



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TARSIS NASCIMENTO LIMA

**Gamebook Guardiões da Floresta: Identificação de perfis de
usuário através de mineração de dados**

SALVADOR - BAHIA

2018

TARSIS NASCIMENTO LIMA

Gamebook Guardiões da Floresta: Identificação de perfis de usuário através de mineração de dados

Monografia apresentada ao curso de Sistemas de Informação pertencente ao Departamento de Ciências Exatas e da Terra da Universidade do Estado da Bahia - UNEB como requisito parcial para a obtenção do grau em bacharel em Sistemas de Informação

Orientador (a): Dra. Maria Inês Valderrama Restovic

Co-orientador (a): Dra. Lynn Rosalina Gama Alves

SALVADOR - BAHIA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB
Dados fornecidos pelo autor

L732g

Lima, Tarsis Nascimento

GAMEBOOK GUARDIÕES DA FLORESTA: IDENTIFICAÇÃO DE
PERFIS DE USUÁRIO ATRAVÉS DE MINERAÇÃO DE DADOS / Tarsis
Nascimento Lima.-- Salvador, 2018.

53 fls : il.

Orientador(a): Dra. Maria Inês Valderrama Restovic.

Coorientador(a): Dra. Lynn Rosalina Gama Alves.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Sistemas de Informação) - Universidade do Estado da
Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Câmpus I. 2018.

1.Mineração de Dados. 2.Perfis de Jogador. 3.Funções Executivas. 4.Jogos.

CDD: 004

TARSIS NASCIMENTO LIMA

**Identificação de perfis de usuário no Gamebook Guardiões da
Floresta através de mineração de dados**

Monografia apresentada ao curso de Sistemas de Informação pertencente ao Departamento de Ciências Exatas e da Terra da Universidade do Estado da Bahia - UNEB como requisito parcial para a obtenção do grau em bacharel em Sistemas de Informação

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Dra. Maria Inês Valderrama Restovic (Orientadora)

Universidade do Estado da Bahia – UNEB

Dra. Lynn Rosalina Gama Alves (Co-Orientador)

Universidade Federal da Bahia - UFBA

Leandro Coelho Correia

Universidade do Estado da Bahia – UNEB

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por abençoar o meu caminho durante toda esta jornada. A fé que tenho em ti alimentou meu foco, minha força e resiliência ao longo desses anos não me permitiram desistir. Agradeço aos meus pais Gilvan e Graça, meus maiores exemplos. Sou grato(a) pelo incentivo, por todas as orações diárias que vocês me dedicaram e por acreditarem nos meus sonhos. Amo muito vocês! Agradeço a todos os meus familiares e amigos pela compreensão, nas circunstâncias em que precisei abdicar de momentos de lazer e comunhão com vocês para me dedicar aos estudos. Também agradeço a Carolaine, por acreditar no meu potencial e por todos os conselhos, e palavras de ânimo nos momentos mais difíceis.

Sou grato (a) aos meus queridos mestres que acompanharam meus estudos durante toda a minha vida acadêmica, em especial aos professores Leandro Coelho, Debora Rego e Ernesto Massa por todo apoio, atenção e contribuições para o aperfeiçoamento e qualidade desta monografia. Também ao professor Murilo Borato, responsável por proporcionar a minha participação, nesta nobre missão. Às professoras Inês Restovic e Lynn Alves pelo voto de confiança, em serem minhas orientadoras, por todo apoio, atenção e dedicação e por acreditarem na minha capacidade. Lynn Alves, acrescento o meu muito obrigado por me proporcionar este privilégio que foi trabalhar com o Comunidades Virtuais (CV) neste projeto tão bonito chamado Guardiões da Floresta. Me tornei um grande admirador de sua trajetória. Gostaria de agradecer a toda a equipe muito competente do CV que carinhosamente chamamos "meninas super-poderosas". Vocês foram essenciais para o sucesso deste trabalho. Obrigado por todo apoio e contribuições que me enriqueceram muito. A Nacles, Michel Felipe, Laiza e tantos outros que em algum momento dispuseram um pouco do seu tempo em me dar uma mãozinha para tentar entender o código, ferramentas e tecnologias envolvidas no GB. Vocês são demais!

Por fim, sou grato por todos os amigos que fiz nesta trajetória. Obrigado por temperar e alegrar esta importante e especial etapa de minha vida com suas presenças.

RESUMO

Esta monografia relata a aplicação de mineração de dados através de um algoritmo de agrupamento a fim identificar a existência de perfis de usuário no Gamebook Guardiões da Floresta relacionados com funções executivas. Para tanto foi desenvolvido um sistema para coleta de informações das interações no Gamebook, utilizando medidas inspiradas em testes que verificam o controle inibitório, passando pela modelagem de um banco de dados e aplicação do processo de *Knowledge Discovery in Databases* para mineração.

palavras chave: perfis de jogador, jogos, mineração de dados, funções executivas

ABSTRACT

This monograph reports the application of data mining through a clustering algorithm in order to identify the existence of user profiles in the Guardiões da Floresta Gamebook related to executive functions. This was done through the development of a system for collecting information from the interactions in the Gamebook, using measures inspired by tests that verify the inhibitory control, through the modeling of a database and application of the Knowledge Discovery in Databases process for mining.

keywords: player profiles, games, data mining, executive functions

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CV	Comunidades Virtuais
GGF	<i>Gamebook</i> Guardiões da Floresta
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
KDD	<i>Knowledge Discovery in Databases</i>
NPC	<i>Non-player character</i>
RPG	<i>Role-playing game</i>
SNCT	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
SQL	Structured Query Language
SSE	Sum of squared errors
TDAH	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade
UML	Unified Modeling Language
UNEB	Universidade do Estado da Bahia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	FUNÇÕES EXECUTIVAS	12
2.1	Análise das funções executivas	12
2.2	Disfunções executivas	14
3	JOGOS DIGITAIS	16
3.1	Classificação dos jogos	16
3.2	Elementos de um jogo	17
3.3	Gamebook Guardiões da Floresta	19
4	MINERAÇÃO DE DADOS	22
4.1	Definição de KDD e mineração de dados	22
4.2	Clustering e K-Means	23
5	DESENVOLVIMENTO	26
5.1	Metodologia	26
5.2	Implementação	26
5.2.1	Arquitetura de jogo na Unity	26
5.2.2	Modelagem	30
5.2.3	Armazenamento	34
5.3	Aplicação das intervenções	36
5.4	Mineração	37
5.4.1	K-Means	40
5.5	Análise e resultados	41
	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

O jogo digital tem um papel importante na cultura e na sociedade, sendo utilizado por pessoas de todas as idades, em diversos lugares (TOSSAVAINEN et al., 2015). “O jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implicam em um resultado quantificável” (SALEN e ZIMMERMAN 2012, p. 95). O mesmo conceito pode ser ampliado para jogos digitais ou jogos eletrônicos, definidos por Schuytema (2008, p.447), como uma “atividade lúdica formada por ações e decisões, limitadas por um conjunto de regras e por um universo, que são regidos por um programa de computador”.

Para Caillois (1999), os jogos são capazes de promover nos indivíduos intensas transformações em todo o desenvolvimento social, cultural, motor e psicológico. Sendo assim, os jogos podem ser usados para além do entretenimento, permitindo aplicações em diversos segmentos, como na área educacional e na saúde (ANDRADE et al, 2007; COSTA, 2000; PIRES, 2014). Esta categoria de jogos compreende os chamados Jogos Sérios (*Serious Games*), que são jogos com um propósito específico e que tem como finalidade oferecer outros tipos de experiências, como às voltadas ao aprendizado e treinamento ou mesmo exercitar as habilidades ligadas ao comportamento e capacidades operacionais, combinando aspectos como diversão, modelos de avaliação e de planejamento. Estes jogos estão sendo aplicados em diversas áreas do conhecimento, tais como militar, empresarial, governamental e educacional, contudo, a saúde é um dos setores que também tem se beneficiado do uso dos jogos sérios (MACHADO et al., 2011).

Já na área da saúde, as intervenções através de *games* podem trazer vantagens como facilitar a adesão de pacientes, principalmente crianças ao tratamento, pois tornam a atividade mais envolvente, permitindo que se mantenham motivados por mais tempo e possibilitando a prática de diferentes habilidades em ambiente seguro e controlado, além de fornecerem *feedback* individualizado (PARISOD et al., 2014). Para Alves (2008), a interação com os jogos eletrônicos permite que as funções executivas sejam intensificadas gradativamente, tanto em crianças quanto em adultos. Além disso, a interação com ambientes virtuais como os jogos computadorizados, contribuem com a melhoria de habilidades cognitivas como a atenção (GREEN e BAVELER, 2003), que é prejudicada em indivíduos com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e Autismo. Além do que, a interação com

ambientes virtuais pode potencialmente contribuir com a melhoria de sintomas relacionados a problemas cognitivos especialmente para estimulação das Funções Executivas (COSTA, 2000)

As Funções Executivas são habilidades cognitivas que permitem ao indivíduo controlar seus pensamentos e comportamentos, tornando-o capazes de lidar com novas situações e se adaptar às mudanças de forma rápida e flexível (ZELAZO et al, 2003). Transtornos que atingem essas habilidades podem comprometer seriamente a vida escolar, profissional, familiar e afetiva de crianças e adultos, como é o caso do TDAH, que tem como principais características a desatenção, hiperatividade e impulsividade (ROHEDE E MATTOS, 2003). Indivíduos com esse tipo de transtorno apresentam *déficit* nas Funções Executivas.

“O desenvolvimento e a aplicação de jogos computacionais para fins neuropsicológicos começam a ser explorados, principalmente para fins de pesquisa acadêmica” (ANDRADE, 2007 p. 2). Técnicas de Mineração de Dados (*Data Mining*), vem sendo utilizadas em dados coletados nos jogos, visando descobrir correlações entre a performance de funções executivas detectados por testes psicológicos padronizados e o desempenho no jogo. Dentre os exemplos de trabalhos desenvolvidos com essa abordagem destacam-se a pesquisa de Navarro et al. (2003) com o Jogo *Mente Activa*: um sistema desenvolvido usando terapias baseadas em jogos para idosos com *Alzheimer*; O jogo *CASTLE* (CASANOVI, 2013), criado para subsidiar a pesquisa sobre o pensamento lateral¹ nas escolas, e os jogos do Supermercado (BASTOS et al., 2014), que utiliza o classificador Naïve Bayes e das Cartas Mágicas (PIRES, 2014), estes dois últimos para auxiliar no processo de avaliação cognitiva do TDAH em crianças e adolescentes.

No contexto brasileiro há um crescimento de instrumentos desenvolvidos e adaptados para avaliar as funções executivas, porém, ainda há uma escassez de medidas informatizadas para a primeira e segunda infância (DIAS, TREVISAN & PRADO, 2011). Fenômeno que pode ser explicado em parte pela complexidade de se avaliar funções cognitivas nesse

¹ Segundo Casanovi(2003), o pensamento lateral é a capacidade de resolver problemas através de uma abordagem indireta e criativa. Portanto, distanciando-se da lógica "vertical" (o método clássico para resolução de problemas: elaborar a solução passo a passo) ou imaginação "horizontal" (tendo muitas idéias, mas não preocupado com a implementação detalhada deles). (Tradução nossa)

contexto, sendo “necessária uma equipe multidisciplinar composta por psiquiatras, neuropsicólogos e profissionais da área de computação para desenvolver técnicas e mecanismos inteligentes que possibilitem a realização deste tipo de instrumento” (ANDRADE, 2007, p. 7).

Estas contribuições teóricas e metodológicas subsidiam e embasam o desenvolvimento deste trabalho que se articula com as pesquisas que vêm sendo realizadas no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Comunidades Virtuais – UNEB² (CV) que no período de 2013 a 2015 desenvolveu o jogo sério *Gamebook* Guardiões da Floresta (GGF), o décimo segundo jogo produzido pelo centro, mas que apresenta o diferencial de se constituir em um ambiente híbrido com elementos de *game* e de *appbook* para estimular as funções executivas de crianças na faixa etária de 8 a 12 anos, nos cenários escolares e clínicos.

Este trabalho surge a partir de uma demanda da coordenação e dos psicólogos pesquisadores do CV de criar um ambiente interativo para estimular as Funções Executivas através do *Gamebook*, permitindo coletar e extrair informações complementando as investigações deste grupo sobre como as interações com o jogo influenciam na estimulação de tais funções, sendo necessário para isto obter mais informações sobre como os jogadores interagem e quais características destas interações são comuns a vários indivíduos, podendo assim identificar os possíveis modelos de jogador existentes no grupo avaliado.

Diante disto, este trabalho busca identificar a existência de padrões de jogo associados com a estimulação das funções executivas em interação com o GGF através de mineração de dados, a fim de sinalizar possíveis perfis de novos usuários. O que foi realizado através da modificação dos *minigames* presentes no GGF para incluir a coleta de novas informações de jogo, modelagem de um banco relacional para armazenar os dados, e da mineração dos dados coletados para identificar os padrões de jogo.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2 são abordados alguns conceitos necessários à compreensão das funções executivas e de algumas características de disfunções. No Capítulo 3 são apresentados alguns conceitos básicos relacionados aos jogos,

² <http://comunidadesvirtuais.pro.br/cv/>

seus principais tipos e também é apresentado o *Gamebook* Guardiões da Floresta que foi utilizado como objeto deste trabalho. No Capítulo 4 são discutidas alguns aspectos do *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) e da Mineração de Dados. No Capítulo 5 é descrita a metodologia adotada, sendo detalhado o processo de modelagem e desenvolvimento para subsidiar a coleta de dados no GGF, os detalhes da aplicação do experimento e os instrumentos de pesquisa utilizados, bem como a aplicação da mineração de dados sobre os dados obtidos, através do processo de KDD e em seguida são relatadas as diferentes análises realizadas e os resultados obtidos. Por fim, temos as conclusões, dificuldades encontradas e propostas para trabalhos futuros.

2 FUNÇÕES EXECUTIVAS

As Funções Executivas consistem num conjunto de processos cognitivos que capacitam o indivíduo a realizar de maneira independente e autônoma atividades dirigidas a metas. São habilidades que permitem que um indivíduo possa perceber estímulos de seu próprio ambiente, responder de forma adaptativa, mudar de direção, antecipar metas futuras, considerando consequências e responder de forma integrada ou de senso comum refletindo assim a capacidade de controlar e regular o comportamento para atingir os objetivos desejados (BARON, 2004). Essas funções são refletidas em comportamentos complexos que dependem da integridade de diversos processos cognitivos, emocionais, motivacionais e volitivos (capacidade de iniciar atividades). Tais processos estão amplamente associados aos lobos frontais e outras estruturas subcorticais que quando deficitários, comprometem diversas habilidades como planejamento, memória evocativa, atividades de abstração, linguagem expressiva e o aprendizado (BARON, 2004).

2.1 Análise das funções executivas

Lezak (1995) classifica as funções executivas em quatro componentes fundamentais: a volição, o planejamento, a ação propositiva e o desempenho efetivo. A volição diz respeito à capacidade de identificar sequências de passos necessários para atingir uma meta ou solucionar um problema, tendo como pré-condições principais a motivação através da iniciativa para a atividade e autoconsciência. O planejamento refere-se a capacidade de identificar sequências de passos necessários para atingir uma meta ou solucionar um problema gerando alternativas, ponderando e fazendo escolhas. Para um bom planejamento também são necessários controle de impulsos e memória intacta. A ação propositiva refere-se a efetivação das ações planejadas, demandando capacidade de iniciar, manter, alterar e interromper sequências de comportamentos complexos de maneira integrada e ordenada. O desempenho efetivo engloba a capacidade de auto-monitorar, auto-dirigir e auto-regular a intensidade, o ritmo dentre outros aspectos do comportamento e da ação.

Malloy-Diniz et al. (2008) divide as habilidades que compõem as funções executivas em: memória de trabalho, controle inibitório, planejamento, solução de problemas, tomada de decisões, flexibilidade cognitiva, categorização e fluência. A memória de trabalho é um

sistema temporário de informações que permite monitorar e manejar esses dados. O planejamento é a capacidade de, tendo em vista um objetivo, definir a melhor maneira de alcançá-lo. A tomada de decisão é a escolha de uma dentre várias alternativas em situações que incluam algum nível de incerteza ou risco. A flexibilidade cognitiva é a capacidade de mudar o curso de ações ou de pensamentos de acordo com a exigência do ambiente. A categorização é um processo de agrupamento de elementos que compartilham determinadas propriedades. A fluência, é a capacidade de emitir comportamentos em sequência, obedecendo a regras pré-estabelecidas, explícitas ou implícitas e por fim, o controle inibitório que consiste na capacidade de inibir respostas para as quais o indivíduo apresenta uma forte tendência ou reações a estímulos distratores que interrompam o curso eficaz de uma ação, bem como interromper respostas que estejam em curso.

Existem diversas abordagens possíveis para análise de Funções Executivas, sendo considerada neste trabalho a perspectiva da Neuropsicologia cognitiva que estuda fundamentalmente o processamento da informação, isto é, relacionados às operações mentais necessárias para a execução de determinadas tarefas (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002). O paradigma do efeito *Stroop*, está presente em diversos testes neuropsicológicos que avaliam o controle inibitório. No efeito *Stroop* se observa a dificuldade de se processar informações simultâneas com significado conflitante, mesmo quando uma dessas informações não é relevante para a tarefa (MALLOY-DINIZ et al., 2008). Este fenômeno pode ser observado quando o indivíduo deve dizer a cor de uma palavra, mas não o nome da palavra, por exemplo, a palavra azul pode ser impresso em vermelho e você deve dizer a cor em vez da palavra. O teste de *Stroop* além de ser uma importante medida de controle inibitório, também é uma medida de atenção seletiva que de acordo com Diamond (2013) compõe parte do mecanismo do controle inibitório, que envolve também outros aspectos do funcionamento executivo.

Outras características presentes neste paradigma dizem respeito a emissão e supressão de respostas, como na tarefa “*Go/No go*” baseada no efeito *Stroop* nos quais diante de um grupo de estímulos, o sujeito deve emitir a resposta (por exemplo, pressione um botão - *Go*) e, diante de outros suprimi-la (não pressione o mesmo botão - *No-go*). Este tipo de tarefa pode fornecer medidas sobre erros de comissão quando o indivíduo interage com um estímulo não-alvo, omissão quando o sujeito não interage com um estímulo alvo e tempo de reação, sendo

que a medida de erro de comissão está relacionada ao controle inibitório e a medida de omissão está relacionada à atenção (MALLOY-DINIZ et al., 2008).

Estas características também foram consideradas neste trabalho para escolha de aspectos da interação que deveriam ser contemplados na modelagem e implementação da coleta de dados no GGF.

2.2 Disfunções executivas

As disfunções executivas, também denominadas síndromes disexecutivas, constituem-se em quadros de alteração significativa de comportamento e desorganização de vários processos cognitivos (ANDRADE, 2007). Estas dificuldades estariam relacionadas a prejuízos na capacidade de inibição de respostas inadequadas, acarretando comportamentos impulsivos, representados por respostas imprecisas, rápidas, incongruentes com os objetivos que os pacientes desejam atingir (MALLOY-DINIZ et al., 2008). Estas disfunções envolvem, geralmente, problemas funcionais ou estruturais no lobo frontal ou na interconexão dessas áreas com outras áreas corticais. Mesmo lesões brandas, oriundas de traumatismos crânio-encefálicos, são causas frequentes de disfunção executiva. Alguns transtornos como a esquizofrenia e o TDAH também se associam às disfunções executivas (ANDRADE, 2007).

De acordo com a Associação Brasileira do Déficit de Atenção³, o TDAH é um transtorno neurobiológico, de causas genéticas, que aparece na infância e frequentemente acompanha o indivíduo por toda a sua vida, sendo considerado o transtorno mais comum em crianças e adolescentes encaminhados para serviços de saúde, com índices de prevalência de 3 a 5% em diferentes partes do mundo, tendo como características, sintomas de desatenção, inquietude e impulsividade (ROHEDE E MATTOS, 2003). Segundo os critérios do Manual de Diagnóstico e Estatística dos Transtornos Mentais (DSM - IV, 1995) o TDAH pode se apresentar de três formas, dependendo do predomínio ou da combinação de seus sintomas nucleares que são a hiperatividade, impulsividade e a desatenção:

- Desatento: predomínio de sintomas de desatenção. Esse subtipo possui elevada taxa de comprometimento acadêmico, nível mais alto de isolamento social e retração;

³ <https://tdah.org.br>

- Hiperativo: predomínio de sintomas de hiperatividade e impulsividade: o tipo maior agressividade do que os outros subtipos, tendendo a apresentar alto índice de rejeição e baixa popularidade;
- Combinado: estão presentes a hiperatividade, impulsividade e a desatenção. O subtipo combinado acarreta o maior comprometimento do funcionamento global em relação aos outros tipos. Também pode ser classificado em Leve, Moderado e Grave, de acordo com o grau de comprometimento que os sintomas causam na vida do sujeito (MALLOY-DINIZ et al., 2008).

Neste capítulo abordamos as características gerais das funções executiva. No Capítulo 3 são tratados conceitos relacionados a jogos digitais, seus principais elementos e classificações, bem como uma contextualização com o Gamebook Guardiões da Floresta.

3 JOGOS DIGITAIS

A conceituação de jogos é muito ampla e complexa, possuindo diversas definições a partir de diferentes perspectivas. Caillois (1999) define os jogos como atividades livres, incertas, fictícias, não produtivas e governadas por regras. Por sua vez, Salen e Zimmerman (2012, p. 95) descrevem o jogo como “um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implicam em um resultado quantificável”. As definições dos dois autores são complementares, porém a definição de Salen e Zimmerman se mostra mais adequada ao contexto deste trabalho, em especial por evidenciar o caráter quantificável resultante desta atividade.

3.1 Classificação dos jogos

Os jogos podem ser classificados por diversos aspectos, de acordo com as suas possibilidades de atuação, considerando os seguintes elementos: roteiro, faixa etária do público-alvo, proposta, gênero, interatividade ou objetivo (ELVERDAM, 2007). A principal diferença entre um jogo digital e seus precursores não digitais é que os jogos digitais adicionam automação e complexidade – eles podem manter e calcular as regras do jogo por si mesmos, possibilitando, mundos de jogo mais ricos (SANTOS apud JUUL, 2004). Neste trabalho, nos atemos aos jogos digitais, jogos que se desenvolvem via computador ou outros dispositivos eletrônicos e utilizam uma tela para sua visualização, uma vez que o GGF, objeto desta pesquisa, se enquadra nesta categoria de jogos.

Sato & Cardoso (2005) propõem uma classificação simplificada baseada nos mecanismos dos jogos, levando em consideração as características dos desafios (para o jogador realizar a ação), a liberdade/variedade de escolhas ao longo do jogo para se realizar os objetivos, a jogabilidade e a relação ação-reação, generalizando essa miscelânea de tipos que existem no mercado nas seguintes classes de jogos:

- Ação - habilidade e destreza do jogador em controlar os comandos (movimentação, ataque, esquiva e defesa) com sequências ou combos;
- Aventura - estrutura narrativa pouco flexível, porém com mais interferência e participação do jogador comparado a jogos de ação. Histórias não lineares, mas com finais pré-determinados. Exploração do mundo e seus elementos, mas não

obrigatoriedade de completar todos. Pouco foco na movimentação, coordenação motora comparado aos de ação;

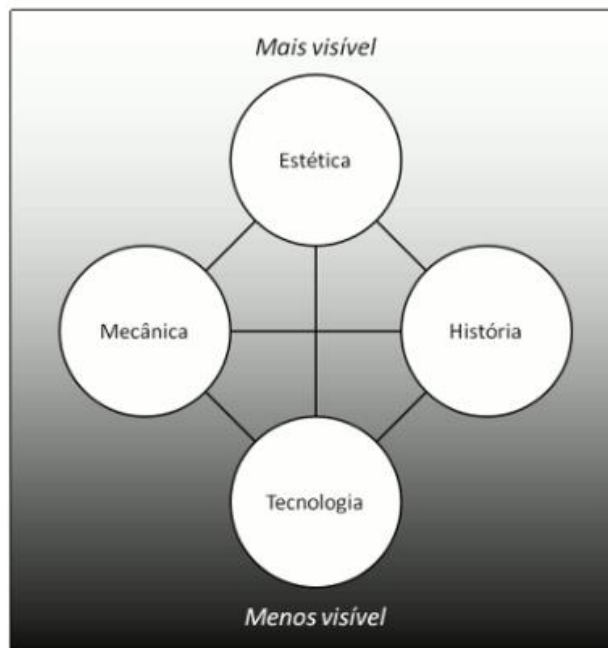
- Estratégia - análise e reflexão para buscar uma tática mais adequada. Liderar tropas, gerenciar recursos, conquista territorial evidente (ex. Xadrez);
- *Role-playing game* (RPG) - evolução do personagem, seja ele adotado ou montado pelo jogador;
- Emulação - adota aspectos próximos da vida real ou encontrados na realidade. Falta de final e objetivos claros. Narrativa flexível;
- Simulação - adota aspectos idênticos ou muito precisos da vida real;
- Quebra-cabeças (*Puzzles*) - jogos que envolvem intensamente raciocínio lógico, solução de problemas ou enigmas. Exige mais tempo para agir, reflexão. Jogabilidade simples.

De acordo com essa classificação, o GGF se enquadra no gênero dos jogos de aventura, caracterizado principalmente pelo aspecto da exploração do mundo pela personagem Lyu, mas existem outros aspectos como os desafios de curta duração ou *minigames* que são apresentados durante o jogo, cujas características se enquadram na classificação de Quebra-cabeças.

3.2 Elementos de um jogo

Do ponto de vista do *Game Design*, área de conhecimento relacionada ao desenvolvimento de jogos, Schell (2014) descreve os elementos fundamentais de um jogo como sendo: Mecânica, História, Estética, e Tecnologia (Figura 1).

Figura 1- Elementos fundamentais de um jogo



Fonte: Adaptado de Schell (2014)

A Mecânica descreve o objetivo do jogo, como os jogadores podem ou não podem tentar alcançá-lo, e o que acontece quando eles tentam; a história é a sequência de eventos que se desdobram no jogo; a estética refere-se não só a aparência do jogo, mas também quais os seus sons ou como cheira, ou seja, as características que apelam aos sentidos, sendo um aspecto muito importante do design do jogo pois tem uma relação mais direta com a experiência de um jogador; e a tecnologia, sendo quaisquer materiais e interações que tornem o jogo possível, como papel e lápis, objetos de plástico ou lasers com alta potência. A tecnologia escolhida para o jogo permite que ele faça certas coisas e proíba-a de fazer outras coisas. Schell (2014) destaca ainda que nenhum destes elementos é mais importante do que os outros, mas que são todos essenciais, e que cada um influencia poderosamente o outro. Estes elementos podem ser divididos ainda entre aqueles que são inerentes ao jogo e aqueles que são decorrentes do ato de jogar. Como inerentes ao jogo consideramos: as regras e as mecânicas do jogo, os objetivos que orientam o jogador para a interação com as regras e com o espaço artificial, separado da vida cotidiana em que ele se desenrola (arena) e o fato de ser voluntário e incerto. São decorrentes do ato de jogar: o *gameplay*⁴, os resultados alcançados

⁴ Entende-se por *Gameplay* de um jogo, o grau e a natureza da interatividade que o jogo inclui, como o jogador é capaz de interagir com o mundo do jogo e como este mundo do jogo reage às escolhas que o jogador realiza (ROUSE, 2001)

(em função dos objetivos propostos), a competição que se estabelece e o faz de conta que perpassa a interação do jogador com o ambiente do jogo.

No contexto deste trabalho, a mecânica foi o aspecto mais relevante a ser observado, uma vez que as interações que correspondem a emissão e supressão de respostas, dentre outras descritas no tópico 2.1 do capítulo anterior, estão diretamente relacionadas a este item, permitindo identificar os locais em que deveriam ser feitas as modificações no código do jogo.

3.3 Gamebook Guardiões da Floresta

O Gamebook Guardiões da Floresta é um jogo sério desenvolvido pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Comunidades Virtuais com o intuito criar um ambiente interativo para estimular e potencializar as funções executivas em crianças com e sem TDAH, se constituindo como uma mídia híbrida que une aspectos de *game* e *appbook* (livro com narrativa interativa), que origina o termo *gamebook* (NERY, 2015; ALVES et al., 2016).

O GGF trata do desmatamento da floresta Amazônica, em que os personagens folclóricos do Brasil, como a Iara, o Lobisomem, o Curupira e o Saci, encontram a garotinha Lyu que está perdida de seus pais, que foram sequestrados por membros de uma fábrica (NERY, 2015). Para cumprir sua missão de resgatar seus pais, Lyu precisa treinar suas habilidades enfrentando os diversos desafios apresentados pelos Guardiões da Floresta. No decorrer da história, o jogador precisa utilizar diversas habilidades cognitivas, tais como a memória para lembrar das dicas dos Personagens Não Jogáveis (*NPC - non-player character*), ser ágil em tarefas de raciocínio lógico além de ter uma visão espacial para encontrar e manipular itens e controlar recursos para continuar jogando (NERY, 2015).

O GGF possui 8 minigames com diferentes mecânicas, que são apresentados em forma de desafios pelos NPC no decorrer da narrativa, cada um com 10 níveis de dificuldade, sendo modelados para estimular funções executivas como atenção seletiva, memória operacional, planejamento, flexibilidade cognitiva, monitoramento e controle inibitório, que são comprometidas em sujeitos com indicação ou diagnóstico de TDAH (ALVES et al., 2016).

Cada *minigame* pode estimular um conjunto diferente de funções executivas dependendo de sua mecânica e objetivos.

A construção da modelagem computacional do GGF e o seu desenvolvimento consistiu-se em um projeto colaborativo, que envolveu uma equipe multireferencial composta por especialistas de diversas áreas de tecnologias e pesquisadores. A partir de uma análise de aplicações similares, houve um estudo conduzido pelo CV, sobre quais mecânicas de *games* evidenciam as funções executivas, o que subsidiou a definição de quais funções se encontram nos *minigames*, para que fossem transformadas em indicadores, e em seguida mecânicas de jogo (NERY, 2015).

Após a criação desse instrumento houve uma avaliação com pesquisadores de outros grupos (NERY, 2015) , para avaliar as métricas psicológicas do GGF, no que se refere às funções executivas, desta forma, foram apontadas as funções executivas que podem ser avaliadas nos *minigames*, indicando, para cada uma delas, uma função executiva primária e uma secundária, ou seja, as funções executivas mais evidenciadas e as menos evidenciadas em cada *minigame*.

Este trabalho surge como proposta para permitir a coleta e extração de informações úteis relacionadas a funções executivas diretamente do Gamebook, de forma a permitir uma análise mais efetiva das interações realizadas. Esta demanda possibilitou a realização deste trabalho, que visa verificar a existência de grupos ou perfis de jogador com características comuns de interação relacionadas a funções executivas. Desta forma, caso sejam identificados, esses padrões podem servir de modelo para auxiliar as análises de novas interações com o Gamebook pelos psicólogos pesquisadores do CV.

O minigame selecionado para este trabalho foi o dos Escondidos (Figura 2), no qual o jogador precisa focar em tipos específicos de personagens (a exemplo, da coruja, urubu rei, entre outros), enquanto vários outros personagens aparecem na tela. Dentro de um tempo estipulado em contagem regressiva, são apresentados vários estímulos e o jogador é desafiado a tocar somente nos estímulos alvo, representado na figura 2 pela coruja Corujonas, utilizando o controle inibitório para não tocar nos estímulos não-alvos como os caçadores. Este *minigame* foi criado visando a estimulação do controle inibitório e da atenção seletiva,

embora a flexibilidade cognitiva também tenha sido identificada como função requerida nesta tarefa (NERY, 2015).

Figura 2 - Minigame dos Escondidos



Fonte: *Printscreen* da versão de teste instalado no *tablet* do CV

Esta pesquisa foi realizada juntamente com o CV contando com uma equipe de psicólogos, estudantes de psicologia e coordenação, constituindo-se portanto uma investigação colaborativa que se retroalimenta das discussões e contribuições deste grupo, bem como de alunos, professores, especialistas que atuam junto às crianças envolvidas na pesquisa. No próximo capítulo abordamos sobre a mineração de dados com algoritmos de *clustering*

4 MINERAÇÃO DE DADOS

A mineração de dados tem se revelado uma ferramenta bastante importante para o processo de desenvolvimento de jogos, permitindo o seu rastreamento e produzindo relatórios muito úteis para extração de conhecimento sobre o comportamento dos elementos durante a execução do jogo (EL-NASR, 2013). Desta forma, torna-se possível identificar, a partir dos dados coletados, como diferentes jogadores se comportam e se existem grupos ou padrões comportamentais mais comuns em determinadas situações (DRACHEN; CANOSSA; YANNAKAKIS, 2009). Essa linha de pesquisa também é referenciada na literatura como Modelagem de Jogador (*Player Modeling*), que aplica algoritmos de Aprendizado de Máquina aos dados e estatísticas coletados a partir da interação jogador/jogo, com o objetivo de capturar as características ou comportamento, de um determinado jogador (VALLIM, 2013).

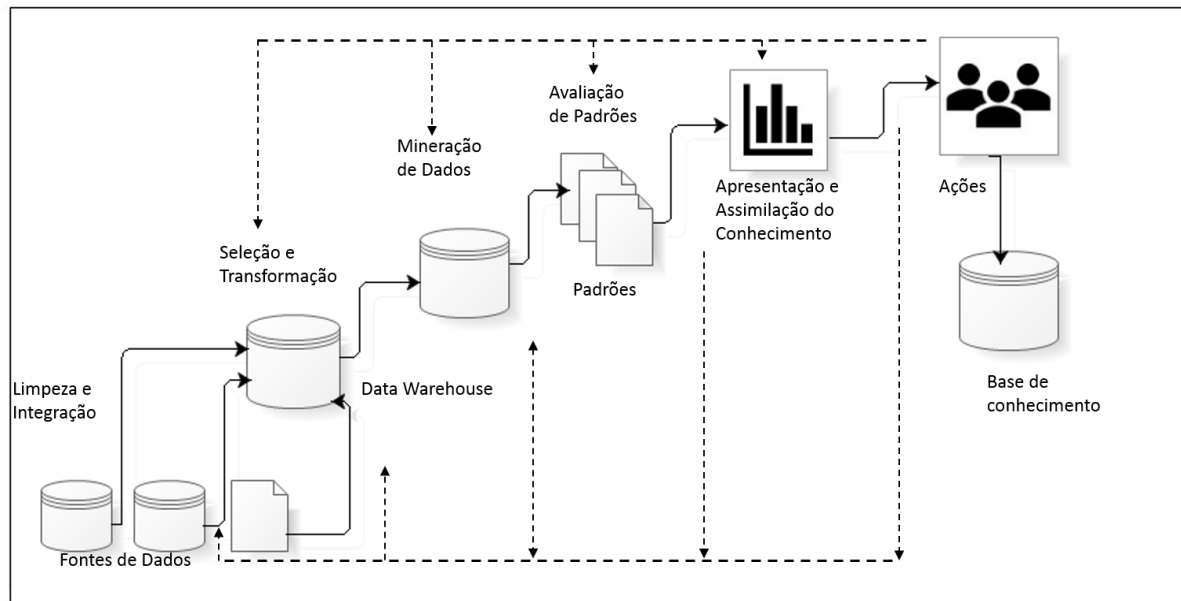
4.1 Definição de KDD e Mineração de dados

A Mineração de Dados corresponde a um conjunto de técnicas e algoritmos que permitem analisar dados brutos, através de agrupamentos ou classificações, a fim de investigar o conhecimento internalizados nestes dados (HAN et al., 2011), sendo considerada uma área interdisciplinar por envolver conceitos de Estatística, Banco de Dados e Inteligência Artificial (CABENA et al., 1998). A mineração de dados é uma das etapas do KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), um processo não trivial, de extração de informações implícitas, previamente desconhecidas e potencialmente úteis, a partir dos dados armazenados em um banco de dados (FAYYAD et al., 1996). O processo de KDD baseia-se na exploração de dados em bases que os armazenam para oportunizar a obtenção de informações, ora implícitas e desconhecidas, em conhecimento utilizável e compreensível que permita assistir a tomadas de decisões relevantes (GALVÃO & MARIN, 2009).

O Processo de KDD (Figura 3) consiste basicamente de uma sequência iterativa das seguintes etapas: Limpeza de dados - elimina ruídos e dados inconsistentes. Integração dos dados - onde fontes de dados podem ser combinadas. Seleção de dados - etapa onde os dados relevantes para a análise são recuperados para a base de dados. Transformação dos dados - passo onde os dados são transformados de forma que possam ser minerados; Mineração dos dados, passo essencial no processo, onde são utilizados métodos e técnicas para a extração de padrões dos dados; Avaliações de Padrões, identifica o padrão que representa o conhecimento

baseado nos critérios definidos; Apresentação do conhecimento, etapa final onde é apresentado o resultado da análise ao usuário. Sendo que as quatro primeiras etapas correspondem a diferentes formas de pré-processamento de dados, preparando-os para a etapa de mineração (HAN, J. et. al, 2011).

Figura 3 - processo de descoberta de conhecimento



Fonte: Adaptada de (HAN, 2011)

A mineração de Dados é comumente classificada pela sua capacidade em realizar determinadas tarefas, sendo as mais comuns: Descrição, Estimação, Predição, Classificação, Agrupamento (*Clustering*) e Associação. Essas tarefas podem ser classificadas em duas categorias: descritivas e preditivas, sendo que na descritiva as tarefas caracterizam as propriedades dos dados em um conjunto de dados alvo, já as tarefas de mineração preditiva se utilizam da indução sobre os dados atuais para fazer previsões (LAROSE, 2005).

4.2 Clustering e K-Means

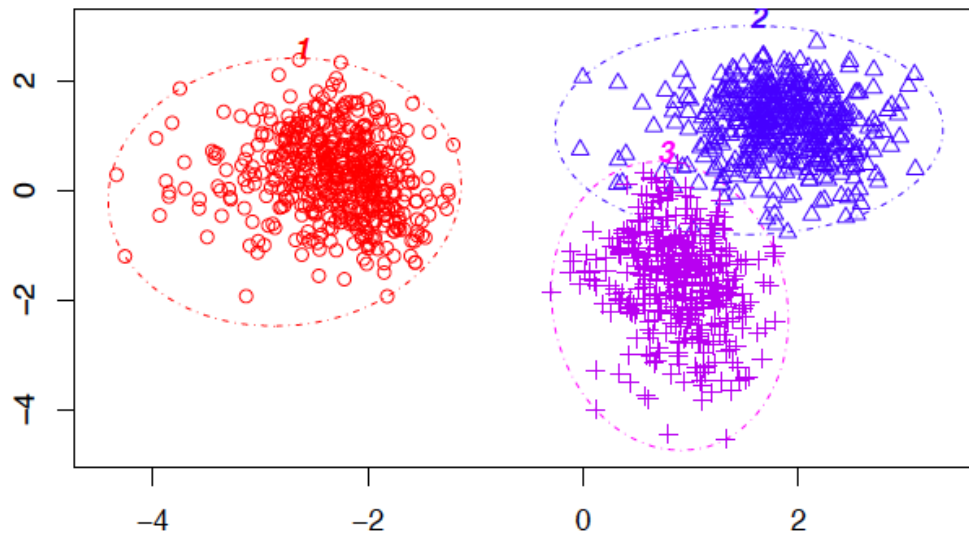
Neste trabalho foi utilizada a técnica de *Clustering*, que refere-se ao agrupamento de registros, observações ou casos em classes de objetos semelhantes e foi selecionada por ser indicada quando não se possui conhecimento prévio sobre os dados (HAN; KAMBER, 2011) sendo esta uma das principais características dos dados que foram coletados através do GGF. Um *cluster* é uma coleção de registros que são semelhantes entre si, e diferente dos registros

em outros *clusters*, diferindo da classificação no sentido que não existe uma variável de destino para *clustering*. A tarefa de *cluster* não tenta classificar, estimar ou prever o valor de uma variável alvo. Em vez disso, os algoritmos de cluster buscam segmentar todo o conjunto de dados em subgrupos ou *clusters* relativamente homogêneos, onde a similaridade dos registros dentro do *cluster* é maximizada e a similaridade para registros fora do cluster é minimizada (LAROSE, 2005). Essa técnica também pode ser utilizada para análise de dados fora do padrão (*outliers*) uma vez que em alguns casos esse tipo de dados demonstram mais relevância para os objetivos esperados do que os dados similares.

K-means é um algoritmo de *clustering* que tenta classificar as suas informações baseadas na quantidade K de grupos desejados. Essa quantidade de K grupos é determinado antes da execução do algoritmo, por esse fato é necessário ter uma noção prévia de quantos grupos de informações deseja-se obter antes de usar o algoritmo.

O K-Means consiste dos seguintes passos: O algoritmo separa todos os dados por coordenadas horizontal e vertical em um plano cartesiano (Figura 4), aplicando aleatoriamente a quantidade de centróides (parâmetro K) que corresponde à quantidade de grupos que se deseja encontrar e deve ser definido previamente; Calcula a distância entre cada centróide e tenta buscar quais grupos de informações estão mais próximas; em seguida desloca cada centróide para uma outra posição randomicamente e novamente calcula a distância dos grupos de informação. Todo o processo é repetido até que se tenham sido realizadas todas as combinações entre dados e grupos (N x K) obtendo-se ao final os grupos de dados a serem analisados.

Figura 4 - Algoritmo k-Means



Fonte: (ANÁLISE ESTATÍSTICA .PT, 2012)

Os métodos de agrupamento das variáveis podem ser hierárquicos ou não hierárquicos. A formação de *clusters* com base nos métodos hierárquicos é feita com base no agrupamento nos pares de casos mais próximos de acordo com a medida de distância escolhida. O algoritmo continua passo a passo, juntando pares de casos, pares de *clusters*, ou um objecto com um *cluster*, até que todos os dados estejam num só *cluster* (ANÁLISE ESTATÍSTICA .PT, 2012).

O *clustering* é uma técnica de aprendizado não supervisionado (quando o aprendizado é supervisionado, o processo denomina-se classificação), servindo também para extrair características escondidas dos dados e desenvolver as hipóteses a respeito de sua natureza.

No próximo capítulo, é apresentada a metodologia adotada neste trabalho, bem como o processo de implementação da solução proposta, realização das intervenções em campo, utilização dos algoritmos de mineração e análise de resultados.

5 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, descrevemos a natureza da pesquisa; o contexto em que a pesquisa ocorreu; a implementação; a caracterização dos participantes; os instrumentos utilizados na coleta de dados e os procedimentos para a análise dos dados.

5.1 Metodologia

Este trabalho tem como delineamento metodológico o estudo de caso quantitativo de dados extraídos do GGF, onde foram aplicadas técnicas de mineração de dados através do método *KDD* para auxiliar na descoberta de possíveis perfis de usuário, o que foi feito a partir da modificação do código fonte do GGF, a fim de coletar os dados de interação dos jogadores, envio dos dados para uma aplicação externa desenvolvida para receber e armazenar as informações em um banco de dados relacional, e por fim realizar seleção e limpeza dos dados para utilizá-los em um algoritmo de *Clustering*. Para a obtenção dos dados foram feitas intervenções com o GGF pelos pesquisadores do CV, o que é detalhado no tópico 5.2. O estudo foi conduzido através de um processo observacional descritivo onde são apresentados cada um dos métodos, ferramentas e algoritmos utilizados, sendo dividido em quatro etapas principais sendo elas: desenvolvimento, aplicação dos testes com GGF, mineração de dados e análise de resultados.

5.2 Implementação

Para identificar onde deveriam ser feitas as intervenções no código do jogo foi necessário entender o funcionamento geral da *engine Unity 3D*, que será descrito no próximo tópico.

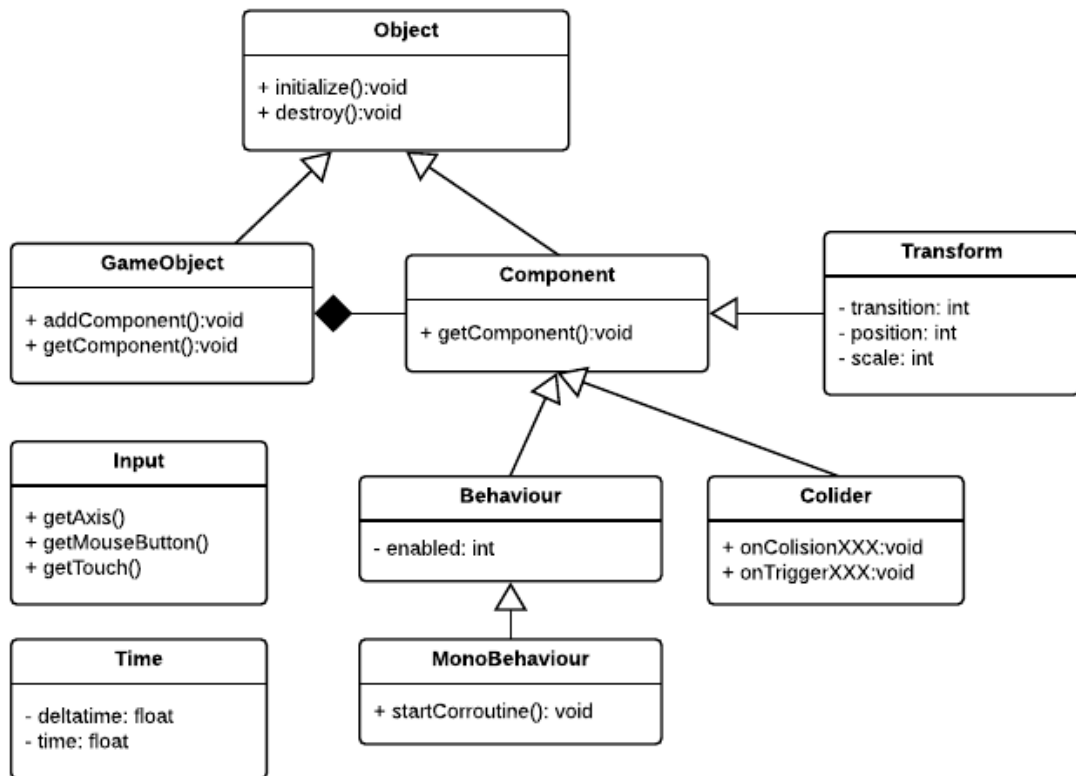
5.2.1 Arquitetura de um jogo na Unity

Na etapa de modelagem e desenvolvimento foram aplicadas técnicas de engenharia reversa a partir do estudo do código fonte para descoberta do funcionamento geral dos *minigames* e identificação dos principais pontos onde deveriam ser feitas as modificações, uma vez que uma das limitações encontradas foi a falta de documentação referente a

arquitetura utilizada no jogo, classes utilizadas e suas relações. No *software*, a engenharia reversa é o processo de análise de um sistema para identificar seus componentes e inter-relacionamentos e criar representações do mesmo em outra forma ou num nível mais alto de abstração (CHIKOFSKY, 1990). Neste trabalho serão apresentados apenas os elementos essenciais ao entendimento da solução proposta, e o modelo de dados desenvolvido através de diagramas UML (*Unified Modeling Language*), uma linguagem amplamente utilizada em arquitetura de *software*.

O GGF foi desenvolvido na linguagem C#, na *engine* de jogos *Unity* 3D e disponibilizado inicialmente para o sistema operacional *Android*. Os *games* da *Unity* são baseados em cenas formadas por *Game Objects* que são praticamente todos os objetos dentro da cena. Estes elementos são posicionados através de um sistema de coordenadas, de duas ou três dimensões. Um *Game Object* funciona como uma espécie de *container* de componentes que são elementos da *engine* que lhe adicionam comportamentos. Dessa forma o que diferencia se um *Game Object* é um personagem, um som, uma câmera, etc. são os componentes que o compõem que trazem implementados os comportamentos e atributos específicos para lhe adicionar funcionalidade. Todos os *Game Objects* possuem obrigatoriamente o componente *Transform*, responsável pelo posicionamento do objeto na tela através de um sistema de coordenadas, de duas ou três dimensões. A figura 5 mostra a estrutura de classes geral da *Unity*:

Figura 5 - Diagrama de classes de elementos da *Unity*



Fonte: Elaborado pelo autor

Além dos componentes padrão da *engine*, um dos elementos mais importantes são os *scripts*, que podem ser criados utilizando a linguagem *C#* e quando anexados ao *Game Object* se tornam componentes, podendo ser usados para criar efeitos gráficos, modificar as propriedades do componente, controlar o comportamento físico de objetos e as interações do usuário. Os *scripts* deve estender a classe *MonoBehavior* fornecida pela *Unity* e devem seguir uma estrutura básica (Figura 6), contendo o método *Start()* que é executado apenas uma vez, antes do começo do *game*, sendo utilizado geralmente para inicialização de variáveis e o método *Update()* que é executado a cada frame, onde deve ser implementado o código que irá lidar com a atualização de frames para o *Game Object*. Dentro do método *Update()*, um *script* pode variar o valor de uma propriedade gradualmente ao longo do tempo ou em resposta à entrada do usuário e também alterar, criar e destruir objetos no momento certo, permitindo que seja implementada qualquer tipo de jogabilidade.

Figura 6 - Estrutura básica de um script da *Unity*

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class MainPlayer : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    void Start () {

    }

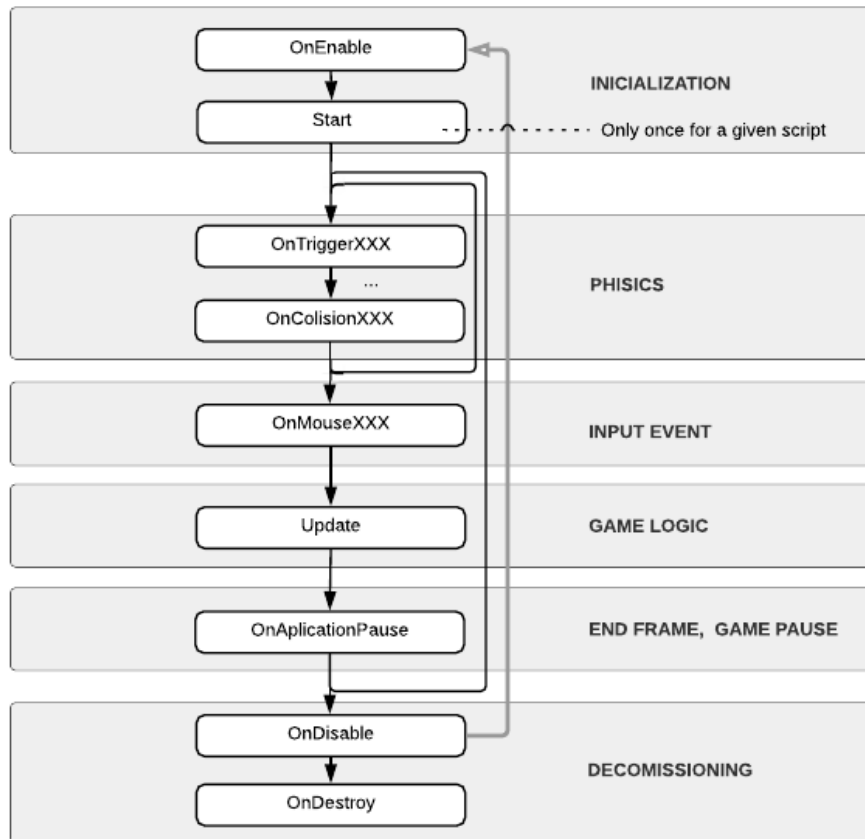
    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }
}
```

Fonte: (UNITY 3D, 2018)

Dentro do fluxo de execução do jogo a *Unity* passa o controle para o *script* intermitentemente chamando certas funções que são declaradas dentro dele. Quando uma função termina a execução, o controle é passado de volta para a *Unity*. Essas funções são conhecidas como funções de eventos, pois são ativadas pelo *Unity* em resposta a eventos que ocorrem durante o jogo como uma colisão de objetos ou um *input* do usuário (UNITY 3D, 2018). A Figura 7 mostra de forma resumida o ciclo de vida de um *script* na *Unity*, onde são apresentados apenas os eventos mais importantes para o entendimento das modificações realizadas.

Figura 7 - Ciclo de vida de um script



Fonte: Adaptado de (UNITY 3D, 2018).

5.2.2 Modelagem

No *minigame* dos Escondidos a função executiva mais evidente é o controle inibitório, onde o jogador deve clicar em alguns estímulos alvo (ex: Coruja) e ter o controle para inibir o impulso de clicar nos estímulos não-alvo (ex: Caçador). Durante a partida ambos os estímulos vão aparecendo e sumindo na tela e o jogador deve ser capaz de clicar no máximo de estímulos alvo antes que acabe o tempo.

Durante uma partida podem ocorrer diversos eventos que podem ser relevantes para uma análise posterior de uma jogada, permitindo levantar hipóteses sobre determinadas sequências de eventos comuns ou que fujam de um comportamento padrão. A modelagem desenvolvida tem como proposta gerar um *log* de eventos que permita de forma programática a contagem de uma sequência de eventos específica em caso de identificação de algum padrão, por exemplo, identificar o número de vezes que um jogador repetiu o mesmo erro após ser informado que errou, permitindo assim que outras hipóteses ainda não formuladas

possam ser testadas sem a necessidade de nova implementação diretamente no jogo ou reaplicação do experimento com os sujeitos, devendo ser genérica o suficiente para englobar as diferentes mecânicas dos *minigames*. Os eventos identificados foram divididos em duas categorias: os eventos de jogo e os eventos de interação e são distribuídos em três momentos principais sendo eles a fase de inicialização, fase de *play* e a fase de resultado (Quadro 1).

Quadro 1 - Eventos de uma partida nos minigames

	Fase inicialização	Fase <i>play</i>	Fase Resultado
Eventos de jogo	- INICIO PARTIDA	- OBJETO APARECE - OBJETO SOME	- FIM PARTIDA
Eventos de interação		- CLICK EM OBJETO - ARRASTA OBJETO - SOLTA OBJETO - PAUSE - CONTINUE	

Fonte: Elaborado pelo autor

Alguns tipos de evento podem guardar atributos específicos que refletem o estado atual do jogo após o acontecimento que ele representa, em especial os eventos de interação. A exceção é o evento de jogo “Fim partida” que guarda o estado corresponde ao resultado da partida, ou seja, se ganhou ou perdeu. Nos demais eventos os estados variam dependendo da mecânica do *minigame* em questão podendo assumir os valores descritos no quadro 2. O estado “movimento” em especial é usado quando para atingir o estado de acerto ou erro é necessário mais de uma ação do usuário, como num jogo da memória em que a primeira carta clicada representa um “movimento” e a segunda o acerto ou erro. Outra situação seriam os casos de “arrastar e soltar” que podem ser encontrados em outros *minigames* do GGF. Já o estado “INDEFINIDO” foi usado para coletar eventos que não ocorreram em um objeto de interação, por exemplo, arrastar um objeto para lugar da cena que não responde a interações, ou *clicks* fora de uma região esperada. Os estados de “acerto” e “erro” são associados às ações que correspondem a ganhar ou perder pontos respectivamente.

Quadro 2 - Eventos com estados

	Evento	Estados
Eventos de jogo	FIM PARTIDA	- GANHA - PERDE
Eventos de interação	- CLICK OBJETO - ARRASTA OBJETO - SOLTA OBJETO	- ACERTO - ERRO - MOVIMENTO - INDEFINIDO

Fonte: elaborado pelo autor

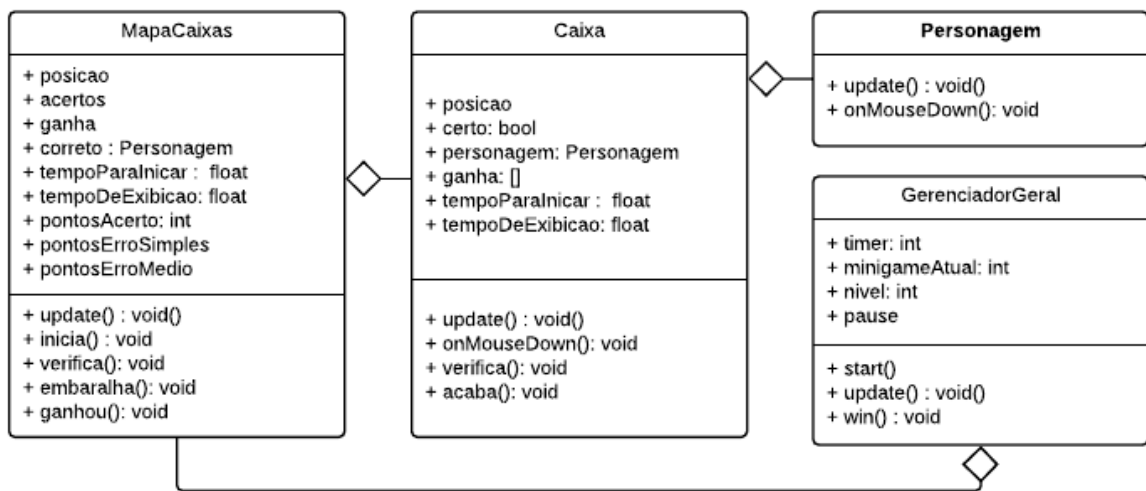
A mecânica do *minigame* Escondidos, embora tendo suas peculiaridades inspira semelhanças com os paradigmas “*Go, no Go*” e *Stroop*, desta forma os elementos escolhidos para investigação consideram também alguns conceitos presentes nesses paradigmas que podem ser relevantes para auxiliar a investigação do controle inibitório no jogo dos Escondidos. Portanto serão considerados para extração de dados a quantidade de acertos, quantidade de erros cometidos (erros de comissão), omissões, o tempos de reação e a duração das partidas. Da implementação original seria possível selecionar como variáveis para análise apenas o número de “estrelas” que representam o desempenho do jogador e a pontuação obtida na partida, porém essas variáveis eram insuficientes para subsidiar a análise do grupo de pesquisa principalmente por não fornecer a gradação de desempenho dos jogadores. A pontuação para a obtenção de estrelas não mostra qual o real desempenho de um jogador, tendo ponto de corte arbitrário. Também serão consideradas na análise as informações referentes ao perfil do jogador como idade e sexo, que podem ser fatores influenciadores.

Com base na estrutura do ciclo de vida apresentado (Figura 7), os principais pontos onde foram feitas modificações correspondem às fases de inicialização, lógica do *game* e finalização de *script* para o controle de eventos internos do jogo e a de eventos de *input* para a captura das interações do usuário.

Cada *minigame* possui seu conjunto de *scripts* para controlar a mecânica e os elementos de interação. O *minigame* selecionado possui quatro *scripts* principais (Figura 8), sendo eles: a classe MapaCaixas, que recebe na sua instância os dados referentes ao nível selecionado, tais como a quantidade de acertos necessária para ganhar a partida, as posições (caixas) da cena onde aparecerão os personagens bem como o tempo que ficarão visíveis e qual personagem deve ser clicado (alvo), sendo responsável por gerenciar a aparição dos

personagens de forma aleatória. A classe Caixa que representa uma posição específica na cena, por sua vez possui controle sobre qual o personagem vai aparecer nesta posição. Nesta classe também é verificado se o personagem clicado é o alvo ou não, pontuando ou retirando pontos conforme o caso. O *script* GerenciadorGeral atua em todos os *minigames* sendo responsável por controlar a passagem do tempo na partida, desde início, interrupções de pausa e fim de jogo por tempo esgotado, contabilizando ao final a pontuação total obtida e informando ao jogador o resultado.

Figura 8 - *Scripts* do *minigame* Escondidos

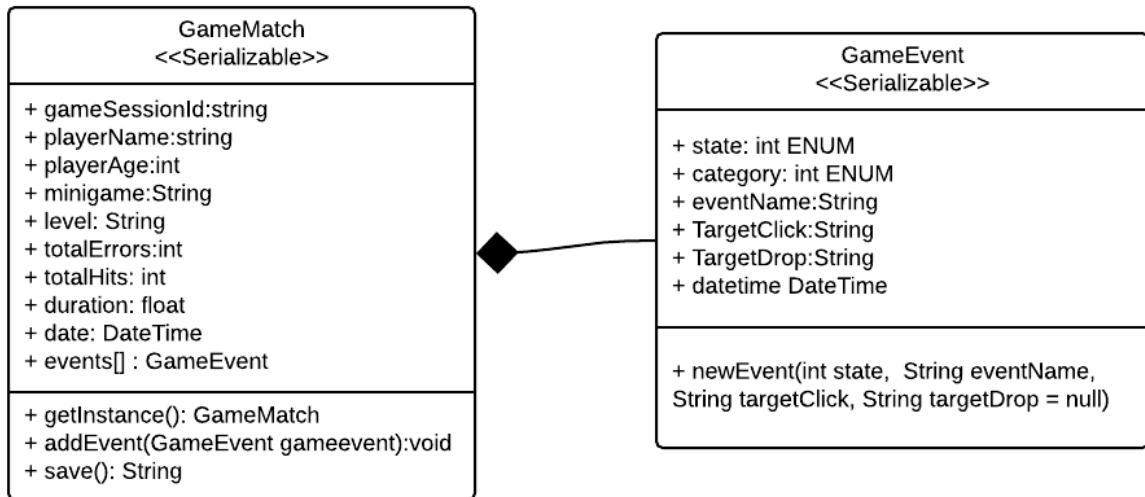


Fonte: Elaborado pelo autor

Para a coleta dos eventos foram criadas duas classes (Figura 9). A classe *GameMatch* representa uma partida completa guardando os dados que a identificam como identificador único da partida *gameSessionId*, *minigame* e nível, dados do jogador, resultados da partida, duração, e totalização de eventos ocorrido, além de uma lista de eventos. A classe *GameEvent*, por sua vez, representa um evento ocorrido e possui como atributos principais a categoria do evento (evento de jogo, ou de interação), a data e hora do evento, e o estado conforme descrito no Quadro 2. Os atributos *eventName* e *targetXxx* guardam uma informação textual para facilitar a identificação sobre a ação realizada e objeto envolvido (ex: “clicou” e “Coruja pequena”). A classe *GameMatch* segue o padrão *singleton*, em que apenas uma instância da classe é criada e nas chamadas subsequentes ao método *getInstance()* o mesmo objeto é retornado. Esta implementação foi escolhida pois alguns eventos podem vir de diferentes *scripts* sendo necessário recuperar a mesma instância em cada *script* para adicionar os eventos na lista da partida. Ambas as classes implementam a *interface*

Serializable que permite que os atributos públicos dos objetos sejam serializados para o formato *JSON (JavaScript Object Notation)*, comumente utilizado para troca de dados na *web*.

Figura 9 - Diagrama de classes Partidas e eventos



Fonte: Elaborado pelo autor

Quando uma nova partida é iniciada os eventos vão sendo criados e adicionados ao *GameMatch*. Ao final é chamado o método *save()* que itera sobre a lista de eventos contabilizando o número de ocorrências de cada evento relevante.

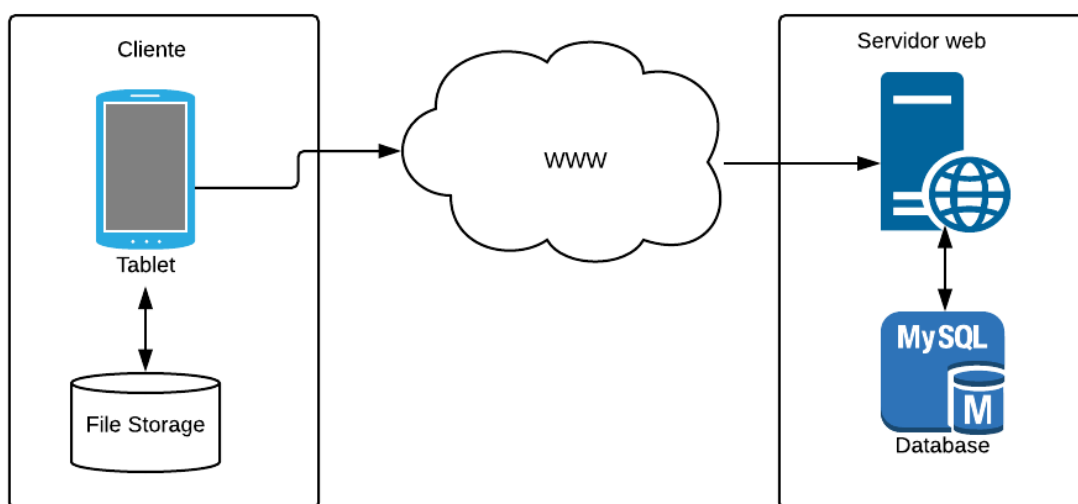
5.2.3 Armazenamento

Durante o levantamento de requisitos junto ao CV, foi identificado que uma das limitações para aplicação do jogo nesta pesquisa seria a indisponibilidade de *internet* no local de aplicação, portanto a implementação da coleta de dados deveria permitir o armazenamento temporário dos dados nos *tablets*, em formato que permitisse facilmente o envio posterior para um servidor externo e que fosse de fácil recuperação em caso de problemas com o envio via *web*. Por limitações de tempo foi utilizado para o armazenamento temporário um arquivo texto, que guardaria em cada linha o resultado de uma partida.

Quando uma nova partida é iniciada os eventos vão sendo criados e adicionados ao *GameMatch*. Ao final é chamado o método *save()* que itera sobre a lista de eventos contabilizando o número de ocorrências para cada tipo de evento. Este método retorna uma

string no formato *JSON* que é salva em uma nova linha no arquivo texto. Posteriormente, através de uma funcionalidade de envio de dados também implementada, este arquivo é aberto e são recuperadas as partidas que são enviadas via protocolo *HTTP* (*Hypertext Transfer Protocol*) a um servidor *web* responsável por persistir os dados coletados em um banco de dados relacional. A arquitetura resultante configura-se em um modelo cliente-servidor, conforme diagrama na Figura 10, onde o cliente é dispositivo móvel rodando o GGF e o servidor é a aplicação externa responsável por receber os dados.

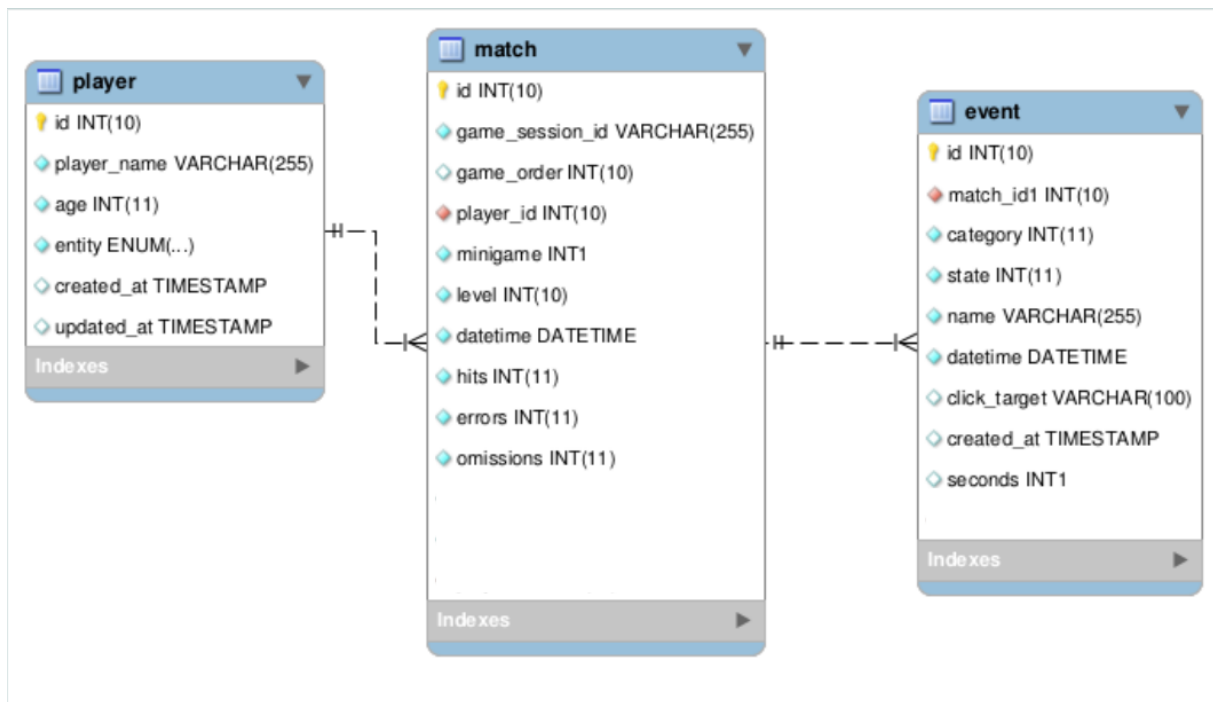
Figura 10 - Arquitetura para comunicação com servidor externo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a aplicação *web* responsável por receber e armazenar os dados das partidas, foi utilizada a linguagem PHP 7 e o banco de dados relacional *MySQL* para camada de persistência. As tabelas do banco de dados seguem a mesma estrutura das classes criadas anteriormente, não obstante, foram adicionadas as respectivas chaves primárias e estrangeiras, e separados os dados referente ao jogador em outra tabela aplicando as regras de normalização, resultando no diagrama Entidade Relacionamento apresentado na Figura 11. Alguns campos complementares foram criados durante a etapa de limpeza e transformação de dados do *KDD*, porém serão apresentados apenas os principais.

Figura 11 - Diagrama Entidade relacional das tabelas da aplicação externa



Fonte: Elaborado pelo autor

Durante os testes verificou-se que na hora de enviar os dados o processo de validar e salvar estava muito demorado, dando a impressão que a aplicação havia travado, devido a grande quantidade de dados a ser enviados pela rede. Para tanto foi feita uma modificação no servidor *web* criando uma tabela que apenas salvaria o JSON em um campo de texto (tabela *import* na Figura 11) para posterior execução das rotinas de validação e cálculos em *background* dando um retorno mais rápido a aplicação.

A partir do ambiente desenvolvido, foram feitas as intervenções com o Guardiões da Floresta para coletar os dados, o que é descrito no próximo tópico.

5.3 Aplicação das intervenções

O espaço empírico da pesquisa foi a Escola Municipal Roberto Santos, situada no entorno da UNEB, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2018 (SNCT) e a Clínica Aion, situada na Pituba e que atende crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH e outros transtornos que indicam também déficits das funções executivas. Esta clínica é parceira do CV e do projeto desde de 2013, contribuindo de forma significativa para a pesquisa que foi realizada no período de Agosto de 2017 a Maio de 2018 com crianças e

adolescentes na faixa de 8 a 12 anos, e se constitui em um subprojeto do Projeto MÍDIAS INTERATIVAS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS - MAPEANDO POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS, aprovado no Comitê de Ética com o parecer de número 484.384 (em anexo).

Foram realizadas três intervenções em momentos distintos sendo o primeiro representado por 11 alunos da Escola Municipal Roberto Santos, o segundo por 9 visitantes do *Stand* do *Gamebook* durante a SNCT realizada na UNEB em outubro de 2018, estes na faixa etária de 8 a 14 anos e o terceiro por pacientes da Clínica Aion composto por 22 crianças, entre 8 e 14 anos, diagnosticadas com algum grau de TDAH, Autismo ou Dislexia (grupo controle).

5.4 Mineração de dados

As etapas correspondentes a mineração de dados deste projeto seguiram a método KDD, descrito no Capítulo 4. A escolha dessa metodologia é decorrente da sua extensa referência e aceitação.

Realizada a fase de coleta de dados, composta pela aplicação do jogo e envio dos dados ao servidor web, deu-se início a etapa de integração e limpeza que consistiu em retirar ruídos e dados inconsistentes. Neste processo foram encontrados registros que vieram com o nome do jogador em branco ou com idade zerada, pois na tela de cadastro de jogador esses campos não tinham nenhum tipo de validação, permitindo assim que se concluísse o cadastro sem preencher essas informações, o que impediu a identificação do jogador. Vale ressaltar que como o *Gamebook* não possui um sistema de identificação através de login, o nome e idade foram usados como identificadores únicos. Esse foi um dos desafios encontrados, pois o campo para o nome possui um limite de 11 caracteres, sendo necessária uma atenção maior na hora de cadastrar os jogadores, pois não poderiam existir homônimos. Como melhoria futura, poderá ser feita uma implementação de um sistema de identificação mais robusto.

Outro imprevisto ocorreu por conta do campo que guardava o JSON no banco de dados, que estava cortando as informações em alguns casos. Isso ocorreu porque o campo do tipo TEXT no Mysql, comporta por volta de 64kb de dados, o que limitava o conteúdo a

65.535 caracteres. Para correção foram feitas duas modificações: a primeira no GB dividindo o envio em blocos menores agrupados por partidas, e o segundo no banco de dados trocando o tipo do campo para um LONGTEXT. Não obstante, os dados das partidas afetadas tiveram que ser desconsiderados da análise.

A etapa seguinte consistiu da seleção e transformação, que teve como um dos critérios a escolha dos sujeitos que jogaram o maior número de níveis respeitando a ordem. Isso porque nem sempre foi possível garantir que a criança permanecesse motivada a se manter em um jogo específico ou que nenhum nível seria pulado, pois não existe nenhum bloqueio no jogo que obrigue a seguir a ordem das partidas.

Para a escolha de quantos níveis seriam avaliados considerou-se aquele que tivesse uma quantidade de sujeitos viável para a análise, que correspondeu a 42 indivíduos que jogaram os primeiros 2 níveis. A partir daí a quantidade de jogadores foi diminuindo consideravelmente. Para efeito de normalização foi considerada apenas a primeira partida de cada nível, já que quando o jogador ganha a partida normalmente ele vai para o próximo nível, porém quando perde pode repetir o nível até conseguir ganhar. Essas repetições podem variar de jogador para jogador. Além disso, não existe bloqueio dos outros níveis podendo ser jogados em qualquer ordem, independente do resultado da última partida. A verificação dos casos que atendiam a estes critérios foi feita através de consultas SQL no banco de dados, sendo apresentado nesta pesquisa apenas o resultado do primeiro nível, uma vez que no segundo nível foram formados mais grupos e alguns deles variaram de tamanho em algumas execuções do *K-Means*, o que pode estar relacionado ao fato do tamanho da amostra ser muito pequeno.

Em seguida foi necessário tratar os dados preparando-os para a mineração, o que foi feito através de *scripts* em PHP. Primeiramente foi feita uma conversão da data e hora de cada evento para o número de milissegundos em que o evento ocorreu desde o início da partida, fornecendo uma medida relativa de tempo, começando com o segundo zero no evento 'INICIO PARTIDA'. Isso permitiu identificar o parâmetro 'primeira reação' que consiste na quantidade de tempo até o primeiro evento do tipo 'CLICK OBJETO' que tenha estado de 'ACERTO' ou 'ERRO'. Para calcular os outros parâmetros o *script* itera sobre esta lista de eventos agrupando-os pelo identificador de instância, ou seja, pelos eventos gerados para

mesmo objeto da cena. Estes grupos podem ter 2 ou 3 eventos, porque no código do GB, o evento ‘OBJETO SOME’ sempre ocorre, já que cada vez que um personagem some da tela, a instância que o representa é destruída, ou seja, este evento é capturado pelo método *onDestroy*, sempre executado conforme ciclo de vida do *script* (ver Figura 7). Desta forma se este grupo tiver 2 eventos, o segundo corresponde a uma omissão, que é contabilizada em um contador de omissões. Caso contrário, o segundo corresponde à interação do usuário, então calcula-se a diferença entre os instantes do primeiro e do segundo eventos, que corresponde ao tempo de resposta (Quadro 3). Com todos os tempos de resposta calculados, é feita uma média deste parâmetro.

Quadro 3 - Exemplo de eventos em uma partida

Id Instância / Tipo	Evento	Estado	Instante	Tempo resposta	Label
-	INICIO PARTIDA	-	0.0	-	-
#1 / alvo	OBJETO APARECE	-	0.0	-	-
#2 / nao alvo	OBJETO APARECE	-	1.0	-	-
#3 / alvo	OBJETO APARECE	-	1.0	-	-
#1 / alvo	CLICK OBJETO	ACERTO	2.0	1.0s	-
#1 / alvo	OBJETO SOME	-	2.0	-	-
#2 / não alvo	CLICK OBJETO	ERRO	3.0	2.0s	-
#2 / não alvo	OBJETO SOME	-	3.0	-	-
#3 / alvo	OBJETO SOME	-	6.0	-	Omissão

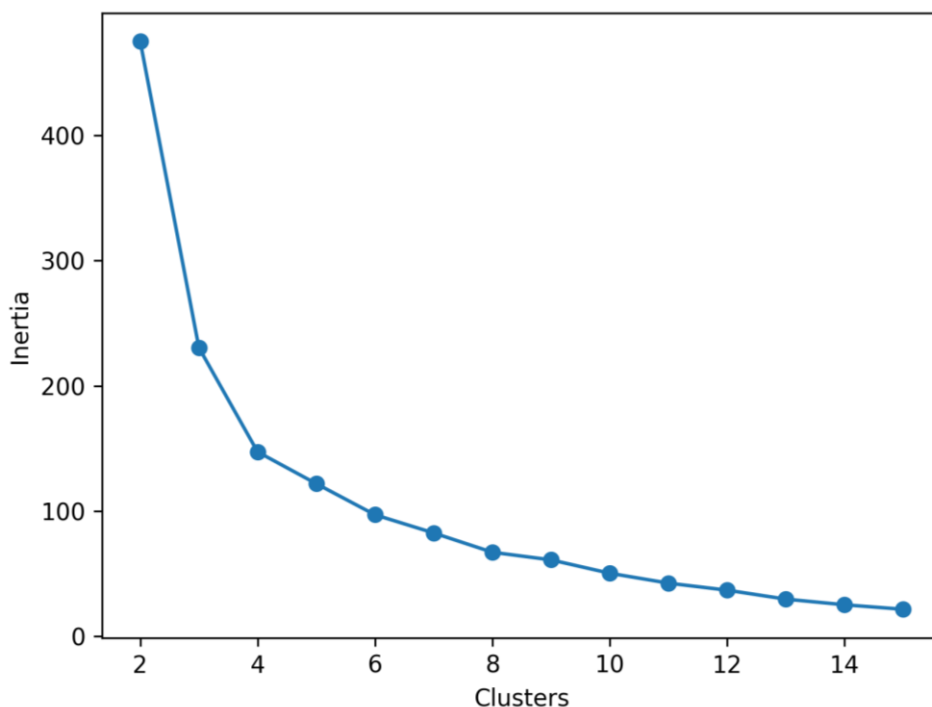
Fonte: Elaborado pelo autor

No final do processo obtemos as seguintes *features*: total de erros, total de acertos, total de *clicks* indefinidos (*clicks* em locais aleatórios da cena que não os objetos de interação), total de omissões, primeira reação, tempo médio de resposta, que foram salvos em um arquivo csv para utilização do algoritmo em *python*.

5.4.1 K-Means

Uma dos principais requisitos do algoritmo *K-Means*, é que o número de *clusters* (k) deve ser informado previamente. O algoritmo sempre agrupa os dados em k *clusters*, mesmo que k não seja o número correto de *clusters* a serem usados. Portanto, ao usar o agrupamento *k-means*, é necessário de alguma maneira de determinar se estamos usando o número correto de *clusters*. Para contornar este problema uma das técnicas existentes para validar o número de *clusters* é o método *Elbow*. A ideia deste método é executar o *k-means* no conjunto de dados para um intervalo de valores de k e para cada valor de k calcular a inércia, ou seja, a soma de erros quadrados (SSE). Em seguida, plota-se um gráfico de linhas do SSE para cada valor de k . Este gráfico de linha deve se parecer com um braço, então o "cotovelo" no braço é valor ótimo de *clusters* para o *dataset*. No conjunto de dados para o nível 1 obteve-se o valor $k=4$ conforme Figura 12.

Figura 12 - Método *Elbow* para o nível 1



Fonte: Elaborado pelo autor

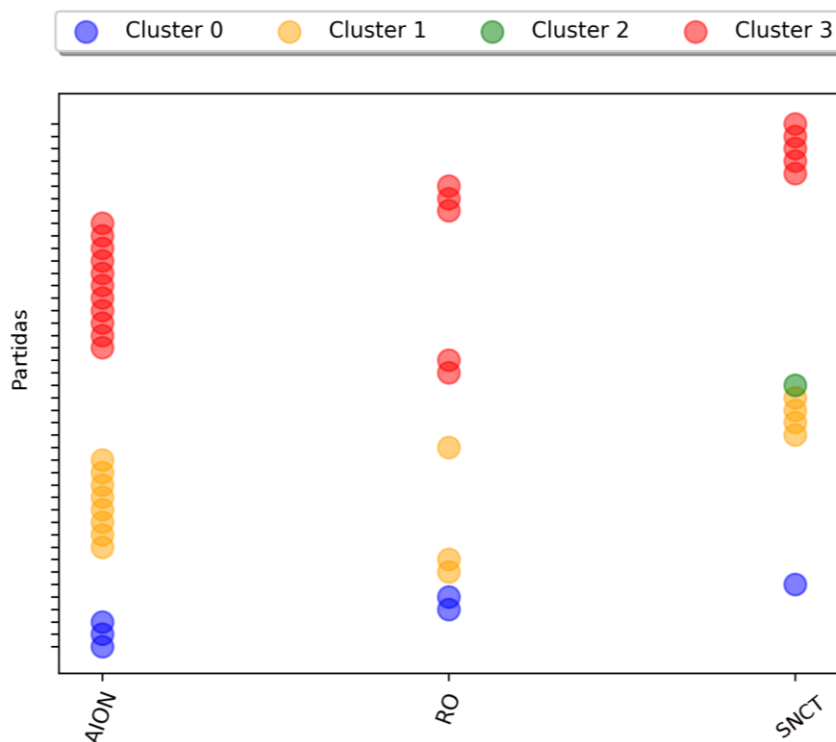
Em seguida foi aplicado o K-Means utilizando a ferramenta Scikit-learn, uma biblioteca de algoritmos para mineração de dados em Python. Os resultados obtidos são descritos na próxima sessão.

5.5 Análise e resultados

Os 4 *clusters* gerados ao menos para o primeiro nível apresentaram características de diferenciação entre si relativamente bem definidas. A *feature* ‘total de acertos’ mostrou-se como principal divisora dos grupos, seguida pela *feature* ‘total de omissões’. O algoritmo também conseguiu detectar um *outlier* formando um *cluster* composto por um único sujeito contendo algumas *features* destoantes do restante do conjunto.

No diagrama de dispersão (Figura 13), observa-se a distribuição dos *clusters* em cada intervenção. Nota-se que tanto o grupo controle (AION) quanto os demais contém elementos dos três *clusters* principais de forma proporcional. O fato de que no primeiro nível a experiência dos jogadores seja equivalente, sendo este o primeiro contato com as regras e a mecânica pode possivelmente ter alguma influência nesta distribuição.

Figura 13 - Diagrama de dispersão partidas x Intervenções

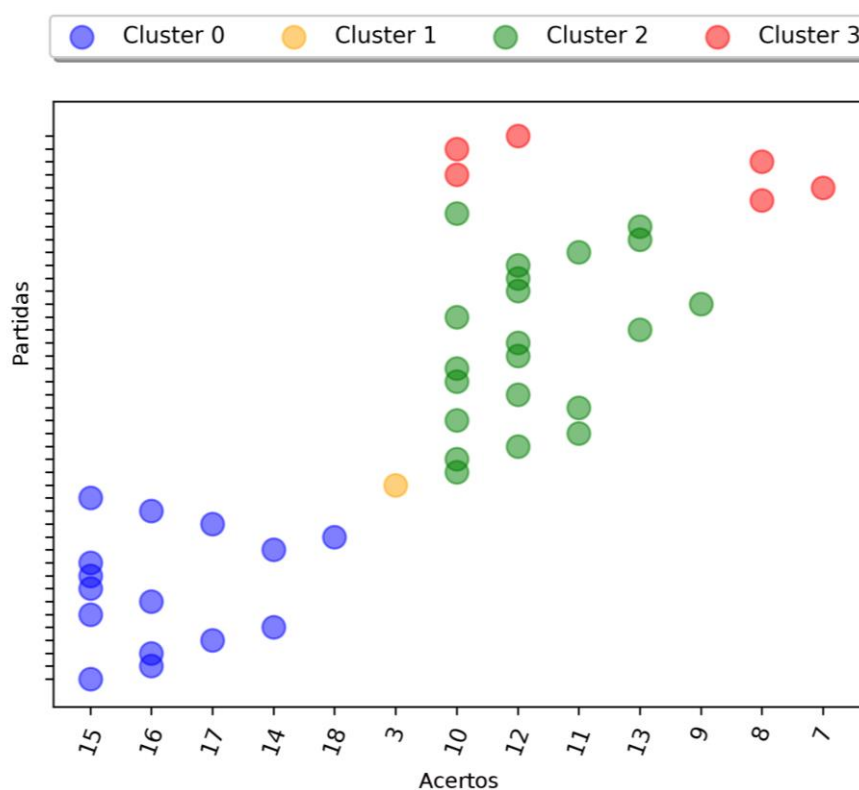


Fonte: Elaborado pelo autor

O diagrama de dispersão (Figura 14), mostra a formação dos grupos por quantidade de acertos. Neste segundo diagrama, observa-se que o *cluster* azul (*cluster* 0), é formado pelas partidas com totais de acertos maiores, correspondente a faixa de 14 a 18 acertos. O *cluster* 2

com 21 partidas, corresponde a metade das observações e juntamente com o *cluster 3*, formam um segundo patamar com a *feature* ‘total de acertos’ entre 7 e 13, existindo elementos do *cluster 3* dentro da faixa de valores do *cluster 2*, portanto outros fatores foram determinantes para esta distinção entre eles, conforme veremos posteriormente. O *cluster 1* corresponde a um *outlier*, que nesta *feature* obteve o menor número de acertos em relação aos demais, mas também obteve influência de outras *features*.

Figura 14 - Diagrama de dispersão partidas x acertos



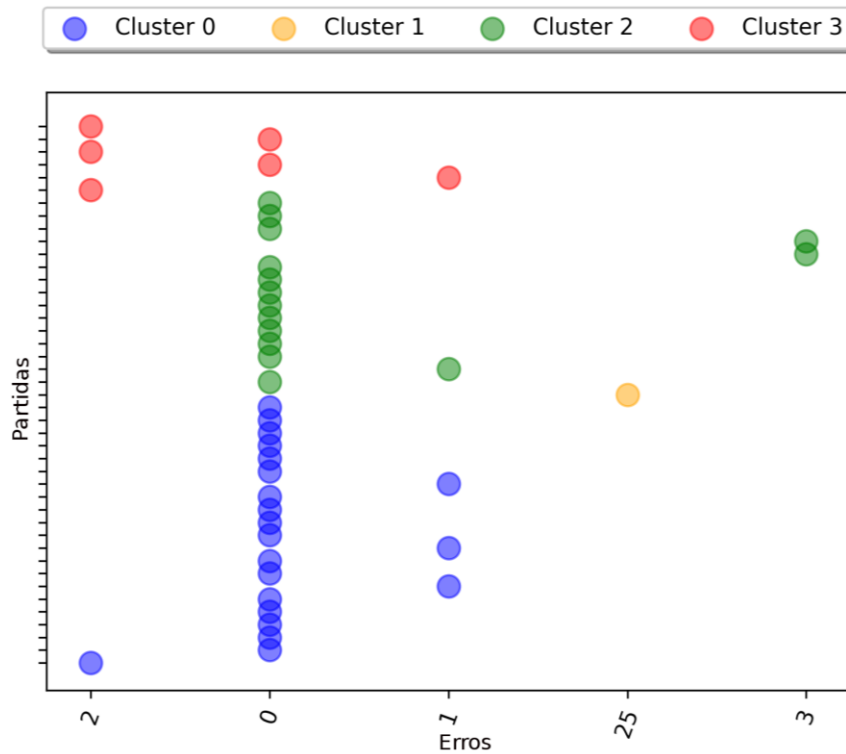
Fonte: Elaborado pelo autor

Como em cada execução do algoritmo a ordem dos clusters pode variar e as cores seguem sempre a mesma ordem, conforme se observa nas figuras, será adotada então a seguinte notação para facilitar a identificação nos diferentes gráficos que se seguem, tomando por base a figura 14:

- *Cluster A*, corresponde ao *cluster 0*, com 14 partidas que obtiveram maiores acertos.
- *Cluster B*, corresponde ao *cluster 2*, com 21 partidas.
- *Cluster C*, corresponde ao *cluster 3*, com 6 partidas
- *Cluster D*, corresponde ao *cluster* com o *outlier*

O próximo diagrama (Figura 15) mostra a relação entre partidas e erros. Observa-se que a maior parte das partidas não apresentaram erros, e das que apresentaram foram no máximo 3 erros. Em todos os casos observa-se a presença de elementos dos 3 *clusters* principais. O *Cluster D*, novamente apresenta um valor discrepante dos demais, com 25 erros.

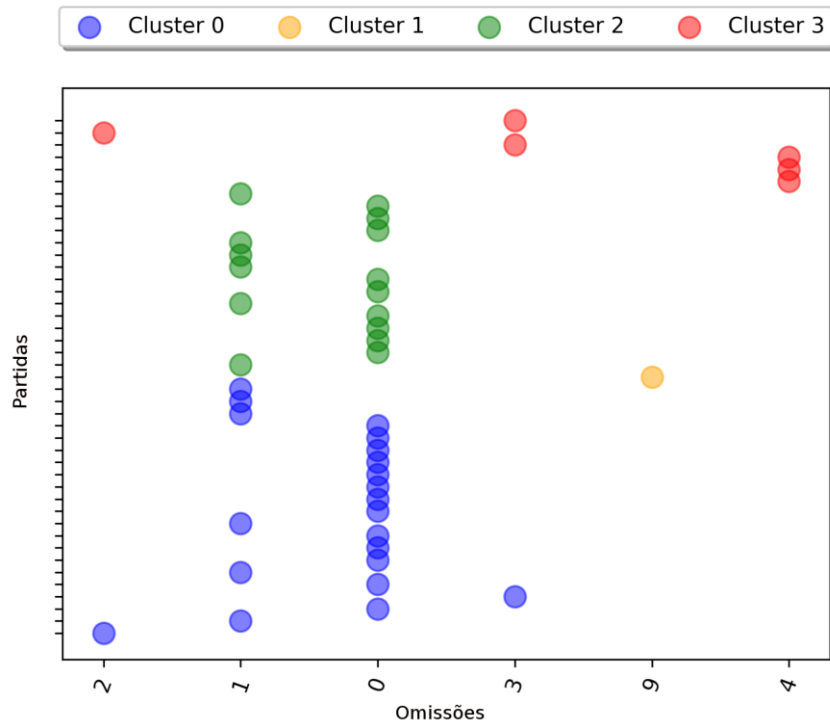
Figura 15 diagrama de dispersão partidas x erros



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a *feature* de omissões, verifica-se que o *Cluster D* obteve 9 omissões, que corresponde ao maior valor obtido na amostra. Para a maior parte dos registros o número de omissões se dividiu entre zero e um, contendo elementos tanto do Cluster A quanto B, mas este segundo também teve duas partidas com 3 e 4 omissões respectivamente. Observa-se também que todos os elementos do *Cluster C* possuem a partir de 2 omissões, sendo que desse grupo os 3 elementos que obtiveram a maior quantidade de omissões, são do grupo controle (AION).

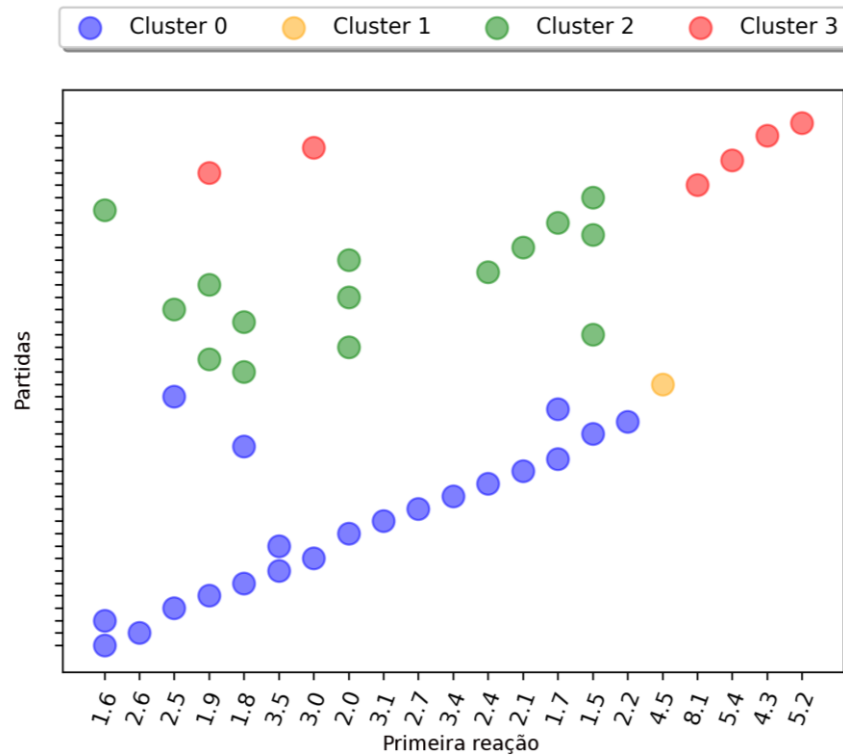
Figura 16 - diagrama de dispersão partidas x omissões



Fonte: Elaborado pelo autor

O diagrama seguinte (Figura 17) refere-se a relação entre partidas e primeira reação. Nos tempos de reação entre 1,5 e 2,9s encontra-se a maior parte das observações contendo todos os elementos do *Cluster A*, a maioria dos elementos do *Cluster B* e um elemento do *Cluster C*. A partir de 3,0s encontram-se elementos dos *Clusters B* e *C*, sendo que os maiores tempos de resposta (acima de 4,0s a 8,1s) são observados no *Cluster C*, o que pode explicar uma parte das omissões deste grupo, já que essa quantidade de tempo já é suficiente para terem sumido alguns alvos da tela. O *Cluster D*, contendo o *outlier* também faz parte desta faixa de tempo. Foi verificado também que os 2 maiores tempos de resposta (5,4s e 8,1s) pertencem ao grupo controle.

Figura 17 - Diagrama de dispersão partidas x primeira reação



Fonte: Elaborado pelo autor

A *feature* ‘clicks indefinidos’, só foi encontrada em uma partida que teve 2 *clicks* de um sujeito do *Cluster C*, não tendo interferência significativa na formação dos *clusters* para este nível.

Vale salientar que durante a intervenção no SNCT, na qual o *outlier* fez parte, havia uma grande movimentação de pessoas no entorno, inclusive de colegas dos sujeitos, o que em algum grau poderia interferir no desempenho e resultado dos jogadores presentes.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do presente trabalho e as recomendações para a continuidade dos trabalhos nesta área de estudo.

A presente dissertação teve como objetivo coletar e armazenar informações das interações dos usuários do Gamebook Guardiões da Floresta, e aplicar um algoritmo de mineração de dados a fim de identificar a existência de perfis de jogador, que possam servir de auxílio às investigações realizadas pelos estudantes e profissionais de psicologia do Comunidades Virtuais.

Este trabalho foi muito desafiante e motivador, apesar de todas as dificuldades encontradas e da complexidade que envolve uma pesquisa multireferencial como esta, principalmente para um estudante de Sistemas de Informação, que precisou imergir em duas áreas bastante distintas e até então desconhecidas como as áreas de *Games* e Psicologia.

Dentre os desafios encontrados, foi necessário, entender o funcionamento de um jogo já desenvolvido, incluindo as particularidades das ferramentas e tecnologias específicas, além de decifrar o código fonte e a lógica utilizada em cada componente necessário para implementação das modificações que seriam feitas. Também foi preciso mergulhar no mundo da psicologia, descobrindo os aspectos das funções executivas e suas especificidades, passando pela investigação de características dos testes psicológicos relacionados às FEs a fim de identificar variáveis que pudessem ser adaptadas ao contexto do jogo, e coletadas para enriquecer os dados disponíveis. A partir disso foi desenvolvido o modelo de dados que seria utilizado, incluindo o conceito de eventos e seus estados. Depois disso, foi preciso interagir com crianças que com toda a energia e espontaneidade próprias desta idade me proporcionaram uma experiência muito diferente e gratificante. Para isso contei também com ajuda dos estudantes e pesquisadores do Comunidades Virtuais, sem os quais este trabalho não seria possível.

Também através deste trabalho, foi possível despertar o gosto pela ciência de dados, que se mostra uma área muito promissora, permitindo a descoberta de conhecimento a partir de diversas fontes de dados a fim de gerar valor para todos os envolvidos. Nesta etapa a

limpeza e seleção de dados se mostrou uma parte bastante trabalhosa, porém imprescindível para obtenção de bons resultados.

Apesar da amostra utilizada ter sido muito pequena, foi possível verificar a viabilidade da utilização de mineração de dados para descoberta de perfis de usuário no *Gamebook Guardiões da Floresta*, permitindo que fossem encontrados grupos com características comuns entre si e *outliers*, sendo necessários novos estudos com amostras mais significativas estatisticamente, a fim de traçar perfis mais consistentes que possam ser usados em futuras análises.

Dentre as contribuições deste trabalho estão o sistema para coleta e envio de dados das interações do jogador no *Gamebook Guardiões da Floresta* e um banco de dados com informações das intervenções realizadas.

6.1 Trabalhos futuros

Como trabalhos a serem desenvolvidos a partir desse seguem algumas sugestões:

- Aplicar o algoritmo com uma quantidade de sujeitos maior a fim de se obter uma relevância estatística maior em uma amostra mais consistente e inclusão dos outros níveis para uma análise mais completa possibilitando uma visão geral dos desempenhos dos jogadores em cada *feature* conforme os níveis de dificuldade vão aumentando.

- Inclusão de resultados de testes psicológicos padronizados como features adicionais no algoritmo a fim de investigar o grau de relação com os *clusters* encontrados, podendo oferecer novos insights sobre a qualidade desses grupos. Essa foi uma das ideias que surgiram durante o desenvolvimento do trabalho, porém como não foi possível realização de testes com todos os sujeitos, fica como sugestão para futuras pesquisas.

- Ampliar a utilização desta metodologia nos outros minigames, levando em conta as mecânicas e características específicas de cada um, valendo-se de métricas correlacionadas com funções executivas estimuladas e inspiradas em medidas presentes em testes psicológicos padronizados, o que se constituiu em um diferencial neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. **Relações entre os jogos digitais e aprendizagem:** delineando percurso, in Educação, Formação & Tecnologias; vol.1; p. 3 - 10, novembro de 2008.

ANÁLISE ESTATÍSTICA .PT, **Análise de Clusters.** Disponível em <<http://analise-estatistica.pt/2012/10/analise-de-clusters.html>>. Acesso em 10 de outubro, 2018.

ANDRADE, L. 2007, **Uso de Técnicas Inteligentes para Análise de Avaliações do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade em um Jogo Computacional.** Dissertação (Doutorado), Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

BARON-COHEN, S. & WHEELWIGHT, S. J, 2004 **The empathy quotient(EQ).** An investigation of adults with Asperger Syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. Journal of Autism and Developmental Disorders, 34:163.

BASTOS, A.P. et al. **Utilização de um jogo sério e Naïve Bayes para auxiliar na avaliação cognitiva do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade.** In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2012. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1804>>. Acesso em: 10 outubro 2018

CABENA, P; HADJINIAN, P; STADLER, R; JAAPVERHEES; ZANASI, A. **Discovering Data Mining:** From Concept to Implementation. Prentice Hall, 1998.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem.** Lisboa: Cotovia, 1999.

CASANOVI, ROBERTO; JONES, DAVIDE. **CASTLE: a video game for lateral thinking training.** 2013 Disponível em: <https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/78635/3/2013_04_Casanovi_Jones.pdf> Acesso em: 10 de outubro, 2018

CHIKOFSKY, ELLIOT J.; CROSS, JAMES H. **Reverse Engineering and Design Recovery: a Taxonomy.** IEEE Software, p. 13-17, janeiro 1990.

COSTA, R. **Ambientes virtuais na reabilitação cognitiva de pacientes neurológicos e psiquiátricos.** 2000. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS DO DSM-IV: **referência rápida.** Trad. Dayse Batista. Porto Alegre: Artmed, 1995.

DANIEL MAZZARINO, F. E. L. I. P. E.; DO PRADO PFUTZENREUTER, E. D. S. O. N. **Mecânicas dos Jogos de Tabuleiro:** um estudo das mecânicas de jogos de tabuleiro sobre um olhar do design de jogos. In: XXIV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP - 2016. Campinas, 2016.

DIAS, N. M., TREVISAN, B. T., & PRADO, J. M. (2011). **Funções executivas em crianças pré-escolares:** Desenvolvimento da atenção seletiva medida pelo Teste de Atenção por Cancelamento. Cadernos de Psicopedagogia, (AHEAD), 00-00. Recuperado de <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cap/2011nahead/a05.pdf>>. Acesso em 10 de outubro de 2018.

DIAMOND, A. (2013). **Executive functions.** *Annual review of psychology*, 64, 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750

DRACHEN, A.; CANOSSA, A.; YANNAKAKIS, G. N. **Player modeling using self-organization in tomb raider:** Underworld. In: Proceedings of the 5th International Conference on Computational Intelligence and Games. [S.l.]: IEEE Press, 2009. p. 1–8.

EL-NASR, M.S., DRACHEN, A., CANOSSA, A. **Game Analytics: Maximizing the Value of Player Data.** New York: Springer, 2013.

ELVERDAM, C.; AARSETH, E. (2007) *Game Classification and Game Design.* *Games and Culture*, Disponível em: <http://nideffer.net/classes/270-08/week_05_design/classification_and_design_aarseth_elverdham.pdf>. Acesso em 10 de outubro, 2018

FAYYAD, U. M., Piatetsky Shapiro, G., Smyth, P. & Uthurusamy, R. **Advances in Knowledge Discovery and Data Mining**, AAAIPress, The Mit Press., 1996.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MAGNUN, G. R. **Cognitive Neuroscience: The Biology of the mind**. New York: Norton & Company, 2002.

GALVÃO, N. D.; MARIN, H. F. **Técnica de mineração de dados: uma revisão da literatura**. Acta Paulista de Enfermagem, São Paulo, v.22, n.5, p. 686-690, 2009.

GREEN, C. S.; BAVELLER, D. **Action video game modifies visual selective attention**. Nature. v.423, 2003.

HAN, J., KAMBER, M., PEI, J. **Data Mining: Concepts and Techniques**. 3.ed. Morgan Kaufmann, 2011.

LAROSE, D. T. **Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining**. John Wiley and Sons, Inc, 2005.

LEZAK, M. D. **Neuropsychological Assessment** (3rd. Ed.). Oxford: Oxford University Press. New York, 1995.

MALLOY-DINIZ, L. F., SEDO M., FUENTES, D., & LEITE, W. B. (2008). **Neuropsicologia das funções executivas**. Em: D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. Camargo & R.M. Cosenza (Orgs.), *Neuropsicologia: teoria e prática* (187-206). Porto Alegre: Artmed

MORAIS, A. M., MACHADO, L. S., VALENÇA, A. M. G. **Planejamento de um Serious Game Voltado para Saúde Bucal em Bebês**, Revista de Informática Teórica e Aplicada: vol 18, p. 158 –175, 2011.

NAVARRO, F. J. et al. **Towards Game Based Monitoring and Cognitive goTherapy for Elderly using a Neural-Fuzzy approach**. In: Workshops Proceedings in the Mexican International Conference on Computer Science. 2013. p. 1-6.

NERY, Filho. **Guardiões da Floresta:** Programando um gamebook para potencializar as funções executivas. Dissertação. Mestrado profissional em Gestão e Tecnologia Aplicadas à Educação. Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil. Ano de Obtenção: 2015. Orientador: Lynn Rosalina Gama Alves

PARISOD, H. et al. **Promoting Children's Health with Digital Games:** A Review of Reviews.

Games For Health Journal: Research, Development, and Clinical Applications. Volume 3, Number 3, Mary Ann Liebert, Inc, 2014. DOI: 10.1089/g4h.2013.0086. Disponível em: <<http://online.liebertpub.com/doi/pdfplus/10.1089/g4h.2013.0086>>. Acesso em 10 out 2017.

PIRES, E.U. (2014). **Desenvolvimento de um instrumento computadorizado para avaliar habilidades executivas em crianças:** O Jogo das Cartas Mágicas. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Tese de Doutorado, PUC-Rio).

ROHDE L. A., MATTOS, P. & col. (2003). **Princípios e práticas em TDAH.** Porto Alegre: Artmed.

ROUSE III, Richard, 2001. **Game Design Theory and Practice.** What players want, (1), 1-19. 2nd. edition. EUA: Wordware Publishing, Inc.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo:** fundamentos de design de jogos. São Paulo: Blucher, 2012. Volume 1.

SANTOS, H. V. de A. (2010). **A importância das regras e do gameplay no envolvimento do jogador de videogame.** Tese de Doutorado em Artes Visuais,. 235 f. São Paulo: Universidade de São Paulo. SEGOLIN, F. (1999).

SATO, Adriana Kei Ohashi. CARDOSO, Marcos Vinicius. (2005). **Além do gênero:** uma possibilidade para a classificação de jogos.. Além do gênero: uma possibilidade para a classificação de jogos. Trabalho apresentado no VII Simpósio anual da Comissão Especial de Jogos e Entretenimento Digital da Sociedade Brasileira de

Computação, Belo Horizonte, 2008. Disponível em:

<http://www.sbgames.org/papers/sbgames08/artanddesign/full/ad8_08.pdf>.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design: A book of lenses**. AK Peters/CRC Press, 2014.

SCHUYTEMA, P. **Design de games: uma abordagem prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

TOSSAVAINEN, Tommi; MERILÄINEN, MIKKO; HARVIAINEN, J. TUOMAS. **The Game Educator's Handbook**, 2015. Disponível em: <<http://www.pelikasvatus.fi/gameeducatorshandbook.pdf>>. Acesso em: 20 de out. 2017.

UNITY 3D, 2018, Disponível em <<http://docs.unity3d.com>>. Acesso em outubro 2018.

VALLIM, Rosane Maria Maffei. **Mineração de fluxos contínuos de dados para jogos de computador. 2013**. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. doi:10.11606/T.55.2013.tde-30082013-101303.

WIKIPÉDIA: **A enciclopédia livre**. Wikimedia, 2018, <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OPTICS-Gaussian-data.svg>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ZELAZO P. D., MULLER U., FRYE D., & MARCOVITCH S. **The development of executive function in early childhood**. (2003) Monographs of the Society for Research on Child Development.

