



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO - ICOMP
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA - PPGI

Um estudo sobre a tipologia de usuários Hexad e sua
relação com os elementos de jogos de uma plataforma de
gamificação baseada em jogos RPG

Rafaela Melo Ferreira

Manaus - AM

Julho de 2023

Rafaela Melo Ferreira

Um estudo sobre a tipologia de usuários Hexad e sua
relação com os elementos de jogos de uma plataforma de
gamificação baseada em jogos RPG

Dissertação de mestrado submetida à avaliação,
como requisito, para a obtenção do título de Mes-
tre em Informática no Programa de Pós-Graduação
em Informática, Instituto de Computação da Uni-
versidade Federal do Amazonas.

Orientador:

David Braga Fernandes de Oliveira, Dr.

Coorientadora:

Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos, Dra.

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Instituto de Computação - IComp

Manaus - AM

Julho de 2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F383e Ferreira, Rafaela Melo
Um estudo sobre a tipologia de usuários Hexad e sua relação com os elementos de jogos de uma plataforma de gamificação baseada em jogos RPG / Rafaela Melo Ferreira . 2023
94 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: David Braga Fernandes de Oliveira
Coorientador: Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Gamificação. 2. elementos de jogos. 3. tipos de usuário. 4. multimétodo. I. Oliveira, David Braga Fernandes de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Informática

FOLHA DE APROVAÇÃO

"UM ESTUDO SOBRE A TIPOLOGIA DE USUÁRIOS HEXAD E SUA RELAÇÃO COM OS ELEMENTOS DE JOGOS DE UMA PLATAFORMA DE GAMIFICAÇÃO BASEADA EM JOGOS RPG"

RAFAELA MELO FERREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA CONSTITUÍDA PELOS PROFESSORES:

Prof. Dr. David Braga Fernandes de Oliveira - PRESIDENTE

Profa. Dra. Ana Carolina Tomé Klock-Tampere - MEMBRO EXTERNO

Dr. Luiz Antônio Lima Rodrigues- NEES/UFAL - MEMBRO EXTERNO

Profa. Dra. Fabíola Guerra Nakamura - MEMBRO INTERNO

Manaus, 28 de julho de 2023



Documento assinado eletronicamente por **David Braga Fernandes de Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 28/07/2023, às 13:46, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Antonio Lima Rodrigues, Usuário Externo**, em 28/07/2023, às 14:45, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Tomé Klock, Usuário Externo**, em 28/07/2023, às 16:17, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabíola Guerra Nakamura, Professor do Magistério Superior**, em 16/08/2023, às 16:15, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1623272** e o código CRC **D4AF6F3E**.

Avenida General Rodrigo Octávio, 6200 - Bairro Coroado I Campus Universitário
Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Norte - Telefone: (92) 3305-1181 / Ramal 1193
CEP 69080-900, Manaus/AM, coordenadorppgi@icomp.ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.032212/2023-88

SEI nº 1623272

Dedico este trabalho a todos aqueles a quem esta pesquisa possa ajudar de alguma forma.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

Agradeço ao Professor David Fernandes, que aceitou ser meu orientador sem nem ao menos me conhecer direito (espero que não tenha se arrependido). A Professora Marcela Pessoa, minha querida amiga e coorientadora, que me inspira de tantas formas e que está sempre pronta para puxar minha orelha e dizer que estou sendo preguiçosa, que posso fazer melhor. A Professora Fernanda Pires, que me "adotou" no início da graduação e me abriu as portas para o mundo da pesquisa, que também está sempre puxando minha orelha e que mesmo não sendo minha orientadora no mestrado, está sempre me orientando a ser uma pesquisadora melhor.

A minha família, meus pais e meu irmão, que mesmo sem entender muito bem os rumos da minha vida, continuam me apoiando. Ao meu amigo, que mora junto comigo, João Bernardo, não poderia escolher pessoa melhor para dividir a minha vida, obrigada por sempre me apoiar e dizer que tudo vai dar certo.

Aos meus amigos do ThinkTEd, o laboratório do qual faço parte, Carlos, Jean, Douglas, Fabrizio, Jeniffer e todos os demais membros, sou muito feliz por fazer parte dessa família. Ao meu amigo, Bonifácio, que sempre me ajudou com minhas dúvidas de programação. Ao meu amigo Luiz Fabio, parceiro nas disciplinas do mestrado e das partidas de TFT. E aos meus amigos Daniel, Alessandro, Beatriz e Luiza.

Ao Gabriel, do nosso pequeno grupo de gamificação da UFAM, principal desenvolvedor do CodePlay. A Jessye, minha orientanda de TCC, que contribuiu enormemente com um dos estudos.

Aos meus professores durante o mestrado, Tayana Conte, Eduardo Souto e

Eulanda Miranda, que por meio das aulas me ajudaram a conduzir melhor minha pesquisa. Aos membros da minha banca de qualificação e banca final, Ana Klock, Elaine Harada, Sergio Cleger, Luiz Rodrigues e Fabíola Nakamura que me deram dicas valiosas para a entrega desta dissertação.

Hoje é um bom dia para tentar.

O Corcunda de Notre Dame

Um estudo sobre a tipologia de usuários Hexad e sua relação com os elementos de jogos de uma plataforma de gamificação baseada em jogos RPG

Autor: Rafaela Melo Ferreira

Orientador: David Braga Fernandes de Oliveira, Dr.

Coorientadora: Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos, Dra.

Resumo

Nos últimos anos surgiram diversas pesquisas relacionadas ao uso de jogos e gamificação na educação, devido ao potencial para aumentar a motivação e o envolvimento dos estudantes nas disciplinas. Entretanto, cada indivíduo é motivado de maneira diferente e tem preferências no que diz respeito à utilização de elementos de jogos. Por isso, vê-se a importância de identificar tipos de usuários em jogos e sistemas gamificados, para que seja possível fornecer os elementos mais indicados para cada perfil e melhorar a experiência dentro do ambiente em questão. Na literatura, existem algumas tipologias que dividem os perfis por classes e apontam quais são os elementos preferidos por cada tipo de usuário. Uma dessas tipologias é o modelo Hexad, que abrange seis tipos: filantropos, espíritos livres, jogadores, disruptors, socializadores e conquistadores. Esta dissertação de mestrado tem como principal objetivo avaliar os elementos de jogos mais utilizados pelos tipos de usuários dentro plataforma de gamificação CodePlay, que está incorporada ao juiz on-line CodeBench; avaliar a viabilidade da identificação automática de perfil a partir dos dados de interação com a plataforma; e, avaliar a mudança de perfil ao longo do tempo. A metodologia de pesquisa abordada é o multi-método, pois foram realizadas diferentes análises quantitativas de caráter exploratório

para investigar aspectos referentes à gamificação e tipos de jogador. Alguns resultados foram: i) encontraram-se algumas diferenças com relação à preferência dos tipos de jogador segundo a literatura, por exemplo, o jogador não se interessou tanto por recompensas extrínsecas e o conquistador se interessou por elementos de competição; ii) foram encontrados novos achados com relação à mudança de perfil no decorrer do tempo, que estão de acordo com estudos recentes da área, como a predominância dos tipos conquistador, espírito livre e filantropo, além disso, novos estudos que indicam que o tipo conquistador tem tendência a mudar para o tipo filantropo e as principais mudanças aconteceram após o primeiro contato com a gamificação; e, iii) foi encontrada uma baixa acurácia nos modelos de aprendizagem de máquina, que pode ter sido influenciada pelo fator de mudança do perfil ao longo do tempo, trazendo uma nova perspectiva sobre a identificação automática de perfis com base em taxonomias como o Hexad. Os estudos realizados abrem espaço para novas possibilidades de pesquisa dentro da área de personalização de usuários.

Palavras-chave: gamificação, elementos de jogos, tipos de usuário, multimétodo.

Um estudo sobre a tipologia de usuários Hexad e sua relação com os elementos de jogos de uma plataforma de gamificação baseada em jogos RPG

Autor: Rafaela Melo Ferreira

Orientador: David Braga Fernandes de Oliveira, Dr.

Coorientadora: Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos, Dra.

Abstract

In recent years, several studies have emerged related to the use of games and gamification in education, due to the potential to increase student motivation and engagement in disciplines. However, each individual is motivated differently and has preferences when it comes to using game elements. Therefore, it is important to identify the user types in games and gamified systems, so that it is possible to provide the most suitable elements for each profile and improve the experience within the environment in question. In the literature, there are some typologies that divide the profiles by classes and point out which elements are preferred by each type of user. One of these typologies is the Hexad model, which covers six types: philanthropists, free spirits, players, disruptors, socializers and achievers. This master's thesis has as its main objective to evaluate the game elements most used by the types of users within the CodePlay gamification platform, which is incorporated into the CodeBench online judge; evaluate the feasibility of automatic profile identification based on platform interaction data; and, evaluate the profile change over time. The research methodology addressed is the multimethod, as different quantitative analyzes of an exploratory nature were carried out to investigate aspects related to gamification and types of player. Some results were: i) some differences were found in relation to the preference of player types according to the literature,

for example, the player was not so interested in extrinsic rewards and the achiever was interested in elements of competition; ii) new findings were found regarding the change of profile over time, which are in line with recent studies in the area, such as the predominance of the achiever, free spirit and philanthropist types, in addition, new studies that indicate that the achiever type tends to change to the philanthropist type and the main changes happened after the first contact with gamification; and, iii) low accuracy was found in the machine learning models, which may have been influenced by the profile change factor over time, bringing a new perspective on the automatic identification of profiles based on taxonomies such as Hexad. The studies carried out open space for new research possibilities within the area of user personalization.

Keywords: gamification, game elements, user types, multimethod.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas do processo metodológico.	25
Figura 2 – Juiz on-line CodeBench.	34
Figura 3 – Plataforma de gamificação CodePlay.	34
Figura 4 – Telas das fases do CodePlay. (a) Fase 1 - Vila Primeira Freiheit. (b) Fase 3 - Montanha Hurriya. (c) Fase 5 - Arquipélago Saoirse. (d) Fase 6 - Vila Glacial Freedom.	35
Figura 5 – Utilização dos elementos de acordo com o tipo de usuário.	67
Figura 6 – Distribuição das classes na base de dados.	70
Figura 7 – Visão geral das mudanças entre as etapas.	73
Figura 8 – Distribuição dos tipos de usuários na primeira etapa.	73
Figura 9 – Distribuição dos tipos de usuários na segunda etapa.	74
Figura 10 – Distribuição dos tipos de usuários na terceira etapa.	75
Figura 11 – Porcentagem de perfis com maior predominância em cada etapa. . .	76
Figura 12 – Relação de estudantes que não mudaram de perfil durante as etapas. .	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Elementos disponíveis no CodePlay.	35
Tabela 2 – Tabela comparativa entre os trabalhos sobre tipos de usuário e elementos de jogos e o CodePlay.	50
Tabela 3 – Tabela comparativa entre os trabalhos sobre estratégias alternativas para identificar perfis e o CodePlay.	54
Tabela 4 – Especificação dos semestres utilizados para a realização do primeiro estudo.	64
Tabela 5 – Exemplo de distribuição dos dados antes da normalização (somatório por tipo de usuário).	67
Tabela 6 – Representação de como os <i>logs</i> são armazenados.	69
Tabela 7 – Acurácia obtida com cada algoritmo.	71
Tabela 8 – Métricas avaliadas para o melhor modelo.	71
Tabela 9 – Resultados obtidos com CV (<i>cross-validation</i>).	72
Tabela 10 – Relação de mudanças da primeira etapa para a segunda.	73
Tabela 11 – Relação de mudanças da segunda etapa para a terceira.	74
Tabela 12 – Levantamento de mudanças entre os perfis com mais predominância.	76
Tabela 13 – Elementos mais e menos utilizados pelos tipos de usuários no CodePlay.	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FN Falso Negativo

FP Falso Positivo

GQM *Goal Question Metric*

HMSAM *Hedonic Motivation System Adoption Model*

IDE *Integrated Development Environment*

IPC Introdução à Programação de Computadores

KNN *K-Nearest Neighbors*

LMS *Learning Management System*

NPC *Non-Player Character*

QP Questão de Pesquisa

RF *Random Forest*

RPG *Role-Playing Game*

SDT *Self-Determination Theory*

STEM *Science Technology Engineering and Mathematics*

UFAM Universidade Federal do Amazonas

VN Verdadeiro Negativo

VP Verdadeiro Positivo

XP *Experience Points*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	Objetivos	24
1.1.1	Objetivo Geral:	24
1.1.2	Objetivos Específicos:	24
1.2	Metodologia de pesquisa	24
1.3	Organização do Trabalho	26
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1	Jogos	27
2.2	Gamificação	28
2.3	Tipos de usuário	29
2.3.1	<i>User Types Hexad Framework</i>	32
2.4	O CodeBench e o CodePlay	33
2.5	Aprendizagem de máquina	38
2.5.1	Tipos de aprendizagem	38
2.5.2	Tarefas de classificação	39
2.5.3	Técnicas de balanceamento de dados	40
2.5.4	Métodos de avaliação	41
2.6	Síntese do capítulo	42
3	TRABALHOS RELACIONADOS	43
3.1	Tipos de usuário e elementos de jogos	43
3.2	Estratégias alternativas para identificar usuários	51
3.3	Síntese do capítulo	55
4	METODOLOGIA	56

4.1	Contexto	56
4.2	Fontes de dados	57
4.2.1	Questionário Hexad	57
4.2.2	Logs do CodePlay	58
4.2.3	Elementos de jogos	58
4.3	Questão de Pesquisa 1 (QP1)	60
4.4	Questão de Pesquisa 2 (QP2)	61
4.5	Questão de Pesquisa 3 (QP3)	61
4.6	Síntese do capítulo	62
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
5.1	Primeiro estudo	63
5.1.1	Contextualização	64
5.1.2	Variáveis analisadas	64
5.1.3	Resultados	66
5.2	Segundo estudo	68
5.2.1	Criação da base de dados	68
5.2.2	Métodos investigados	70
5.2.3	Resultados	70
5.3	Terceiro estudo	72
5.3.1	Comparação entre as etapas	72
5.3.2	Principais mudanças nos três perfis com maior predominância	75
5.4	Discussão	77
5.4.1	Nível de interesse dos tipos de usuário por elementos do Code- Play (QP1)	77
5.4.2	Classificação de tipos de usuário com base na utilização de elementos (QP2)	79
5.4.3	Mudança de tipo de usuário ao longo do tempo (QP3)	81
5.5	Síntese do capítulo	84
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85

6.1	Limitações	87
6.2	Contribuições e trabalhos futuros	87
	Referências	89

1

INTRODUÇÃO

A gamificação se refere ao uso de elementos de jogos em atividades não relacionadas a jogos, como economia, indústria e saúde, com o objetivo de envolver e motivar pessoas ([DETERDING et al., 2011](#); [KAPP, 2012](#)). Diante disso, pesquisadores começaram a explorar o potencial da gamificação no contexto educacional, buscando criar ambientes de aprendizagem gamificados para aumentar o interesse e envolvimento dos estudantes nas disciplinas ([KIRYAKOVA; ANGELOVA; YORDANOVA, 2014](#)).

Nos últimos anos, uma quantidade significativa de estudantes tem mostrado interesse em jogos eletrônicos e/ou convencionais ([MARTINEZ; GIMENES; LAMBERT, 2022](#)), além de dedicar horas do dia para isso. Dessa forma, ao utilizar elementos de jogos como desafios, missões, pontuações, recompensas, personalização de avatares, *chat* para interação e *rankings* em tarefas escolares, o estudante pode ter mais motivação para alcançar os objetivos, tanto da disciplina quanto do jogo, o que pode resultar em melhores resultados de aprendizagem ([ARNOLD, 2014](#)).

Segundo Koivisto e Hamari ([2019](#)), a maioria dos estudos em gamificação é voltado para o contexto da aprendizagem e tem mostrado resultados positivos. Um dos contextos em que a gamificação tem sido amplamente utilizada é a aprendizagem de programação ([AZMI; IAHAD; AHMAD, 2015](#); [SHAHID et al., 2019](#)). Devido a complexidade que apresenta, as disciplinas de programação possuem altas taxas de abandono e reprovação, principalmente no início dos cursos de computação ([CHEAH, 2020](#)).

Do ponto de vista pedagógico, um dos problemas apontados pelos estudantes de programação é a falta de *feedback* que recebem sobre suas soluções (FRANCISCO et al., 2018). Para tentar suprir esse problema, juízes on-line têm sido incorporados às aulas de programação. Juiz on-line é uma plataforma web onde podem ser submetidos códigos para avaliação automatizada, permitindo que os estudantes obtenham *feedbacks* imediatos sobre seus trabalhos (WASIK et al., 2018).

Diante disso, na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) foi criado o juiz on-line CodeBench (GALVÃO; FERNANDES; GADELHA, 2016), que é utilizado por professores e estudantes nas disciplinas de programação, dos cursos de computação e demais cursos de engenharias e ciências exatas. Dentro da plataforma, os professores podem disponibilizar listas de exercícios e provas para os estudantes, que desenvolvem suas soluções por meio de uma IDE (*Integrated Development Environment*). Assim que o estudante submete o código, o sistema avalia e retorna um *feedback* sobre a solução.

Apesar dos benefícios trazidos pelo CodeBench para a facilitação da gestão das disciplinas de programação, o juiz on-line não oferece aspectos lúdicos que possam despertar ainda mais o interesse dos estudantes. Portanto, buscando atrair a atenção dos estudantes, pesquisadores envolvidos no processo de criação do juiz on-line começaram a buscar estratégias que pudessem manter os estudantes mais focados em resolver os exercícios. Foi então que surgiu a ideia de incorporar elementos de jogos dentro do sistema, por meio da implementação de uma plataforma de gamificação baseada em jogos de RPG (*Role-Playing Game*), o CodePlay (PESSOA et al., 2019; PESSOA et al., 2022).

Embora o objetivo de se utilizar gamificação na educação seja atingir resultados como engajamento, motivação, autonomia e diversão (MAJURI; KOIVISTO; HAMARI, 2018), alguns estudos apontam que a gamificação também pode causar efeitos negativos no comportamento dos estudantes (HANUS; FOX, 2015; TODA; VALLE; ISOTANI, 2017). Um dos fatores que pode influenciar tais efeitos negativos é o fato de que as pessoas não são motivadas da mesma maneira (HERBERT et al., 2014) e possuem características e preferências diferentes (HERBERT et al., 2014). Por exemplo, alguns elementos de jogos existentes dentro de um ambiente podem ser motivadores para

determinados usuários, mas podem prejudicar a experiência de outros (KOIVISTO; HAMARI, 2019), o que pode interferir no nível de interesse do usuário pelo ambiente ou sistema gamificado.

Grande parte dos sistemas gamificados são desenvolvidos como "tamanho único", ou seja, não levam em consideração as preferências individuais dos usuários, criando algo "universal" para todos (SANTOS; BITTENCOURT; VASSILEVA, 2018). Diante disso, surgem os estudos sobre gamificação personalizada (KLOCK et al., 2020), onde são propostos elementos específicos para cada usuário, de forma a tornar a experiência de todos mais ampla e satisfatória.

Por conta disso, o CodePlay foi desenvolvido com o intuito de despertar a atenção de diferentes tipos de usuários e, para isso, foram implementados diversos elementos de jogos dentro da plataforma, buscando atingir o maior número de pessoas. Dentre os elementos disponíveis, estão: *chat* para interação, *rankings*, doações, pontos de experiência, moedas, missões, áreas secretas, entre outros.

Na literatura, existem algumas propostas de classificação de usuários para sistemas gamificados (BARTLE, 1996; BARATA et al., 2014; NACKE; BATEMAN; MANDRYK, 2014; TONDELLO et al., 2019), que dividem os usuários de acordo com suas preferências e comportamentos dentro do ambiente. Para fazer a classificação dos usuários no CodePlay foi escolhido o modelo Hexad (MARCZEWSKI, 2015), por conta de ser específico para gamificação e possuir um instrumento de identificação de perfil validado na literatura.

O modelo Hexad (MARCZEWSKI, 2015) classifica os usuários em seis tipos: filantropos, socializadores, espíritos livres, conquistadores, jogadores e disruptors. Esses tipos de usuários são motivados por diferentes aspectos dos jogos. Por exemplo, os conquistadores tendem a gostar mais de completar desafios e ganhar novas habilidades, enquanto os socializadores têm preferência pelo uso de *chats* e mecanismos de interação com outros participantes.

Para identificar o tipo Hexad de cada usuário, é necessário recorrer ao questionário Hexad validado na literatura por Tondello et al. (2016, 2022). O questionário é formado por seis conjuntos de quatro afirmações, um para cada tipo de usuário e o tipo

é definido a partir do conjunto com maior pontuação. No entanto, o uso de questionários nem sempre é exato, pois os estudantes podem não dar a atenção necessária para respondê-los, devido ao tempo que precisam dedicar para preenchê-los, podem perder o interesse, ou podem ter dúvidas sobre o que responder naquele momento (EINOLA; ALVESSON, 2021). Além disso, pesquisas recentes apontam que as preferências de um usuário podem mudar ao longo do tempo (SANTOS et al., 2021), ou seja, o tipo do usuário também pode mudar conforme se interessa por diferentes elementos, o que requer uma constante re-avaliação dos tipos de usuário de cada pessoa.

Diante desse contexto, esta dissertação de mestrado tem como objetivo principal avaliar diferentes aspectos com relação a perfis de usuários Hexad e a plataforma de gamificação CodePlay. Para tanto, o estudo foi realizado com estudantes¹ da disciplina de Introdução a Programação de Computadores (IPC) da UFAM, uma disciplina ministrada para cursos que não são de computação. O presente trabalho também busca explorar a análise de elementos mais indicados para os tipos de usuários dentro do CodePlay, a identificação de usuários com base na utilização de elementos e a mudança de perfil Hexad ao longo do tempo, como forma de contribuir com os estudos na área de personalização com base nos usuários, por isso, as seguintes questões de pesquisa guiaram esta dissertação:

QP1: Quais os elementos indicados para cada tipo de jogador no contexto de uma gamificação baseada em jogos de RPG?

QP2: Como utilizar dados de interação dos usuários com uma gamificação baseada em jogos RPG e técnicas de Aprendizado de Máquina para prever usuários conforme o modelo Hexad?

QP3: O tipo de um usuário, classificado conforme o modelo Hexad, pode mudar ao longo do tempo?

¹ Projeto aprovado pelo Comitê de Ética sob o CAAE: 54393421.0.0000.5020.

1.1 Objetivos

Esta seção apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos definidos para esta dissertação, de forma a responder as questões de pesquisa.

1.1.1 Objetivo Geral:

Considerando uma plataforma de gamificação baseada em jogos RPG e um conjunto de usuários classificados através do modelo Hexad, avaliar: o nível de interesse de cada tipo de usuário pelos diferentes elementos de jogos da plataforma; a viabilidade de identificar os tipos com base nos dados de interação dos usuários com a plataforma; e, se o tipo de usuário muda ao longo do tempo, conforme ocorre a interação com gamificação.

1.1.2 Objetivos Específicos:

Para alcançar o objetivo geral proposto, serão considerados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o padrão de utilização dos elementos de jogos para cada tipo de usuário Hexad;
- Conduzir um estudo sobre o percentual de usuários que mudam o tipo Hexad durante o uso do CodePlay em um período letivo;
- Aplicar e avaliar técnicas de aprendizado de máquina para identificar o tipo Hexad dos usuários a partir dos dados de interação desses usuários no CodePlay.

1.2 Metodologia de pesquisa

A metodologia de pesquisa adotada nesta dissertação de mestrado foi o multimétodo. Segundo Cresswell e Tashakkori (2007), a pesquisa multimétodo é uma abordagem que

utiliza diferentes análises metodológicas do mesmo tipo, ou seja, podem ser usados mais de um método de pesquisa qualitativa ou então dois métodos quantitativos diferentes, o que permite que sejam encontrados resultados de pesquisa extensos e variados.

Visto que para este trabalho foram propostas três questões de pesquisa, para responder cada uma delas foram utilizados diferentes conjuntos de dados, que possibilitassem a realização de diferentes análises, de natureza quantitativa, para responder as questões. A Figura 1 apresenta o processo metodológico abordado e em seguida são descritas cada uma das etapas que o compõe.



Figura 1 – Etapas do processo metodológico.

- Definição do escopo: etapa onde foram definidos os objetivos e as questões de pesquisa do trabalho;
- Coleta de dados: etapa responsável pela coleta dos dados a partir da aplicação do juiz on-line CodeBench e da gamificação CodePlay com as turmas de IPC da UFAM, tanto as interações com os elementos de jogos quanto a aplicação do questionário Hexad, que ocorreu no início de todos os semestres em que ocorreram as coletas;
- Tratamento dos dados: onde os dados capturados durante a coleta foram tratados para que as análises pudessem ser realizadas. Um dos fatores importantes nessa etapa foi desconsiderar dados que poderiam deturpar os resultados, como por exemplo, os dados gerados por estudantes que desistiram da disciplina ou

deixaram de usar a gamificação. Nessa etapa também foi realizada a análise do questionário Hexad, respondido pelos estudantes durante a fase de coleta. Considerando que, em alguns casos, a análise do questionário pode resultar em mais de um tipo de usuário por aluno, foram considerados apenas os estudantes que possuíam um único perfil dominante;

- Análise e interpretação dos dados: nessa etapa foram realizadas as análises definidas para responder a cada uma das questões de pesquisa e também a interpretação dos resultados de cada uma delas.

1.3 Organização do Trabalho

Esta dissertação de mestrado, além deste capítulo de introdução, está organizada como descrito a seguir:

- **Capítulo 2** - apresenta os fundamentos teóricos relacionados com o tema desta dissertação, como jogos, gamificação, tipos de usuário e aprendizagem de máquina.
- **Capítulo 3** - apresenta os trabalhos relacionados com tipos de usuário e elementos de jogos, além de alternativas diferentes de questionários para identificar usuários em sistemas gamificados.
- **Capítulo 4** - descreve a metodologia que será utilizada para responder as questões de pesquisa propostas.
- **Capítulo 5** - apresenta os resultados e discussões da pesquisa.
- **Capítulo 6** - apresenta as considerações finais desta dissertação de mestrado.

2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos nos quais esta dissertação se baseia. A Seção 2.1 trata dos conceitos de jogos e a Seção 2.2 de gamificação. A Seção 2.3 apresenta algumas das tipologias referentes a tipos de usuários em jogos e gamificação. A Seção 2.4 aborda sobre o CodeBench e o CodePlay e a Seção 2.5 sobre aprendizagem de máquina, tarefas de classificação e métodos de avaliação.

2.1 Jogos

Os jogos digitais surgiram nos anos 50, quando uma quantidade limitada de pessoas tinha acesso a computadores. Jogos como OXO¹ e Spacewar!² ou tinham gráficos simples ou não tinham gráficos e eram exibidos em osciloscópios com tela preta e branca (ROGERS, 2014). Com o avanço da tecnologia, as pessoas passaram a ter acesso a jogos por meio de consoles, fliperamas e computadores (PIRES et al., 2020). À medida em que os jogos se tornaram cada vez mais acessíveis, as pessoas passaram a dedicar horas de seus dias jogando (SAVI; ULBRICHT, 2008). Uma das razões para isso é o fato de que os jogos possuem características atraentes, que prendem a atenção do jogador, fornecendo, por exemplo, desafios, o que o faz experimentar sentimentos de frustração, raiva, felicidade e diversão (BOLLER; KAPP, 2018).

Com o passar dos anos, surgiram diversos gêneros e subgêneros de jogos, carac-

¹ Disponível em: https://www.transum.org/Software/Fun_Maths/Games/Oxo.asp

² Disponível em: <https://www.masswerk.at/spacewar/>

terizados pela *gameplay* (jogabilidade), desde jogos de ação, como Super Mario World³, Tomb Raider⁴, Mortal Kombat⁵, até jogos de aventura, como World of Warcraft⁶ e Resident Evil⁷ (ROGERS, 2014). Dentro do gênero de aventura, existe um subgênero chamado *Role-Playing Game* (RPG), onde o jogador se torna outra pessoa, assumindo habilidades específicas, personalidade e estilo de luta do personagem que escolhe para ser dentro do ambiente do jogo (NTOKOS, 2019).

Os videogames do gênero RPG surgiram a partir de RPGs de mesa, como *Dungeons and Dragons* (D&D) (GYGAX; ARNESON, 1974). Um dos aspectos desafiadores desse gênero é a jogabilidade, que está atrelada diretamente à história e à progressão do personagem. Ao assumir o papel do personagem, o jogador deve fazer escolhas no mundo do jogo de acordo com elementos da história. Essas escolhas determinam o progresso do jogador no enredo do jogo (NTOKOS, 2019).

2.2 Gamificação

Gamificação (do inglês *Gamification*) é a utilização de elementos de jogos e conceitos de *game design* em contextos não relacionados a jogos (por exemplo: educação, negócios, vida social, saúde) (KAPP, 2012). Um dos principais objetivos da gamificação é aumentar o envolvimento e a motivação das pessoas na realização de tarefas e atividades que normalmente não parecem atraentes. Esse é um dos motivos que a torna interessante no âmbito da educação, já que muitas vezes os estudantes acabam não participando ativamente dos estudos devido ao seu desinteresse pelos métodos convencionais de ensino (KIRYAKOVA; ANGELOVA; YORDANOVA, 2014; ALVES, 2015).

Ao longo dos anos, surgiram diversas pesquisas em torno do uso da gamificação no contexto educacional. Visto que grande parte dos estudantes faz uso de jogos, os elementos incorporados em ambientes e sistemas gamificados têm o potencial de envolver os estudantes nos conteúdos abordados (MANZANO-LEÓN et al., 2021).

³ Disponível em: <https://kbhgames.com/game/super-mario-world>

⁴ Disponível em: <https://tombraider.square-enix-games.com/en-us>

⁵ Disponível em: <https://mortalkombat.com/>

⁶ Disponível em: <https://worldofwarcraft.com/pt-br/>

⁷ Disponível em: <https://residentevil.com.br/jogos/>

Diante disso, a gamificação pode ser uma boa alternativa para aumentar a motivação em disciplinas.

A motivação é um processo psicológico responsável por iniciar e manter comportamentos que resultam em um objetivo (SCHUNK; MEECE; PINTRICH, 2012), podendo ser intrínseca ou extrínseca. Dentro da gamificação, a motivação intrínseca é aquela que compele os estudantes a explorar os ambientes sem necessariamente pensar nas recompensas, o principal objetivo é realizar com sucesso a tarefa em que estão inseridos. Por outro lado, a motivação extrínseca está ligada a recompensas e punições, não sendo normalmente suficiente para envolver os usuários na gamificação (BURKE, 2015). Por isso, pesquisadores da área têm buscado formas de motivar intrinsecamente os estudantes, visto que a realização de uma tarefa está diretamente ligada ao prazer ou satisfação pessoal, e fatores externos, como recompensas e premiações, não influenciam no cumprimento de uma atividade (DECI; RYAN, 2000; HANUS; FOX, 2015).

Estudos sugerem que os elementos e a natureza dos jogos são motivadores intrínsecos (MCGONIGAL, 2011). Dessa forma, aplicar a mecânica e os elementos de jogos em uma sala de aula ou em um ambiente gamificado pode aumentar a motivação intrínseca dos estudantes.

Além dos tipos de motivação, existem outros aspectos que ditam as diferenças individuais entre as pessoas que participam/utilizam ambientes e sistemas gamificados, como personalidade, traços individuais, interesses e fatores demográficos (GIL; CANTADOR; MARCZEWSKI, 2015; PEDRO et al., 2015). Nesse contexto, pesquisas recentes têm explorado a personalização de ambientes gamificados com base nas características dos usuários, adequando os elementos de jogos de acordo com o perfil de cada um, de forma a melhorar a experiência dos usuários ao interagir com tais ambientes (RAPP et al., 2019; KOIVISTO; HAMARI, 2019; KLOCK et al., 2020), conforme explorado a seguir.

2.3 Tipos de usuário

Um dos fatores importantes do processo de modelagem de sistemas gamificados é considerar a personalidade dos usuários, suas motivações e seus interesses. Isso pode

caracterizar diferentes tipos de usuários, que se identificam e interagem com determinados elementos dentro do ambiente em questão (GONZÁLEZ et al., 2016). Um sistema gamificado pode ser formado por diversos elementos de jogos: competição, *rankings*, recompensas, desafios. Ao inserir apenas um elemento de jogo no contexto, é provável que nem todos os usuários do sistema se interessem pelo elemento e, por consequência, não se sintam engajados com a gamificação. Diante disso, muitos estudos defendem a adaptação de sistemas gamificados de acordo com a personalidade dos usuários. Entretanto, mapear os elementos de *design* para que se adéquem à personalidade de cada jogador não é uma tarefa simples (TONDELLO et al., 2016).

Quando falamos em tipos de usuários, um dos autores mais referenciados é Bartle (1996). A tipologia de jogador de Bartle foi desenvolvida com base em observações do comportamento do usuário em jogos do tipo *Multi-User Dungeons* (MUDs). Bartle (1996) defende que existem duas dimensões no jogo: ação vs. interação e jogador vs. mundo. Com base nisso, são definidos quatro tipos: conquistador, aquele que está interessado em fazer coisas para o jogo (ação vs. mundo), o objetivo deles é dominar o jogo; explorador, aquele que gosta de ser surpreendido pelo jogo (interação vs. mundo), o objetivo deles é ter conhecimento sobre o jogo; matador, aquele que está interessado em fazer coisas com as pessoas (ação vs. jogador), eles gostam de serem superiores aos outros e não se importam em causar danos; e, socializador, aquele que está interessado em interagir com outros jogadores (interação vs. jogador), para eles o mundo do jogo é apenas um cenário, fazer amizades e ter influência é mais importante.

Assim como Bartle (1996), outros trabalhos que surgiram posteriormente buscaram personalizar jogos e sistemas gamificados. A partir de dados coletados do desempenho de estudantes e preferências de jogo em um curso de engenharia gamificado, Barata et al. (2014) realizaram uma análise de *cluster* para identificar diferentes tipos de estudantes na experiência gamificada e de que forma o comportamento está relacionado às características de jogo. No estudo, foram identificados quatro tipos de usuários: i) conquistadores, que se esforçaram em pegar o maior número possível de coletáveis; ii) estudantes regulares, que tiveram um bom desempenho geral, mas evitaram componentes do sistema que eram mais complexos; iii) estudantes indiferentes, que mostraram um

interesse limitado e tiveram desempenho abaixo da média; e, iv) não conquistadores, que fizeram apenas o suficiente para passar no curso e tiveram o desempenho mais baixo.

BrainHex é o modelo de classificação de jogadores proposto por Nacke, Bateman e Mandryk (2014), que se baseia em descobertas neurobiológicas relacionadas ao ato de brincar, padrões de jogos e nas tipologias de jogadores de Bartle (1996) e Yee (2006). O modelo BrainHex abrange sete tipos de usuários: i) exploradores, que são motivados pela curiosidade sobre o mundo do jogo; ii) sobreviventes, motivados por situações consideradas assustadoras; iii) audaciosos, buscam emoção, excitação e gostam de se arriscar; iv) comandantes, gostam de resolver *puzzles* e desenvolver estratégias; v) conquistadores, motivados por desafios, gostam de enfrentar adversidades para alcançar a vitória; vi) socializadores, são motivados por interação social, gostam de conversar e ajudar outras pessoas; e, vii) colecionadores, motivados por conquistas de longo prazo e orientados por objetivos.

Com base em estudos sobre o BraixHex (NACKE; BATEMAN; MANDRYK, 2014), Tondello et al. (2019) propõem um modelo de características de jogador fundamentado nas teorias de personalidade e motivação, além de considerar as preferências por elementos e estilo de jogos. O modelo divide os jogadores em cinco tipos: i) orientação estética, gostam de experiências estéticas, como explorar o mundo, apreciar o cenário ou a qualidade dos gráficos, som e estilo de arte, gostam de jogos de *role-playing* e simulações e preferem jogar sozinhos; ii) orientação narrativa, gostam de narrativas e histórias complexas, são introvertidos, gostam de jogos de RPG e simulação e preferem jogar sozinhos; iii) orientação para metas, gostam de completar os objetivos e missões, explorar todas as opções e sempre chegar ao fim do jogo; iv) orientação social, preferem jogar junto com outras pessoas, gostam de jogos *multiplayer*, comunidades de jogos competitivas e são mais extrovertidos; e, v) orientação para desafios, preferem jogos e desafios difíceis, tendem a gostar de todos os estilos de jogo, com exceção dos casuais.

Dentre as tipologias existentes na literatura, nesta dissertação escolheu-se trabalhar com o modelo Hexad (MARCZEWSKI, 2015), por ser voltado especificamente para gamificação e também possuir questionários para identificação de perfil validado na

literatura (TONDELLO et al., 2016; SANTOS et al., 2022). Os tipos de usuários definidos pelo modelo Hexad estão descritos a seguir.

2.3.1 *User Types Hexad Framework*

Ao propor o *User Types Hexad Framework*, ou apenas modelo Hexad, Marczewski (2015) se baseou no grau em que os usuários podem ser motivados, seja por fatores intrínsecos ou extrínsecos. Os seis tipos de usuários definidos pelo modelo Hexad são fundamentados conforme a Teoria da Autodeterminação (SDT), que distingue os tipos de motivação de acordo com as diferentes razões que levam as pessoas a realizarem determinada ação (RYAN; DECI, 2000a).

A Teoria da Autodeterminação define que a motivação intrínseca está relacionada com três aspectos psicológicos aos quais o ser humano deseja alcançar, sendo esses: i) domínio, que pode ser dito como a necessidade de conseguir enfrentar desafios; ii) autonomia, a necessidade de ter liberdade para realizar atividades da maneira como quiser; e, iii) relacionamento, a necessidade de se relacionar com outras pessoas (RYAN; DECI, 2000b). O modelo Hexad leva em consideração quatro tipos de motivação intrínseca, com base nos três princípios da SDT e na necessidade do indivíduo de buscar propósito (DECI et al., 1994) e significado em atividades diárias.

Os seis tipos de usuários, conforme o modelo Hexad (MARCZEWSKI, 2015), são: (i) filantropo, que buscam por significado em suas ações, gostam de ajudar os outros sem esperar por uma recompensa. Elementos indicados para esse tipo de usuário são: possibilidade de fazer doações, compartilhamento de conhecimento e funções administrativas; (ii) socializador, que são motivados por relações sociais, gostando de interagir com os outros e criar conexões. Os elementos de jogos mais indicados pra esse tipo de usuário são: redes sociais, competição social e guildas (grupos formados para conquistar um objetivo); (iii) espírito livre, que prezam pela autonomia, liberdade para se expressar e agir conforme querem, gostam de explorar o ambiente. Os elementos indicados são: *easter eggs*, jogabilidade não linear, conteúdos desbloqueáveis, ferramentas de criatividade e customização; (iv) conquistador, são motivados pela competência, ou seja,

gostam de enfrentar e vencer desafios, e procuram completar as tarefas que aparecem ao longo da jornada para progredir no sistema ou jogo. Os elementos indicados para esse tipo de usuário são: desafios, conquistas, missões, níveis e desafios épicos (batalha com o "chefão"); v) jogador, são motivados por aspectos extrínsecos, buscam sempre pelas recompensas. Elementos como pontos, prêmios, tabelas de classificação, *badges* (emblemas) e jogos de azar são indicados; e, vi) disruptor, são motivados por mudanças, gostam de perturbar e testar os limites do sistema, podem interferir negativamente por meio de trapaças ou positivamente para melhorar o sistema. Os elementos sugeridos são mecanismos de votação, ferramentas de desenvolvimento e anonimato. Os conquistadores, socializadores, espíritos livres e filantropos são motivados por aspectos intrínsecos, enquanto os jogadores e disruptors, por recompensas extrínsecas.

O modelo Hexad possui um questionário formado por 24 itens em escala Likert de sete pontos (TONDELLO et al., 2016), que define com qual/quais dos seis tipos de usuário uma pessoa se identifica mais.

2.4 O CodeBench e o CodePlay

O CodeBench (GALVÃO; FERNANDES; GADELHA, 2016) é um juiz on-line, desenvolvido na UFAM, com o objetivo de automatizar a correção de exercícios submetidos por estudantes de disciplinas de programação. Dentro do sistema os professores podem disponibilizar listas de exercícios, trabalhos práticos e provas. Os estudantes, por sua vez, criam algoritmos para solucionar os problemas propostos e o CodeBench analisa e informa se a solução está correta ou não. A Figura 2 apresenta a interface do juiz on-line. Ao lado esquerdo da tela é possível visualizar o enunciado de uma questão de programação, enquanto do lado direito está o editor de códigos, onde o estudante pode escrever a solução para o problema.

O CodePlay (PESSOA et al., 2019) é uma plataforma de gamificação baseada em jogos de RPG que está integrada ao juiz on-line CodeBench. A gamificação é composta por diversos elementos, como: NPCs (*Non-Player Characters*), pontos de experiência, doações, *chat*, avatares, moedas, narrativa, missões, entre outros. A progressão do

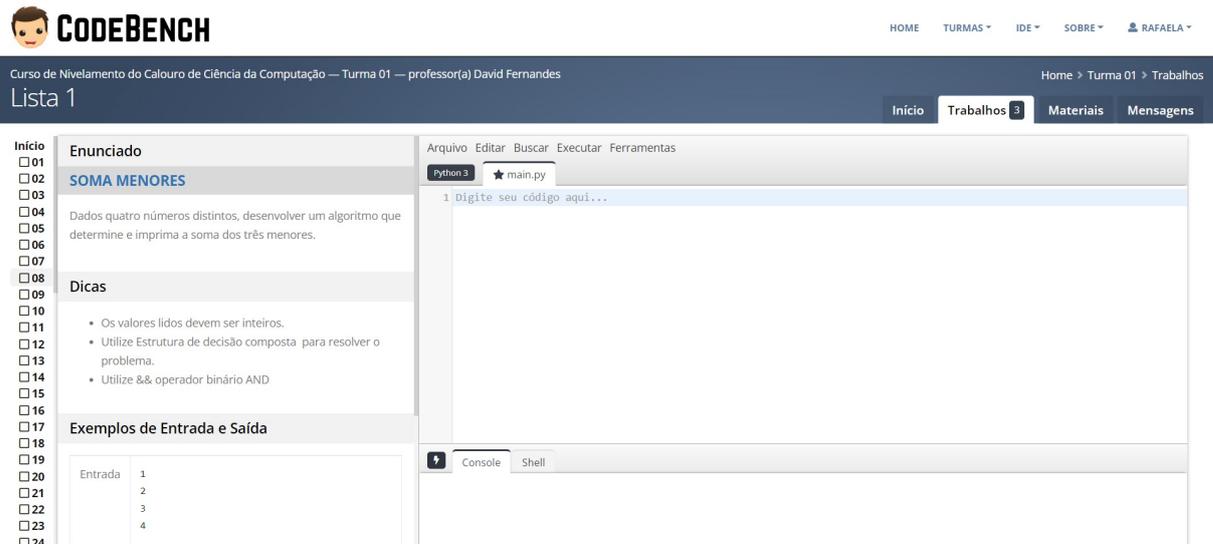


Figura 2 – Juiz on-line CodeBench.

usuário dentro do jogo está atrelada à resolução de exercícios de programação no CodeBench.

Quando um estudante responde corretamente um exercício, uma carta é sorteada contendo uma recompensa dentro da gamificação CodePlay, que pode ser pontos de experiência, moedas, desbloqueio de edificações ou um elemento necessário para a conclusão de uma missão coletiva. A Figura 3 apresenta uma das fases do jogo, onde o canto superior direito exibe a missão principal da fase. No canto esquerdo aparece o minimapa e ao centro a *infobox* (caixa de informações) de um jogador.

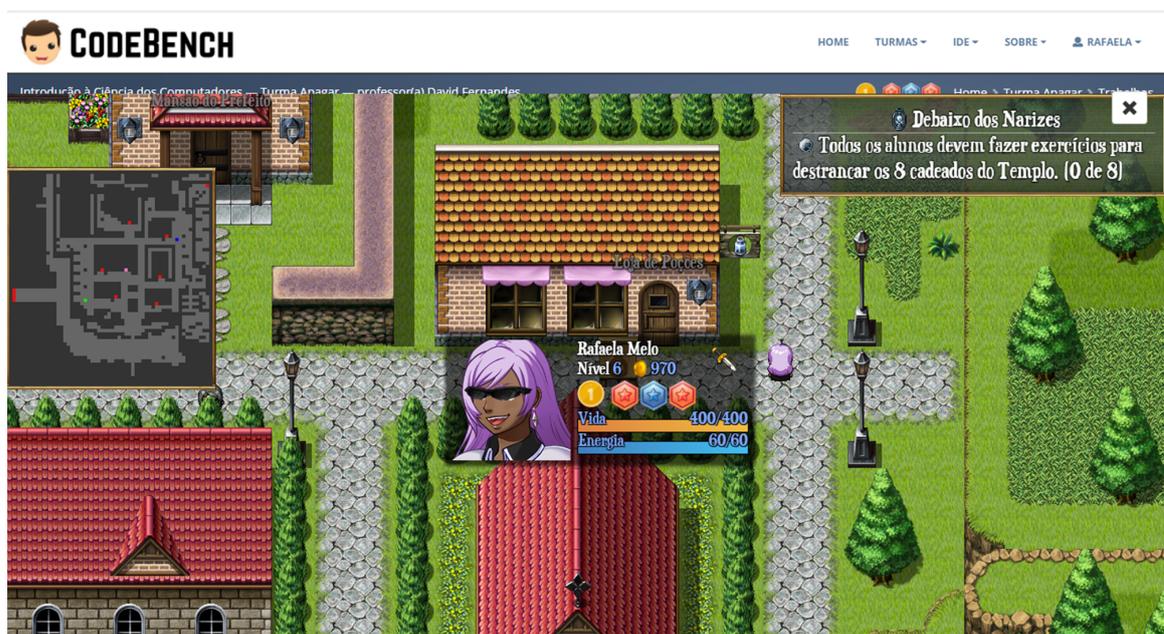


Figura 3 – Plataforma de gamificação CodePlay.

O CodePlay é definido como uma gamificação, que não depende do conteúdo

curricular das disciplinas em que é aplicado e é utilizado como um recurso para motivar os estudantes a resolverem mais exercícios de programação.

O enredo do jogo gira em torno de um mundo virtual onde os estudantes foram aprisionados. O mundo virtual é repleto de monstros e perigos, e foi criado por um ser chamado Marduk usando tecnologia computacional e linguagens de programação. Como Marduk usou linguagens de programação para criar o mundo do jogo, os estudantes desenvolverem poderes dentro do mundo virtual à medida em que estudam programação. Quanto mais estudam programação, mais poderosos se tornam. O enredo destaca a importância do estudo de programação, pois esse é o único meio de vencer Marduk e se libertar do mundo virtual onde estão presos.

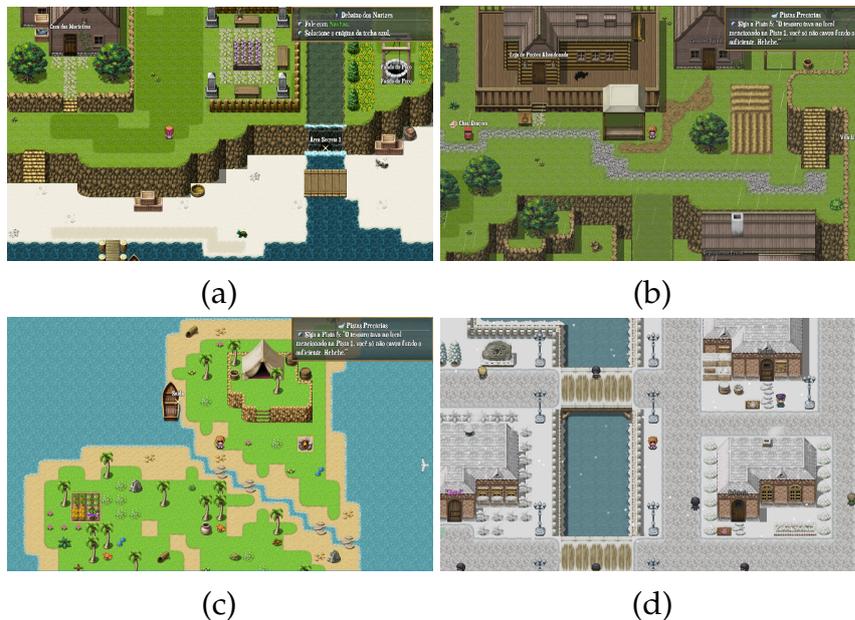


Figura 4 – Telas das fases do CodePlay. (a) Fase 1 - Vila Primeira Freiheit. (b) Fase 3 - Montanha Hurriya. (c) Fase 5 - Arquipélago Saoirse. (d) Fase 6 - Vila Glacial Freedom.

O CodePlay é composto por sete fases, chamadas de capítulos. A Figura 4 apresenta algumas das telas das fases. Cada um dos capítulos possui desafios, cenários e enredos próprios, que estão de acordo com o enredo central. A Tabela 1 apresenta os elementos que estão presentes no jogo (PESSOA et al., 2022).

Tabela 1 – Elementos disponíveis no CodePlay.

Elemento	Descrição
----------	-----------

Anarquia	Em algumas missões do jogo é possível fazer escolhas anarquistas, como por exemplo soltar um monstro.
Emblema	O CodePlay oferece emblemas de ouro, prata e bronze, de acordo com as médias nas avaliações da disciplina.
Desafio	Os jogadores precisam vencer inimigos e resolver enigmas durante as fases.
Escolha	O estudante tem a opção de escolher se deseja ou não realizar os desafios e missões ao longo do jogo.
Coleta	Durante as fases, o jogador pode coletar moedas, pontos de experiência e armas. Também podem comprar e vender armas e poções mágicas.
Competição	O CodePlay possui um placar organizado em três grupos (ouro, prata e bronze) e os estudantes conseguem visualizar as conquistas dos demais jogadores.
Consequência	Ao realizar uma ação, o jogador recebe <i>feedback</i> , inclusive quando a ação causa algum impacto aos demais jogadores, como por exemplo soltar um monstro ou jogar moedas nos poços das vilas.
Personalização	O jogo permite que o estudante selecione um avatar e o nome.
<i>Easter egg</i>	Existem alguns elementos surpresas durante as fases. Por exemplo, o jogador pode mudar a música que toca no bar de uma das vilas.
Emoção	Dentro do CodePlay, o estudante pode ajudar os colegas, ganhar batalhas, completar minijogos, atividades que podem gerar emoções positivas.
Exploração	O mundo do jogo é composto por vilas com várias edificações, missões e passagens secretas que podem ser exploradas. Existem NPCs que contam histórias e estão presentes em diferentes locais.

<i>Feedback</i>	O CodePlay possui identificação visual e textual das ações e locais. Por ser baseado em um jogo RPG, durante as fases os jogadores têm a presença do Nashao, um NPC que dá informações e responde questionamentos. Também existe um diário de missões onde o jogador pode ver o que cumpriu e não cumpriu.
Presentear	É possível apresentar outros jogadores com moedas, pontos de experiência ou armas.
Placar	Os jogadores são ordenados em três níveis, conforme a quantidade de experiência acumulada. Também existem os emblemas que são relacionados às notas e à frequência no juiz on-line. No placar e nos emblemas os jogadores são divididos em grupos de ouro, prata e bronze.
Nível	Existem barras de progresso de moedas, de pontos de experiência e de missões.
Loteria	As cartas de recompensa por responder a um exercício corretamente no juiz on-line são sorteadas de maneira aleatória.
Significado	O CodePlay trata os jogadores como aprendizes de programação que ajudarão a salvar o mundo de um ser maldoso.
Narrativa	As fases e os elementos são baseados em um enredo futurístico que coloca o estudante como um personagem importante.
Pontos	Existem pontos de experiência e moedas que o jogador pode coletar durante as fases.
Prêmio	O estudante ganha bônus em forma de pontos de experiência ou moedas de acordo com suas ações no jogo.
Sinalização	O jogo possui sinalizações sobre atividades permitidas e existem NPCs ao longo das fases que dão dicas sobre o enredo e tarefas disponíveis.
Rede social	Os jogadores podem mandar mensagens para os colegas por meio de um chat.

Status social	Além do ranking que divide os jogadores em três grupos, os três primeiros estudantes recebem um óculos escuro como premiação especial e ficam em destaque no placar.
Estratégia	Algumas estratégias são necessárias para avançar no jogo. Por exemplo, combinar magias para vencer um inimigo ou então resolver um puzzle em alguma missão.
Conteúdo desbloqueável	A maioria das edificações presentes no mundo do jogo são bloqueadas, para que sejam desbloqueadas é necessário responder mais exercícios de programação.
Economia virtual	O estudante pode acumular moedas e no decorrer do jogo elas se tornam necessárias para comprar armas, armaduras, poções e bebidas.

2.5 Aprendizagem de máquina

Nesta dissertação de mestrado, a aprendizagem de máquina foi utilizada para classificar usuários de acordo com o tipo de jogador, onde foram utilizados como dados de treinamento os elementos de jogos com os quais os estudantes interagiram dentro do CodePlay e os rótulos de classe foram as respostas obtidas com a aplicação do questionário Hexad. A seguir são especificados alguns dos conceitos de aprendizagem de máquina que foram utilizados para a realização deste trabalho.

2.5.1 Tipos de aprendizagem

A aprendizagem de máquina (ou *machine learning*) é um campo da Inteligência Artificial que se concentra no desenvolvimento de algoritmos que são capazes de "imitar" a forma como os humanos aprendem (NAQA; MURPHY, 2015). Essa área de pesquisa tem sido aplicada em diferentes contextos como, por exemplo, reconhecimento de padrões, visão computacional, aplicações médicas, finanças, e engenharia de naves espaciais.

Os algoritmos de aprendizagem de máquina utilizam dados de exemplo para resolver problemas e se dividem em quatro categorias (SARKER, 2021):

- Aprendizagem supervisionada: usa dados de treinamento rotulados e uma coleção de exemplos para inferir uma função. Pode ser aplicada em tarefas de classificação e regressão;
- Aprendizagem não-supervisionada: diferente da aprendizagem supervisionada, os dados de treinamento não são rotulados. Pode ser utilizada em tarefas de agrupamento, detecção de anomalias e para encontrar regras de associação;
- Aprendizagem semi-supervisionada: é uma junção dos métodos supervisionados e não-supervisionados, pois utiliza dados rotulados e não-rotulados. Pode ser aplicada em tarefas de tradução automática, detecção de fraude e classificação de texto;
- Aprendizagem por reforço: é uma técnica que permite que agentes de *software* avaliem o comportamento ideal em determinado contexto ou ambiente para melhorar sua eficiência. A aprendizagem por reforço é baseada em recompensa ou penalidade, onde o objetivo final é aumentar a recompensa ou minimizar o risco. Pode ser utilizada em robótica, tarefas de condução autônoma, manufatura e logística.

A aprendizagem de máquina pode ser aplicada em diferentes tarefas, entre elas: classificação, regressão, agrupamento de dados, aprendizado de regras de associação e engenharia de recursos para redução de dimensionalidade (SARKER, 2021).

Nesta dissertação de mestrado foi aplicada a aprendizagem supervisionada e a tarefa de classificação para fazer a identificação de tipo de jogador com base na utilização de elementos do CodePlay. A seguir é explicado como funcionam as tarefas de classificação.

2.5.2 Tarefas de classificação

A classificação é um método de aprendizagem supervisionada, que pode ser dita como um problema de predição, onde um exemplo é classificado em um rótulo de classe (HAN; PEI; TONG, 2022). Um exemplo clássico e real de tarefa de classificação é a

detecção de spam em provedores de serviços de e-mail com os rótulos de "spam" e "não-spam". Os problemas de classificação mais comuns são: i) classificação binária, que se refere a tarefas com dois rótulos de classe como “verdadeiro e falso” ou “sim e não”; ii) classificação multi-classe, são tarefas com mais de dois rótulos de classe; e, iii) classificação *multi-label*, onde um exemplo pode pertencer a mais de uma classe (HAN; PEI; TONG, 2022).

Na literatura, existem diversos algoritmos de aprendizagem de máquina para resolver problemas de classificação. Devido a baixa quantidade de dados e o alto número de atributos utilizados neste trabalho, foram selecionados os seguintes algoritmos de classificação:

- *K-nearest neighbors* (KNN): é um algoritmo de aprendizagem baseada em instância (AHA; KIBLER; ALBERT, 1991). O KNN não constrói um modelo interno geral, mas sim armazena todas as instâncias (dados de treinamento) em um espaço n-dimensional. A classificação de novos pontos de dados é feita com base em medidas de similaridade (exemplo: função de distância euclidiana), a partir de uma votação majoritária dos k vizinhos mais próximos de cada ponto.
- *Random forest* (RF): é um algoritmo que usa várias árvores de decisão em paralelo e utiliza votação majoritária ou médias para a classificação (BREIMAN, 2001). O RF é mais preciso do que usar uma única árvore de decisão.
- *Bagging*: é um método *ensemble* (técnica de aprendizagem de máquina que combina o resultado de vários modelos para produzir um melhor modelo preditivo) que tem como principal função tentar evitar o *overfitting*. O *Bagging* constrói vários estimadores, usando o mesmo modelo diversas vezes para então fazer uma média somando os modelos individuais (SUTTON, 2005).

2.5.3 Técnicas de balanceamento de dados

Em aprendizagem de máquina, o desbalanceamento de dados se refere a uma distribuição desigual de classes dentro do conjunto de dados (MOHAMMED; RAWASHDEH;

[ABDULLAH, 2020](#)). Esse problema acontece principalmente em tarefas de classificação, quando a distribuição dos dados nas classes não é uniforme.

Existem algumas técnicas disponíveis para balancear conjuntos de dados, como *undersampling* e *oversampling*. *Undersampling* é o processo de diminuir a quantidade de instâncias das classes com mais exemplos de dados, para se igualarem a classe com menos amostras. Já no *oversampling* é realizado o aumento da quantidade de instâncias das classes com menos amostras, para uniformizar de acordo com o número de instâncias da classe de maior quantidade.

Por conta da baixa quantidade de dados e do desbalanceamento do *dataset* utilizado neste trabalho, foi aplicada a técnica de *oversampling*, tendo em vista aumentar o número de amostras das classes minoritárias e igualar a quantidade de amostras em cada classe.

2.5.4 Métodos de avaliação

Ao trabalhar com algoritmos de aprendizagem de máquina, uma das etapas mais importantes é a avaliação dos modelos, para verificar o quão bom o modelo se portou ao classificar as amostras. Por conta disso, a seguir são descritas algumas das métricas de avaliação que foram utilizadas neste trabalho.

A avaliação dos algoritmos de classificação é feita a partir da comparação entre as classes preditas e as classes verdadeiras de cada exemplo. Os métodos de avaliação procuram medir o quão distante o algoritmo está de classificar todos os exemplos corretamente.

Uma das formas de verificar o desempenho de um algoritmo é a matriz de confusão ([SAMMUT; WEBB, 2011](#)), que indica quantos exemplos existem em cada um dos seguintes grupos: i) falso positivo (FP), quando um exemplo é classificado positivamente para uma classe errada; ii) falso negativo (FN), quando um exemplo é classificado como não pertencente à uma classe, mas na realidade pertence; iii) verdadeiro positivo (VP), representa a quantidade de exemplos positivos classificados corretamente; e, iv) verdadeiro negativo (VN), representa a quantidade de exemplos negativos classificados

corretamente.

A acurácia (SAMMUT; WEBB, 2011) é um método que avalia quantos exemplos foram classificados corretamente e se dá pela equação 2.1:

$$acc = \frac{VP + VN}{VP + FP + FN + VN} \quad (2.1)$$

A precisão (SAMMUT; WEBB, 2011) é um método que se baseia na razão entre a quantidade de exemplos classificados corretamente como positivos e o total de exemplos classificados como positivos, conforme a equação 2.2:

$$prec = \frac{VP}{VP + FP} \quad (2.2)$$

A revocação (ou *recall*) (SAMMUT; WEBB, 2011) é um método baseado na razão entre a quantidade de exemplos classificados corretamente como positivos e a quantidade de exemplos que são de fato positivos, de acordo com a equação 2.3:

$$recall = \frac{VP}{VP + FN} \quad (2.3)$$

O método F1-Score é definido pela média harmônica entre a precisão e a revocação (SAMMUT; WEBB, 2011), conforme a equação 2.4:

$$F1 = 2 * \frac{prec * recall}{prec + recall} \quad (2.4)$$

2.6 Síntese do capítulo

Este capítulo apresentou os conceitos teóricos relacionados com esta dissertação de mestrado, sendo eles: jogos, gamificação, tipos de usuário, modelo Hexad, CodeBench, CodePlay e aprendizagem de máquina.

O presente trabalho tem como foco identificar os elementos de jogos mais indicados para os tipos de usuários dentro do CodePlay, avaliar a viabilidade de identificar perfis por meio de técnicas de aprendizagem de máquina e avaliar a mudança de perfil ao longo do tempo. O capítulo seguinte apresenta alguns trabalhos relacionados com o tema desta dissertação.

3

TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta alguns trabalhos relacionados com o tema desta dissertação. Os trabalhos foram divididos em dois grupos: os que realizaram estudos sobre tipos de usuário e elementos de jogos, apresentados na Seção 3.1, e os que aplicaram estratégias diferentes da utilização de questionários para identificar o tipo dos usuários, apresentados na Seção 3.2.

3.1 Tipos de usuário e elementos de jogos

A literatura sobre tipos de usuários de jogos e sistemas gamificados aponta quais são os elementos mais indicados para cada perfil (BARTLE, 1996; MARCZEWSKI, 2015; NACKE; BATEMAN; MANDRYK, 2014; TONDELLO et al., 2019), porém, estudos realizados na área mostram que os tipos de usuários podem ter preferências diferentes considerando o contexto em que estão inseridos e a forma como os elementos são implementados. A seguir são citados alguns exemplos de pesquisas sobre gamificação e tipos de usuário em cenários e sistemas reais.

A pesquisa de Sinly, Rusli e Winarno (2018) trata da aplicação de gamificação a um juiz on-line para incentivar a participação dos estudantes. Os autores utilizaram a taxonomia de Bartle (1996) para classificar os usuários. Os elementos implementados pelos autores na gamificação contemplaram apenas três dos quatro tipos de usuário dessa taxonomia: explorador, socializador e conquistador. Portanto, aquisições de recursos, desbloqueio de conteúdo e emblemas ocultos foram direcionados aos exploradores; pre-

sentos e comentários aos socializadores; e, pontos de experiência, distintivos e placar aos conquistadores. Os autores avaliaram que os acessos ao juiz on-line aumentaram de 37% para 95% após a implementação da gamificação. Também foi aplicado o questionário de aceitação do usuário, *Hedonic Motivation System Adoption Model* (HMSAM) (LOWRY et al., 2012), que resultou na aprovação da maioria dos participantes. Contudo, não foram realizadas análises relacionadas aos tipos de usuários. Ao contrário do trabalho de Sinly, Rusly e Winarno (2018), embora o CodeBench seja um juiz on-line, a gamificação está vinculada ao CodePlay, e os usuários são classificados de acordo com o modelo Hexad.

No trabalho de Amado e Roleda (2020), um curso de Física gamificado foi modelado com base nos elementos de jogos preferidos de cada tipo de jogador, de acordo com o modelo Hexad (TONDELLO et al., 2016). Os elementos de jogos selecionados foram: i) para o tipo filantropo, emblemas e moedas que podem ser trocadas por *power-ups*; ii) para o socializador, missões de aliança e placar; iii) para o espírito livre, conteúdos desbloqueáveis por nível, avatar e nomes de jogo; iv) para o conquistador, níveis e desafios com dificuldades variadas; v) para o jogador, pontos de experiência, placar, conquistas e moedas; e, vi) para o disruptor, anonimato no placar. Os problemas de Física foram apresentados na gamificação em forma de desafios, onde os estudantes poderiam escolher a dificuldade do problema a ser respondido. Esse recurso foi adicionado como um elemento de escolha, que é uma característica típica dos jogos. Uma pesquisa foi realizada para determinar quais elementos os estudantes mais gostaram dentro da gamificação. O resultado mostrou que para os tipos filantropo, disruptor e jogador, o elemento preferido foi a escolha. Para o espírito livre, socializador e conquistador, foram as recompensas, conquistas e moedas. O conquistador também se interessou por coleção e comércio virtual (emblemas, moedas e *power-ups*) e o socializador, por conteúdos desbloqueáveis. Já o elemento de jogo com menor preferência por todos os tipos de usuários foi o placar, pois, segundo os estudantes, a competição gera emoções negativas quando estão em classificações baixas. Dentre os resultados, os autores concluem que as preferências de elementos de jogos não estão diretamente relacionadas aos elementos sugeridos na literatura para cada tipo de usuário. Em Amado e Roleda (2020), a gamificação é aplicada em um curso, diferente do trabalho apresentado nesta

dissertação, onde a gamificação é abordada por meio de um jogo RPG implementado dentro de um juiz on-line. Em semelhança, no CodePlay também são utilizados os tipos de usuários Hexad para definir os perfis dos estudantes.

Em Lopez e Tucker (2019), os autores realizam um estudo empírico sobre a relação entre os tipos de usuários e suas preferências no que diz respeito aos elementos de jogos e o desempenho em sistemas gamificados, por meio de um estudo de caso envolvendo um experimento controlado com uma aplicação gamificada e outra não gamificada. A gamificação utilizada no estudo consistia em um ambiente virtual em que os participantes interagem a partir de um sensor de movimento implementado com *Microsoft Kinect*. O intuito do sistema era que o jogador evitasse obstáculos fazendo movimentos com o corpo inteiro, ou seja, praticando exercícios físicos. Na aplicação gamificada foram implementados os seguintes elementos de jogos: i) pontos, ii) desbloqueio de conteúdo, e iii) avatar. Tais elementos são classificados em estratégia de recompensa (moedas e desbloqueio de conteúdo) e personalização (avatar). Segundo a literatura, os elementos de jogos selecionados no estudo, motivam os jogadores dos tipos: espírito livre, conquistador, jogador, disruptor, filantropo e socializador (TONDELLO et al., 2016; ORJI; TONDELLO; NACKE, 2018). Os principais resultados apontaram que o grupo submetido à gamificação teve o desempenho melhor que o outro grupo; participantes do tipo espírito livre, filantropo ou jogador (de acordo com questionário Hexad aplicado) tiveram melhor desempenho no grupo sem gamificação; e, ao correlacionar os tipos de usuários com a percepção dos elementos de jogos utilizados no estudo, pontos e avatar foram classificados como frustrantes, enquanto desbloqueio de conteúdo foi útil e preferível. Bem como o trabalho de Lopez e Tucker (2019), esta dissertação explora a relação entre os tipos de usuários Hexad e os elementos de jogos, porém, o CodePlay possui mais elementos para explorar essa relação.

O trabalho realizado por Rogers et al. (2021) explorou a personalização da gamificação em um curso de introdução a programação, utilizando o modelo Hexad como base. A pesquisa envolveu 1.026 estudantes de engenharia do primeiro ano de graduação que interagiram com uma ferramenta on-line para a prática de exames. Os estudantes foram divididos em três grupos: i) controle, sem elementos; ii) gamificação:

com todos os elementos; e, iii) escolha, onde os participantes tinham as opções de habilitar e desabilitar os elementos. Pontos, tabela de classificação e emblemas, foram os elementos selecionados para o estudo. Os autores consideraram pertinentes ao estudo os tipos de usuários jogador e conquistador. Considerando que o tipo jogador está associado a recompensas extrínsecas e podem ser motivados por pontos, tabelas de classificação e medalhas (TONDELLO et al., 2016), era esperado que, quando dentro do grupo de escolha, esses usuários estivessem mais inclinados a habilitar os elementos do que os demais tipos. Entretanto, os autores chegaram à conclusão de que não existem evidências suficientes de que as escolhas explícitas dos estudantes estavam diretamente relacionadas aos tipos de usuários.

Fischer, Heinz e Breitenstein (2018) apresentam o gOPAL, um LMS (*Learning Management System* - Sistema de Gestão de Aprendizagem), voltado para estudantes do primeiro semestre nas áreas do STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) e na formação de professores. O gOPAL foi gamificado para estimular os usuários a utilizarem o sistema com mais frequência, incorporando elementos como: narrativa, missões, recompensas, conquistas, *feedback*, surpresa e curiosidade. Dentro do gOPAL, os estudantes têm acesso a informações na forma de unidades de jogos educacionais (EGU). Os autores realizaram uma pesquisa empírica para identificar os tipos de usuários entre os estudantes, por meio de um questionário baseado no modelo Hexad, com o intuito de definir diretrizes para o design do gOPAL. Os resultados mostraram que os estudantes se identificam, em sua maioria, como filantropos, espíritos livres ou socializadores. Tais tipos de usuário têm como preferência exploração e tarefas colaborativas, ou seja, estratégias de gamificação competitivas não são adequadas para motivá-los. Pontos, emblemas e tabelas de classificação podem ter efeitos positivos quando aplicados a objetivos comuns em relação a outros jogadores, porém, são preferidos elementos que estimulem a motivação intrínseca, como a narrativa.

Agapito, Rodrigo e Mercedes (2018) exploram o impacto da gamificação em um curso introdutório de programação, incorporando elementos de design de jogos a um sistema de gerenciamento de atividades. Devido ao fato de ambientes gamificados não alcançarem o resultado esperado em grande parte das pesquisas da área, a escolha dos

elementos para esta pesquisa foi feita com base na gamificação significativa, mapeando-os conforme os três componentes da Teoria da Autodeterminação: i) controle para permitir autonomia; ii) ciclos de *feedback*, liberdade para falhar e progresso para o domínio; e, iii) colaboração para apoiar o relacionamento. Para tanto, a autonomia é vista no sistema por meio de perguntas e problemas para que os estudantes resolvam, dando-lhes a oportunidade de se empenhar em algo em que sentem que são bons. No caso do domínio, o sistema oferece *feedbacks* de pontuação, erros e acertos, permitindo que os estudantes percebam o efeito de suas ações e o progresso é representado por meio de um gráfico de radar contendo informações sobre a performance individual do estudante em aspectos como conceitos de programação, capacidade de rastrear códigos, corrigir erros de sintaxe e solucionar problemas. Para apoiar o relacionamento, o sistema oferece a oportunidade de colaborar por meio de mentoria, os estudantes podem ser premiados por tutorar os colegas. Os estudantes foram divididos em grupo de controle, sem gamificação, e experimental, com o sistema gamificado. O interesse dos autores era verificar se existiam diferenças significativas no desempenho dos dois grupos e como os tipos de usuário Hexad reagem aos diferentes elementos da gamificação. Entretanto, devido ao baixo número de participantes, os resultados não foram conclusivos.

Assim como esta dissertação de mestrado, Rogers et al. (2021), Fischer, Heinz e Breitenstein (2018) e Agapito, Rodrigo e Mercedes (2018) fizeram uma análise da utilização de elementos pelos tipos de usuários Hexad. Porém, diferente desses trabalhos, o CodePlay possui uma ampla variedade de elementos que pode ser explorada na análise.

No estudo de Ašeriškis e Damaševičius (2017), os autores investigam como recursos virtuais de incentivo (ex. tabelas de classificação) podem aumentar a motivação de jogadores, a partir de um jogo de estratégia *multiplayer* denominado OilTrader. O jogo se trata de uma simulação de mercado, onde os jogadores podem trocar ações de petróleo por dinheiro ou comprar ações. Foi realizado um experimento com dois grupos (controle e experimental) de trabalhadores de *crowdsourcing*, que jogaram o OilTrader e responderam a um questionário de tipos de usuário Hexad. Para o grupo de controle, foi utilizada uma tabela de classificação que mostra a posição do jogador, o patrimônio líquido (ações e dinheiro) e o estado de vitória ou derrota conforme a

última rodada. No caso do grupo principal (experimental), a tabela de classificação apresenta métricas adicionais para representar o progresso do jogador, que são: *streak* (sequência de vitórias), maior vitória e maior perda; recursos que visam estimular a recompensa interna. O objetivo do experimento era avaliar a influência do mecanismo de recompensa, caracterizado pelo elemento tabela de classificação, de acordo com os diferentes tipos de usuário. A motivação foi avaliada com base no tempo que os participantes passaram jogando, ou seja, no número de rodadas efetivamente concluídas. Os resultados apontaram que a tabela de classificação com as métricas adicionais foi eficaz em prolongar o tempo de jogo para os tipos de usuário espíritos livres, disruptores e jogadores. Para socializadores, filantropos e conquistadores, o efeito do aumento de motivação não foi alcançado. Nesta dissertação, assim como em Ašeriškis e Damaševičius (2017), um jogo multiplayer é apresentado e os usuários são classificados de acordo com o modelo Hexad, porém, o CodePlay possui outros elementos além de tabelas de classificação, fornecendo mais opções para que os diferentes tipos de usuários sintam-se motivados.

Em Orji, Tondello e Nacke (2018), é realizado um estudo para investigar como os diferentes tipos de usuários Hexad reagem a dez estratégias persuasivas: competição, simulação, automonitoramento e *feedback*, definição e sugestão de metas, customização, recompensa, comparação social, cooperação, personalização e punição. As estratégias foram implementadas em *storyboards*, mostrando um personagem e suas respectivas interações com um sistema persuasivo que tem o objetivo de promover a mudança de comportamento de saúde de risco, mais especificamente, de comportamentos não saudáveis com álcool. A pesquisa envolveu 543 participantes que consumiam ou consumiram álcool em algum momento. Entre os resultados, a competição se mostrou como a mais persuasiva das estratégias, atraindo os jogadores, socializadores e disruptores, além de não ser negativa para os outros tipos. Cooperação, comparação social e recompensa também foram bem recebidas pelos jogadores e socializadores e não influenciou negativamente os outros usuários. A simulação foi a única estratégia consideravelmente positiva para os filantropos, enquanto a personalização foi a única para os espíritos livres. Para os disruptores, as melhores estratégias persuasivas foram a competição e a

customização. Com relação aos conquistadores, nenhuma das estratégias se destacou em motivar a mudança de comportamento. Os socializadores, disruptores e jogadores foram os tipos de usuários com a maior variabilidade na eficácia das estratégias, sendo os socializadores e jogadores associados positivamente e os disruptores negativamente. No trabalho de Orji, Tondello e Nacke (2018), bem como nesta dissertação, muitos elementos de jogos são explorados para influenciar os diferentes tipos de usuários Hexad, porém, em vez de utilizar *storyboards*, o presente trabalho analisa o uso de elementos de jogos em um jogo RPG.

Um estudo para explorar a relação entre os elementos de design de jogos e os tipos de usuários Hexad é apresentado em Mora et al. (2019). Devido à grande quantidade de elementos de jogos, os autores optaram por manter o foco em um pequeno conjunto, levando em consideração os elementos que, de acordo com a literatura, possuem uma correlação mais significativa com os tipos de usuário, portanto, foram selecionados: placares para os jogadores, equipes para os socializadores, desafios para os conquistadores, mecanismo de votação para os disruptores, doações para os filantropos e exploração para os espíritos livres. A pesquisa foi realizada com 590 participantes de 18 a 65 anos, por meio de uma série de questionários. Um dos aspectos avaliados no estudo foi a relação entre os dados demográficos (idade, gênero) e os tipos de usuário. Os autores identificaram que entre os filantropos e exploradores existiam mais mulheres, enquanto que, entre os jogadores e espíritos livres, mais homens. Com relação à idade, na faixa de 41 a 53 anos, prevaleceram os filantropos, socializadores e espíritos livres; na faixa de 29 a 41 anos, realizadores; na faixa de 53 a 65, disruptores; e, na faixa de 18 a 29 anos, jogadores. Observou-se que os participantes mais novos têm mais interesse por competição e recompensas. No que se refere aos elementos de jogos, os resultados apontaram que: i) para os filantropos, não houve vínculo com as doações, uma correlação fraca com equipes e exploração, e uma correlação moderada com os desafios; ii) para os socializadores, uma correlação fraca com equipes, desafios e exploração; iii) para os espíritos livres, baixa correlação com desafios; iv) para os conquistadores, correlação moderada com desafios e fraca com recursos de votação; v) para os disruptores, não houve vínculo com votação e desafios, diferenciando-se dos resultados apresentados

por Tondello et al. (2016); e, vi) para os jogadores, houve correlação com muitos elementos, mas correlação baixa com tabelas de classificação, desafios, votação e doações. Esta dissertação, assim como o trabalho de Mora et al. (2019), tem como um de seus objetivos explorar a relação entre os elementos de jogos e os tipos de usuários Hexad, entretanto, além de questionários, dados foram coletados da gamificação.

A Tabela 2 mostra uma comparação entre esta dissertação de mestrado e os trabalhos relacionados sobre tipos de usuário e elementos de jogos.

Tabela 2 – Tabela comparativa entre os trabalhos sobre tipos de usuário e elementos de jogos e o CodePlay.

Trabalho	Contexto	Taxonomia	Elementos
Sinly, Rusli e Winarno (2018)	Gamificação em um juiz on-line	Bartle	Aquisição de recursos, desbloqueio de conteúdo, emblemas ocultos, presentes, comentários, pontos de experiência, distintivos e placar.
Amado e Roleda (2020)	Gamificação em um curso de Física	Hexad	Emblemas, moedas, <i>power-ups</i> , missões de aliança, placar, conteúdos desbloqueáveis, avatar, nomes de jogo, níveis, desafios, pontos de experiência, conquistas e anonimato no placar.
Lopez e Tucker (2019)	Gamificação para exercícios físicos	Hexad	Pontos, desbloqueio de conteúdo e avatar.
Rogers et al. (2021)	Gamificação em um curso de introdução a programação	Hexad	Pontos, tabela de classificação e emblemas.
Fischer, Heinz e Breitenstein (2018)	Gamificação para cursos STEM	Hexad	Narrativa, missões, recompensas, conquistas, feedback, surpresa e curiosidade.
Agapito, Rodrigo e Mercedes (2018)	Gamificação em um curso de introdução a programação	Hexad	Desafios, feedbacks, progresso e prêmios.

Ašeriškis e Damaševičius (2017)	Gamificação em simulação de mercado	Hexad	Tabela de classificação e recompensas.
Orji, Tondello e Nacke (2018)	Estudo dos tipos de usuário com relação a estratégias persuasivas	Hexad	Competição, simulação, feedback, metas, customização, recompensa, comparação social, cooperação, personalização e punição.
Mora et al. (2019)	Estudo dos tipos de usuário com relação a elementos de jogos	Hexad	Placar, equipes, desafios, mecanismo de votação, doações e exploração.
CodePlay	Gamificação em um curso de introdução a programação e estudo dos tipos de usuário com relação a elementos de jogos	Hexad	Anarquia, emblema, desafio, escolha, coleta, competição, consequência, personalização, <i>easter egg</i> , emoção, exploração, <i>feedback</i> , presentes, placar, nível, loteria, significado, narrativa, ponto, prêmio, sinalização, rede social, status social, estratégia, conteúdo desbloqueável e economia virtual.

3.2 Estratégias alternativas para identificar usuários

Na maioria das pesquisas sobre tipos de usuários em jogos e gamificação, os participantes são identificados por meio de questionários validados na literatura. Entretanto, as respostas fornecidas pelos participantes não necessariamente garantem que determinado indivíduo pertence a uma classe de usuário, pois, por ser um questionário de natureza autoavaliativa, é comum que os usuários não consigam demonstrar seus interesses e preferências por meio das perguntas. Diante disso, algumas pesquisas buscaram diferentes formas para identificar tipos de usuários.

Altmeyer et al. (2019) consideram que dados de *smartphones* estão relacionados com traços de personalidade, e que esses traços podem estar vinculados aos tipos de usuário do modelo Hexad, dessa forma, os autores realizaram um estudo para verificar

como os dados podem ser utilizados para prever a pontuação dos tipos de usuário. Para a coleta dos dados, foi desenvolvido um aplicativo para salvar informações como: nome de aplicativos instalados, duração de chamadas telefônicas e número médio de palavras para mensagens enviadas e recebidas; esses atributos foram selecionados com base em estudos que exploraram a relação entre tais dados e traços de personalidade (CHITTARANJAN; BLOM; GATICA-PEREZ, 2011; LANE, 2012; SENEVIRATNE et al., 2014). Além do aplicativo, os 122 participantes responderam ao questionário Hexad e ao *Big Five Inventory*. Para prever a pontuação para cada tipo de usuário, foram utilizados modelos de regressão. Como resultado, os autores encontraram equações de regressão com potencial para prever a pontuação dos tipos de usuário do modelo Hexad, que podem ser utilizadas para adaptar sistemas gamificados sem a necessidade de preencher questionários.

No trabalho de Altmeyer et al. (2020), é realizado um estudo para investigar se aplicativos lúdicos podem ser utilizados para prever tipos de usuários Hexad, de modo que, para personalizar elementos de jogos em sistemas gamificados, os usuários não precisem preencher questionários. Os autores implementaram duas aplicações web. Na primeira, chamada de *Cloud Clicker*, aparecem duas instruções em cada uma das 15 rodadas e os usuários precisam decidir qual é mais relevante para eles, tais instruções são baseadas em aspectos da literatura sobre os tipos de usuários Hexad (TONDELLO et al., 2016), por exemplo, para os socializadores, os autores utilizaram a afirmação "Eu gosto de fazer parte de uma equipe". Ao final, todas as 15 rodadas são pontuadas de 0 a 5 para definir qual o tipo de usuário. A segunda aplicação é a *Snowball Shooter*, que se concentra na interação do usuário com os elementos de jogos para prever os tipos Hexad. Para validar a proposta, foi realizado um experimento com 147 participantes em uma plataforma on-line voltada para o recrutamento de pessoas para estudos de pesquisa científica. Os participantes responderam ao questionário Hexad para que fosse possível comparar o resultado do questionário com o resultado apontado pelos aplicativos. Os autores concluem que o *Cloud Clicker* pode ser utilizado para prever os tipos de usuários Hexad sem a necessidade de preencher questionários. Além disso, o experimento com o *Snowball Shooter* mostrou que a interação com determinados elementos se correlaciona

com os tipos Hexad.

Kimpen et al. (2021) exploram o uso de dados bancários para identificar os tipos de usuário do modelo Hexad. O estudo foi realizado com 11 especialistas da área de gamificação e de bancos, com o objetivo de verificar se existe uma relação entre os tipos de usuários Hexad e os dados bancários. Os autores fizeram uso de um aplicativo que atribui categorias para cada transação bancária, de forma a demonstrar uma visão geral de quanto os usuários gastam em cada categoria (cartão de crédito, saúde, comunicação, beleza, moradia, compras, viagens, educação, mobilidade, etc.). Os especialistas foram responsáveis por classificar a relação entre os tipos de usuário, as categorias de transação bancária e os padrões de interação com o aplicativo bancário. A partir das análises realizadas, os especialistas apontam que: i) atividades sociais, como gastos com eventos e restaurantes, estão relacionadas aos socializadores, além do compartilhamento de recompensas recebidas nas redes sociais; ii) transações bancárias de loterias/apostas e atividades que resultam no ganho de recompensas dentro do aplicativo foram atreladas ao tipo de usuário jogador; iii) as categorias *fitness* e esporte tem relação com o tipo conquistador, pois, segundo os especialistas, pessoas que gastam dinheiro com essas categorias querem “dominá-la”, e, conforme a literatura, o tipo conquistador gosta de enfrentar desafios; iv) colocar um nome personalizado na conta bancária é uma característica dos espíritos livres, pois, em pesquisas de gamificação, a customização é geralmente ligada a esse tipo de usuário; e, v) transações bancárias da categoria "caridade" estão relacionadas com os filantropos, por ser uma característica desse tipo de usuário gostar de ajudar os outros. Para os disruptores, não foram encontradas relações com nenhum tipo de transação bancária. Os autores concluem que dados de transações bancárias têm potencial para automatizar a criação de perfis Hexad.

Em Altmeyer et al. (2020), Altmeyer et al. (2019) e Kimpen et al. (2021), são utilizadas diferentes alternativas para identificar tipos de usuário Hexad. Neste trabalho, também foi feito algo semelhante, porém, em vez de usar dados provenientes de *smartphones* ou transações bancárias, ou a interação com aplicativos específicos, foram utilizados dados obtidos da interação de usuários com elementos de uma gamificação. Além disso, para classificar os tipos Hexad, foram aplicadas técnicas de aprendizagem

de máquina.

No trabalho de Mogavi et al. (2023) é apresentado um estudo exploratório sobre como prever comportamento e o tipo dos usuários com base em suas preferências de jogo e jogabilidade. Os autores utilizaram dados provenientes de uma plataforma chamada *Stack Ex-change*, que é um site popular que ajuda pessoas em todo o mundo a fazer e responder perguntas on-line e serve como repositório de conhecimento sobre diferentes tópicos. A pesquisa foi realizada com 67 usuários do *Stack Ex-change*, que responderam a quatro questionários distintos: Bartle, Big Five, BrainHex e Hexad. Para fazer a previsão do comportamento do usuário e do tipo Hexad dominante, os autores aplicaram o modelo de aprendizagem de máquina *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost). Os dados de entrada para o treinamento foram derivados das respostas obtidas com a aplicação dos questionários Bartle, Big Five e BrainHex. Também foram realizadas análises de correlação de Pearson para descobrir relações entre os perfis comportamentais no site *Stack Ex-change*, os perfis apontados pelos questionários Bartle, Big Five e BrainHex e o perfil Hexad. Os resultados da correlação de Pearson apontaram que existem algumas correlações positivas entre os perfis Bartle, Big Five e BrainHex com os perfis Hexad, por exemplo, o perfil “matador” de Bartle se correlaciona positivamente com os perfis conquistador, jogador e disruptor. Com relação a previsão de comportamento e também de tipos Hexad, os resultados apontaram que a combinação do XGBoost e as medidas de tipo de usuário BrainHex foram melhores do que as combinações com o Big Five e o Bartle para prever o comportamento do usuário e também para a previsão do tipo Hexad. Em semelhança a esta dissertação de mestrado, o trabalho de Mogavi et al. (2023) também utiliza técnicas de aprendizagem de máquina para prever usuários Hexad, porém os dados de entrada são provenientes de questionários enquanto que nesta dissertação, os dados são as interações dos usuários com os elementos do CodePlay.

A Tabela 3 mostra uma comparação entre esta dissertação de mestrado e os trabalhos relacionados sobre alternativas para identificação de perfis de jogadores.

Tabela 3 – Tabela comparativa entre os trabalhos sobre estratégias alternativas para identificar perfis e o CodePlay.

Trabalho	Taxonomia	Dados	Técnica
----------	-----------	-------	---------

Altmeyer et al. (2019)	Hexad	Dados de smartphones	Modelos de regressão
Altmeyer et al. (2020)	Hexad	Dados de aplicativos lúdicos	Não foi utilizada técnica
Kimpen et al. (2021)	Hexad	Dados de transações bancárias	Não foi utilizada técnica
Mogavi et al. (2023)	Hexad	Dados de questionários	XGBoost
CodePlay	Hexad	Dados de utilização do CodePlay	Random Forest, KNN e Bagging

3.3 Síntese do capítulo

Este capítulo apresentou trabalhos correlatos com o tema desta dissertação, sendo trabalhos que abordam tipos de usuários e sua relação com elementos de jogos e trabalhos que fazem uso de alternativas diferentes de questionários validados na literatura para identificar tipos de usuários Hexad.

Dentre os trabalhos encontrados, observou-se que são abordados poucos elementos de jogos, focando em tabelas de classificação e pontuação, o que pode influenciar na motivação dos diferentes tipos de usuários. Isto porque, cada tipo possui suas próprias preferências, ou seja, ao dispor poucos elementos no jogo ou na gamificação, é provável que nem todos os usuários tenham uma experiência satisfatória.

Foram encontrados poucos trabalhos com alternativas diferentes de questionários para identificar os tipos Hexad, que é um dos objetivos desta dissertação de mestrado. O capítulo a seguir apresenta a metodologia utilizada para responder as questões de pesquisa propostas.

4

METODOLOGIA

Este capítulo trata da metodologia utilizada para investigar as questões de pesquisa propostas na introdução desta dissertação de mestrado. São descritos o contexto, as fontes de dados e os procedimentos que foram seguidos para responder as questões de pesquisa.

4.1 Contexto

A pesquisa foi realizada com turmas de Introdução a Programação de Computadores (IPC), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), uma disciplina ministrada para cursos que não são de computação e que abrange principalmente estudantes do primeiro e do segundo período. Dentro da disciplina, os estudantes fazem uso do juiz on-line CodeBench para resolver exercícios de programação. O CodePlay, gamificação que possui um jogo RPG, incorporada ao CodeBench, é utilizado como um recurso para motivar os estudantes a responderem mais exercícios e conseguirem progredir no jogo. Ao responder uma questão corretamente, o estudante recebe uma carta com uma recompensa dentro do CodePlay.

Segundo a literatura ([HERBERT et al., 2014](#)), os usuários dentro de uma gamificação ou jogo podem ser motivados por diferentes elementos. Alguns artigos científicos propõem tipologias para classificação dos usuários, bem como listam os elementos de jogos mais indicados para cada tipo de usuário previsto. Neste trabalho, foi escolhido o modelo Hexad ([MARCZEWSKI, 2015](#)) para classificar os estudantes em tipos de

usuários, por ser uma tipologia específica para gamificação e possuir um questionário validado na literatura (TONDELLO et al., 2016).

4.2 Fontes de dados

Nesta seção são descritas as fontes de dados que foram necessárias para a realização das análises e experimentos. A Seção 4.2.1 aborda sobre o questionário Hexad e como ele foi utilizado no contexto do trabalho. A Seção 4.2.2 apresenta o que são os *logs* do CodePlay, a Seção 4.2.3 descreve os elementos de jogos nos quais as variáveis de estudo foram baseadas e a Seção ?? aborda sobre as avaliações e listas da disciplina de IPC, que foram utilizadas para a análise de desempenho.

4.2.1 Questionário Hexad

Para identificar os tipos de usuários de acordo com o modelo Hexad, foi aplicado o questionário Hexad validado por Tondello et al. (2016), que se trata de uma escala de 24 itens para pontuar as preferências dos usuários em relação às seis diferentes motivações propostas pelo modelo, que divide os jogadores nas seguintes classes: filantropo, socializador, espírito livre, conquistador, jogador e disruptor.

O questionário possui seis conjuntos de afirmações, cada um representando um tipo de jogador. A análise do questionário consiste no somatório das pontuações atribuídas pelo usuário para cada uma das seis classes de afirmações. Dessa forma, é possível verificar para qual delas a pontuação foi maior, ou seja, com qual ou quais tipos de usuário o jogador mais se identifica, comumente chamados na literatura de perfil dominante (AKGÜN; TOPAL, 2018; SANTOS et al., 2021).

Considerando que, em alguns casos, a análise do questionário pode resultar em mais de um tipo de jogador por estudante, para os experimentos, foram considerados apenas os estudantes com um único perfil dominante.

As respostas dos questionários foram utilizadas para: i) analisar o uso dos elementos conforme o tipo de jogador; ii) estudar a viabilidade de identificar o tipo

Hexad de cada jogador de forma automática por meio de técnicas de aprendizagem de máquina supervisionada, usando as respostas ao questionário como rótulo de cada estudante; e, iii) analisar se o tipo de jogador muda ao longo do tempo.

4.2.2 Logs do CodePlay

O CodePlay possui um sistema de *logs* que captura todas as interações que os jogadores têm com a gamificação, como por exemplo: moedas e experiências coletadas, itens doados e recebidos, acesso aos menus, interações com os NPCs, mensagens trocadas e missões realizadas.

Dentro do CodeBench, os estudantes fazem exercícios referentes aos conteúdos abordados dentro da disciplina de IPC. Ao resolver um exercício corretamente, uma carta é sorteada dentro do juiz on-line, contendo uma recompensa (liberação de locais, pontos de experiência, moedas, etc.). Ao clicar na carta, o estudante é direcionado para o CodePlay. Quando o ambiente do jogo é carregado, todas as ações são registradas no sistema de *logs*. A partir dos *logs* capturados, foram compostas as bases de dados necessárias para a realização das análises e experimentos.

4.2.3 Elementos de jogos

Os *logs* do CodePlay guardam os dados de interação dos estudantes com os elementos de jogos disponíveis na plataforma de gamificação. Esses dados foram utilizados nos estudos de: i) análise de utilização de elementos e ii) identificação de tipos Hexad com base nos dados de interação; que foram realizados para responder as questões de pesquisa QP1 e QP3, respectivamente. Para os estudos, foram selecionados os seguintes elementos:

1. Moedas: o jogador pode ganhar moedas como recompensa por responder um exercício corretamente;
2. Passagens secretas: o jogo possui algumas passagens secretas de uma fase para

outra;

3. *Ranking*: o jogador pode acessar ao *ranking* para visualizar sua posição ou a de seus colegas;
4. Barra de progresso: o jogo possui barras de progresso com as missões realizadas, locais desbloqueados, áreas secretas e *easter eggs* encontrados;
5. Minimapa: o jogo possui um minimapa que os usuários podem acessar para visualizar onde estão ou encontrar outros locais no mapa;
6. Mensagens: o jogo permite que sejam enviadas mensagens para outros jogadores;
7. NPCs (*non-player characters*): o jogo possui vários NPCs com os quais o jogador pode interagir;
8. Doações: o jogo permite que sejam enviadas doações de moedas, pontos de vida e poções de energia para outros jogadores;
9. *Easter eggs*: o jogo possui alguns *easter eggs* (elementos surpresas em locais aleatórios) que o jogador pode encontrar ao explorar o ambiente;
10. Diário: o jogo possui um diário contendo as missões principais e secundárias da fase em que o jogador está;
11. Menu itens: o jogo possui um menu de itens (armas, armaduras, poções);
12. Menu equipar: o jogo possui um menu equipar para o jogador equipar seu personagem com armas e armaduras;
13. Som: o jogo possui a opção de ligar/desligar o som;
14. Menu jogadores: o jogo possui um menu jogadores, onde podem ser feitas doações ou enviar mensagens ao selecionar um colega;
15. Pontos de experiência (XP): o jogador pode ganhar pontos de experiência como recompensa por responder um exercício corretamente;

16. Menu outras opções: o jogo possui um menu com as opções de atalhos do teclado, teleporte, minimapa, legenda do minimapa e ajuda;
17. *Infobox*: ao passar o mouse por cima do avatar de um jogador é possível visualizar uma caixa de informações sobre este jogador;
18. Óculos: os três jogadores que mais se destacam no jogo (acumulando mais moedas e pontos de experiência) ganham um óculos como estilização no avatar;
19. Escolhas anarquistas: o jogo possui opções anarquistas (que podem prejudicar os outros jogadores, agir de forma anarquista);
20. Missões: o jogo possui missões principais e missões secundárias.
21. *Logs* gerados: além dos elementos, a quantidade de *logs* gerados pelo estudante também foi utilizada como variável de estudo.

4.3 Questão de Pesquisa 1 (QP1)

A literatura aponta que cada tipo de usuário Hexad possui preferências no que diz respeito a elementos de jogos (MARCZEWSKI, 2015; TONDELLO et al., 2016). No entanto, cada gamificação possui características próprias, o que faz com que os usuários se comportem de forma diferente dependendo do contexto em que estão inseridos. Portanto, para verificar quais são os elementos mais indicados para cada tipo de jogador no CodePlay, a primeira questão de pesquisa busca responder:

QP1: Quais os elementos indicados para cada tipo de jogador no contexto de uma gamificação baseada em jogos de RPG?

Para responder a primeira questão de pesquisa, foi feita uma análise de uso dos elementos de jogos (descritos na Seção 4.2.3) por cada tipo de jogador, para verificar quais são os elementos mais utilizados considerando os tipos de usuário do modelo Hexad. Também foi possível realizar uma comparação entre os achados na literatura e os achados no CodePlay, de modo a verificar se os mesmos elementos que engajam os tipos de acordo com a literatura, são os que engajam os usuários no CodePlay.

4.4 Questão de Pesquisa 2 (QP2)

Para identificar o tipo de usuário de determinado indivíduo, geralmente são utilizados questionários, que podem não ser confiáveis, devido a natureza autoavaliativa que possuem (EINOLA; ALVESSON, 2021), portanto, por meio desta dissertação de mestrado, propõe-se responder a seguinte questão de pesquisa:

QP2: Como utilizar dados de interação dos usuários com uma gamificação baseada em jogos RPG e técnicas de Aprendizado de Máquina para prever usuários conforme o modelo Hexad?

Para responder a terceira questão de pesquisa, foram realizados experimentos com três algoritmos de classificação:

- *K-nearest neighbors*;
- *Random forest*;
- *Bagging*.

O intuito desses experimentos foi verificar se os dados de interação dos estudantes com o CodePlay são capazes de definir a que tipo de usuário Hexad os estudantes pertencem.

Após os experimentos de classificação, os resultados obtidos foram comparados, com base em métricas de avaliação, para definir qual algoritmo melhor se comportou com a base de dados dos jogadores.

4.5 Questão de Pesquisa 3 (QP3)

Estudos recentes na área de personalização de usuários apontam que o tipo de um usuário Hexad pode mudar ao longo do tempo, conforme o usuário se interessa por outros elementos (SANTOS et al., 2021). Portanto, a terceira questão de pesquisa busca responder:

QP3: O tipo de um usuário, classificado conforme o modelo Hexad, pode mudar ao longo do tempo?

Para responder essa questão de pesquisa, foi realizado um estudo com estudantes de IPC durante o período letivo de 2019-2, que ocorreu de modo presencial. O objetivo foi verificar se o perfil Hexad dos estudantes muda conforme interação com elementos de jogos dentro do CodePlay. A pesquisa se deu em três etapas. A primeira etapa foi a aplicação do questionário Hexad no início do período; na segunda, os estudantes responderam ao questionário no meio do período, quando já haviam interagido com a gamificação; e, na terceira, o questionário foi aplicado no fim do período, quando os estudantes já estavam habituados com o CodePlay. O período entre as aplicações foi cerca de 6 semanas.

Para analisar a mudança de perfil, em cada etapa foi realizado um levantamento de quantos jogadores de cada tipo existiam, de modo a comparar quantos usuários mudaram de uma etapa para outra e de quais classes eram, além de verificar se havia predominância na mudança de determinado tipo de jogador para outro específico.

4.6 Síntese do capítulo

Este capítulo apresentou a metodologia utilizada para responder as questões de pesquisa propostas na introdução, que buscam investigar os elementos mais utilizados por cada tipo de usuário, verificar a viabilidade de utilizar os dados de interação para identificar de forma automática os usuários e avaliar se o tipo de usuário Hexad muda ao longo do tempo.

Para fazer os experimentos e análises necessárias, foram utilizados os *logs* do CodePlay e as respostas do questionário Hexad, capturados a partir das turmas de Introdução a Programação de Computadores. O capítulo seguinte apresenta os resultados de cada um dos estudos realizados.

5

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo trata dos resultados alcançados nesta dissertação de mestrado. Foram realizados quatro estudos, conforme as quatro questões de pesquisa propostas na Introdução. O primeiro, descrito na Seção 5.1, está relacionado à análise de utilização de elementos de jogos pelos diferentes tipos de usuários. No segundo estudo, apresentado na Seção 5.2, foram realizados experimentos de classificação de usuários com base nos dados de interação dos estudantes com o CodePlay. A Seção 5.3 descreve o terceiro estudo, onde foi feita uma análise de como o tipo de usuário muda ao longo do tempo, e, por fim, na Seção 5.4 são apresentadas as discussões sobre os resultados alcançados na pesquisa.

5.1 Primeiro estudo

Esta seção apresenta os resultados obtidos com o primeiro estudo, que tem como foco responder a primeira questão de pesquisa:

QP1: Quais os elementos indicados para cada tipo de jogador no contexto de uma gamificação baseada em jogos de RPG?

Nas seguintes subseções são apresentadas a contextualização do estudo, as variáveis analisadas e os resultados obtidos no processo.

5.1.1 Contextualização

Este estudo foi realizado com estudantes de quatro semestres da disciplina de Introdução a Programação de Computadores (IPC), na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Por conta da Pandemia de Covid-19, os semestres ganharam nomenclaturas diferentes, conforme mostra as especificações da Tabela 4.

Tabela 4 – Especificação dos semestres utilizados para a realização do primeiro estudo.

Semestre	Duração	Modalidade
2020/3	04/2021 a 07/2021	Remoto
2021/1	01/2022 a 05/2022	Remoto e Presencial
2021/2	05/2022 a 09/2022	Presencial
2022/1	10/2022 a 03/2023	Presencial

A disciplina de IPC, na UFAM, compreende os seguintes tópicos: comandos de entrada e saída, variáveis, estruturas condicionais, estruturas de repetição, vetores e matrizes. A linguagem de programação utilizada durante as aulas e para a resolução de exercícios é o Python¹ e a carga horária é de 60 horas. O período letivo na UFAM tem duração média de quatro meses. Durante a disciplina são disponibilizadas listas de exercícios através do juiz on-line CodeBench. Quando o estudante responde corretamente um exercício de uma dessas listas, recebe uma recompensa dentro do CodePlay, que podem ser pontos de experiência, moedas, desbloqueio de edificações, etc.

Na execução do estudo, foram considerados apenas os estudantes que realmente fizeram uso do jogo. Para tanto, foi realizado um tratamento dos dados e verificado quais usuários tinham pontos de experiência igual ou maior do que 150. Os estudantes ganham pontos de experiência a partir do sorteio de cartas, porém só é contabilizado quando existe a captura dos pontos dentro da gamificação, assim também acontece com as moedas.

5.1.2 Variáveis analisadas

Para a análise de utilização dos elementos de jogos, foram selecionadas 23 variáveis de estudo, a partir dos elementos descritos na Seção 4.2.3:

¹ Disponível em: <https://www.python.org/>

1. Moedas coletadas: somatório de moedas coletadas;
2. Passagens secretas concluídas: contador das passagens secretas concluídas pelo usuário;
3. Acessos ao *ranking*: contador do número de vezes que o estudante acessou o *ranking*;
4. Acessos à barra de progresso: contador do número de acessos feito pelo estudante à barra de progresso;
5. Acessos ao minimapa: contador de acessos ao minimapa;
6. Mensagens enviadas: contador de mensagens enviadas para outros usuários;
7. Mensagens recebidas: contador de mensagens recebidas de outros usuários;
8. Interações com um NPC (*non-player characters*): contador de interações com NPCs;
9. Itens doados: contador de itens doados para outros usuários;
10. Doações recebidas: contador de doações recebidas de outros usuários;
11. *Easter eggs* encontrados: contador do número de *easter eggs* encontrados pelo estudante;
12. Acessos ao diário: contador de acessos ao diário;
13. Acessos ao menu itens: contador de acessos ao menu itens;
14. Acessos ao menu equipar: contador de acessos ao menu equipar;
15. Som: contador do número de vezes que o estudante ligou/desligou o som;
16. Acessos ao menu jogadores: contador de acessos ao menu jogadores;
17. Pontos de experiência (XP): somatório de pontos de experiência coletados;
18. Acessos ao menu outras opções: contador do número de acessos que o estudante fez ao menu outras opções;

19. *Infobox*: contador de vezes que acessou o *infobox* de outros usuários;
20. Óculos: contador de vezes que ganhou o óculos;
21. Escolhas anarquistas: contador de escolhas anarquistas realizadas pelo estudante;
22. Missões realizadas: contador de missões realizadas;
23. Quantidade de *logs*: contador de *logs* gerados pelo estudante no CodePlay.

5.1.3 Resultados

Para que um usuário seja classificado com um único perfil dominante no modelo Hexad, precisa obter a maior pontuação em uma das seis classes (espírito livre, conquistador, jogador, filantropo, socializador e disruptor). Porém, algumas vezes o usuário consegue a maior pontuação em mais de uma classe. Para o experimento, foram considerados somente os estudantes com um único perfil dominante.

Considerando que entre os estudantes apenas dois foram classificados como disruptor, esse tipo de usuário foi descartado de nossas análises. Apesar do baixo número de socializadores, eles foram considerados para a análise pois ao observar os dados dos estudantes desse tipo percebeu-se que o número de interações foi alto para grande parte dos elementos. Desta forma, a amostra final contou com 126 usuários, distribuídos da seguinte forma:

- Espírito livre, $n = 36$ (29%);
- Conquistador, $n = 21$ (17%);
- Jogador, $n = 32$ (25%);
- Filantropo, $n = 30$ (24%);
- Socializador, $n = 7$ (5%).

Para a presente análise, os estudantes foram agrupados pelo tipo de usuário Hexad e foi contado o número de vezes que cada usuário utilizou os elementos. Devido

as variáveis possuírem valores de grandezas diferentes (por exemplo, o total de vezes em que o usuário interage com um NPC é muito maior do que a quantidade de mensagens enviadas e recebidas, conforme o exemplo mostrado na Tabela 5), e a quantidade de usuários por tipo também é diferente, os dados foram normalizados através da Equação 5.1:

$$normElementos = \frac{100 * \left(\frac{contElementoTipoUsuario}{contUsuTipo} \right)}{\frac{totalContElemento}{totalNumUsu}} \quad (5.1)$$

Tabela 5 – Exemplo de distribuição dos dados antes da normalização (somatório por tipo de usuário).

Mensagens Enviadas	Mensagens Recebidas	Interações com NPC
75	123	10877
135	113	15658
101	98	10351

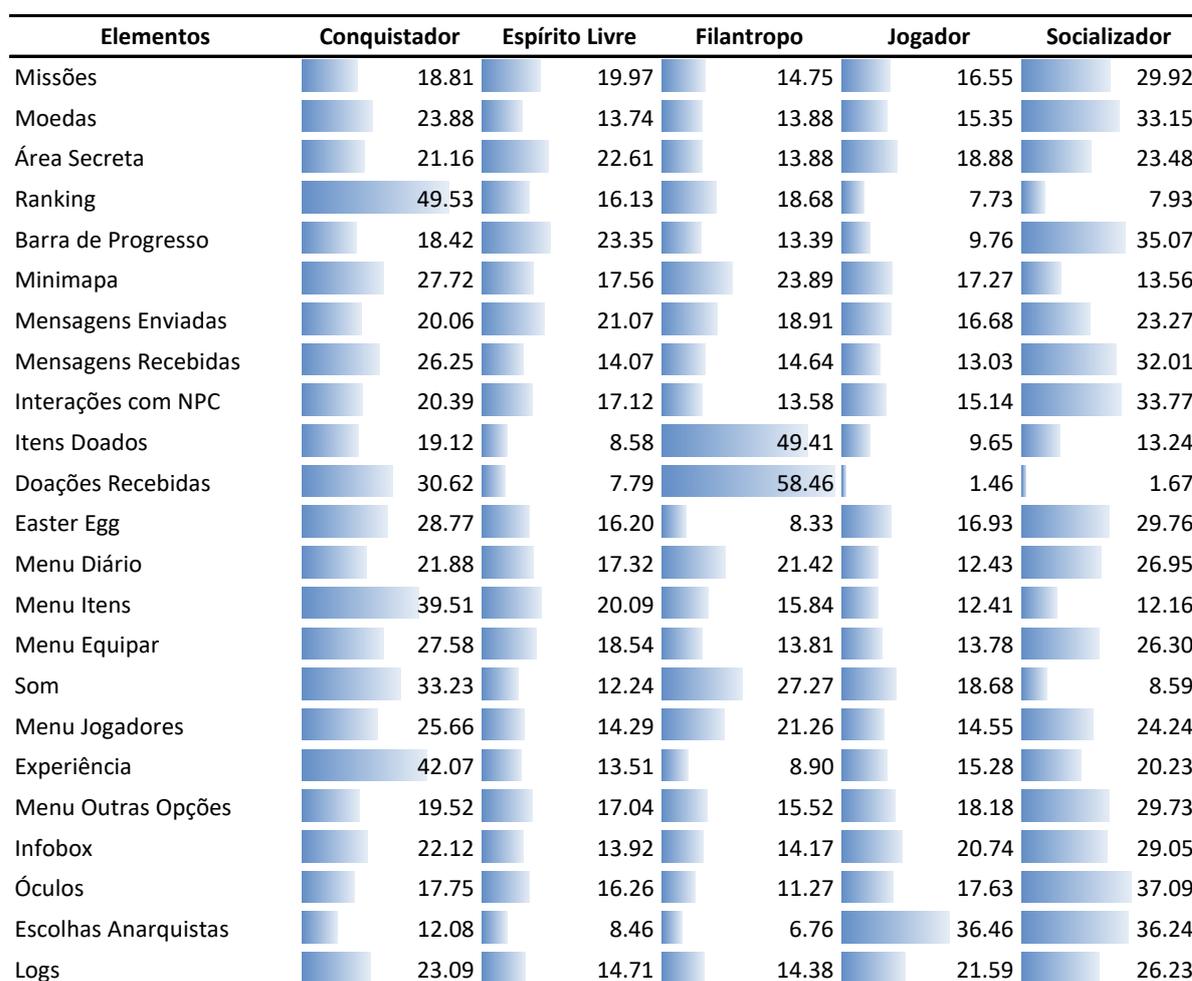


Figura 5 – Utilização dos elementos de acordo com o tipo de usuário.

A Figura 5 apresenta um gráfico com a relação entre as interações com os elementos de jogos e os tipos de usuários, onde é possível perceber que existe uma diferença nos comportamentos dos usuários. Os quantitativos representam a porcentagem de interações de cada tipo para cada elemento. Cada linha totaliza 100% das interações com um elemento.

É possível perceber que os conquistadores, socializadores e filantropos possuem uma diferença mais significativa no comportamento ao interagir com os elementos. Por exemplo, os filantropos utilizaram bastante os recursos de doação do CodePlay e os conquistadores interagiram muito com o *ranking* e coletaram mais pontos de experiência que os demais tipos. Já os espíritos livre e jogadores fizeram pouco uso dos elementos, se destacando em poucos itens, como é possível visualizar na Figura 5.

5.2 Segundo estudo

Este estudo também foi realizado com estudantes de IPC da UFAM, contemplando dados de quatro semestres (2020-3, 2021-1, 2021-2 e 2022-1). Os dados desses quatro semestres foram utilizados para realizar experimentos de classificação dos usuários segundo a taxonomia Hexad, usando técnicas de aprendizagem de máquina, e responder à segunda questão de pesquisa:

QP2: Como utilizar dados de interação dos usuários com uma gamificação baseada em jogos RPG e técnicas de Aprendizado de Máquina para prever usuários conforme o modelo Hexad?

5.2.1 Criação da base de dados

A plataforma de gamificação CodePlay possui um sistema de *logs* que captura os dados de interação dos estudantes com os elementos de jogos. A Tabela 6 apresenta uma representação de como os *logs* são guardados.

Para a criação da base de dados, foram extraídas dos *logs* as informações sobre a interação dos estudantes com os diferentes elementos disponíveis na gamificação.

Tabela 6 – Representação de como os *logs* são armazenados.

Exemplos de <i>logs</i> da plataforma de gamificação CodePlay
2021-03-29T11:19:41.174 2838 284 sendMessage {"message":"yooo","toUsersIds":"1062"}
2022-05-19T16:26:03.503 7004 387 minimapa {"map":1,"mapRoot":1}
2022-05-20T12:12:45.611 2841 371 quest {"id":1,"step":1,"end":false,"map":1,"mapRoot":1}

Após verificar quais *logs* estavam relacionados a quais elementos, foi realizado um quantitativo, por estudante (identificado por um *id*), de interações com cada elemento. Foram selecionadas os 23 elementos apresentados na Seção 5.1.2.

No início de cada período letivo, os estudantes responderam ao questionário Hexad. As respostas obtidas a partir disso, ou seja, o tipo de usuário de cada um, foram utilizadas como os rótulos de classe de cada instância do conjunto de dados.

Durante os quatro semestres letivos, foram coletados dados de 350 estudantes de IPC. No entanto, para os experimentos foram considerados apenas os estudantes que responderam o questionário Hexad e que resultaram em somente um perfil dominante e que obtiveram 150 ou mais pontos de experiência dentro da plataforma de gamificação.

Os pontos de experiência são recompensas que os estudantes ganham e que precisam ser coletadas dentro do mundo do jogo. Foi considerado 150 ou mais, pois são recompensas oferecidas em todas as fases, em valores de 10, 15, 20, 50, e se o estudante recebeu essas gratificações e não coletou, é possível que ele não tenha passado tanto tempo dentro da gamificação. Ao final, ficaram então 128 usuários.

Das 128 instâncias, verificou-se que apenas 2 pertenciam à classe disruptor. Diante disso, da mesma forma que para o primeiro estudo, a classe foi descartada do *dataset* e a base de dados final consistiu em: i) atributos, as 23 variáveis selecionadas; e, ii) atributo-alvo, o tipo de usuário (espírito livre, conquistador, jogador, filantropo ou socializador).

Na Figura 6 é possível visualizar a distribuição das 126 instâncias entre as classes. O perfil com mais estudantes é o espírito livre ($n = 36$; 29%), seguido pelo jogador ($n = 32$; 25%), filantropo ($n = 30$; 24%), conquistador ($n = 21$; 17%) e socializador ($n = 7$; 5%).

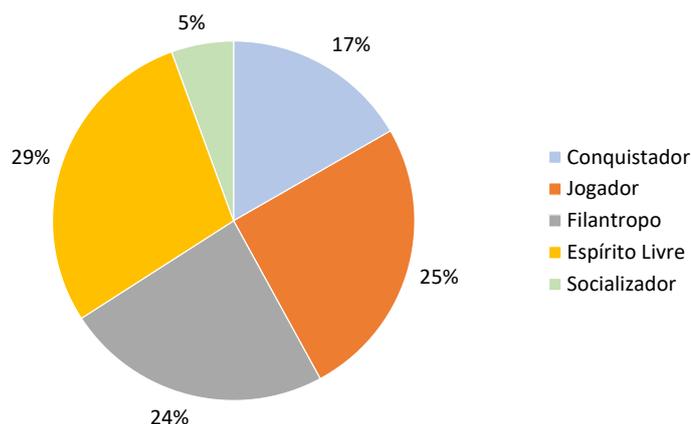


Figura 6 – Distribuição das classes na base de dados.

5.2.2 Métodos investigados

Para os experimentos de classificação de usuários foram selecionados três algoritmos: i) *Random Forest*; ii) *K-Nearest Neighbors*; e, iii) *Bagging*. Devido à pouca quantidade de dados e ao desbalanceamento das classes, escolheu-se trabalhar com a técnica de *oversampling*, onde é realizado o aumento da quantidade de instâncias das classes com menos amostras, para igualar ao número de instâncias da classe de maior número de amostras. O *dataset* foi dividido em conjunto de treinamento (70%) e de teste (30%). Além disso, para avaliar o desempenho dos modelos foi aplicada a técnica de validação cruzada (*cross-validation*), um método de reamostragem que consiste em utilizar diferentes partes dos dados para testar e treinar um modelo em diferentes iterações.

5.2.3 Resultados

Após a realização dos experimentos, foi possível chegar aos resultados apresentados na Tabela 7. Observa-se que as acurácias obtidas com os três algoritmos não foram boas. Porém, utilizando *oversampling*, os resultados obtidos foram melhores do que usando o *dataset* original. O algoritmo que obteve maior acurácia foi o *Random Forest*, com 57% de acurácia. A Tabela 8 mostra os valores de Precisão, Revocação e *F1-Score* considerando apenas os resultados obtidos com o método *Random Forest* para a base com *oversampling*. Percebe-se que as métricas foram mais altas na classe socializador (com exceção da Precisão, que foi maior para o filantropo), indicando que o modelo foi

melhor (classificou corretamente as instâncias) para essa classe, enquanto foi pior para os jogadores.

Tabela 7 – Acurácia obtida com cada algoritmo.

Algoritmo	Dataset	Acurácia
Random Forest	Original	0.23
	Com <i>oversampling</i>	0.57
KNN	Original	0.26
	Com <i>oversampling</i>	0.50
Bagging	Original	0.34
	Com <i>oversampling</i>	0.51

Tabela 8 – Métricas avaliadas para o melhor modelo.

Classe	Precisão	Revocação	<i>F1-Score</i>
Conquistador	0.64	0.70	0.67
Espírito livre	0.20	0.10	0.13
Filantropo	0.75	0.50	0.60
Jogador	0.27	0.38	0.32
Socializador	0.74	1.00	0.85

Outro fator avaliado para o modelo com a melhor acurácia foi a relevância dos atributos (*feature importance*). Os atributos mais relevantes foram: i) quantidade interações com o NPC; ii) quantidade de vezes que ganhou o óculos; iii) quantidade de vezes que acessou o *infobox* de outro jogador; iv) quantidade de vezes que acessou o menu de outras opções; e, v) quantidade de vezes que usou o minimapa. Os menos relevantes: i) quantidade de vezes que recebeu mensagens; ii) quantidade de *easter eggs* que coletou; iii) quantidade de vezes que fez uma escolha anarquista; iv) quantidade de doações que fez; e, v) quantidade de doações que recebeu. O que pode ter influenciado a relevância dos atributos é a quantidade de interações que os estudantes tiveram com os elementos. Por exemplo, existem estudantes que não fizeram nenhuma doação no jogo, o que os deixa com zero no atributo "itens doados". No entanto, a variável de interações com NPCs possui valor alto para a maioria dos estudantes.

Ao aplicar o método de validação cruzada com CV=5 e CV=10, os resultados com os três modelos ficaram conforme a Tabela 9. É possível visualizar que a pontuação da validação cruzada também foi maior para o algoritmo *Random Forest* com o método de *oversampling* aplicado no *dataset*.

Tabela 9 – Resultados obtidos com CV (*cross-validation*).

Algoritmo	Dataset	CV=5	CV=10
Random Forest	Original	0.28	0.22
	Com <i>oversampling</i>	0.42	0.48
KNN	Original	0.27	0.24
	Com <i>oversampling</i>	0.41	0.39
Bagging	Original	0.23	0.22
	Com <i>oversampling</i>	0.38	0.43

5.3 Terceiro estudo

O terceiro estudo também foi realizado com estudantes de IPC da UFAM, porém, utilizando dados do segundo período de 2019, que ocorreu de forma presencial. O estudo foi feito com 204 estudantes, que responderam o questionário Hexad três vezes no mesmo período. O objetivo desta análise foi verificar se o tipo de usuário de determinada pessoa pode mudar ao longo do tempo e responder à terceira questão de pesquisa:

QP3: O tipo de um usuário, classificado conforme o modelo Hexad, pode mudar ao longo do tempo?

Durante esse período foram coletadas 612 respostas dos 204 estudantes. Pessoas que responderam o questionário marcando a mesma opção para todas as questões foram excluídas, pois isso pode indicar que não leram as afirmações antes de assinalar. Portanto, restaram 597 respostas válidas, sendo 199 em cada etapa.

5.3.1 Comparação entre as etapas

A Figura 7 apresenta uma visão geral das mudanças que ocorreram entre todas as etapas da pesquisa. Dos 199 estudantes, 75% ($n = 150$) mudaram de perfil da primeira etapa para a segunda e 70% ($n = 139$) da segunda para a terceira. É possível visualizar que da primeira para a segunda etapa foi onde ocorreram mais mudanças. A intuição é que na primeira aplicação do questionário os estudantes ainda não tinham contato com o CodePlay e na segunda vez sim, o que pode indicar que a interação com a gamificação influenciou nessa mudança.

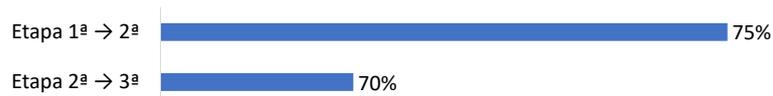


Figura 7 – Visão geral das mudanças entre as etapas.

Como pode ser visto na Figura 8, na primeira etapa, a maior parte dos estudantes foi classificado como conquistador ($n = 49$; 24,62%), seguido pelo filantropo ($n = 39$; 19,60%), espírito livre ($n = 24$; 12,06%), jogador ($n = 18$; 9,05%), socializador ($n = 11$; 5,53%) e disruptor ($n = 1$; 0,50%). Dentre os 199 estudantes, 71,36% ($n = 142$) foram classificados com um tipo dominante, 21,11% ($n = 42$) resultou em dois tipos e 6,53% ($n = 13$) com três tipos.

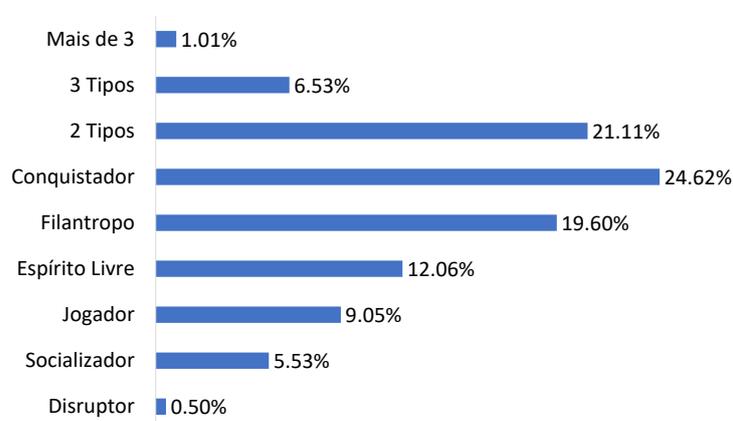


Figura 8 – Distribuição dos tipos de usuários na primeira etapa.

Entre as duas primeiras etapas, 75% ($n = 150$) dos estudantes obtiveram um resultado diferente ao responder o questionário Hexad, 62,67% ($n = 94$) tinham um perfil dominante e 37,33% ($n = 56$) tinham mais de um tipo na primeira etapa. A Tabela 10 apresenta a quantidade de mudanças que ocorreram em cada uma das classificações da primeira etapa para a segunda.

Tabela 10 – Relação de mudanças da primeira etapa para a segunda.

Classe	Quantidade
Disruptor	1
Espírito Livre	26
Filantropo	16
Jogador	12
Conquistador	24
Socializador	10
2 Tipos	42
3 Tipos	13
Mais de 3	6

Na aplicação do questionário pela segunda vez, quando os estudantes já tinham acesso ao CodePlay, como apresentado na Figura 10, a maioria foi classificada como conquistador ($n = 45$; 22,61%), seguido dos espíritos livres ($n = 34$; 17,09%), filantropos ($n = 29$; 14,57%), jogadores ($n = 17$; 8,54%), socializadores ($n = 11$; 5,53%) e disruptors ($n = 1$; 0,50%).

Dentre os 199 estudantes, na segunda etapa, 68,84% ($n = 137$) foram classificados com um perfil dominante, 21,11% ($n = 42$) com dois, 7,04% ($n = 14$) com três e 3,02% ($n = 6$) com mais de três perfis.

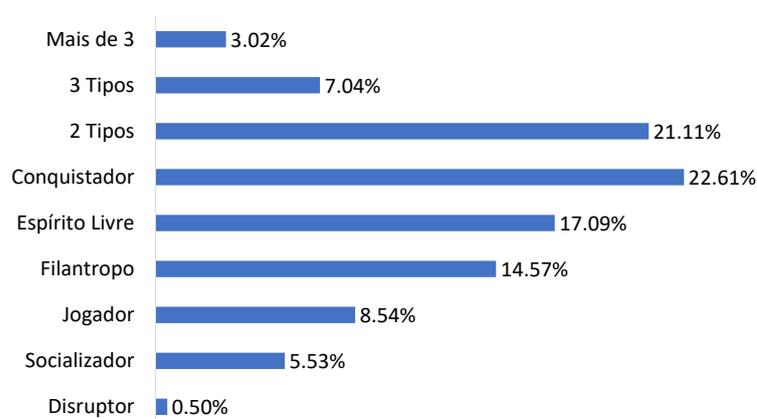


Figura 9 – Distribuição dos tipos de usuários na segunda etapa.

Da segunda para a terceira etapa, 70% ($n = 139$) dos estudantes mudou de tipo de usuário, dentre eles, 56,12% ($n = 78$) tinham somente um perfil dominante na segunda fase, enquanto que 43,88% ($n = 61$) eram de estudantes com mais de um tipo. A Tabela 11 apresenta a quantidade de mudanças que ocorreram em cada uma das classificações da segunda etapa para a terceira.

Tabela 11 – Relação de mudanças da segunda etapa para a terceira.

Classe	Quantidade
Disruptor	0
Espírito Livre	25
Filantropo	25
Jogador	7
Conquistador	15
Socializador	6
2 Tipos	45
3 Tipos	12
Mais de 3	4

Na terceira vez que o questionário foi aplicado, a maior parte dos estudantes

foi classificada como espírito livre (n = 40; 20,10%), seguido pelo filantropo (n = 39; 19,60%), conquistador (n = 30; 15,08%), jogador (n = 13; 6,23%), socializador (n = 8; 4,02%) e disruptor (n = 1; 0,50%). De todos os estudantes, 65,83% (n = 131) resultaram em somente um perfil dominante, 25,13% (n = 50) em dois, 6,53% (n = 13) em três e 3,02% (n = 5) em mais de três perfis. A Figura 5.3 apresenta a distribuição dos estudantes por classificação na terceira etapa.

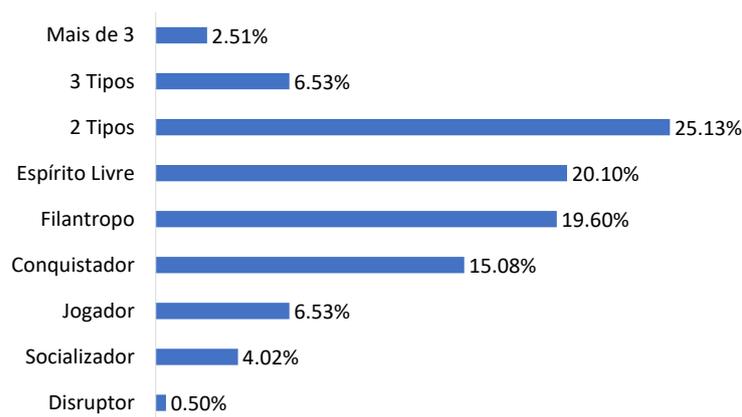


Figura 10 – Distribuição dos tipos de usuários na terceira etapa.

5.3.2 Principais mudanças nos três perfis com maior predominância

A partir das análises realizadas, verificou-se três tipos de usuário com maior predominância quantitativa nas três aplicações do questionários: conquistador, filantropo e espírito livre. Na Figura 11 é possível visualizar as porcentagens de cada um desses perfis em relação ao total de estudantes em cada etapa. Percebe-se que, apesar de se manterem como os principais tipos, em cada etapa a ordem de predominância mudou.

Na Tabela 12 são apresentadas as principais mudanças que aconteceram entre os perfis com maior predominância durante as etapas. É possível observar que as mudanças ocorreram entre os próprios perfis. Nos dois comparativos entre as fases, o conquistador teve o maior número de mudanças para o tipo filantropo, o espírito livre alternou entre conquistador e filantropo e o filantropo entre conquistador e espírito livre.

Dos 199 estudantes, apenas 4,52% (n = 27) não mudaram de perfil entre as etapas.

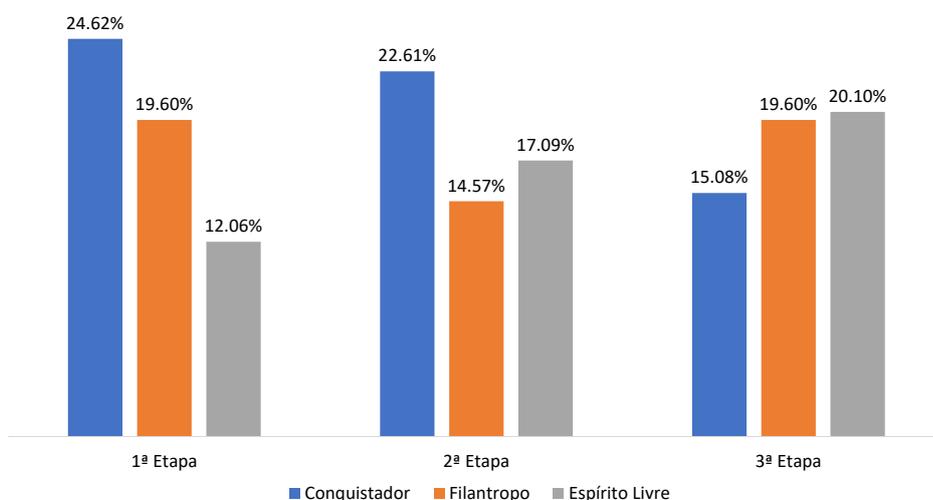


Figura 11 – Porcentagem de perfis com maior predominância em cada etapa.

Tabela 12 – Levantamento de mudanças entre os perfis com mais predominância.

Étapas	Conquistador	Espírito Livre	Filantropo
1ª → 2ª	Conquistador → Filantropo (10,20%)	Espírito Livre → Conquistador (16,67%)	Filantropo → Conquistador (12,82%)
2ª → 3ª	Conquistador → Filantropo (15,56%)	Espírito Livre → Filantropo (13,79%) Espírito Livre → Conquistador (13,79%)	Filantropo → Espírito Livre (17,65%)

Na Figura 12 é possível visualizar a porcentagem de pessoas que não tiveram alteração por tipo de usuário. É possível visualizar que não tiveram usuários do tipo disruptor e socializador que não mudaram de perfil durante as etapas. O maior número foi de conquistadores (n = 12; 45%), seguido dos filantropos (n = 9; 33%), espíritos livres (n = 4; 15%) e jogadores (n = 2; 7%).

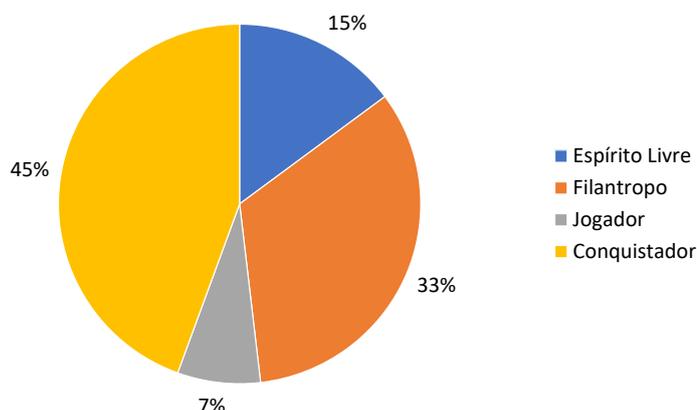


Figura 12 – Relação de estudantes que não mudaram de perfil durante as etapas.

5.4 Discussão

Esta seção apresenta as discussões sobre os resultados alcançados com os três estudos realizados para responder as questões de pesquisa propostas na introdução.

5.4.1 Nível de interesse dos tipos de usuário por elementos do CodePlay (QP1)

De acordo com a literatura, os conquistadores gostam de vencer desafios e completar tarefas. No CodePlay, esse tipo de usuário teve médias regulares na utilização de todos os elementos. Os conquistadores obtiveram as maiores médias entre todos os tipos de usuários para: acesso ao *ranking*, acesso ao minimapa, acesso ao menu itens, acesso ao menu equipar, interações com o som do jogo, acesso ao menu jogadores e pontos de experiência coletados. A média alta em *ranking* e pontos de experiência era algo esperado dos jogadores, visto que, segundo a literatura ([MARCZEWSKI, 2015](#); [TONDELLO et al., 2016](#)), são os usuários que mais gostam de competição. Já a média alta no acesso ao menu de itens pode indicar que os conquistadores gostaram de comprar armas para vencer os monstros que aparecem durante o jogo, o que também é considerado uma conquista para esse tipo de usuário. As interações com NPC dentro do jogo são essenciais para cumprir as missões, os conquistadores também obtiveram uma média boa nesse aspecto, o que pode indicar que estavam interessados em cumprir as missões.

Os resultados encontrados com relação aos conquistadores estão de acordo com os achados por Amado e Roleda ([2020](#)), no que diz respeito a esse tipo se interessar por elementos de recompensa, no entanto, no estudo realizado por eles, o elemento *ranking* foi o de menor preferência pelos tipos de usuário, enquanto que neste estudo, foi o elemento que o conquistador mais utilizou.

Segundo a literatura, os espíritos livres gostam de explorar o ambiente. Dentro do CodePlay, esses usuários utilizaram todos os elementos, o que corrobora com o que a literatura diz ([MARCZEWSKI, 2015](#); [TONDELLO et al., 2016](#)), visto que para acessar os elementos é necessário explorar o ambiente. Como pode ser visto na Figura 5, os espíritos livres obtiveram médias baixas de modo geral, sendo as maiores para o acesso

a barra de progresso e a área secreta. A área secreta é algo que fica escondido dentro do jogo, para achá-la o usuário precisa explorar o ambiente, o que é uma característica desse tipo de usuário, embora não tenha sido a maior média entre os cinco tipos de usuários, o que era esperado quando esse elemento foi implementado no CodePlay.

No trabalho de Amado e Roleda (2020), os espíritos livres tiveram preferência por aspectos de recompensa, enquanto que neste estudo foi um elemento que esse tipo de usuário fez pouco uso. É importante ressaltar que neste trabalho abordou-se uma gamificação baseada em jogos de RPG, enquanto que estudos como o de Amado e Roleda (2020), são outros tipos de gamificação e os elementos são implementados de formas diferentes.

Os filantropos gostam de ajudar os demais sem esperar por uma recompensa. Logo, itens como doação são indicados para esse tipo de usuário. No CodePlay, os filantropos utilizaram todos os elementos e tiveram as médias mais altas em itens doados e itens recebidos, o que corrobora com o que a literatura (MARCZEWSKI, 2015; TONDELLO et al., 2016) diz sobre esses usuários. O acesso ao menu jogadores também foi relativamente alto, que é onde os estudantes podem ver o perfil dos colegas e selecionar a opção de doar algum item.

No trabalho de Mora et al. (2019), os autores não encontraram vínculo entre os filantropos e as doações, o que não está de acordo com o que foi encontrado neste estudo, onde o elemento que os filantropos mais utilizaram foram as doações.

Semelhante aos espíritos livres, os jogadores também não obtiveram médias tão altas. De modo geral, eles utilizaram os elementos do jogo, porém, era esperado desse tipo de usuário um interesse maior por recompensas extrínsecas como moedas e pontos de experiência. Além de que, segundo a literatura (MARCZEWSKI, 2015; TONDELLO et al., 2016), uma das características dos jogadores é a competitividade, logo era esperado que tivessem uma média maior no acesso ao *ranking*. A maior média obtida pelos jogadores foi nas escolhas anarquistas que o jogo permite fazer, um elemento que foi pensado para o usuário do tipo disruptor.

Diferente do trabalho de Mora et al. (2019), onde os autores encontraram correlação entre o tipo jogador e muitos elementos, nesta pesquisa, os jogadores tiveram, de

modo geral, médias de utilização baixas em grande parte dos elementos disponíveis no CodePlay. Em contrapartida, assim como no trabalho de Mora et al. (2019), os jogadores não tiveram tanto interesse no elemento *ranking*.

Os socializadores são motivados principalmente por interação social. Dentro do CodePlay, esse tipo de usuário, mesmo com a baixa quantidade, utilizou bastante os elementos disponíveis, obtendo a maior média em boa parte deles. O fato de terem as maiores médias em mensagens enviadas e recebidas está de acordo com o que a literatura (MARCZEWSKI, 2015; TONDELLO et al., 2016) diz, pois um dos elementos indicados para eles são os *chats*. O fato de receberem muitas mensagens pode indicar que esses estudantes são "sociáveis", o que também corrobora com as características que definem esse perfil. O acesso ao infobox de outro jogador também foi alto para os socializadores, o que também pode ser considerada uma característica desse tipo de usuário, já que possibilita visualizar quem é aquele estudante e suas informações. Era esperado que elementos como moedas, missões, óculos e interações com NPC fossem mais utilizados por jogadores e conquistadores, porém os socializadores obtiveram médias mais altas com relação a tais tipos em todos esses elementos.

No trabalho de Mora et al. (2019), os socializadores não tiveram tanta preferência por desafios, enquanto que aqui tiveram médias altas de utilização para elementos como missões. Por terem poucos estudantes do tipo socializador na amostra deste estudo, é possível que eles tenham se dedicado mais à gamificação e por isso alcançaram médias altas em grande parte dos elementos.

A Tabela 13 apresenta uma relação entre os elementos de jogos mais e menos utilizados pelos cinco tipos de usuários Hexad dentro do CodePlay.

5.4.2 Classificação de tipos de usuário com base na utilização de elementos (QP2)

Os experimentos de classificação com os três algoritmos distintos mostrou que a melhor acurácia obtida foi com o algoritmo *Random Forest* aplicando a técnica de *oversampling*. Tendo em vista que trata-se de um problema multi-classe e que um estudo sobre a

Tabela 13 – Elementos mais e menos utilizados pelos tipos de usuários no CodePlay.

Tipo de usuário	Elementos mais utilizados	Elementos menos utilizados
Conquistador	<i>Ranking</i> , Menu de itens, Pontos de Experiência	Escolhas anarquistas
Espírito Livre	Barra de Progresso, Mensagens, Área Secreta	Doações, Escolhas anarquistas
Filantropo	Doações, Minimapa, Menu Jogadores	<i>Easter Egg</i> , Pontos de Experiência
Jogador	Escolhas Anarquistas, Info-box, Área Secreta	<i>Ranking</i> , Doações, Barra de Progresso
Socializador	Moedas, Barra de Progresso, Mensagens, Interações com NPC, Óculos, Escolhas anarquistas	Doações, <i>Ranking</i>

classificação de usuários com base nos dados de interação com uma gamificação não foi realizado anteriormente, a acurácia encontrada, de 57%, pode ser considerada bastante razoável, dada a complexidade do problema. No entanto, a pouca quantidade de dados (somente 126 instâncias) pode ter influenciado nos resultados e a baixa quantidade de interações dos estudantes com a plataforma de gamificação CodePlay também pode ter afetado os resultados, visto que as variáveis utilizadas como dados de entrada dos modelos representavam as interações dos estudantes com os elementos da gamificação.

Uma das explicações para o baixo número de interações com os elementos, pode ser o fato de que dois dos períodos nos quais os dados foram coletados ocorreram de forma remota e durante esse tempo os estudantes tiveram problemas de acesso à gamificação, uma vez que a plataforma foi projetada para ser utilizada nos laboratórios da Universidade e em computadores robustos, o que pode não ser a realidade da maioria dos estudantes.

Visto que a base foi construída a partir das interações dos estudantes com o ambiente de gamificação, vê-se a importância de que os elementos disponíveis no CodePlay sejam realmente utilizados, para que os atributos tenham mais significado para a classificação.

Com relação as métricas de avaliação terem sido melhores para a classe socializador, alguns pontos foram levantados. Visto que essa classe tinha o menor número de usuários, uma das possibilidades é que esses estudantes podem ter prestado mais

atenção no momento de responder ao questionário e também tenham interagido mais com os elementos da gamificação do que os demais perfis. Além disso, o filantropo, que possuía o maior número de pessoas na amostragem, obteve a maior precisão no modelo que se saiu melhor, isso pode indicar que eles também tiveram maior dedicação para responder o questionário e interagir com a gamificação. No entanto, esses são pontos que devem ser explorados em outros estudos, para verificar se é algo que aconteceu apenas nesse contexto ou se repete em outros.

O questionário Hexad também pode ter influenciado nos resultados, pois é possível que os estudantes tenham sido identificados como uma classe, mas se comportado de maneira diferente ao interagir com os elementos. Outro ponto que pode ser citado é relacionado a pesquisas recentes na área de gamificação que apontam que o tipo de usuário pode mudar ao longo do tempo, o que também pode ter interferido nos resultados alcançados com os experimentos de classificação. Assim, na seção a seguir é apresentada a discussão do terceiro estudo, sobre mudança de tipo de usuário ao decorrer do tempo, devido a necessidade de investigar a confiabilidade dos tipos de usuário.

5.4.3 Mudança de tipo de usuário ao longo do tempo (QP3)

A partir das análises realizadas no terceiro estudo, percebe-se que é possível sim que os tipos de usuários mudem com o decorrer do tempo e com a interação com diferentes elementos de jogos, visto que quase o total de estudantes obteve resultados diferentes ao responder o questionário mais de uma vez.

Um dos fatores observados nas análises é o fato de que os tipos com maior predominância quantitativa foram os conquistadores, espíritos livres e filantropos, e, o fato do CodePlay ser baseado em jogos de RPG e possuir uma ampla variedade de elementos pode ter tido certa influência sobre isso. Por exemplo, segundo a literatura, os conquistadores gostam de completar tarefas e desafios e o CodePlay possui missões principais e secundárias ao longo das fases. Os espíritos livres são aqueles que gostam de exploração, então por ser um RPG, o CodePlay oferece um mundo em que o espírito

livre pode explorar edificações, áreas secretas e todo o ambiente disponível.

Essas características do CodePlay podem ter influenciado as respostas dos estudantes ao questionário Hexad, o que corrobora com a hipótese de que as preferências dos jogadores mudam conforme se interessam por diferentes elementos. Caso o estilo de jogo do CodePlay fosse outro, é provável que os resultados encontrados fossem diferentes.

Os trabalhos sobre mudança de tipo de usuário de Santos et al. (2021) e Yldirim e Ozdener (2022) mostram que o conquistador é o segundo tipo com maior número de usuários, o que está de acordo com os resultados encontrados neste estudo. No entanto, o aumento na quantidade de espíritos livres entre as etapas se difere do que foi achado no trabalho de Santos et al. (2021), onde o espírito livre é o terceiro tipo com maior número de usuários, e entre as duas aplicações do questionário Hexad que os autores fizeram, aconteceu uma diminuição no número de espíritos livres. Já no trabalho de Yldirim e Ozdener (2022), o espírito livre não está entre os tipos com maior quantidade de usuários.

Neste estudo também verificou-se que houve um aumento no número de espíritos livres entre as etapas, esse fato pode ter se dado por conta da natureza da gamificação, que possui um mundo amplo para ser conhecido. Visto que os espíritos livres são aqueles usuários que gostam de explorar, é possível que isso tenha influenciado nas preferências dos estudantes ao longo do semestre em que ocorreu o experimento.

Em um trabalho mais recente, de Santos et al. (2022), onde os autores realizaram uma avaliação psicométrica da escala Hexad, os tipos de usuário com tendência mais forte foram os conquistadores, espíritos livres e filantropos, e a tendência mais baixa foi o disruptor. Esses achados também estão de acordo com o que foi encontrado neste estudo.

Ainda sobre os tipos com maior predominância quantitativa, observou-se que o conquistador teve o maior número de mudanças para o filantropo em todas as etapas (Tabela 12). Nesse caso, destaca-se que dentro do CodePlay os estudantes são estimulados a trabalhar em equipe para vencer as missões principais, o que pode ter influenciado nessa mudança, visto que os filantropos são aqueles usuários que gostam

de ajudar os outros.

Os resultados alcançados com o estudo corroboram com as pesquisas da área de gamificação sobre mudança de tipo de usuário e apresentam avanços com relação a estudos anteriores, o que pode ajudar designers de gamificação e pesquisadores a pensar em ambientes e sistemas gamificados considerando além das preferências individuais, o fato de que as pessoas podem passar a se interessar por outros elementos ao longo do tempo.

No entanto, é importante ressaltar que a natureza autoavaliativa do questionário Hexad pode influenciar a identificação do tipo de usuário, visto que, ao responder as perguntas, a pessoa pode não dar a atenção necessária. Ou seja, os resultados com relação a mudança de tipo de usuário também podem ter sido afetados. Para este estudo, foram desconsideradas 15 respostas ao questionário, pois os estudantes marcaram a mesma opção em todas as perguntas. Apesar disso, não há como garantir que as demais respostas representam exatamente o tipo de usuário com o qual uma pessoa se identifica.

Os resultados encontrados neste estudo também dão um norte para os resultados encontrados no terceiro estudo, sobre classificação de usuários com técnicas de aprendizagem de máquina, onde a acurácia obtida com o melhor modelo não foi tão boa. O fato de que as pessoas mudam de tipo de usuário ao longo do tempo, pode ter influenciado de forma negativa na identificação dos perfis, visto que, se inicialmente uma pessoa se comporta de uma maneira dentro da gamificação, interagindo com determinados elementos, e com o passar do tempo começa a se interessar por outros elementos, significa que os dados utilizados no treinamento dos modelos também sofreram mudanças. Ou seja, uma pessoa que inicialmente se identificava com o tipo espírito livre e passou a se interessar por elementos característicos do tipo socializador, tem interações com diversos elementos, então a classificação é afetada, pois há dificuldade em diferenciar o comportamento das classes. Logo, outra contribuição deste estudo é relacionada a identificação automática de tipos de usuário com base em taxonomias como o Hexad, já que essa identificação também pode sofrer influência da mudança de perfil.

5.5 Síntese do capítulo

Este capítulo apresentou os resultados desta dissertação de mestrado. Foram realizadas três análises distintas, visando responder as questões de pesquisa propostas no capítulo de introdução. A primeira análise, de utilização de elementos, mostrou como o comportamento dos usuários se difere no que diz respeito ao uso dos diversos elementos. Também mostrou que alguns resultados encontrados estão de acordo com a literatura, enquanto outros não.

Com relação ao estudo sobre classificação de tipos de usuário utilizando técnicas de aprendizagem de máquina, a maior acurácia obtida foi de 57% com o algoritmo *Random Forest*. Tendo em vista que se trata de um problema de classificação multi-classe, a acurácia não foi tão baixa, no entanto, o que pode ter influenciado esse resultado é o fato de que haviam poucas instâncias de treinamento, evidenciando a necessidade de aumentar a base de dados e fazer novas análises. Os resultados encontrados com o segundo estudo incentivaram a execução do terceiro estudo, visto que o fato das pessoas mudarem de perfil ao longo do tempo também pode ter interferido na classificação dos usuários.

A última análise, para verificar se o tipo de usuário de um estudante muda ao longo do tempo, mostrou que os perfis podem sim mudar com o decorrer do tempo e com a interação com diferentes elementos, visto que apenas 27 estudantes, dos 199 que participaram do experimento, não mudaram de perfil em nenhuma das três etapas.

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gamificação é um recurso que tem ganhado bastante espaço no contexto da educação, por ter uma abordagem lúdica para incentivar os estudantes a participar ativamente das aulas. É possível que, ao aplicar elementos como pontuação, *ranking*, missões e desafios dentro da sala de aula, os estudantes se sintam mais interessados na disciplina, visto que grande parte deles faz uso de jogos em seu dia a dia. Nesse sentido, pesquisadores começaram a utilizar gamificação para aumentar a motivação dos estudantes dentro de diferentes áreas de estudo.

O CodeBench é o juiz online desenvolvido na UFAM, onde os professores disponibilizam atividades nas disciplinas de programação. Apesar dos benefícios do uso de um juiz online, como a correção automática de códigos, as taxas de reprovação em disciplinas que envolvem programação ainda são bem altas. Assim, pesquisadores envolvidos no desenvolvimento do CodeBench pensaram em estratégias para mitigar esse problema, o resultado foi a implementação de uma plataforma de gamificação que pudesse ser incorporada ao juiz online, o CodePlay.

No entanto, considerando as características individuais das pessoas, pode ser que determinados estudantes se sintam motivados ao interagir com certos elementos, enquanto que outros não, o que pode influenciar na experiência de cada um, de forma positiva ou negativa. Diante disso, estudos na área de gamificação buscam criar ambientes e sistemas que compreendam as preferências individuais de cada pessoa. O CodePlay foi criado pensando em atingir diferentes perfis, por isso possui uma ampla variedade de elementos.

Na literatura existem algumas tipologias que dividem as pessoas em tipos de jogador, como Bartle (1996), Yee (2006) e Nacke, Bateman e Mandryk (2014), que apontam as características e preferências de diferentes tipos, conforme observações realizadas em ambientes de jogos ou estudos sobre a personalidade das pessoas. Dentre as tipologias disponíveis na literatura, o modelo Hexad (MARCZEWSKI, 2015) é voltado para gamificação e divide os jogadores em seis tipos: filantropo, disruptor, jogador, espírito livre, socializador e conquistador.

A presente dissertação de mestrado buscou explorar diferentes aspectos a respeito de gamificação e tipos de jogador. Para tanto, foram realizados três estudos distintos: i) identificação de elementos mais utilizados pelos tipos de usuário Hexad dentro da plataforma de gamificação CodePlay; ii) aplicação de técnicas de aprendizagem de máquina para classificar tipos de usuário Hexad com base na utilização de elementos dentro do CodePlay; e, iii) análise de mudança do tipo de jogador Hexad ao longo do tempo.

O primeiro estudo, referente aos elementos de jogos preferidos pelos usuários, realizado com 126 estudantes de IPC, mostrou que existe uma diferença entre os perfis. Alguns resultados concordaram com o que a literatura aponta como os elementos mais indicados para cada tipo, enquanto outros não. Por exemplo, os jogadores não interagiram tanto com pontos de experiência e moedas, nem com elementos relacionados à competição, que era algo esperado, visto que segundo a literatura esse perfil tem preferência por tais elementos. Entretanto, os filantropos se destacaram no aspecto de doações e os socializadores tiveram as maiores médias com mensagens, o que concorda com outros estudos.

O segundo estudo, onde foram aplicadas técnicas de aprendizagem de máquina para prever tipos de jogador com base na utilização de elementos do CodePlay, foi realizado com 126 estudantes de IPC. Foram aplicados três algoritmos de classificação: *Random Forest*, *K-Nearest Neighbors* e *Bagging*. A maior acurácia obtida foi com o *Random Forest*, com 57%.

Por fim, o terceiro estudo, sobre mudança de perfil no decorrer do tempo, foi realizado com 199 estudantes de IPC que responderam ao questionário Hexad três

vezes ao longo de um período. Nesse estudo verificou-se que somente 27 pessoas não mudaram de perfil durante as três etapas, o que já corrobora com o fato de que as pessoas podem mudar de preferências com o passar do tempo, e nesse caso, conforme interação com diferentes elementos de jogos. Além disso, também podem se identificar com mais de um perfil de usuário, como foi visto no estudo.

6.1 Limitações

Uma das principais limitações da pesquisa foi o fato de que grande parte dos dados coletados foram em períodos remotos, durante a Pandemia de Covid-19 e também pós-pandemia. Esse é um fator que pode ter influenciado de maneira negativa nos resultados encontrados no primeiro e no segundo estudo, visto que houve uma baixa quantidade de interações dos estudantes com os elementos da gamificação. No entanto, isso também levanta o questionamento que tantos outros trabalhos na área trazem, de se utilizar a gamificação na educação é algo realmente eficaz.

Além disso, algo que poderia tornar o terceiro estudo mais robusto, seria a aplicação de testes estatísticos para avaliar se existe uma diferença significativa entre o perfil com maior predominância e o segundo perfil com maior predominância, por exemplo, visto a semelhança que existe entre determinados perfis. Outro aspecto que foi uma limitação da pesquisa é o tamanho da amostra utilizada nos três estudos, que pode limitar a generalização dos resultados para populações maiores.

6.2 Contribuições e trabalhos futuros

Esta dissertação de mestrado contribuiu com diferentes aspectos da área de gamificação e tipos de jogador e possibilidades de pesquisa que ainda podem ser exploradas. Algumas das contribuições, são:

- Novos resultados com relação aos elementos de jogos preferidos por cada tipo de usuário do modelo Hexad, no contexto de uma plataforma de gamificação

baseada em jogos de RPG;

- Desenvolvimento e execução de uma proposta de identificação de tipos de usuário Hexad com base na interação com elementos de jogos provenientes de uma plataforma de gamificação baseada em jogos de RPG;
- Criação de uma base de dados com interações de usuários com uma plataforma de gamificação¹;
- Novos resultados com relação à mudança de tipo de usuário Hexad ao longo do tempo, que corroboram com estudos já existentes;
- Identificação de problemas na classificação automática de tipos de usuário Hexad, devido a mudança que pode ocorrer no perfil dos usuários.

Com relação a aplicação de técnicas de aprendizagem de máquina para identificar os perfis, apesar das conclusões que foram realizadas sobre a mudança de perfil influenciar negativamente na classificação, em trabalhos futuros pretende-se capturar novos dados para realizar novos experimentos, que podem apresentar melhora ou então corroborar com o que foi achado nesta pesquisa. A captura de novos dados também será importante para mais estudos sobre as preferências dos usuários pelos elementos de jogos.

Um dos aspectos que influenciou na baixa quantidade de dados nos estudos foi o fato de que algumas das amostras eram de períodos remotos, por conta da pandemia de Covid, onde os estudantes tinham dificuldade para acessar à gamificação. Logo, coletar dados em períodos presenciais também pode beneficiar os resultados de classificação e de utilização dos elementos.

¹ <https://github.com/rafapandii/codeplaydata/blob/main/base-de-dados-codeplay.csv>

REFERÊNCIAS

- AGAPITO, J. L.; RODRIGO, M.; MERCEDES, T. Investigating the impact of a meaningful gamification-based intervention on novice programmers' achievement. In: SPRINGER. *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. [S.l.], 2018. p. 3–16. [46](#), [47](#), [50](#)
- AHA, D. W.; KIBLER, D.; ALBERT, M. K. Instance-based learning algorithms. *Machine learning*, Springer, v. 6, n. 1, p. 37–66, 1991. [40](#)
- AKGÜN, Ö. E.; TOPAL, M. Adaptation of the gamification user types hexad scale into turkish. *International Journal of Assessment Tools in Education*, ERIC, v. 5, n. 3, p. 389–402, 2018. [57](#)
- ALTMAYER, M. et al. Towards predicting hexad user types from smartphone data. In: *Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 315–322. [51](#), [53](#), [55](#)
- ALTMAYER, M. et al. Hexarcade: Predicting hexad user types by using gameful applications. In: *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 219–230. [52](#), [53](#), [55](#)
- ALVES, F. *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. [S.l.]: DVS editora, 2015. [28](#)
- AMADO, C. M.; ROLEDA, L. S. Game element preferences and engagement of different hexad player types in a gamified physics course. In: *Proceedings of the 2020 11th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 261–267. [44](#), [50](#), [77](#), [78](#)
- ARNOLD, B. J. Gamification in education. *Proceedings of the American Society of Business and Behavioral Sciences*, v. 21, n. 1, p. 32–39, 2014. [20](#)
- AŠERIŠKIS, D.; DAMAŠEVIČIUS, R. Computational evaluation of effects of motivation reinforcement on player retention. *Journal of Universal Computer Science*, v. 23, n. 5, p. 432–453, 2017. [47](#), [48](#), [51](#)
- AZMI, S.; IAHAD, N. A.; AHMAD, N. Gamification in online collaborative learning for programming courses: A literature review. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, v. 10, n. 23, p. 1–3, 2015. [20](#)

- BARATA, G. et al. Relating gaming habits with student performance in a gamified learning experience. In: *Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 17–25. [22](#), [30](#)
- BARTLE, R. Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, v. 1, n. 1, p. 19, 1996. [22](#), [30](#), [31](#), [43](#), [86](#)
- BOLLER, S.; KAPP, K. *Jogar para Aprender: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes*. [S.l.]: DVS Editora, 2018. [27](#)
- BREIMAN, L. Random forests. *Machine learning*, Springer, v. 45, n. 1, p. 5–32, 2001. [40](#)
- BURKE, B. *Gamificar: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias*. [S.l.]: DVS editora, 2015. [29](#)
- CHEAH, C. S. Factors contributing to the difficulties in teaching and learning of computer programming: A literature review. *Contemporary Educational Technology*, Bastas, v. 12, n. 2, p. ep272, 2020. [20](#)
- CHITTARANJAN, G.; BLOM, J.; GATICA-PEREZ, D. Who's who with big-five: Analyzing and classifying personality traits with smartphones. In: IEEE. *2011 15th Annual international symposium on wearable computers*. [S.l.], 2011. p. 29–36. [52](#)
- CRESWELL, J. W.; TASHAKKORI, A. *Differing perspectives on mixed methods research*. [S.l.]: Sage publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2007. 303–308 p. [24](#)
- DECI, E. L. et al. Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of personality*, Wiley Online Library, v. 62, n. 1, p. 119–142, 1994. [32](#)
- DECI, E. L.; RYAN, R. M. The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, Taylor & Francis, v. 11, n. 4, p. 227–268, 2000. [29](#)
- DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 9–15. [20](#)
- EINOLA, K.; ALVESSON, M. Behind the numbers: questioning questionnaires. *Journal of Management Inquiry*, Sage publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 30, n. 1, p. 102–114, 2021. [23](#), [61](#)
- FISCHER, H.; HEINZ, M.; BREITENSTEIN, M. Gamification of learning management systems and user types in higher education. In: ACADEMIC CONFERENCES AND PUBLISHING LIMITED. *ECGBL 2018 12th European Conference on Game-Based Learning*. [S.l.], 2018. p. 91. [46](#), [47](#), [50](#)
- FRANCISCO, R. E. et al. Juiz online no ensino de cs1-lições aprendidas e proposta de uma ferramenta. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 26, n. 03, p. 163, 2018. [21](#)
- GALVÃO, L.; FERNANDES, D.; GADELHA, B. Juiz online como ferramenta de apoio a uma metodologia de ensino híbrido em programação. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 140. [21](#), [33](#)

- GIL, B.; CANTADOR, I.; MARCZEWSKI, A. Validating gamification mechanics and player types in an e-learning environment. In: SPRINGER. *European Conference on Technology Enhanced Learning*. [S.l.], 2015. p. 568–572. [29](#)
- GONZÁLEZ, C. S. et al. Enhancing the engagement of intelligent tutorial systems through personalization of gamification. *International Journal of Engineering Education*, v. 32, n. 1, p. 532–541, 2016. [30](#)
- GYGAX, G.; ARNESON, D. *dungeons & dragons*. [S.l.]: Tactical Studies Rules Lake Geneva, WI, 1974. v. 19. [28](#)
- HAN, J.; PEI, J.; TONG, H. *Data mining: concepts and techniques*. [S.l.]: Morgan kaufmann, 2022. [39](#), [40](#)
- HANUS, M. D.; FOX, J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & education*, Elsevier, v. 80, p. 152–161, 2015. [21](#), [29](#)
- HERBERT, B. et al. An investigation of gamification typologies for enhancing learner motivation. In: IEEE. *2014 International Conference on Interactive Technologies and Games*. [S.l.], 2014. p. 71–78. [21](#), [56](#)
- KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2012. [20](#), [28](#)
- KIMPEN, R. et al. Towards predicting hexad user types from mobile banking data: An expert consensus study. In: *Extended Abstracts of the 2021 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 30–36. [53](#), [55](#)
- KIRYAKOVA, G.; ANGELOVA, N.; YORDANOVA, L. Gamification in education. In: PROCEEDINGS OF 9TH INTERNATIONAL BALKAN EDUCATION AND SCIENCE CONFERENCE. [S.l.], 2014. [20](#), [28](#)
- KLOCK, A. C. T. et al. Tailored gamification: A review of literature. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 144, p. 102495, 2020. [22](#), [29](#)
- KOIVISTO, J.; HAMARI, J. The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, Elsevier, v. 45, p. 191–210, 2019. [20](#), [22](#), [29](#)
- LANE, W. The influence of personality traits on mobile phone application preferences. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, v. 4, n. 5, p. 252–260, 2012. [52](#)
- LOPEZ, C. E.; TUCKER, C. S. The effects of player type on performance: A gamification case study. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 91, p. 333–345, 2019. [45](#), [50](#)
- LOWRY, P. B. et al. Taking ‘fun and games’ seriously: Proposing the hedonic-motivation system adoption model (hmsam). *Journal of the association for information systems*, v. 14, n. 11, p. 617–671, 2012. [44](#)
- MAJURI, J.; KOIVISTO, J.; HAMARI, J. Gamification of education and learning: A review of empirical literature. In: CEUR-WS. *Proceedings of the 2nd international GamiFIN conference, GamiFIN 2018*. [S.l.], 2018. [21](#)

- MANZANO-LEÓN, A. et al. Between level up and game over: A systematic literature review of gamification in education. *Sustainability*, MDPI, v. 13, n. 4, p. 2247, 2021. [28](#)
- MARCZEWSKI, A. Even ninja monkeys like to play. *London: Blurb Inc*, v. 1, n. 1, p. 28, 2015. [22](#), [31](#), [32](#), [43](#), [56](#), [60](#), [77](#), [78](#), [79](#), [86](#)
- MARTINEZ, L.; GIMENES, M.; LAMBERT, E. Entertainment video games for academic learning: a systematic review. *Journal of Educational Computing Research*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, p. 07356331211053848, 2022. [20](#)
- MCGONIGAL, J. *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. [S.l.]: Penguin, 2011. [29](#)
- MOGAVI, R. H. et al. Your favorite gameplay speaks volumes about you: Predicting user behavior and hexad type. *arXiv preprint arXiv:2302.05623*, 2023. [54](#), [55](#)
- MOHAMMED, R.; RAWASHDEH, J.; ABDULLAH, M. Machine learning with oversampling and undersampling techniques: overview study and experimental results. In: IEEE. *2020 11th international conference on information and communication systems (ICICS)*. [S.l.], 2020. p. 243–248. [41](#)
- MORA, A. et al. The quest for a better tailoring of gameful design: An analysis of player type preferences. In: *Proceedings of the XX international conference on human computer interaction*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–8. [49](#), [50](#), [51](#), [78](#), [79](#)
- NACKE, L. E.; BATEMAN, C.; MANDRYK, R. L. Brainhex: A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment computing*, Elsevier, v. 5, n. 1, p. 55–62, 2014. [22](#), [31](#), [43](#), [86](#)
- NAQA, I. E.; MURPHY, M. J. What is machine learning? In: *machine learning in radiation oncology*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 3–11. [38](#)
- NTOKOS, K. Swords and sorcery: A structural gamification framework for higher education using role-playing game elements. *Research in Learning Technology*, v. 27, 2019. [28](#)
- ORJI, R.; TONDELLO, G. F.; NACKE, L. E. Personalizing persuasive strategies in gameful systems to gamification user types. In: *Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing systems*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–14. [45](#), [48](#), [49](#), [51](#)
- PEDRO, L. Z. et al. Does gamification work for boys and girls? an exploratory study with a virtual learning environment. In: *Proceedings of the 30th annual ACM symposium on applied computing*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 214–219. [29](#)
- PESSOA, M. et al. Codeplay: Uma plataforma de gamificação baseada em jogos de rpg multiplayer. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 30, n. 1, p. 843. [21](#), [33](#)
- PESSOA, M. S. P. et al. Codeplay: uma plataforma que incorpora a ludicidade de jogos de entretenimento a um juiz on-line. Universidade Federal do Amazonas, 2022. [21](#), [35](#)
- PIRES, F. et al. O livro do conhecimento: um serious game educacional para aprendizagem de ortografia da língua portuguesa. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, n. 1, 2020. [27](#)

- RAPP, A. et al. *Strengthening gamification studies: Current trends and future opportunities of gamification research*. [S.l.]: Elsevier, 2019. 1–6 p. [29](#)
- ROGERS, M. et al. Exploring personalization of gamification in an introductory programming course. In: *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1121–1127. [45](#), [47](#), [50](#)
- ROGERS, S. *Level Up! The guide to great video game design*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014. [27](#), [28](#)
- RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, Elsevier, v. 25, n. 1, p. 54–67, 2000. [32](#)
- RYAN, R. M.; DECI, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, American Psychological Association, v. 55, n. 1, p. 68, 2000. [32](#)
- SAMMUT, C.; WEBB, G. I. *Encyclopedia of machine learning*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011. [41](#), [42](#)
- SANTOS, A. C. G. et al. Psychometric investigation of the gamification hexad user types scale in brazilian portuguese. *Scientific reports*, Nature Publishing Group, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2022. [22](#), [32](#), [82](#)
- SANTOS, A. C. G. et al. Do people’s user types change over time? an exploratory study. *arXiv preprint arXiv:2106.10148*, 2021. [23](#), [57](#), [61](#), [82](#)
- SANTOS, W. O. d.; BITTENCOURT, I. I.; VASSILEVA, J. Design of tailored gamified educational systems based on gamer types. SBC, 2018. [22](#)
- SARKER, I. H. Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN Computer Science*, Springer, v. 2, n. 3, p. 1–21, 2021. [38](#), [39](#)
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *Renote*, v. 6, n. 1, 2008. [27](#)
- SCHUNK, D. H.; MEECE, J. R.; PINTRICH, P. R. *Motivation in education: Theory, research, and applications*. [S.l.]: Pearson Higher Ed, 2012. [29](#)
- SENEVIRATNE, S. et al. Predicting user traits from a snapshot of apps installed on a smartphone. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, ACM New York, NY, USA, v. 18, n. 2, p. 1–8, 2014. [52](#)
- SHAHID, M. et al. A review of gamification for learning programming fundamental. In: IEEE. *2019 International Conference on Innovative Computing (ICIC)*. [S.l.], 2019. p. 1–8. [20](#)
- SINLY, C.; RUSLI, A.; WINARNO, P. Utilizing gamification to improve user participation in online judge. In: IEEE. *2018 Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS)*. [S.l.], 2018. p. 543–547. [43](#), [44](#), [50](#)
- SUTTON, C. D. Classification and regression trees, bagging, and boosting. *Handbook of statistics*, Elsevier, v. 24, p. 303–329, 2005. [40](#)

TODA, A. M.; VALLE, P. H.; ISOTANI, S. The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education. In: SPRINGER. *Researcher links workshop: higher education for all*. [S.l.], 2017. p. 143–156. [21](#)

TONDELLO, G. F. et al. “i don’t fit into a single type”: A trait model and scale of game playing preferences. In: SPRINGER. *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*. [S.l.], 2019. p. 375–395. [22](#), [31](#), [43](#)

TONDELLO, G. F. et al. The gamification user types hexad scale. In: *Proceedings of the 2016 annual symposium on computer-human interaction in play*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 229–243. [22](#), [30](#), [32](#), [33](#), [44](#), [45](#), [46](#), [50](#), [52](#), [57](#), [60](#), [77](#), [78](#), [79](#)

WASIK, S. et al. A survey on online judge systems and their applications. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, ACM New York, NY, USA, v. 51, n. 1, p. 1–34, 2018. [21](#)

YEE, N. The demographics, motivations, and derived experiences of users of massively multi-user online graphical environments. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, MIT Press One Rogers Street, Cambridge, MA 02142-1209, USA journals-info . . . , v. 15, n. 3, p. 309–329, 2006. [31](#), [86](#)

YLDIRIM, O.; OZDENER, N. An exploratory study on the change students’ gamification user types over time. p. 1 – 10, 2022. [82](#)