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

2 Trabalhos relacionados

Neste capítulo são apresentados trabalhos que estudaram um conjunto de heurísticas para atender um domínio específico.

Nielsen (1994) refina um conjunto proposto pelos próprios autores em Nielsen e Molich (1990), trabalho este onde se propõe avaliação heurística como método de inspeção de usabilidade.

Korhonen e Koivisto (2006) explora um método para desenvolver heurísticas para jogos móveis dividido com três módulos: jogabilidade, usabilidade e mobilidade. O estudo então levanta características da plataforma móvel e de jogos para ela voltados, para conceber um conjunto inicial. Este conjunto é em seguida testado e refinado, gerando um total de 3 conjuntos.

Já o trabalho de Desurvire e Wiberg (2009) refinou heurísticas da literatura para desenvolver heurísticas especificamente para jogos de computador. Um levantamento de 116 potenciais heurísticas foi feito baseado em pesquisa da comunidade. 54 candidatos tomados aleatoriamente em um evento de jogos usaram as heurísticas para avaliar jogos categorizados previamente como bons e maus. A técnica utilizada para a categorização dos jogos foi a síntese de várias revisões reunidas em um site de crítica de jogos. A etapa de avaliação com os usuários refinou as heurísticas ao destacar as que ajudavam a separar os jogos bons dos ruins. O resultado é um conjunto extenso, porém validado de heurísticas.

O trabalho de Soomro, Ahmad e Sulaiman (2012) apresenta uma metodologia mista com uma revisão da literatura e aplicação de questionários para desenvolver heurísticas para jogos móveis. A revisão literária levantou os principais problemas que ainda não haviam sido atendidos por heurísticas de trabalhos anteriores. Os problemas identificados foram categorizados como pertinentes a usabilidade e a mais 3 categorias. Os questionários não foram disponibilizados, mas a seleção de candidatos foi feita através de amostragem aleatória em uma universidade. O resultado desta abordagem apresentou um conjunto de 10 heurísticas que abrangem 4 aspectos diferentes.

Em Silva, Costa e Inocêncio (2017) os autores se fundamentaram em especialistas e na literatura para propor heurísticas para jogos desenvolvidos para pessoas com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade. A etapa de avaliação se baseou na elaboração de hipóteses que suportavam ganho de desempenho por não especialistas que usassem as heurísticas. Para a condução do teste das hipóteses foram formados grupos com diferentes graus de experiência incumbidos de avaliar o mesmo jogo. No final, os resultados foram positivos em demonstrar a eficiência do conjunto proposto.

Chang et al. (2018) realizou uma revisão sistemática da literatura para desenvolver heurísticas específicas para jogos educacionais com realidade aumentada. A técnica utilizada previa duas grandes etapas: o levantamento e o filtro de heurísticas da literatura. Do vasto levantamento, 6 trabalhos foram selecionados cujas heurísticas extraídas foram filtradas numa abordagem preliminar resultando em um conjunto extenso de 46 heurísticas.

Com isso, este trabalho busca explorar o desempenho dos renomados conjuntos propostos em Nielsen (1994) e em Korhonen e Koivisto (2006) para avaliar a usabilidade de dois jogos *tile-matching* para dispositivos móveis.

3 Fundamentação Teórica

Este capítulo tem como objetivo descrever jogos *tile-matching* e os fundamentos das técnicas empregadas para a compreensão deste trabalho.

3.1 Gêneros de jogos

A maneira mais comum de classificar jogos digitais é dividi-los em gêneros de jogos (HEINTZ; LAW, 2015). As duas definições mais presentes na literatura se referem sobre a forma de interação e sobre o propósito. A primeira diz que jogos com a mesma proposta de interação, pertencem ao mesmo grupo, enquanto a segunda emprega o propósito (educacional, por exemplo) como característica determinante (APPERLEY, 2006; HEINTZ; LAW, 2015).

Um gênero pode surgir com a evolução de um único jogo através do tempo. Isso pelo motivo de ser uma prática comum desenvolver novos jogos reutilizando as ideias de jogos bem-sucedidos. A emergência de diversos títulos aplicando essa prática de reutilização e reinterpretação resulta em uma evolução do jogo inicial impulsionada também pelas possibilidades técnicas sempre crescentes. Comumente, estudiosos rastream esses vários jogos através do tempo e os visualizam como “árvores genealógicas” de um dado gênero de jogos (KATZENBACH; HERWEG; ROESSEL, 2016).

Dessa forma, uma característica dos gêneros de jogos é que eles mantêm um relacionamento hierárquico entre si, existindo gêneros relacionados e diversos subgêneros a estes pertencentes. Somado a isso, os jogos modernos tendem a incorporar uma coleção diversa de experiências e assim, diversos jogos são classificados em mais de um gênero (GRACE, 2005). A seguir serão apresentados os gêneros relacionados ao *tile-matching*.

3.1.1 Jogos *Puzzle*

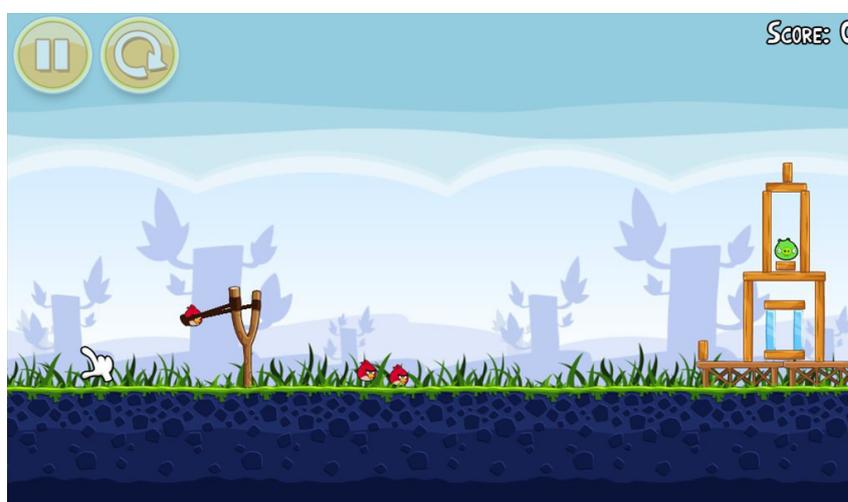
Jogos *puzzle* são jogos que oferecem quebra-cabeças como a principal atração (GRACE, 2005), são os "jogos de pensar". Os tipos de quebra-cabeças podem testar diferentes habilidades de resolução de problemas, envolvendo física, lógica ou reconhecimento de padrões. Nos jogos *puzzle*, os jogadores muitas vezes tentam obter uma pontuação alta ou progredir entre os níveis ao atingir alguns critérios enquanto lidam com fatores limitantes como o tempo ou a quantidade de tentativas (HEINTZ; LAW, 2015).

Esses jogos geralmente envolvem algum nível de abstração fazendo uso de cores, formas e números, demandando menos por detalhes gráficos em comparação a outras categorias (ARSENAULT, 2009). Assim, estúdios pequenos comumente lançam jogos do

gênero por estes terem menor dificuldade de implementação ao mesmo tempo que são populares (GRACE, 2005).

Angry Birds é um puzzle mundialmente famoso desenvolvido pelo estúdio Rovio Entertainment. Em *Angry Birds*, o jogador deve controlar pássaros para lançá-los contra porcos que roubaram seus ovos. O jogador deve controlar o ângulo e a força de um estilingue para lançar os pássaros (Figura 1) e calcular seus movimentos pois os porcos são protegidos por estruturas de materiais diferentes, devendo o jogador se aproveitar disso (BUCHANAN, 2012).

Figura 1 – Tela de *Angry Birds* com o jogador se preparando para lançar um pássaro.



Fonte: Malavida (2018)

3.1.2 Jogos Casuais

Jogos casuais são considerados jogos "fáceis de pegar e largar". São propriedades desses jogos ter conteúdo atraente, controles simples, recompensas rápidas e suporte para sessões de curta duração (KUITTINEN et al., 2007). Adams (2014) destaca que esses jogos não trazem conteúdo profundo ou violento, mas um tom leve.

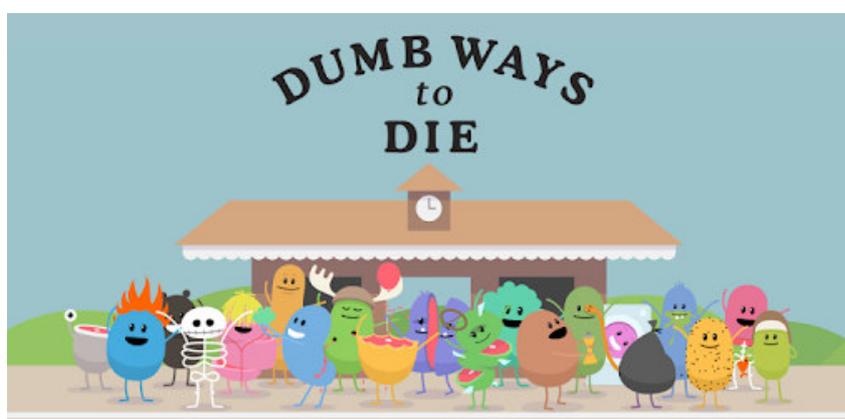
Não existe consenso na literatura sobre considerar jogos casuais como um gênero. Para Adams (2014), jogos casuais são um mercado ao invés de um gênero de jogos e ressalta que vários jogos *puzzle* também são jogos casuais. Por outro lado, alguns autores o tratam como um gênero com seus próprios subgêneros de jogos incluindo *puzzle*, jogos de tabuleiro e jogos de cartas (CHESHAM et al., 2017; WALLACE; ROBBINS, 2006).

Embora o debate seja sobre "jogos casuais", em Kuittinen et al. (2007) se avança na discussão e se aborda aqueles que os jogam, seus estilos de jogo e atitudes. O autor destaca duas categorias de jogadores, os jogadores casuais e os jogadores de jogos casuais. O jogador casual é uma pessoa que joga ocasionalmente ou sem muita atenção e não

necessariamente jogos casuais. O jogador de jogos casuais é uma pessoa que joga jogos casuais (não necessariamente de forma casual), esse grupo compreende jovens, idosos, novatos e é fortemente formado por mulheres com mais 35 anos de idade.

Dumb Ways to Die é um jogo casual que faz parte de uma campanha do governo da Austrália para promover segurança perto de trilhos. O título do jogo pode ser traduzido como "Maneiras idiotas de morrer" e embora trate de morte (Figura 2), é tratado como casual por ser um jogo simples de jogar e pela maneira irônica e leve que tenta tratar do tema (DUMAS, 2012; TRAINS, 2019).

Figura 2 – Tela promocional de *Dumb Ways to Die*. Os personagens são todos acidentados.



Fonte: Trains (2019)

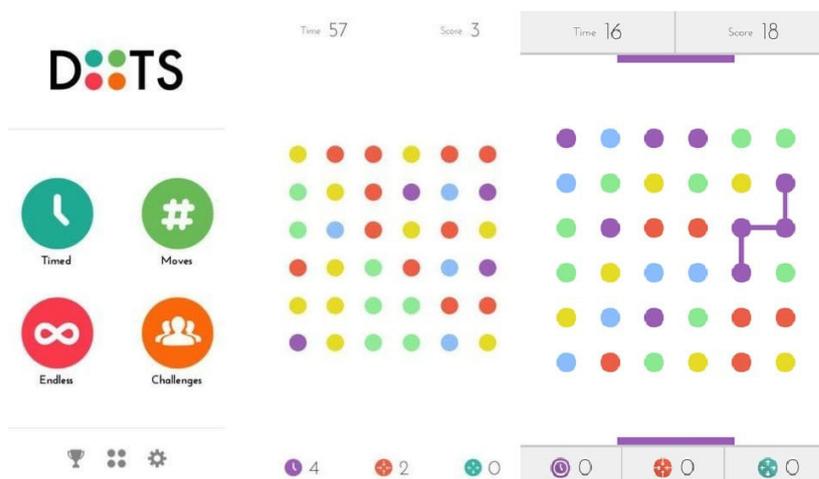
3.1.3 Jogos Móveis

Jogos móveis são jogos voltados para plataformas móveis (*smartphones* e *tablets*). Os dispositivos da plataforma móvel são equipados de processadores formidáveis, conexão com a internet, além de sensores diversos como tela sensível ao toque e GPS. A plataforma está disponível com o usuário nos diversos ambientes do seu cotidiano, como em casa, no trabalho ou na escola (MANTOVANI; DANTAS, 2016).

Um exemplo de jogo móvel é *Dots*. O jogo é simples e o jogador deve estabelecer ligações. No início, o jogador tem um tabuleiro cheio de bolinhas coloridas (Figura 3). É preciso ligar duas delas que sejam adjacentes e da mesma cor, utilizando a tela sensível ao toque. O jogo permite partidas com tempo ou por número de jogadas (FERNANDES, 2019).

3.1.4 Jogos *Tile-matching*

Tile-matching é um gênero de jogo digital em que o jogador manipula um conjunto de blocos dispostos em uma matriz para criar combinações seguindo algum critério. A forma de manipulação e o critério variam entre os títulos, mas em muitos jogos, o critério

Figura 3 – Principais telas do jogo *dots*.

Fonte: Fernandes (2019)

é o alinhamento de blocos iguais para fazê-los desaparecer. Geralmente, o principal desafio em jogos *tile-matching* é a identificação de padrões na matriz aparentemente caótica (JUUL, 2007).

Bejeweled é um jogo de 2001 do estilo *match-3* voltado para computadores. Match-3 é um sub-gênero dentro do *tile-matching* (Figura 4). Neste gênero deve-se trocar de posição dois blocos adjacentes para realizar uma combinação alinhando três blocos do mesmo tipo. *Bejeweled* usa a temática de cristais e pressão de tempo para realizar as jogadas e foi um dos pioneiros para o gênero (EDWARDS, 2014).

Figura 4 – Tela do jogo *Bejeweled*.

Fonte: Savov (2014)

3.2 Usabilidade

Interface de usuário, do inglês *User Interface* (UI), refere-se aos métodos e interfaces com os quais os usuários interagem com algum produto (QUINTANS, 2013). UI como um termo não é amplamente utilizado fora da indústria de tecnologia da informação, mas a definição pode ser aplicada a contextos diversos (TURUNEN, 2017). Para a tecnologia da informação, Weinschenk (2010) explica que UI é uma interação bidirecional entre o computador e o usuário, onde as informações são transmitidas por ambos. Isso pode envolver periféricos (teclado, mouse) e a aparência de interfaces gráficas.

Usabilidade é uma parte fundamental de qualquer interface de usuário, seja ela virtual ou física (TURUNEN, 2017). Este é um aspecto relacionado à eficácia e facilidade de uso e pode se referir, por exemplo, à clareza de um botão integrante de um menu digital ou à conveniência ao segurar uma caneca com bebida quente.

Não há um consenso exato para definir o que é usabilidade. Segundo Nielsen (1994), a usabilidade tem como objetivo elaborar interfaces capazes de permitir uma interação fácil, agradável, com eficácia e eficiência e que permita ao usuário pleno controle do ambiente de forma a não se tornar um obstáculo durante a interação.

A norma ISO 9241-11 fornece uma definição bem aceita sobre o que é usabilidade (BEVAN; CARTER; HARKER, 2015). A norma define usabilidade como “a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico” (STANDARDIZATION, 1998).

Esta norma apresenta vários termos relacionados à usabilidade. Esses conceitos são importantes ao avaliar este aspecto. A norma os define da seguinte forma:

- usuário: pessoa que interage com o produto;
- objetivo: resultado pretendido;
- eficácia: exatidão e integridade com que os usuários atingem as metas especificadas;
- eficiência: recursos gastos em relação à precisão e integridade com os quais os usuários alcançam metas;
- satisfação: ausência de desconforto e atitudes positivas em relação ao uso do produto;
- contexto de uso: usuários, tarefas, equipamentos (hardware, software e materiais) e os ambientes físico e social em que um produto é usado (STANDARDIZATION, 1998).

Usabilidade faz parte da Experiência do Usuário, do inglês *User eXperience* (UX). A UX inclui todas as emoções, crenças, preferências, percepções, respostas, comportamentos

e realizações dos usuários que ocorrem antes, durante e depois de usar um produto (STANDARDIZATION, 2010). Além da usabilidade, há vários aspectos do UX que são importantes para avaliar em um aplicativo de software (QUIÑONES; RUSU; RUSU, 2018).

Conforme o contexto de uso, aspectos diversos podem entrar em conflito com metas de usabilidade. Por exemplo, segurança é um aspecto primordial em diversos produtos e que geralmente tem como objetivo dificultar as operações enquanto a usabilidade visa o exato oposto (YEE, 2004). Outro exemplo é o aspecto da mobilidade que tem como meta o produto se acomodar com o meio envolvente e não somente com o usuário (KORHONEN; KOIVISTO, 2006). Como solução de conflitos, Yee (2004) destaca que os diferentes objetivos devem ser incorporados juntos ao longo de todo o processo de desenvolvimento.

3.2.1 Usabilidade em jogos

Jogos digitais são fundamentalmente diferentes de outros softwares, dado que visam principalmente o entretenimento (YUAN; FOLMER; HARRIS, 2011). Dessa forma, alguns problemas de usabilidade observados em jogos até são semelhantes aos de outros softwares, como a necessidade de projetar para consistência visual e legibilidade. No entanto, os jogos têm considerações de usabilidade que não são vistas em outras áreas (PINELLE; WONG; STACH, 2008).

Por exemplo, os erros de usuário são geralmente indesejáveis em outros domínios, mas são esperados em muitos jogos, uma vez que são projetados para desafiar os usuários (PINELLE; WONG; STACH, 2008). Somado a isso, jogos também apresentam aspectos extras como história, mobilidade e funcionalidades multijogador. Estes fatores podem dificultar uma avaliação de usabilidade feita de maneira tradicional (SOOMRO; AHMAD; SULAIMAN, 2012; KORHONEN; PAAVILAINEN; SAARENPÄÄ, 2009).

Dessa forma, a definição de usabilidade para jogos difere da usabilidade comum. Em Pinelle, Wong e Stach (2008), define-se a usabilidade para jogos como o "grau de que um jogador é capaz de aprender, controlar e entender um jogo". Federoff (2002) também oferece uma coleção reconhecida de definições para usabilidade em jogos:

- valor "pegar e jogar", do inglês "*pick and play*", serve para indicar que o jogo pode ser aprendido bem rapidamente;
- facilidade para aproveitar;
- interface da tela;
- controles;
- a combinação da interface com a jogabilidade;

- o nível de imersão que o jogo oferece.

Este nível de imersão está ligado a um importante conceito da UX chamado *flow*, "fluxo" em português. Trata-se de um estado específico de energia psíquica na consciência do usuário que proporciona uma experiência ideal (CSIKSZENTMIHALYI; CSIKSZENTMIHALYI, 1975). Para Johnson e Wiles (2003) o *flow* é um estado de concentração, prazer profundo e absorção total durante uma atividade.

Em jogos, a preocupação em *flow* não é apenas sobre diversão mas também sobre problemas de usabilidade que podem interrompê-lo (YANEZ-GOMEZ et al., 2019). Em Brown e Cairns (2004) se distingue três fases da imersão: engajamento, absorção e total imersão. O envolvimento é baseado no interesse que os jogadores têm no jogo. Quando absorto em um jogo, as emoções do jogador são diretamente afetadas por ele. A imersão total vem quando o jogador está completamente imerso no jogo e experimenta presença absoluta, uma situação onde apenas o jogo e as emoções inspiradas importam.

O desejável estado de *flow* é influenciado por fatores como história, gráficos e balanceamento de dificuldade. Este balanceamento diz respeito a um equilíbrio entre os desafios propostos e o nível corrente de habilidade do jogador. Se a dificuldade for muito alta o jogador pode se encaminhar para estados de frustração e ansiedade, enquanto que se for muito fácil, para o tédio. A satisfação com a resolução dos problemas deve ser proporcional com a dificuldade dele para alcançar e manter o estado de *flow* dentro do jogo (VIEIRA et al., 2018).

3.2.2 Avaliação heurística

No processo de desenvolvimento de software, existe uma parte dedicada à testes. As atividades de desenvolvimento e de teste são separadas e de maneira simplista pode-se dizer que o objetivo dos testes é "encontrar e corrigir erros". Entretanto, Black (2016) ressalta que o objetivo deles é gerar informação para bem munir a equipe de desenvolvimento na tomada de decisões.

A usabilidade é um aspecto que pode ser testado através de múltiplos métodos de avaliação. Conyer (1995) define duas categorias de métodos: os Testes com Usuários e os Testes de Usabilidade. Nos Testes com Usuários, usuários selecionados devem determinar a usabilidade, que é avaliada pela análise do seu comportamento durante o uso do produto. Já o segundo tipo, os Testes de Usabilidade, necessitam de um avaliador *expert* que execute a avaliação.

Nesse quesito, desenvolvedores de jogos carecem parcialmente de métodos acessíveis e específicos (PINELLE; WONG; STACH, 2008). O *playtesting* é um método de Teste com Usuário bastante utilizado (FULLERTON; SWAIN; HOFFMAN, 2004), mas esse método pode ser custoso por precisar de um protótipo jogável e consumir tempo (PINELLE;

Tabela 1 – Exemplo de 3 heurísticas de usabilidade voltadas para jogos.

Id	Heurística
H2	O jogador pode facilmente desligar e ligar o jogo e salvar em diferentes estados
H4	O jogador deve experimentar o menu como parte do jogo
H8	Os jogadores não precisam usar um manual para jogar

Fonte: adaptado de [Desurvire, Caplan e Toth \(2004\)](#)

[WONG; STACH, 2008](#)). Conjuntamente, muitas técnicas comuns acabam não sendo apropriadas por serem focadas em conceitos de programas de computador ([NIELSEN, 1994](#)).

Uma técnica que tem o potencial de ser útil para permitir avaliações em jogos é a avaliação heurística ([PINELLE; WONG; STACH, 2008](#)). Heurística é um termo que designa um procedimento simplificador, uma abordagem substitutiva que visa encontrar respostas viáveis, ainda que imperfeitas para um problema ([TEIXEIRA, 2019](#)). Avaliação heurística é um método da engenharia de usabilidade que envolve um pequeno grupo de avaliadores julgando a conformidade de uma interface com uma lista de pré-estabelecidos princípios de boa usabilidade (as heurísticas) ([SOOMRO; AHMAD; SULAIMAN, 2012](#); [NIELSEN, 1995](#)).

Este método conta então com 3 grandes integrantes: a lista de heurísticas, os avaliadores e a interface do produto a ser inspecionada. A lista de heurísticas é preferencialmente curta (entre 8-14 itens) para a avaliação não custar muito tempo, embora conjuntos extensos sejam encontrados. As heurísticas são regidas para guiar o avaliador em busca de erros, em um formato que ele possa responder sem muito esforço "Este produto atende esta heurística? Em que grau?"

A heurística em si é um conhecimento especialista encapsulado em uma breve sentença, comumente é uma única frase e por vezes acompanhada de uma descrição. [Desurvire, Caplan e Toth \(2004\)](#) propuseram 43 heurísticas distribuídas em diversos aspectos de jogos, sem descrever com muitos detalhes cada item. Por exemplo, na Tabela 1, 3 heurísticas das 12 propostas para usabilidade.

O avaliador em uma avaliação heurística não precisa ser um *expert*. O propósito do método é ser capaz de equipar uma pessoa parcialmente capacitada para provisoriamente potencializar sua inspeção a um nível próximo de um testador *expert*. Embora o método não substitua completamente um testador *expert*, um conjunto proposto é benéfico enquanto promover uma boa relação custo-benefício.

Difícilmente uma avaliação é conduzida por um só avaliador, isso porque, uma única pessoa não seria capaz de encontrar todos os erros em uma interface sozinha. Assim sendo, a eficácia do método cresce ao envolver múltiplos avaliadores. Entretanto, procurando manter

a relação custo-benefício, recomenda-se o envolvimento de 3 a 5 avaliadores (NIELSEN, 1995).

Na condução da avaliação, para não haver quaisquer influências, cada avaliador analisa a interface individualmente e prepara uma lista de problemas de usabilidade baseada na lista de heurísticas. Após isso, os avaliadores devem trabalhar juntos para gerar uma única lista de problemas. Então, os avaliadores podem estimar o peso de cada problema e gerar um relatório final (NIELSEN, 1995; PINELLE; WONG; STACH, 2008).

Os diferentes estados de uso da interface devem ser mapeados para a avaliação. Por exemplo, em um jogo tradicional, as diferentes telas da interface devem ser classificadas, assim, os relatórios vão vincular uma tela com a transgressão em uma heurística. Já que os avaliadores podem não estar usando o sistema diretamente, é possível realizar a avaliação heurística de interfaces de usuário que ainda não foram implementadas (NIELSEN, 1995).

Dessa forma, as vantagens da avaliação heurística incluem não requerer muita infraestrutura, tempo ou capital (NIELSEN, 1994), além disso, ela pode ser usada em fases iniciais do projeto. Também, inspira as fases mais criativas do processo (DESURVIRE; WIBERG, 2009) e identifica problemas em estágios iniciais de desenvolvimento, momento em que correções são menos onerosas (PINELLE; WONG; STACH, 2008).

Embora a maioria das "heurísticas genéricas" possa ser usada na análise da interface de um jogo, diversos autores desenvolveram heurísticas específicas, visando resolver os problemas fundamentais desse domínio. Consideradas as primeiras voltadas para jogos, as heurísticas de Federoff (2002) são um conjunto de 40 heurísticas de usabilidade de jogos categorizadas em interface, mecânica e jogabilidade.

Não há um consenso sobre a metodologia para desenvolver novas heurísticas. A maioria dos autores não utiliza uma metodologia formal para desenvolver seu novo conjunto de heurísticas de usabilidade, entretanto, assumem etapas ou atividades sequenciais para estabelecê-las (QUIÑONES; RUSU; RUSU, 2018). A seguir, no que se baseiam as principais abordagens usadas no desenvolvimento de novas heurísticas:

- adaptação de heurísticas existentes;
- metodologias;
- revisões de literatura (incluindo sites de crítica especializada);
- problemas de usabilidade;
- processos mistos;
- diretrizes, princípios ou recomendações de design;
- entrevistas;

- teorias.

Visando o desenvolvimento de heurísticas para um domínio específico, o método a partir de heurísticas existentes é o mais usado para criação. Como não há um método formal, descreve-se o procedimento descrito em alguns trabalhos. Primeiramente, coletam-se heurísticas existentes, devendo-se levantar se já existe contemplação e as limitações para avaliar usabilidade no domínio tratado. Em seguida, explora-se a informação e as características relevantes dele para usabilidade. Então, o conjunto levantado inicialmente pode ser "filtrado" ou adaptado (QUIÑONES; RUSU, 2017).

Na abordagem de filtro, as características do domínio são cruzadas com as heurísticas inicialmente levantadas da literatura. Esse processo serve para incluir e descartar as heurísticas até formar um novo conjunto derivado apenas com as heurísticas pertinentes (QUIÑONES; RUSU; RUSU, 2018; CHANG et al., 2018).

Muitos trabalhos que se usaram da abordagem de adaptação, não explicam a metodologia proposta e seguida. Entretanto, é importante que no processo alguém com experiência deva ser o autor do refinamento, expansão ou adaptação do texto das heurísticas originais (QUIÑONES; RUSU; RUSU, 2018).

Também não há um processo formal para validar um conjunto de heurísticas. Quando as heurísticas são derivadas, a pertinência natural delas funciona como autenticação. Os trabalhos que propuseram heurísticas inéditas e propuseram validação do conjunto usaram a comparação de desempenho contra um *expert* ou contra as heurísticas de Nielsen. Em ambos, dois grupos são formados e incubidos da tarefa de executar a avaliação, no caso dos grupos sem *expert*, os participantes tinham o mesmo nível de experiência em ambos os grupos. O desempenho de todos os inspetores é avaliado pela quantidade de erros encontrada e os resultados discutidos (QUIÑONES; RUSU, 2017).

Neste trabalho, são descritas duas avaliações heurísticas em dois jogos *tile-matching* para testar a usabilidade dos jogos e estudar o desempenho das heurísticas no domínio.

3.3 Interface de jogos

A essência de um jogo é sua natureza interativa, não há jogo sem o jogador. (ERMI; MÄYRÄ, 2005). Por isso a atenção deste trabalho é voltada para ele, para o jogador, seus meios de perceber e interagir com o sistema e a usabilidade destes meios. As interfaces são esses meios e elas podem ser divididas em dois tipos: as físicas e as virtuais.

A interface física consiste em dispositivos de entrada próprios da plataforma. Em jogos, esses dispositivos de entrada comumente são usados para controlar um objeto ou personagem dentro do jogo. Assim, a maioria dos jogos voltados para consoles suportam o controle padrão do videogame, para computador suportam o mouse e teclado e para

a plataforma móvel, a tela sensível ao toque, acelerômetro e outros sensores diversos (BROWN; CAIRNS, 2004).

A interface virtual reúne os elementos em tela do jogo. Esses elementos são categorizados por Fagerholt e Lorentzon (2009) de acordo com a geometria e o nível de ligação com a narrativa. Os mesmos elementos podem pertencer a diferentes categorias que indicam o impacto na imersão e no *flow* para o jogador (TURUNEN, 2017).

A primeira categoria é a diegética, reúne os elementos que de alguma forma estão incluídos na narrativa do jogo, ela supostamente pode ser vista e ouvida pelos personagens do jogo, por isso tem o maior nível de imersão. A segunda categoria é a não-diegética, reúne elementos que só existem para o jogador (STONEHOUSE, 2014).

A terceira categoria se chama espacial, são os elementos apresentados no espaço do jogo, diegéticos ou não. A quarta é a meta, esta categoria serve para fornecer informação útil e controles ao jogador, ela geralmente se destaca dos demais gráficos se sobrepondo na tela ao mesmo tempo que tenta não variar muito do padrão estético do jogo (STONEHOUSE, 2014).

3.3.1 Interface de jogos móveis

Atualmente, *smartphones* são os dispositivos mais bem sucedidos da plataforma móvel (LE et al., 2016). Algumas peculiaridades desses dispositivos e a forma como são usados influenciam na maneira que os usuários interagem com as interfaces. Esses dispositivos têm um tamanho de tela pequeno para exibir grandes quantidades de informação (INOSTROZA et al., 2016). Sendo portáteis, o contexto com que são usados é diverso, o usuário pode estar acompanhado, caminhando ou realizando qualquer atividade (SOTTEK, 2012).

Outra característica importante é a maneira como os usuários costumam segurar seus *smartphones*. Estima-se que 49% do tempo eles são segurados por apenas uma mão e que na maior parte do tempo com o celular na posição "retrato". Somado a isso, independente de como o usuário está posicionado (em pé, sentado), o dedo polegar é predominantemente o dedo mais utilizado para interação (HOOBER, 2017). Isso também pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – A interação com os dedos ou com o polegar varia dependendo da posição do usuário.

	Sentado	Em pé	Andando
Polegar	60.27%	81.89%	93.04%
Outro dedo	39.73%	18.11%	6.96%

Fonte: adaptado de Cornelia (2013)

Esse fator gera uma configuração representada na Figura 5. A Figura indica que algumas áreas da tela são mais confortavelmente acessadas que outras. Em geral, quanto mais recorrente for a proposta de interação com um elemento, mais confortavelmente acessível deve ser a região em que ele se encontra.

A tela sensível ao toque permite uma interação bidirecional, ao mesmo tempo que ela serve para exibir informação, serve como método de entrada para o usuário. Por isso, apesar do sucesso, elas trazem algumas desvantagens que dispositivos não baseados no toque, não têm (HUBER, 2015).

Alguns desses problemas são a oclusão e o dedo gordo. A oclusão se deve ao fato de o usuário precisar posicionar o dedo sobre a tela, ocultando por algum tempo, áreas que podem conter informação importante (VOGEL et al., 2009). O problema do dedo gordo é próprio de dispositivos pequenos, ele ocorre quando o alvo de interação é pequeno demais, ou pelo menos menor que a área de contato do dedo do usuário, podendo gerar interações imprecisas (HUBER, 2015).

Figura 5 – A Figura mapeia o conforto em alcançar regiões na tela do celular para o polegar. A região verde é a mais natural e confortável de ser alcançada pelo polegar com o celular em uma só mão, em seguida, a região amarela que já existe um mínimo esforço e por último a não confortável região vermelha.



Fonte: Stonehouse (2014)

3.3.2 Interface de jogos móveis *tile-matching*

Jogos *tile-matching* se estabeleceram no mercado com a plataforma de computador usando o mouse como método de entrada principal. Entretanto, a tecnologia da tela sensível ao toque coincide muito bem com as características dos jogos do gênero. Este trabalho se foca em jogos do gênero voltados para a plataforma móvel.

Do ponto de vista do design dos jogos, Juul (2007) destaca algumas características frequentes do gênero:

- permite sessões curtas: o jogador consegue completar todo o ciclo do jogo (uma fase por exemplo) em poucos minutos;
- salvamento automático: salvamento se refere a salvar o progresso para retomar o jogo em uma sessão posterior no mesmo ponto. Automático em contraste a outros gêneros onde o jogador pode perder o progresso se encerrar a sessão antes de algum ponto na narrativa;
- controle pelo mouse: em 2007 antes da revolução da plataforma móvel quando Juul estudou o gênero, os computadores eram a principal plataforma para jogos *tile-matching*. O autor especifica o mouse em contraste a jogos que usavam mais o teclado;
- regras muito simples: geralmente, os jogadores possuem poucos tipos de movimento além de poucos elementos para terem que lembrar o significado;
- inovação moderada: este traço do gênero significava que mesmo ao tomar um título diferente, os jogadores ainda estariam familiarizados de alguma forma com as regras do jogo;
- múltiplos níveis de sucesso: o sucesso acompanha alguma pontuação em forma de pontos numéricos ou em uma escala que indica um desempenho regular, bom ou ótimo através de alguma abstração (1,2 ou 3 estrelas, por exemplo);
- muito *feedback* positivo: uma vez que o jogador conquiste uma vantagem, se torna cada vez mais fácil para ele obter sucesso. Um fenômeno comum associado são efeitos em cascata, onde uma jogada inicial resulta em consecutivas combinações automáticas, recompensando o jogador;
- pouco *feedback* negativo: ao fazer jogadas ruins, não há muita punição. Comumente, o jogador não encontra um nível de dificuldade maior, somente por já estar próximo ao insucesso.

O estado do jogo é composto por um tabuleiro de formas variadas entre os títulos, uma representação comum é a de matrizes retangulares 8×8 . Geralmente os jogos do gênero trazem fatores extras como a pontuação atual, algum fator limitante como o tempo ou a quantidade de jogadas, o atual progresso na fase e uma prévia dos próximos blocos que serão dispostos. A seguir são apresentados classificações de jogos *tile-matching*.

3.3.2.1 Classificação do jogo

Bailey (2015) classifica esses jogos em três categorias principais de acordo com o objetivo, são elas: *elimination*, *avoidance* e *farming*.

Na categoria de *elimination* (eliminação em português) as combinações objetivam limpar, esvaziar o tabuleiro que não se reabastece enquanto o jogador joga.

Em *Avoidance* (ato de evitar em português), o jogo constantemente ameaça o jogador que o tabuleiro fique cheio, as combinações devem postergar o inevitável ou visar uma determinada pontuação.

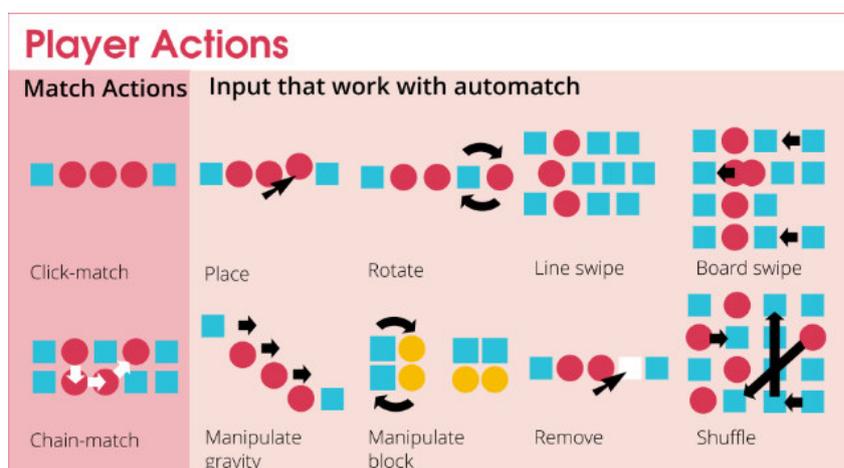
Por último, a categoria *farming* (cultivo em português) reúne jogos onde o tabuleiro está constantemente cheio. Toda vez que uma combinação é feita e os blocos são removidos, novos blocos surgem, e então, algum objetivo específico é passado para o jogador.

3.3.2.2 Ações do jogador

Os jogos do gênero *Tile-matching* se baseiam na manipulação dos blocos na matriz. Bailey (2015) destaca as principais formas de interação e sua ação dentro do jogo (Figura 6).

Entre as ações possíveis, a ação mais simples é a clique, nela o jogador seleciona um bloco e um grupo correspondente sofre uma combinação, geralmente sendo eliminado. O método de entrada em cadeia, exige que o jogador selecione diferentes peças, geralmente arrastando o dedo entre elas. A manipulação de blocos é definida por exemplo, girando o bloco ou mudando a posição dos blocos dentro de um grupo maior.

Figura 6 – Ações possíveis do jogador



Fonte: (BAILEY, 2015)

4 Análise heurística em jogos *tile-matching*

Neste capítulo são descritas as ferramentas utilizadas por este trabalho, detalhando os materiais e os critérios para o estudo de caso, que é detalhado no capítulo seguinte.

4.1 Jogos *tile-matching*

A pesquisa por jogos para o estudo visava encontrar bons representantes do gênero, buscando por mecânicas populares e de empresas pequenas ou com baixa avaliação objetivando maiores chances de transgressões.

4.1.1 Jogo 1 - Jogo *Jewels Saga*

Com título completo *Jewels Saga Legend - Match 3 Puzzle*, referido neste trabalho somente como *Jewels Saga*, é um jogo produzido pela CM Mobile disponível gratuitamente na Loja de aplicativos para a plataforma móvel do Windows Phone ¹. O jogo conta com uma avaliação dos usuários de 3,5 estrelas.

Jewels Saga é um *tile-matching* do popular estilo *match-3*, a descrição encontrada para o jogo é a de "um emocionante jogo de aventura *match-3* repleto de efeitos de combinação de jóias coloridas" com "*puzzles* bem projetados para jogar a qualquer hora e em qualquer lugar."

Cumprindo o diagnóstico de Juul sobre o gênero, *Jewels Saga* é um jogo com a proposta de ser familiar, não de inovar. O jogo tem a mesma temática de cristais do reconhecido *Bejeweled*² mas agregando uma temática ligada à natureza (Figura 7). O jogo apresenta duas mecânicas, a micro é o jogo em si, um *match-3* convencional e na macro, o jogo disponibiliza mais de 298 estágios para serem desbloqueados sequencialmente através de um mapa.

O jogo tem dois modos, o *arcade* e o *classico*. O *arcade* é o modo com vários estágios sequenciais e o *clássico* é um modo com a proposta de não ter fim estipulado. Os dois modos compartilham os mesmos elementos de UI, o principal é um menu superior contendo uma barra dinâmica, informações de progresso e pontuações passadas.

¹ Windows Phone é uma família de sistemas operacionais descontinuada para smartphones (DIVYA; KUMAR, 2016). A loja de aplicativos pode ser encontrada em <https://www.microsoft.com/pt-br/store/apps/windows-phone>

² *Bejeweled* é um jogo bastante popular de 2000 desenvolvido pelo estúdio PopCap (EDWARDS, 2014)

Figura 7 – Tela do jogo *Jewels Saga*

Fonte: *Jewels Saga*

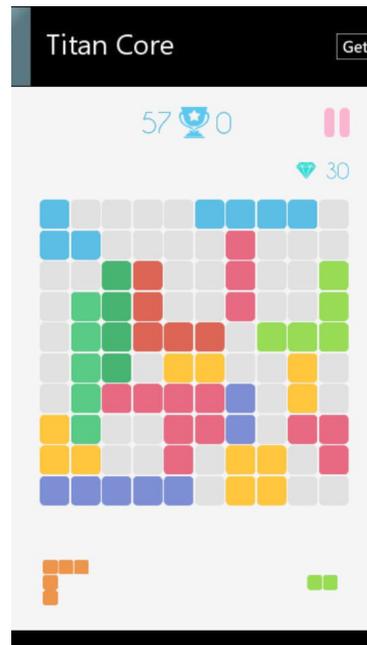
4.1.2 Jogo 2 - Jogo *1010 Blocks Tile*

O jogo *1010 Blocks Tile*, referido neste trabalho somente como *1010 Blocks*, é um jogo produzido pela IO Games também distribuído gratuitamente na Microsoft Store para a plataforma móvel do Windows Phone. O jogo conta com uma avaliação dos usuários de 4 estrelas.

1010 Blocks é um jogo que copia os aspectos do jogo "1010!". A proposta do jogo faz referência a Tetris, "basta soltar os blocos para criar e destruir linhas inteiras na tela nos sentidos vertical e horizontal e impedir que os blocos tomem conta da tela". Então a cada turno, três blocos estão disponíveis para seleção e ao conseguir colocar os três no tabuleiro, mais três ficam disponíveis. *1010 Blocks* é um jogo minimalista, o fundo só possui uma cor, e por padrão, os blocos também. A UI do jogo consiste no menu de blocos disponíveis, no tabuleiro e informações sobre pontuação e alguns itens especiais no topo (Figura 8).

4.2 Avaliação heurística

Foram escolhidas dois tipos de heurísticas para avaliação dos dois jogos. O conjunto de Kohornen foi escolhido por ser o trabalho mais relevante e próximo ao tema encontrado. O conjunto de Nielsen para comparar os resultados com heurísticas completamente genéricas. A seguir serão explicadas cada uma delas.

Figura 8 – Tela do jogo *1010 Blocks*

Fonte: *1010 Blocks*

4.2.1 Heurísticas de Korhonen (KORHONEN; KOIVISTO, 2006)

Pesquisadores do Centro de Pesquisa da Nokia, os autores Hannu Korhonen e Elina M.I. Koivisto propuseram em 2006 um conjunto de heurísticas para avaliar a jogabilidade de jogos móveis. Este conjunto consiste em três módulos: usabilidade, mobilidade e jogabilidade (KORHONEN; KOIVISTO, 2006).

Os autores destacam a jogabilidade como um aspecto que envolve diversão e por isso este módulo não foi considerado neste trabalho. Os autores levantam as características próprias dos dispositivos móveis e seus decorrentes problemas de usabilidade, por isso, o módulo de mobilidade é somado a este trabalho.

Este trabalho foi selecionado pela excelência descrita, utilizando métodos de validação e deixando evidente cada etapa do seu processo iterativo. Além disso, este trabalho foi selecionado por ser um dos mais referenciados no assunto, com 306 citações, um valor relativamente alto.

4.2.2 Heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 1994)

As heurísticas de Jakob Nielsen e Rolf Molich foram desenvolvidas inicialmente em 1990. É um conjunto que visa principalmente interfaces usadas em computadores, como sites, porém tem texto genérico que não especifica a plataforma (NIELSEN, 1994).

Este trabalho é citado em vários trabalhos relacionados citados que empregam as heurísticas do conjunto proposto em alguma etapa de seu processo. O trabalho inicial dos

autores conta com 3665 citações, enquanto o trabalho refinado de Nielsen de 1995 conta com 514 citações.

4.3 Teste de usabilidade utilizando avaliação heurística

Nesta seção serão apresentados os conjuntos de heurísticas dos dois trabalhos.

4.3.1 Conjunto de heurísticas de Korhonen

O conjunto de heurísticas considerado de Korhonen utilizado neste trabalho, conta com 15 itens, estas podem ser vista na Tabela 3.

Tabela 3 – 15 heurísticas de Korhonen.

Id	Heurística
H1	Representação audiovisual apoia o jogo (<i>Audio-visual representation supports the game</i>)
H2	Layout da tela é eficiente e visualmente agradável (<i>Screen layout is efficient and visually pleasing</i>)
H3	A UI do dispositivo e a do jogo são usadas para seus próprios fins (<i>Device UI and game UI are used for their own purposes</i>)
H4	Indicadores estão visíveis (<i>Indicators are visible</i>)
H5	O jogador entende a terminologia (<i>The player understands the terminology</i>)
H6	Navegação é consistente, lógica e minimalista (<i>Navigation is consistent, logical, and minimalist</i>)
H7	Métodos de controle são consistentes e seguem as convenções padrão (<i>Control keys are consistent and follow standard conventions</i>)
H8	Controles do jogo são convenientes e flexíveis (<i>Game controls are convenient and flexible</i>)
H9	O jogo fornece feedback para as ações do jogador (<i>The game gives feedback on the player's actions</i>)
H10	O jogador não pode cometer erros irreversíveis (<i>The player cannot make irreversible errors</i>)
H11	O jogador não precisa memorizar coisas (<i>The player does not have to memorize things</i>)
H12	O jogo contém ajuda (<i>The game contains help</i>)
H13	O jogo e as sessões de jogo podem ser iniciadas rapidamente (<i>The game and play sessions can be started quickly</i>)
H14	O jogo se acomoda com o meio (<i>The game accommodates with the surroundings</i>)
H15	Interrupções são tratadas razoavelmente (<i>Interruptions are handled reasonably</i>)

Fonte: adaptado de [Korhonen e Koivisto \(2006\)](#)

4.3.2 Conjunto de heurísticas de Nielsen

O conjunto de heurísticas de Nielsen utilizado neste trabalho, conta com 10 premissas, estas podem ser vista na Tabela 4:

Tabela 4 – 10 heurísticas de Nielsen.

Id	Heurística
H1	Visibilidade do estado do sistema <i>(Visibility of system status)</i>
H2	Correspondência entre o sistema e o mundo real <i>(Match between system and the real world)</i>
H3	Controle do usuário e liberdade <i>(User control and freedom)</i>
H4	Consistência e convenções <i>(Consistency and standards)</i>
H5	Prevenção de erros <i>(Error prevention)</i>
H6	Reconhecimento ao invés de memorização <i>(Recognition rather than recall)</i>
H7	Flexibilidade e eficiência de uso <i>(Flexibility and efficiency of use)</i>
H8	Design estético e minimalista <i>(Aesthetic and minimalist design)</i>
H9	Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros <i>(Help users recognize, diagnose, and recover from errors)</i>
H10	Ajuda e documentação <i>(Help and documentation)</i>

Fonte: adaptado de Nielsen (1994)

5 Estudo de caso

Neste capítulo serão descritos quatro estudos de casos, sendo os dois primeiros a aplicação do dois conjuntos de heurísticas ao jogo *Jewels Saga* e os dois últimos aplicados ao jogo *1010 Puzzle*.

5.1 Jogo *Jewels Saga* - heurísticas de Korhonen

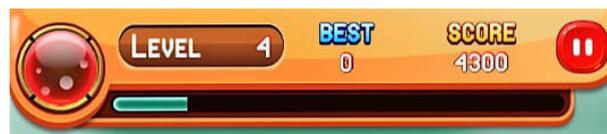
A seguir, a inspeção de conformidade com os 15 itens do conjunto de Korhonen no jogo *Jewels Saga*.

1. Representação audiovisual apoia o jogo

Jewels Saga atende este quesito. Os sons e os visuais do jogo não soam muito modernos, mas sua proposta visual junto à mecânica pausada e descomplicada se somam para proporcionar uma experiência confortável. Também, ao considerar que é um jogo que sauda *Bejeweled* e que este ainda é um jogo popular (EDWARDS, 2014), uma roupagem não moderna não configura por si só, um problema.

O menu inicial é composto por vários sub-menus, sendo o principal deles o que inicia uma sessão do jogo. Estes menus estão dispostos de maneira eficiente com o menu mais importante no centro e distante dos outros. No estado do jogo, o *flow* é reforçado quando o visual e o áudio casam com cristais fazendo sons de cristais. A UI superior não chama desnecessária atenção pra ela tão bem como não deve causar estranhamento. Dentro desse menu (Figura 9), uma barra inicia vazia e se enche no decorrer do jogo passando a ideia de progresso discretamente. Um erro encontrado é na representação de camadas das casas, a escala de pedras envolve outros elementos não correlacionados, não sendo assim, muito intuitivo (Figura 10).

Figura 9 – Destaque do menu no topo da tela em jogo



Fonte: *Jewels Saga*

2. Layout da tela é eficiente e visualmente agradável

Para a proposta do jogo, não foi encontrado nada muito desagradável visualmente. Neste quesito, o jogo é vivo, bastante colorido, entretanto isso incorre em um problema no menu inicial, onde não há muita diferença entre os elementos que se pode interagir

Figura 10 – Recorte de tela que exhibe trecho com cristais e 3 níveis de camadas de casas.



Fonte: *Jewels Saga*

com os que não se pode, não sendo a abordagem portanto, mais eficiente. Por exemplo, existem 3 cristais dispostos no topo da tela cuja coloração e bordas poderiam facilitar mais o processo mental de interpretá-los como mero adorno (Figura 11).

Figura 11 – Menu inicial do jogo *Jewels Saga*.



Fonte: *Jewels Saga*

Outras transgressões ocorrem em jogo, quando a tela, ao não receber estímulo do jogador, fica completamente estática, não sendo então muito "visualmente agradável". Ao se iniciar o modo clássico, o objetivo do jogo não é tão claro em um primeiro momento. O jogador pode presumir que o objetivo é alcançar uma pontuação específica no mostrador numérico ou então na barra: essa informação poderia ser evidenciada.

3. A UI do dispositivo e a do jogo são usadas para seus próprios fins

O jogo atende esta heurística, na descrição esta heurística fala sobre oferecer suporte à plataforma, no caso, os botões nativos do celular, mais especificamente o botão de voltar.

Em jogo, este exibe os comportamentos esperados. O botão de pausa na própria UI do jogo, tem o efeito previsto e oferece o menu de navegação.

4. Indicadores estão visíveis

Este quesito não é cumprido de maneira constante. Em jogo, Jewel Saga alterna o emprego da barra do menu superior entre um contador de pontuação progressivo e um contador regressivo de tempo. No caso do emprego em função do tempo, a barra é a indicadora do fator limitante do tempo máximo. Embora ela esteja sempre visível, não há indicadores se ou em que ritmo ela está sendo decrementada. Além disso, não se altera para reforçar que falta pouco tempo.

Como pontos positivos, quando há uma combinação, os blocos combinados são brevemente destacados. Embora não seja indicado o que fazer com a estrela deixada ao final de cada fase, o jogo tem poucas e constantes regras, não configurando uma transgressão.

5. O jogador entende a terminologia

Embora o jogo não esteja traduzido para o português, não há grande conteúdo que impacte na experiência ou na performance do jogador. Somado a isso, o vocabulário é habitual ("*pause*", "*classic*" e "*loading*" por exemplo). A linguagem visual dos blocos especiais é intuitiva também, blocos com efeitos verticais exibem marcas na vertical, por exemplo.

6. Navegação é consistente, lógica e minimalista

Os botões de navegação do smartphone são bem integrados, porém a interface natural em jogo com o menu superior apresenta transgressões. O menu superior em jogo (Figura 9) tem bastante informação além de exibir no modo clássico um indicador somente utilizado no outro modo do jogo. Outra falha ocorre ao dispor botões de navegação fora da caixa do menu de pausa (Figura 12).

7. Métodos de controle são consistentes e seguem as convenções padrão

Jewels Saga obtém êxito nesse quesito. O termo "teclas de controle" é voltado para jogos onde se controla um personagem, mas adaptando para o contexto de um *tile-matching* móvel, o método de controlar os blocos através do toque é consistente e exibe o comportamento esperado de um jogo do gênero específico *Match 3*. O uso de blocos especiais também não causa estranhamento em um usuário que já tenha jogado outros jogos do gênero.

8. Controles do jogo são convenientes e flexíveis

O jogo não responde bem à rotação de tela, uma resposta válida e barata seria manter a tela estática, porém o jogo acompanha a rotação mas de maneira insatisfatória. Alguns botões como o de pausar não são responsivos, pode ser necessário tentar repetidamente para se obter uma resposta.

Figura 12 – Menu de pausa no jogo, botões de navegação dispostos fora da caixa.



Fonte: *Jewels Saga*

9. O jogo fornece feedback para as ações do jogador

Os botões do jogo tem retorno sonoro adequado, porém os blocos só manifestam sons em caso de acerto. O jogador tem a liberdade de realizar movimentos incorretos (algum que não gere nenhuma combinação), o jogo exibe uma animação cancelando o movimento mas, sem um retorno sonoro.

O jogo conta com uma mecânica de pontos crescentes por combinação. Uma combinação isolada concede 10 pontos por bloco, uma combinação feita logo em seguida, aumenta em 10 pontos o concedido até um limite máximo de 100 por bloco. Essa combinação encadeada pode ser uma combinação ocorrida automaticamente em um efeito dominó mas também por ação rápida do próprio jogador pois os blocos podem ser manipulados mesmo durante a animação de uma combinação anterior. Não é todo *match 3* que tem esse aspecto, mas ele não é bem reforçado nem com *feedback* nem com os tempos das animações que são muito curtos, por exemplo, comparados com o reconhecido *Zoo Keeper*¹ que exibe a mesma mecânica.

10. O jogador não pode cometer erros irreversíveis

Em *Jewels Saga*, não há muito que se perder, as tentativas são ilimitadas em ambos os modos e o progresso já conquistado no modo *arcade* não pode ser perdido de maneira nenhuma. Outros aspectos como movimentos errados fazem parte do jogo e na maioria dos casos, o jogador pode se recuperar.

11. O jogador não precisa memorizar coisas

Não exatamente, não é necessário memorizar a abstração de camadas com tipos de

¹ *Zoo Keeper* é um tile-matching lançado pelo estúdio 505 Games para consoles diversos (BOMB, 2005)

pedra pois a informação não oferece grandes vantagens e pode ser induzida, entretanto poderia ser melhor. A estrela no final das fases é inserida sempre no mesmo contexto de maneira conveniente, não exigindo preocupação antecipada com ela.

12. O jogo contém ajuda

Jewels não atende este quesito. O jogo não oferece tutorial nem especifica a representação em nenhum lugar. Considerando *Match 3* um gênero bastante popular, os desenvolvedores podem considerar que algumas mecânicas do jogo sejam familiares. Entretanto, o estúdio do bem sucedido *Candy Crush*² não adota essa abordagem e investe em bons tutoriais mesmo para ações básicas.

Apesar disso, os primeiros níveis do jogo não oferecem muito desafio, proporcionando uma boa curva de aprendizado. Embora as animações de *Candy Crush* possam ser usadas como exemplo, existem soluções mais baratas para não deixar um jogador inexperiente indesejavelmente perdido.

13. O jogo e as sessões de jogo podem ser iniciadas rapidamente

O jogo atende esta heurística, a iniciação é rápida, mas entre algumas partes do jogo deve-se esperar uma tela de carregamento. É um pouco estranho mas sem complicações.

14. O jogo se acomoda com o meio

O jogo exibe um volume sonoro uniforme com a constante música de fundo e pequenos efeitos sonoros exceto no uso de alguns blocos especiais, o uso nestes é bem mais elevado e pode perturbar pessoas próximas.

15. Interrupções são tratadas razoavelmente

Esta heurística é parcialmente atendida. Após um período de inatividade, a tela do *smartphone* se apaga, isto em especial, pode ser encarado de maneira diversa, mas é tratado aqui como uma transgressão. Como ponto positivo, ao retornar de uma interrupção (despertador ou ligação) embora o menu de pausa não tenha sido disparado, verifica-se que o jogo foi pausado incluindo o contador regressivo.

5.2 Jogo *Jewels Saga* - heurísticas de Nielsen

A seguir, a avaliação com as 10 heurísticas de Nielsen.

1. Visibilidade do estado do sistema

Em jogo, o menu de pausa exibe o título do menu porém exibe fora de posição ideal o menu de navegação agregado. O medidor circular exibe indicadores do seu estado atual porém exibe animações e efeitos no tabuleiro em uma ordem que dificulta sua interpretação.

² *Candy Crush* é um popular *Match 3* desenvolvido pela King (2019) disponível para diversas plataformas.

As camadas nas casas são alteradas mas a correlação não é intuitiva. Embora o jogo recompense jogadas rápidas ele não deixa isso evidente. O menu inicial dispõe o menu de configurações e o estado atual de cada opção. No modo clássico, as pontuações atual e recorde são evidenciadas em um ritmo que o jogo permite a leitura. Acontece oclusão porém não configura problema. Não é evidente a função da barra horizontal.

2. Correspondência entre o sistema e o mundo real

O jogo não está traduzido para o português, mas não foi verificado grande problema neste ponto e o jogo adota ícones familiares. Quanto aos sons do jogo, eles reforçam o visual. Por exemplo: ao alcançar um determinado critério em pontos, um canhão é liberado para ajudar a limpar o tabuleiro. A forma como esse canhão é carregado, utilizado e seu propósito combinam bem com a ideia de um canhão. Um problema encontrado é na falta de uniformidade para a analogia em casas com camadas.

3. Controle do usuário e liberdade

Boa parte do jogo pode ser jogada sem pressão de tempo. O jogador que adote o método de entrada selecionando primeiro o bloco, pode mudar sua escolha. Além disso, para auxiliar no processo de exploração e compreensão do jogo, o jogador pode realizar movimentos que não resultam em nada.

4. Consistência e convenções

O jogo utiliza ícones adequados. Porém, no menu inicial, os três cristais no topo se confundem com a interface interativa pela falta de um bom padrão para diferenciação visual dos elementos por seus propósitos.

5. Prevenção de erros

Um indicador de personagem indica o estágio que está sendo jogado. Ao passar de estágio no modo Arcade, o jogo exibe um menu de navegação e embora a escolha mais natural seja avançar para a próxima fase, o botão em destaque é o botão que volta para o menu inicial. Às vezes, propagandas (que ocupam um espaço pré-definido) dificultam a interação precisa com elementos próximos a elas.

6. Reconhecimento ao invés de memorização

As camadas nas casas não seguem um padrão intuitivo. Outro elemento que o jogo usa é uma estrela ao final de cada estágio, mas diferente das camadas, todas as fases são assim, não é preciso lembrar mais de um estilo. Os blocos especiais podem ter seu efeito reconhecido por seu aspecto brilhante que sinaliza a direção de sua ação.

7. Flexibilidade e eficiência de uso

Neste quesito, há boa integração com os botões nativos do dispositivo e o jogo pode ser jogado somente com uma mão. Porém, alguns botões não são facilmente selecionados e

a transição entre algumas telas é um pouco atrasada por conta das telas de carregamento. Embora o jogo tenha contagem regressiva, é possível pausar e ainda continuar parcialmente observando o tabuleiro, neste caso, há flexibilidade onde não é necessário.

8. *Design estético e minimalista*

Neste quesito, *Jewels Saga* falha. Em diversos momentos o jogo é bastante poluído de informação sem deixar claro o plano de cada elemento. No modo clássico, a barra circular se faz presente embora não seja usada.

9. *Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros (Help users recognize, diagnose, and recover from errors)*

Um erro que pode ocorrer é no modo Arcade, com o usuário sem querer selecionando um estágio que já tenha passado. Nesse caso, tanto dentro do jogo quanto no mapa existem indicadores para o jogador. Em jogo, nada chama atenção, porém é visível que já existe uma pontuação registrada para esse estágio. No mapa, um personagem indica a última fase que se jogou e diferencia as fases já superadas.

10. *Ajuda e documentação (Help and documentation)*

O jogo fornece uma pequena dica de movimento quando não recebe nenhuma ação recente mas a dica poderia ser mais clara. Não existe um tutorial para indicar que o jogo recompensa jogadas rápidas nem é fornecida explicação sobre o objetivo do estágio atual.

5.3 *Jogo 1010 Blocks Puzzle - heurísticas de Korhonen*

Em seguida, é descrita a avaliação do jogo *1010 Blocks Puzzle* em conformidade com cada item.

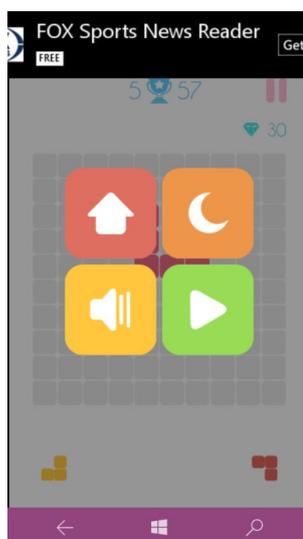
1. *Representação audiovisual suporta o jogo (Audio-visual representation supports the game)*

O jogo atende esta heurística, *1010 Blocks* puzzle propõe manter uma experiência limpa e simples em todos seus aspectos. Entretanto algumas transgressões podem ser encontradas. O jogo não está bem traduzido. O ícone de uma varinha no menu inicial não apoia muito bem a ideia de um modo diferente. Em jogo, a representação das pontuações junto a um troféu é minimalista, mas abre mão de eficácia a medida que põe as duas, uma estática e outra dinâmica, na mesma linguagem diferindo somente pela posição. O ícone usado para voltar do jogo para o menu principal é uma seta para cima com fundo vermelho (ver Figura 13), seria melhor o uso de ícone de uma seta para trás (tal como é usado no mesmo jogo em outro momento).

2. *Layout da tela é eficiente e visualmente agradável*

1010 Blocks sucede-se bem nesse quesito pois é um jogo minimalista. O único

Figura 13 – Menu de pausa do jogo.



Fonte: *1010 Blocks*

problema encontrado na experiência advém do espaço destinado às propagandas ao topo que pode dificultar uma seleção confortável ou ocasionar no problema do dedo gordo.

3. A UI do dispositivo e a do jogo são usadas para seus próprios fins

A interface do jogo disponibiliza as opções e comportamentos esperado porém o botão do dispositivo de voltar encerra o jogo, em qualquer estado, quando o usual seria literalmente voltar na navegação para o estado anterior.

4. Indicadores estão visíveis

O jogo cumpre bem esta heurística, os principais indicadores estão sempre visíveis situando o jogador em seu estado atual. As peças restantes estão bem dispostas, porém as casas que precisam ser ocupadas não ficam destacadas. Porém, não há indicador de casas críticas, cuja ocupação gera uma combinação.

5. O jogador entende a terminologia

Algumas traduções estão incorretas e a escolha de ícone para voltar para o menu poderia ser uniformizada para a convenção como em algumas partes do jogo.

6. Navegação é consistente, lógica e minimalista

Não há um botão para reiniciar o estágio, e também não há boa resposta com a interface do dispositivo e a navegação entre os dois modos de jogo não é evidente. Em jogo, posicionar o bloco é na maioria das variações de interação, consistente. Porém o bloco se mal colocado, para a base, reiniciando o movimento e potencialmente gerando frustração, aumentar a tolerância pode ser uma boa opção. Entretanto, o jogo tem um aspecto minimalista, bastante fluido e o jogo lembra suas configurações. Uma animação

eficaz traz os próximos blocos disponíveis deslizando da direita para a esquerda, entre um estado e o outro, passando positivamente ideia de progresso e estabelecendo bem o objetivo do jogo.

7. Métodos de controle são consistentes e seguem as convenções padrão

O autor explica que essa heurística foi pensada no controle de personagens. No entanto, para um *Match 3*, o controle se refere ao método de posicionar os blocos no tabuleiro e atende a heurística positivamente.

8. Controles do jogo são convenientes e flexíveis

Essa heurística é muito bem atendida, o jogo, que por padrão tem o fundo branco, oferece um tema escuro sem comprometer nada a linguagem estabelecida. Ao selecionar e arrastar um bloco, o natural é que ele fique junto ao dedo, porém em *1010 Blocks*, ele fica um pouco acima do dedo, evitando oclusão.

9. O jogo fornece feedback para as ações do jogador

Existe *feedback* para a maioria das ações do jogador, mas o *feedback* de um bloco se ajustando no tabuleiro é pouco enérgico. Os botões do jogo tem *feedback* sonoro.

10. O jogador não pode cometer erros irreversíveis

Um erro irreversível em jogo pode ser posicionar blocos de maneira não eficiente e ficar sem movimentos, mas isto faz parte do jogo. Porém no menu, algumas opções, quando escolhidas, poderiam vir acompanhadas de confirmação.

11. O jogador não precisa memorizar coisas

O modo de jogo com varinha (Figura 14) disponibiliza alguns recursos especiais para o jogador, cujo ícones embora não óbvios, são como qualquer tile-matching além de alguns oferecerem descrição.

12. O jogo contém ajuda

O jogo disponibiliza informação para guiar um jogador inexperiente em algum aspecto porém não evidencia casas livres.

13. O jogo e as sessões de jogo podem ser iniciadas rapidamente

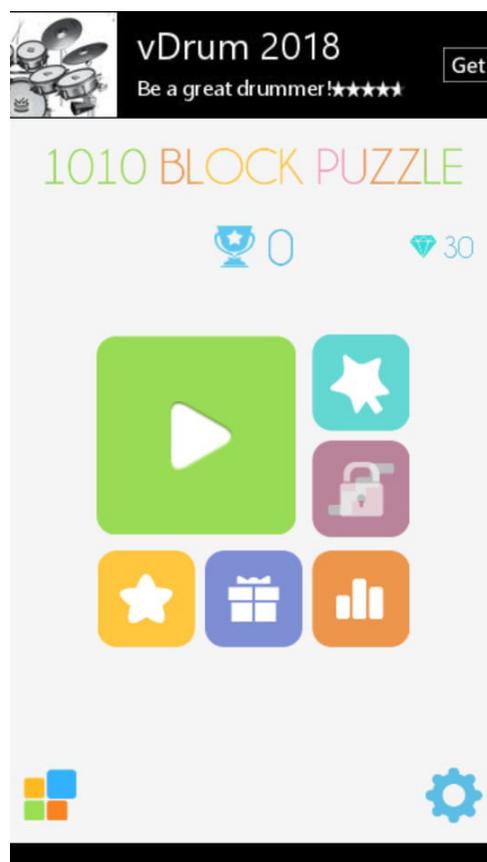
As sessões podem ser iniciadas rapidamente mas o jogador não possui uma forma fácil de de reiniciar uma fase.

14. O jogo se acomoda com o meio

Com tom abstrato e sons regulares, o jogo é discreto. O visual tem bastante contraste de cores além de poder alterar para o modo noturno (Figura 15) para maior conforto com a iluminação local.

15. Interrupções são tratadas razoavelmente

Figura 14 – Tela inicial do jogo *1010 Puzzle*, ícone de varinha no canto direito superior do menu central.



Fonte: *1010 Blocks*

Interrupções advindas por mudança de foco, ligação e despertador são bem manejadas. Por exemplo, se no meio de um movimento, o jogo sofre uma interrupção, o movimento é reiniciado, não gerando nenhuma desvantagem.

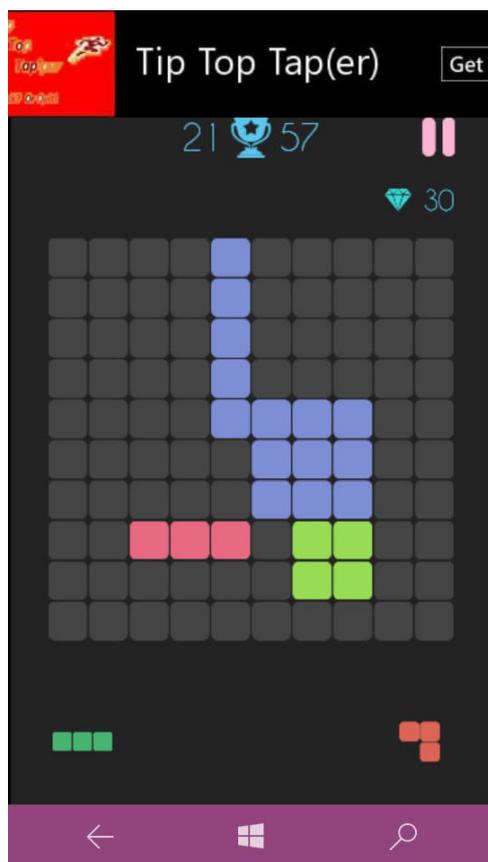
5.4 Jogo *1010 Blocks Puzzle* - heurísticas de Nielsen

A seguida, a aplicação das heurísticas de Nielsen ao jogo *1010 Blocks Puzzle*.

1. *Visibilidade do estado do sistema*

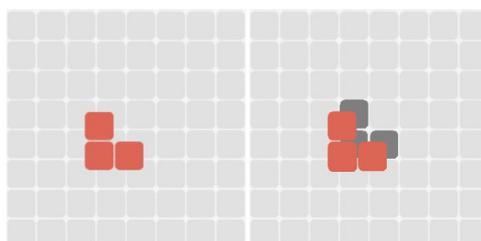
Aqui destaca-se um estado especial que é dinâmico, concebido no momento que o jogador seleciona uma peça e a leva (ainda sem soltar) para o tabuleiro. Neste estado "movendo a peça", poderia surgir um indicador momentâneo que é onde a peça vai ficar posicionada, porém não surge (Figura 16). Às vezes o posicionamento no tabuleiro é cancelado quando a peça não está bem posicionada em nenhum grupo de casas, este indicador diminuiria a confusão que pode advir quando isto ocorre.

Casas que o bloco irá se ajustar não são destacadas, de tal forma que o movimento

Figura 15 – Modo noturno no jogo *1010 Puzzle*.

Fonte: *1010 Blocks*

Figura 16 – Figura representando momento antes do jogador soltar a peça com ausência de indicador da posição do bloco. À esquerda, o jogo e à direita, a sugestão de indicador.



Fonte: *1010 Blocks*

pode ser reiniciado (intencionalmente ou não). As pontuações e os blocos disponíveis para usar estão sempre visíveis e não há problema de oclusão.

2. Correspondência entre o sistema e o mundo real

As traduções indicam tradução automática, não são bem feitas. O símbolo da varinha é bastante subjetivo.

3. Controle de usuário e liberdade

Esta heurística é bem atendida. Configurações convencionais presentes, como gerenciar o áudio além de um modo noturno. Um movimento pode ser cancelado no enquanto não for concluído, bastando intuitiva e confortavelmente, colocá-lo em uma região inválida na tela.

4. *Consistência e convenções*

O padrão de voltar ao menu com o botão nativo do dispositivo não é atendido. O jogo falha em consistência na opção de retomar uma sessão. Sessões suspensas em um modo colidem com o iniciar ou o retomar sessão do outro modo.

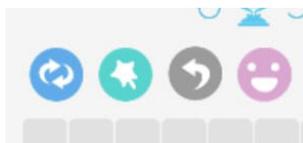
5. *Prevenção de erros*

Embora diamantes sejam uma convenção para indicar um recurso mais valioso, para que alguém inexperiente aprenda sobre o que eles se tratam, deve gastá-los antes de talvez entender que eles são difíceis de conseguir.

6. *Reconhecimento ao invés de memorização*

A escolha de ícones para o uso de habilidades especiais não é muito intuitiva (Figura 17). Embora para um usuário minimamente frequente, isso não configure problema, há possibilidades de melhora. Quanto às regras do jogo em si, consegue ser familiar para muitos usuários ao utilizar uma linguagem que lembra Tetris.

Figura 17 – Ícones do menu de habilidades especiais dentro do jogo.



Fonte: *1010 Blocks*

7. *Flexibilidade e eficiência de uso*

O jogo cumpre bem essa heurística oferecendo flexibilidade no visual e eficiência no uso para a plataforma. O visual do jogo pode ser alterado para um agradável modo noturno. Na parte inferior da tela, os blocos estão dispostos de maneira confortável para serem selecionados e posicionados no tabuleiro em seguida. Um problema de eficiência é que o jogo não dá suporte para iniciar o jogo de modo rápido, ao tentar dispor os blocos iniciais no tabuleiro ainda vazio, algumas falhas acontecem e o bloco é reiniciado por conta do movimento não atingir o nível de precisão exigido.

8. *Design estético e minimalista*

Não somente no visual mas nos diálogos propostos, *1010 Blocks* é minimalista. Os blocos são por padrão unicoloridos, não se confunde com o fundo e os elementos dispostos na tela são apenas aqueles que importam no momento.

9. Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros

Ao errar o posicionamento de um bloco no tabuleiro, a animação executada devolve o bloco ao seu lugar inicial, reiniciando ele em um processo rápido e intuitivo. Quando o jogador se encontra sem movimentos válidos, a condição de derrota é alcançada e neste momento o jogo exibe uma mensagem informando tal. Entretanto, não é dada ao jogador a oportunidade de bem visualizar o tabuleiro e entender a configuração do tabuleiro ao perder.

10. Ajuda e documentação

O jogo fornece ajuda quanto à mecânica mas nada fácil quanto aos diamantes. Como se conquista e seus efeitos, nada é mostrado ao selecionar o indicador de diamantes atual, por exemplo.

5.5 Discussão

Nesta seção será discutido o desempenho das heurísticas entre si. Ao todo foram encontradas 22 transgressões de usabilidade através das 10 heurísticas de Nielsen e 33 transgressões pelas 15 de Korhonen, em detalhes na tabela 5.

5.5.1 Heurísticas menos eficientes

Através de duas heurísticas relacionadas, de Nielsen e Korhonen respectivamente: "*Controle do usuário e liberdade*" e "*Métodos de controle são consistentes e seguem as convenções padrão*" não se encontrou nenhuma transgressão em nenhum dos dois jogos. A informação levantada por elas, foi em sua maioria, pertinente aos menus e configurações de preferências sobre o som ou o visual.

Na realidade, elas podem se mostrar até mesmo indevidas. No jogo *Jewels Saga*, o tempo corre contra o jogador. Entretanto, é permitido a ele pausar o jogo e ainda visualizar parcialmente o tabuleiro. Isso configura, de acordo com a heurística de Nielsen, um acerto em usabilidade, porém este é indesejado para o produto por comprometer a proposta de desafio.

Outras heurística identificaram no total apenas 1 erro, se concentrando em informações sobre os menus. "O jogador não pode cometer erros irreversíveis", por exemplo, não dá suporte à leveza e a simplicidade de jogos *tile-matching*. Entretanto, essa heurística aponta uma transgressão no menu inicial não identificada em nenhuma outra heurística.

Tabela 5 – Resumo de transgressões apontadas. Rótulo "HK" para as heurísticas de Korhonen e "HN" para as heurísticas de Nielsen.

Código da heurística	<i>Jewels Saga</i>	<i>1010 Blocks</i>
HK1	5	1
HK2	1	3
HK3	1	0
HK4	1	1
HK5	2	0
HK6	3	2
HK7	0	0
HK8	0	1
HK9	1	2
HK10	1	0
HK11	0	1
HK12	1	1
HK13	1	1
HK14	0	1
HK15	0	2
HN1	1	4
HN2	2	0
HN3	0	0
HN4	2	0
HN5	1	2
HN6	1	1
HN7	1	2
HN8	0	2
HN9	1	0
HN10	1	1

Fonte: o autor.

5.5.2 Heurísticas mais eficientes

A heurística que mais gerou informação relevante foi a primeira do conjunto de Nielsen: "*Visibilidade do estado do sistema*". A avaliação heurística do jogo *1010 Puzzle* estava sendo conduzida dividindo o jogo em seus grandes estados, fossem eles: menu inicial, em jogo no modo 1, em jogo no modo 2 e em estados relativos à quantidade de blocos disponível para o jogador.

Através dessa heurística a avaliação foi conduzida a levantar a seguinte questão:

"Quais são os estados do sistema diante das ações do jogador?"

Esta abordagem tornou mais fácil levantar informações sobre a principal interação no produto. No jogo em questão, por exemplo, foram identificados os estados dinâmicos: jogador segurando peça fora do tabuleiro, jogador segurando peça sobre o tabuleiro e jogador solta a peça. No estado em que o jogador passa a segurar e mover a peça

para o tabuleiro, foi notado que embora o estado tivesse mudado, a interface do jogo continuava a mesma não fornecendo "visibilidade" da mudança de estados. Identificando uma transgressão com simples sugestões.

Dessa forma, especificações genéricas, livres de jargões próprios do domínio foram benéficas ao avaliador.

Através da primeira heurística do conjunto de Korhonen "Representação audiovisual apoia o jogo" encontrou-se a maior quantidade de erros. Isso pode se dever ao fato de que a maior parte do tempo, o jogador está na tela de jogo e tudo lá deve ter um retorno visual e audível para o fortalecimento do *flow*.

5.5.3 Sobre a plataforma

As heurísticas voltadas para mobilidade identificaram erros consideráveis e facilitaram a identificação de problemas com a integração com os botões nativos do aparelho. Porém, por exceção do item "*O jogo se acomoda com os arredores*" os erros encontrados por heurísticas próprias para mobilidade também eram encontrados por outros itens.

Erros de usabilidade cuja identificação não foi facilitada por nenhuma heurística, incluem características dos *smartphones* não favorecidas, com questões pertinentes à memória disponível no aparelho, consumo de bateria e ao próprio título do jogo.

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Melhorar a usabilidade de um jogo é uma prática eficaz para elevar seu nível de qualidade. Realizar inspeções de usabilidade é método barato e eficaz aplicável ao contexto de desenvolvimento de jogos. Este trabalho buscou explorar as principais características de um jogo em uma plataforma e a eficiência de conjuntos disponíveis realizando um estudo de caso.

Foram levantadas peculiaridades de dispositivos móveis, das categorias de jogos *tile-matching* e da usabilidade destes. Foram selecionados diferentes conjuntos de heurísticas candidatos para realizar as avaliações. As avaliações forneceram diretrizes para avaliar a usabilidade desses jogos de maneira mais eficiente.

Os resultados foram interessantes ao indicar que a especificidade dos conjuntos não gera necessariamente heurísticas mais eficientes mesmo para jogos. Buscou-se uma maneira de avaliar a aplicabilidade de um conjunto perante um domínio, entretanto, não foi encontrada uma métrica de desempenho para os conjuntos específicos propostos na literatura.

Como trabalhos futuros, se estabelece explorar métricas de desempenho para avaliar as heurísticas, expandir os conjuntos e os jogos considerados e sugerir conjuntos de heurísticas específicos para o estudo de diferentes estados dos jogos.

Referências

- ADAMS, E. *Fundamentals of Puzzle and Casual Game Design*. [S.l.]: New Riders, 2014. Citado na página 6.
- APPERLEY, T. H. Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres. *Simulation & Gaming*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 37, n. 1, p. 6–23, 2006. Citado na página 5.
- ARSENAULT, D. Video game genre, evolution and innovation. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, v. 3, n. 2, p. 149–176, 2009. Citado na página 5.
- BAILEY, J. *Match Game Mechanics: An exhaustive survey*. [S.l.]: Gamasutra, 2015. <https://www.gamasutra.com/blogs/JonathanBailey/20150227/237544/Match_Game_Mechanics_An_exhaustive_survey.php>. Acessado em 12 de julho de 2019. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- BEVAN, N.; CARTER, J.; HARKER, S. Iso 9241-11 revised: What have we learnt about usability since 1998? In: SPRINGER. *International Conference on Human-Computer Interaction*. [S.l.], 2015. p. 143–151. Citado na página 9.
- BLACK, R. *Pragmatic software testing: Becoming an effective and efficient test professional*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2016. Citado na página 11.
- BOMB, G. *Zoo Keeper*. [S.l.]: Giant Bomb, 2005. <<https://www.giantbomb.com/zoo-keeper/3030-15681/>>. Acessado em 15 de julho de 2019. Citado na página 27.
- BROWN, E.; CAIRNS, P. A grounded investigation of game immersion. In: ACM. *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems*. [S.l.], 2004. p. 1297–1300. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 15.
- BUCHANAN, L. *Angry Birds Review*. [S.l.]: IGN, 2012. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.popreach.dumbways&hl=pt_BR>. Acessado em 15 de julho de 2019. Citado na página 6.
- CHANG, A. et al. Augmented reality and usability best practices: A systematic literature mapping for educational videogames. In: IEEE. *2018 IEEE Sciences and Humanities International Research Conference (SHIRCON)*. [S.l.], 2018. p. 1–5. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 14.
- CHESHAM, A. et al. What older people like to play: genre preferences and acceptance of casual games. *JMIR serious games*, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 5, n. 2, p. e8, 2017. Citado na página 6.
- CONYER, M. User and usability testing-how it should be undertaken? *Australasian Journal of Educational Technology*, v. 11, n. 2, 1995. Citado na página 11.
- CORNELIA. *How do users really hold and interact with their mobile devices ?* [S.l.]: Realites Paralleles, 2013. <<https://realites-paralleles.com/2013/12/how-do-users-really-interact-with-their-mobile-devices/>>. Acessado em 12 de julho de 2019. Citado na página 15.

CSIKSZENTMIHALYI, M.; CSIKSZENTMIHALYI, I. *Beyond boredom and anxiety*. [S.l.]: Jossey-Bass San Francisco, 1975. v. 721. Citado na página 11.

DESURVIRE, H.; CAPLAN, M.; TOTH, J. A. Using heuristics to evaluate the playability of games. In: ACM. *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems*. [S.l.], 2004. p. 1509–1512. Citado na página 12.

DESURVIRE, H.; WIBERG, C. Game usability heuristics (play) for evaluating and designing better games: The next iteration. In: SPRINGER. *International conference on online communities and social computing*. [S.l.], 2009. p. 557–566. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 13.

DIVYA, K.; KUMAR, V. Comparative analysis of smart phone operating systems android, apple ios and windows. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)*, v. 2, n. 2, p. 432–439, 2016. Citado na página 19.

DUMAS, D. *Metro's tongue-in-cheek transport safety animated video goes viral on social media*. [S.l.]: Giant Bomb, 2012. <<https://www.theage.com.au/national/metros-tongue-in-cheek-transport-safety-animated-video-goes-viral-on-social-media-20121118-29kbn.html>>. Acessado em 15 de julho de 2019. Citado na página 7.

EDWARDS, J. *Here's The History Of The Game That Was Copied To Create Candy Crush Saga*. [S.l.]: Business Insider, 2014. <<https://www.businessinsider.com/the-history-of-bejeweled-2014-2>>. Acessado em 15 de julho de 2019. Citado 3 vezes nas páginas 8, 19 e 24.

ERMI, L.; MÄYRÄ, F. Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion. *Worlds in play: International perspectives on digital games research*, Peter Lang Publishing, v. 37, n. 2, p. 37–53, 2005. Citado na página 14.

ESPORTS, L. *The Video Games' Industry is Bigger Than Hollywood*. [S.l.]: LP Esports, 2018. <<https://lpesports.com/e-sports-news/the-video-games-industry-is-bigger-than-hollywood>>. Acessado em 16 de julho de 2019. Citado na página 1.

FAGERHOLT, E.; LORENTZON, M. Beyond the hud-user interfaces for increased player immersion in fps games. Chalmers University of Technology, 2009. Citado na página 15.

FEDEROFF, M. A. *Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games*. Tese (Doutorado) — Citeseer, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.

FERNANDES, T. *Melhores jogos para passar o tempo [Android e iOS]*. [S.l.]: Segredos do Mundo, 2019. <<https://segredosdomundo.r7.com/melhores-jogos-para-passar-o-tempo-android-e-ios/>>. Acessado em 16 de julho de 2019. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 8.

FULLERTON, T.; SWAIN, C.; HOFFMAN, S. *Game Design Workshop—Designing, Prototyping, and Playtesting Games*. [S.l.]: CMP Books, 2004. Citado na página 11.

GRACE, L. Game type and game genre. *Retrieved February*, v. 22, n. 2009, p. 8, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.

- HEINTZ, S.; LAW, E. L.-c. The game genre map: A revised game classification. In: ACM. *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. [S.l.], 2015. p. 175–184. Citado na página 5.
- HOOBER, S. *Design for Fingers, Touch, and People, Part 1*. [S.l.]: UX Matters, 2017. <<https://www.uxmatters.com/mt/archives/2017/03/design-for-fingers-touch-and-people-part-1.php>>. Acessado em 12 de julho de 2019. Citado na página 15.
- HUBER, P. Inaccurate input on touch devices relating to the fingertip. *Media Informatics Proseminar on "Interactive Surfaces"*, v. 31, 2015. Citado na página 16.
- INOSTROZA, R. et al. Developing smash: A set of smartphone's usability heuristics. *Computer standards & interfaces*, Elsevier, v. 43, p. 40–52, 2016. Citado na página 15.
- JOHNSON, D.; WILES, J. Effective affective user interface design in games. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 46, n. 13-14, p. 1332–1345, 2003. Citado na página 11.
- JUUL, J. Swap adjacent gems to make sets of three: A history of matching tile games. *Artifact*, Taylor & Francis, v. 1, n. 4, p. 205–216, 2007. Citado 3 vezes nas páginas 1, 8 e 16.
- KATZENBACH, C.; HERWEG, S.; ROESSEL, L. V. Copies, clones, and genre building: Discourses on imitation and innovation in digital games. *International Journal of Communication*, v. 10, p. 22, 2016. Citado na página 5.
- KING. *Play the sweetest game...* [S.l.]: King, 2019. <https://king.com/pt_BR/game/candycrush>. Acessado em 16 de julho de 2019. Citado na página 28.
- KORHONEN, H.; KOIVISTO, E. M. Playability heuristics for mobile games. In: ACM. *Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*. [S.l.], 2006. p. 9–16. Citado 6 vezes nas páginas 12, 3, 4, 10, 21 e 22.
- KORHONEN, H.; PAAVILAINEN, J.; SAARENPÄÄ, H. Expert review method in game evaluations: comparison of two playability heuristic sets. In: ACM. *Proceedings of the 13th international MindTrek conference: Everyday life in the ubiquitous era*. [S.l.], 2009. p. 74–81. Citado na página 10.
- KUITTINEN, J. et al. Casual games discussion. In: ACM. *Proceedings of the 2007 conference on Future Play*. [S.l.], 2007. p. 105–112. Citado na página 6.
- LE, H. V. et al. Finger placement and hand grasp during smartphone interaction. In: ACM. *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2016. p. 2576–2584. Citado na página 15.
- MALAVIDA. *Angry Birds*. [S.l.]: Malavida, 2018. <<https://www.malavida.com/br/soft/angry-birds/#gref>>. Acessado em 15 de julho de 2019. Citado na página 6.
- MANTOVANI, C.; DANTAS, G. Os fluxos informacionais nos dispositivos móveis. *Acesso em*, v. 20, n. 02, 2016. Citado na página 7.
- NIELSEN, J. *Usability engineering*. [S.l.]: Elsevier, 1994. Citado 7 vezes nas páginas 12, 3, 4, 9, 13, 21 e 23.

NIELSEN, J. How to conduct a heuristic evaluation. *Nielsen Norman Group*, v. 1, p. 1–8, 1995. Citado 3 vezes nas páginas 1, 12 e 13.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.], 1990. p. 249–256. Citado na página 3.

PINELLE, D.; WONG, N.; STACH, T. Heuristic evaluation for games: usability principles for video game design. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2008. p. 1453–1462. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 12 e 13.

QUIÑONES, D.; RUSU, C. How to develop usability heuristics: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 53, p. 89–122, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 14.

QUIÑONES, D.; RUSU, C.; RUSU, V. A methodology to develop usability/user experience heuristics. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 59, p. 109–129, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 10, 13 e 14.

QUINTANS, D. *Game UI By Example: A Crash Course in the Good and the Bad*. 2013. <<https://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials/game-ui-by-example-a-crash-course-in-the-good-and-the-bad--gamedev-3943/>>. Acessado em 3 de julho de 2019. Citado na página 9.

SAVOV, V. *Why am I still playing Bejeweled?* [S.l.]: The Verge, 2014. <<https://www.theverge.com/tldr/2014/12/12/7381079/why-am-i-still-playing-bejeweled>>. Acessado em 16 de julho de 2019. Citado na página 8.

SILVA, L. F.; COSTA, D.; INOCÊNCIO, A. C. Hajed-tdah: Heurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais para pessoas com tdah. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 23, n. 1, p. 915. Citado na página 3.

SOOMRO, S.; AHMAD, W. F. W.; SULAIMAN, S. A preliminary study on heuristics for mobile games. In: IEEE. *2012 International Conference on Computer & Information Science (ICCIS)*. [S.l.], 2012. v. 2, p. 1030–1035. Citado 4 vezes nas páginas 1, 3, 10 e 12.

SOTTEK, T. *Transit Wireless to expand cell coverage to 30 NYC subway stations by 2013 with support from T-Mobile and ATT*. [S.l.]: The Verge, 2012. <<https://www.theverge.com/2012/11/19/3665984/transit-wireless-nyc-subway-t-mobile-att>>. Acessado em 12 de julho de 2019. Citado na página 15.

STANDARDIZATION, I. O. for. *ISO 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Guidance on Usability*. [S.l.: s.n.], 1998. Citado na página 9.

STANDARDIZATION, I. O. for. *Ergonomics of Human-system Interaction: Part 210: Human-centred Design for Interactive Systems*. [S.l.]: ISO, 2010. Citado na página 10.

STONEHOUSE, A. *User interface design in video games*. [S.l.]: Informa Tech, 2014. <https://gamasutra.com/blogs/AnthonyStonehouse/20140227/211823/User_interface_design_in_video_games.php/>. Acessado em 9 de julho de 2019. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.

- TEIXEIRA, F. *Análise heurística: o que é, como fazer e os benefícios para o projeto*. [S.l.]: UX Collective, 2019. <<https://brasil.uxdesign.cc/análise-heurística-o-que-é-como-fazer-e-os-benefícios-para-o-projeto-161f3d94436b>>. Acessado em 9 de julho de 2019. Citado na página 12.
- TRAINS, M. *Dumb Ways to Die Original*. [S.l.]: Google Play, 2019. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.popreach.dumbways&hl=pt_BR>. Acessado em 15 de julho de 2019. Citado na página 7.
- TURUNEN, J. J. The good, the bad and the unpleasant—a study of graphical user interfaces in video games. 2017. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 15.
- VIEIRA, G. S. et al. Heurísticas do design em jogos digitais: O caso league of legends. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2018. Citado na página 11.
- VOGEL, D. et al. Hand occlusion with tablet-sized direct pen input. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2009. p. 557–566. Citado na página 16.
- WALLACE, M.; ROBBINS, B. Igda 2006 casual games white paper. *Igda International Games Development Association*, p. 1–116, 2006. Citado na página 6.
- WEINSCHENK, S. *Engagement, Entertainment, or Get The Task Done*. 2010. <<http://uxmag.com/articles/engagement-entertainment-or-get-the-task-done/>>. Acessado em 3 de julho de 2019. Citado na página 9.
- WIJMAN, T. *Mobile Revenues Account for More Than 50% of the Global Games Market as It Reaches \$137.9 Billion in 2018*. [S.l.]: New Zoo, 2018. <<https://newzoo.com/insights/articles/global-games-market-reaches-137-9-billion-in-2018-mobile-games-take-half/>>. Acessado em 16 de julho de 2019. Citado na página 1.
- YANEZ-GOMEZ, R. et al. Heuristic usability evaluation on games: a modular approach. *Multimedia Tools and Applications*, Springer, v. 78, n. 4, p. 4937–4964, 2019. Citado na página 11.
- YEE, K.-P. Aligning security and usability. *IEEE Security & Privacy*, IEEE, v. 2, n. 5, p. 48–55, 2004. Citado na página 10.
- YUAN, B.; FOLMER, E.; HARRIS, F. C. Game accessibility: a survey. *Universal Access in the Information Society*, Springer, v. 10, n. 1, p. 81–100, 2011. Citado na página 10.