



Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Computação
Programa de Pós-Graduação em Informática

Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos

CodePlay: uma plataforma que incorpora
a ludicidade de jogos de entretenimento a
um juiz on-line

Manaus
Outubro de 2022

Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos

CodePlay: uma plataforma que incorpora
a ludicidade de jogos de entretenimento a
um juiz on-line

Orientador: Prof. Dr. David Braga
Fernandes de Oliveira
Coorientadora: Profa. Dra. Tayana
Uchoa Conte

Manaus
2022

Ficha Catalográfica

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

B327c Bastos, Marcela Sávia Picanço Pessoa
CodePlay: uma plataforma que incorpora a ludicidade de jogos de entretenimento a um juiz on-line / Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos . 2022
230 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: David Braga Fernandes de Oliveira
Coorientadora: Tayana Uchoa Conte
Tese (Doutorado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Gamificação. 2. Jogos. 3. Tipo de jogador. 4. Aprendizagem de programação. 5. Juiz on-line. I. Oliveira, David Braga Fernandes de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



FOLHA DE APROVAÇÃO

"CodePlay: uma plataforma que incorpora a ludicidade de jogos de entretenimento a um juiz on-line"

MARCELA SÁVIA PICAÑO PESSOA BASTOS

Tese de Doutorado defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Professores:

David Braga Fernandes de Oliveira - PRESIDENTE

Profa. Isabela Gasparini - MEMBRO EXTERNO

Prof. Davi Viana dos Santos - MEMBRO EXTERNO

Profa. Fabíola Guerra Nakamura - MEMBRO INTERNO

Prof. Eduardo James Pereira Souto- MEMBRO INTERNO

Manaus, 27 de outubro de 2022

Ao meu marido Jerry Bastos.

Agradecimentos

Tudo no tempo de Deus e a Ele toda a honra e glória por esta conquista e pelas pessoas que Ele usou para me acompanhar nesta caminhada. Foram muitas ajudas, desde uma acertada dica, uma boa revisão, uma palavra de incentivo, uma oração ou uma balançada no rabo que recarrega as energias.

Em especial, gostaria de agradecer às professoras Fabíola Nakamura e Isabela Gasparini e aos professores Davi Viana e Eduardo Souto pela disponibilidade em participar dessa banca de doutorado. Tenho certeza que vocês darão ricas contribuições ao trabalho.

Se cheguei até aqui foi porque tive mais que um orientador (talvez um príncipe rs). Professor David Fernandes, você foi um amigo, um psicólogo, um verdadeiro parceiro de pesquisa. Obrigada por me ouvir, por me guiar, por perceber os meus momentos de insegurança, pelas primeiras horas da manhã que usou para revisar meus textos e por cada dica para melhorá-los. Seu esforço não foi em vão, pois suas dicas foram incorporadas ao meu estilo. Com toda a certeza do mundo eu não estaria aqui se você não tivesse topado trilhar esse caminho comigo e compartilhado esta pesquisa linda. Não tem como deixar de citar o seu apoio no meu pior momento com a doença do meu marido. Obrigada por me dizer para esquecer o doutorado e ficar com ele, mas minha gratidão é muito maior por você ter me sustentado quando ninguém acreditava que eu seria capaz terminar a tese na força da lágrima. Obrigada por tudo!

Mas a vida, essa sim é feita de urgência. Para isso encontrei a melhor pessoa do mundo. Professora Tayana Conte (nossa Tay) obrigada por me adotar, por me receber no grupo e por me coorientar. Aquele almoço depois de Irvine foi definitivo na minha vida. Obrigada por aquele primeiro convite para o USES

Day. Foi o início de uma linda parceria e amizade. Você não só me deu dicas, como as fez sair de mim. Você conseguiu me fazer explorar coisas que eu não sabia que podia. Me deu a noção de urgência que eu precisava, me incentivou, me pressionou, e me ensinou a colocar limites. Você é uma inspiração. Obrigada!

Sou insegura e tenho medo de dizer até o que gosto. Talvez por isso custei a me achar dentro de uma área de pesquisa. Alias, não me achei. Fui arrebatada por uma amiga. Eu não entrei na área por mim, eu entrei na área por ela, Fernanda Pires. Obrigada por me colocar aqui. Obrigada por não soltar a minha mão. Amo o teu jeito sonhador e cheio de verdades. Obrigada, por estar nos momentos difíceis, obrigada por me dar o seu melhor sorriso quando faço piadas lesas. Por ser a pessoa certa das festas ao velório. Te amo, minha amiga irmã. E por essa aproximação tenho que agradecer à professora Rosiane de Freitas, não só por isso, mas por ter me encorajado a participar da seleção do doutorado. Eu não estaria aqui se não fosse a força e coragem dessa pesquisadora super empoderada.

Obrigada ao ThinkTed Lab e a todos os nossos filhinhos. Isso também é por vocês, crianças. Especialmente ao JB por ser o melhor amigo e mestre de cerimônia em, literalmente, todos os momentos e por entender os rabiscos da Fernanda para fazer minhas imagens.

Obrigada ao GPEC, em especial aos professores Elaine Oliveira e Leandro Galvão e ao grupo de gamificação, minha amiga Rafaela Melo e o menino mais criativo do mundo, Gabriel Haydar.

Ao meus amigos Márcia Lima, Sergio Cleger, Cuevas, Carol Oran, Flávio Coelho, Bruno Gadelha, Lucas Viana, Simone Gama, Marcos Thomaz, Robson Melo, Áurea Melo e Eder Franco por cada incentivo dado. Não posso esquecer das amigas queridas Emília Melo e Ingrid Gadelha. Obrigada, meninas, pelas

mensagens diárias, pelas orações e conforto e à Ingrid por ter dado suporte para que eu trabalhasse de forma remota.

Aos meus amigos do USES, todo o meu agradecimento do mundo. Foi muito bom compartilhar com vocês, acolher e ser acolhida. A todos, absolutamente todos.

Essa pesquisa me trouxe parceiros e amigos, entre eles não tenho como deixar de citar o Luiz Rodrigues. Luiz, obrigada pelas conversas, pelas dicas, pela parceria. Ainda temos muitos frutos a colher. Obrigada também ao Filipe Dwan, por ter me inserido nesse querido grupo de gamificação.

A todos do PPGI/UFAM, secretaria, professores e coordenação, em especial ao professor Eduardo Feitosa, escolhido por Deus para passar a criticidade da pandemia conosco.

Quero agradecer à minha amiga Yanna, por me ensinar todos os dias que é possível superar algumas dores avassaladoras e à minha cunhada Bianca pelo parceria, confiança, por ter me ajudado a cuidar do meu Jerry e fazer as perguntas que ele fazia todos os dias: e a tese?

Por fim, agradeço o que há de mais importante na minha vida, a minha família, irmãs, irmãos, sobrinhos e especialmente à minha mãe, Dinair Picango, meu amor primeiro e quem faz tudo valer a pena. Minha rainha, obrigada por rezar por nós e para que isso acontecesse. Em especial preciso agradecer a minha Dayana por cuidar tão bem da gente, pelo amor, por compartilhar de minhas dores e alegrias. À minha cunhada, Andréa Pessoa e aos meus sobrinhos filhos Sérgio Pessoa, Otávio Pessoa e André Pessoa, por assumirem várias coisas para que eu pudesse concluir a tese. Durante esse doutorado passamos por alguns meses muito difíceis, mas vocês estiveram comigo para me sustentar. Sei que não suportaria

sem vocês.

Ao meu marido, Jerry Bastos, por sempre estar ao meu lado, na alegria e na tristeza. Jerry, você foi, é e sempre será a minha melhor escolha. Essa defesa é por você. Obrigada por me dar forças nesse último mês, mesmo não estando nesse plano. Me perdoa por não ter corrido para que você estivesse em matéria aqui comigo agora. Você está no meu coração, na minha determinação para terminar e no compromisso que fiz com você de concluir o texto em setembro, me perdoa por ter atrasado um pouquinho, tá? Foi essa promessa que me deu forças. Nunca esquecerei de quando lhe faltaram forças para falar, você pediu para tirar a VNI por alguns minutos e perguntou: Como está a tese? Do céu, onde você está, que você sinta toda a minha gratidão, amor, admiração e orgulho pelo privilégio de ter sido tua esposa. Não, meu amor, você nunca me atrapalhou, pelo contrário, você me deu suporte para chegar até aqui. Esse doutorado é para você, Jerry.

À minha Chica, melhor presente que meu marido me deixou, que alivia o meu coração com uma balançada no rabo, que ameniza a saudade e me faz sentir amada. Você é um pouco do Jerry na minha vida, minha nhenhe.

Resumo

Segundo a literatura científica, manter o interesse e o engajamento dos alunos em disciplinas de programação é um grande desafio. A elevada complexidade dos conteúdos e a demora no *feedback* de resolução de exercícios são alguns dos problemas apontados. Para melhorar o *feedback*, muitas instituições de ensino têm optado pela utilização de sistemas juízes on-line. No entanto, tais sistemas sozinhos não conseguem resolver o problema da falta de interesse e engajamento dos alunos, o que tem motivado o surgimento de novas pesquisas para mitigar esse problema. Nesse sentido, algumas das alternativas mais estudadas pelos pesquisadores são os jogos, jogos sérios e gamificação. Diante disso, este trabalho de doutorado tem como objetivo aumentar o interesse e o engajamento de alunos de disciplinas de programação que fazem uso de sistemas juízes on-line, através da integração de um ambiente gamificado que possui um jogo chamado CodePlay ao mecanismo de *feedback* automático do juiz on-line, condicionando o avanço dos alunos no jogo à resolução de exercícios de programação no juiz on-line. Para validar o CodePlay, foram realizados estudos com especialistas em jogos e com alunos de Introdução à Programação de Computadores. Foram analisadas as respostas de questionários e os registros de *logs* dos sistemas, com o objetivo de identificar a percepção dos jogadores em relação ao CodePlay. Além disso, foi analisado os *logs* de utilização do juiz on-line e da gamificação. A partir desses *logs* foi definido um conjunto de variáveis capazes de descrever a desempenho e o engajamento dos alunos. Como resultado, as respostas dos questionários indicam que a plataforma de gamificação pode ajudar a estimular o engajamento dos estudantes. Adicionalmente, a análise

dos *logs* mostrou que alunos com diferentes perfis de jogadores têm preferências por diferentes elementos de jogos, indicando a necessidade de considerar tais diferenças para aumentar o engajamento de todos os alunos, independentemente dos perfis. Na análise do desempenho dos alunos, medido por meio das médias das avaliações, os resultados indicam que as turmas que usaram o juiz on-line com gamificação ($M_e = 8,24$; $ES = 0,281$; $p < 0,001$), tiveram um desempenho melhor quando comparado com turmas que usaram o juiz on-line sem gamificação ($M_e = 7,0$). Nas métricas que medem o engajamento, os resultados indicam que também há uma diferença estatisticamente significativa entre o grupo que usou o juiz on-line gamificado e o grupo que usou sem a gamificação. Ao analisar a variável média dos trabalhos práticos, os alunos que usaram o juiz on-line gamificado ($M_e = 9,12$; $ES = 0,395$; $p < 0,001$) tiveram melhor desempenho do que os alunos que não usaram a gamificação ($M_e = 7,85$). O índice de procrastinação, que mede a antecedência com que o aluno começou a solucionar os exercícios, também apresentou uma diferença significativa entre os dois grupos, tendo as turmas que usaram gamificação ($M_e = 0,517$; $d = 0,482$; $p = 0,006$) iniciado antes a resolução dos exercícios, quando comparado com as turmas sem gamificação ($M_e = 0,585$).

Palavras-chave: gamificação, jogos, tipo de usuário, tipo de jogador, aprendizagem de programação, juiz on-line, jogos aplicados à educação

Abstract

According to the scientific literature, maintaining students' interest and engagement in CS1 courses is a major challenge. The high complexity of the course content and the delay in the exercises resolution feedbacks are some of the problems. To improve feedback to the students, many educational institutions have adopted online judge systems. However, such systems alone cannot solve students' lack of interest and engagement, which has motivated new researches to mitigate this problem. In this sense, one of the most studied alternatives by researchers are games, serious games, and gamification. Thus, this Ph.D. thesis aims to increase the interest and engagement of CS1 students by integrating a game called CodePlay to the automatic feedback mechanism of online judges, where the students need to solve the programming exercises to be able to progress in the game. To validate CodePlay, preliminary studies were carried out with game specialists and CS1 students. Questionnaire responses and system logs records were analyzed to identify players' perceptions of CodePlay. As a result, the answers to the questionnaires indicate that the game is promising and can help to stimulate student engagement. Additionally, the analysis of the logs showed that students with different player profiles have preferences for different game elements, indicating the need to consider such differences to increase the engagement of all students, regardless of their profiles. Student performance is measured through assessment averages. The results indicate that the classes that used the gamified online judge ($M_e = 8.24$; $ES = 0.281$; $p < 0.001$) performed better when compared to the classes that used the judge online without gamifica-

tion ($M_e = 7.0$). Metrics that measure engagement indicate that there is also a statistically significant difference between the group that used the gamified online judge and the group that used it without gamification. When we analyzed the average of the grades of practical assignments, students who used the gamified online judge ($M_e = 9.12$; $ES = 0.395$; $p < 0.001$) performed better than students who did not use gamification ($M_e = 7.85$). The procrastination index, which measures the anticipation with which the students started to code the exercises, also showed a significant difference between the two groups, with the classes that used gamification ($M_e = 0.517$; $d = 0.482$; $p = 0.006$) started earlier to solve the exercises, when compared to the classes without gamification ($M_e = 0.585$).

Keywords: Gamification, games, user type, user player, Computer Science course, programming learning, online judge, games applied to education, playfulness

Lista de Figuras

1.1	Visão geral dos ciclos de <i>Design Scienc Research</i> utilizados nesta tese, adaptado de Hevner (2007).	11
3.1	Etapas de seleção dos estudos retornados nas três bibliotecas digitais.	51
3.2	Formas de classificação dos tipos de usuários em jogos ou ambientes gamificados.	52
3.3	Taxonomias baseadas no perfil dos jogador.	53
3.4	Taxonomias baseadas nas personalidades dos usuários.	56
4.1	Telas do sistema juiz on-line CodeBench. (a) Visão da lista de exercícios. (b) Seleção do exercício a ser resolvido e digitação da solução no editor de texto. (c) Submissão com correção correta do exercício e a carta trazendo o prêmio do aluno no jogo. (d) Carta virada revelando o prêmio do aluno no jogo.	87
4.2	Visão geral da integração do sistema juiz on-line com o CodePlay. A parte superior da imagem representa as listas de exercícios. A cada exercício correto o jogador ganha uma carta com recompensas no jogo. A parte inferior representa as sete fases do jogo. Fonte: Elaborada pela autora.	89

4.3	Informações sobre o jogador presentes no placar (ranking).	92
4.4	Telas da Fase 1 - Vila Primeira Freiheit. (a) Visão da Casa das Macieiras. (b) Visão do Casarão dos Flowers e da Casa dos Iniciados. (c) Missão secundária para exterminar os monstros do poço. (d) Passagem secreta para atravessar um labirinto invisível.	95
4.5	Telas da Fase 2 - Cidade Kalayaan. (a) Tentativa de entrar em uma edificação bloqueada. (b) Visão interna da Casa Prefeito no momento da missão secundária. (c) Subterrâneo do templo e os desafios encontrados. (d) Combate final com <i>Stuark</i>	98
4.6	Telas da Fase 3 - Montanha Hurriya. (a) Visão geral do cenário. (b) Missão secundária para encontrar a chave que liberta o Orc. (c) Grande Fissura depois de sete cristais energizados e esperando a execução da missão que captura os cogumelos abissais. (d) Parte da missão secreta que apresenta um quebra-cabeça que o aluno precisa resolver para seguir.	101
4.7	Telas da Fase 4 - Vila Élfica Vryheid. (a) Sala do artefato que teleporta os jogadores para a localização sonhada pelos aldeões. (b) Missão principal que é a fuga do castelo do jogador, acompanhado do CodeMeistre Rama, cuja localização foi sonhada pelo CodeMeistre Nashao. (c) Início da missão secundária para coletar riquezas das múmias de um oásis. (d) Missão secundária corrida contra um centauro.	105

4.8	Telas da Fase 5 - Arquipélago Saoirse. (a) Visão externa de uma das ilhas do arquipélago. (b) Luta com o guardião do mapa rastreador na Ilha das Ruínas. (c) Início da missão secundária resolver um puzzle até encontrar o tesouro do capitão Gargantacre na Ilha do Tesouro. (d) Final da missão secundária para derrotar o monstro Kraken em um explosão com pólvora e fogo coletados em um puzzle.	108
4.9	Telas da Fase 6 - Vila Glacial Freedom. (a) Visão geral da vila. (b) Entrada da Fábrica. (c) Contato inicial com a atendente da padaria. (d) Contato inicial da com a atendente da cafeteria. . . .	110
5.1	Diálogo inicial do CodeMeistre Nashao explicando o enredo ao jogador.	118
5.2	Elementos de <i>feedback</i> implementados. (a) Locais que tem interação disponível são marcados com uma estrela. (b) Minimapa marcando a posição do aluno, do CodeMeistre Nashao, do local de descanso e dos locais a serem explorados. (c) Diário de missões indicando todas as missões.	119
5.3	Local que indica a aba que guarda as cartas sorteadas pelo aluno, contendo um contador que controla o número de cartas disponíveis no jogo.	120
5.4	Tipos de cartas na aba gamificação, as escuras representam que a carta foi usada, as cores claras indicam que tem um prêmio no jogo para ser resgatado.	121

5.5	Consolidação das respostas sobre três perguntas relacionadas ao enredo. Em azul as questões respondidas corretamente, em cinza os alunos que marcaram a opção não sei e em vermelho as demais respostas incorretas.	123
5.6	Respostas da questão sobre o que o aluno faz quando se sente perdido.	124
5.7	Respostas das afirmações “Eu me sinto perdido no jogo” e “A dinâmica do jogo é estimulante (eu quero jogar para ver os próximos passos)”, sugerindo que mesmo com os jogadores se sentindo perdidos, a maioria acha o jogo estimulante.	125
5.8	Opinião dos jogadores em relação à importância dos diálogos para o jogo.	126
5.9	Quantitativos de pessoas que encontraram nove dos elementos implementados.	126
5.10	Nuvem de palavras gerada a partir das respostas sobre o que o aluno mais gostou no jogo.	127
5.11	Nuvem de palavras gerada a partir das respostas sobre o que o aluno menos gostou no jogo.	129
5.12	Nuvem de palavras geradas a partir das respostas sobre quando o aluno se sente frustrado.	130
5.13	Nuvem de palavras geradas a partir das respostas sobre quando o aluno se sente motivado.	132
5.14	Exemplo do próximo objetivo do usuário.	133
5.15	Enredo disponibilizado aos alunos em uma aba da juiz on-line. . .	134

5.16	Consolidação das respostas sobre três perguntas relacionadas ao enredo. Em azul as questões respondidas corretamente, em cinza os alunos que marcaram a opção não sei e em vermelho, as demais respostas incorretas.	136
5.17	Respostas da questão sobre o que o aluno faz quando se sente perdido.	136
5.18	Respostas das afirmações “A dinâmica do jogo é estimulante (eu quero jogar para ver os próximos passos)” e “Eu me sinto perdido no jogo”, sugerindo que mesmo com os jogadores se sentindo perdidos, a maioria acha o jogo estimulante.	137
5.19	Opinião dos jogadores em relação à importância dos diálogos para o jogo.	137
5.20	Quantitativos de pessoas que perceberam a existência de nove dos elementos implementados, com base no questionário respondido. .	138
5.21	Nuvem de palavras gerada a partir das respostas sobre o que o aluno mais gostou no jogo.	141
5.22	Nuvem de palavras gerada a partir das respostas do que o aluno menos gostou.	142
5.23	Nuvem de palavras geradas a partir das respostas sobre quando o aluno se sentiu frustrado.	144
5.24	Nuvem de palavras geradas a partir das respostas sobre quando o aluno se sentiu motivado.	146
7.1	Distribuição dos jogadores agrupados de acordo com os perfis Hexad.	166

7.2	Gráfico com os dados reais da utilização dos 22 elementos de jogos, de acordo com o perfil Hexad identificado nos alunos.	167
8.3	Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, indicando que o conjunto de dados que compõe a média das avaliações não segue uma distribuição normal.	172
8.4	Teste estatístico U de Mann-Whitney	172
8.1	<i>Box plot</i> que ilustra os dados das médias das avaliações dos alunos do grupo com gamificação e sem gamificação.	174
8.2	Gráfico de densidade das médias da avaliações dos alunos que usaram o juiz on-line com gamificação e dos alunos que utilizaram o juiz on-line sem gamificação.	175
8.8	Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, indicando que o conjunto de dados que compõe a média das avaliações de 2019 não segue uma distribuição normal.	177
8.9	Teste estatístico U de Mann-Whitney sobre as médias das avaliações do período letivo 2019/2.	178
8.10	Teste estatístico U de Mann-Whitney sobre as médias das avaliações do período letivo 2022/2.	178
8.14	Teste de normalidade das variáveis analisadas no engajamento, no período letivo de 2021/2.	184
8.15	Teste estatístico T-Student sobre as variáveis com distribuição normal, <i>logins</i> e índice de procrastinação, do período 2021/2. . . .	185
8.16	Cálculo do tamanho do efeito causado pelo índice de procrastinação, segundo o Teste d de Cohen.	185

8.17	Teste U de Mann Whitney das outras variáveis analisadas no engajamento, no período letivo de 2021/2.	186
8.18	Cálculo do Effect Size sobre a Média dos Trabalhos Práticos, do período letivo 2021/1.	186
8.19	Mediana e Percentis da variável Média dos Trabalhos Práticos, de todos os cursos do período letivo 2021/2.	187
8.3	<i>Box Plot</i> da variável Média dos Trabalhos Práticos de todos os cursos do período letivo 2021/2.	187
8.20	Teste U de Mann-Whitney das demais variáveis que avaliam o engajamento no período letivo de 2021/2.	188
8.21	Análise descritiva das variáveis tamanho dos <i>logs</i> das listas e das avaliações, total de testes das listas e das avaliações, e total de erros sintáticos nos testes das listas.	189
8.22	Análise descritiva das variáveis total de erros sintáticos nos testes das avaliações, total de submissões das listas e das avaliações. . .	189
8.23	Análise descritiva das variáveis total de submissões incorretas das listas e das avaliações.	190
8.24	Teste de normalidade dos dados de 2019/2, nas variáveis estudadas para analisar o engajamento dos alunos.	191
8.25	Estatística descritiva dos dados de 2019/2, nas variáveis estudadas para analisar o engajamento dos alunos.	192
8.4	<i>Box Plot</i> da variável “tamanho logs listas” de 2019/2.	193
8.5	<i>Box Plot</i> da variável “tamanho logs avaliação” de 2019/2.	193
8.26	Resultado do teste estatístico T-Student nas variáveis “tamanho logs listas” e “tamanho logs avaliações”.	194

8.27	Resultado do teste estatístico T-Student nas variáveis “tamanho logs listas” e “tamanho logs avaliações”.	194
8.28	Teste estatístico U de Mann-Whitney dos dados que não têm distribuição normal no período de 2019/2.	195
8.29	Effect size da diferença das variáveis MTD, total de submissões incorretas nas avaliações e total de submissões nas avaliações. . .	195
8.30	Teste de normalidade sobre as variáveis analisadas como engajamento no período letivo de 2021/2.	196
8.31	Teste estatístico T-Student sobre as variáveis <i>logins</i> e índice de procrastina nas listas no período letivo de 2021/2.	197
8.32	Teste estatístico U de Mann-Whitney sobre as variáveis que não seguem distribuição normal, no período letivo de 2021/2.	197

Lista de Tabelas

1.1	Etapas do Ciclo de Relevância.	13
3.1	Consolidação dos resultados.	78
4.1	Atividades da Fase 1 - Vila Primeira Freiheit.	94
4.2	Atividades da Fase 2 - Cidade Kalayaan.	97
4.3	Atividades da Fase 3 - Montanha Hurriya.	100
4.4	Atividades da Fase 4 - Vila Élfica Vryheid.	103
4.5	Atividades da Fase 5 - Arquipélago Saoirse.	107
4.6	Atividades da Fase 6 - Vila Glacial Freedom.	109
5.1	Comparativo entre as porcentagens de alunos que utilizaram os elementos de jogos segundo a análise do registro do <i>log</i> e as res- postas ao questionário, quando perguntado se o aluno percebeu a existência dos elementos.	139
6.1	Turmas de IPC oferecidas nos períodos pares, divididas entre grupo de controle e grupo experimental.	151
7.1	Estrutura da base de dados.	165

8.1	Total de alunos e média das avaliações das turmas do grupo experimental, oferecidas no período 2021/2 (ano civil 2022).	171
8.2	Total de alunos e média das avaliações das turmas do grupo controle, oferecidas no período 2021/2 (ano civil 2022).	171
8.5	Resultados descritivos das médias das avaliações dos alunos matriculados em 2022 (período letivo 2021/2), que usaram o juiz on-line com a gamificação e que não usaram o juiz on-line com a gamificação.	173
8.6	Comparação do número de alunos e média das avaliações do grupo experimental de 2021/2 com seus cursos equivalentes em 2019/2. .	176
8.7	Comparação do número de alunos e média das avaliações do grupo controle de 2021/2 com seus cursos equivalentes em 2019/2. . . .	176
8.11	Resultados descritivos das turmas oferecidas em 2019/2 e 2021/2, compostas pelos cursos que tem intersecção entre os dois anos. . .	179
8.12	Variáveis que passaram por remoção de <i>outliers</i>	181
8.13	Resultados descritivos das variáveis de utilização do juiz on-line das turmas de 2021/2.	182
A.1	Armas do Jogo	226

Sumário

1	Introdução	2
1.1	Questões de Pesquisa	7
1.2	Objetivos	9
1.3	Metodologia	10
1.4	Organização	15
2	Referencial Teórico	17
2.1	Jogos e gamificação	17
2.1.1	Jogos	17
2.1.2	Gamificação	19
2.1.3	CodePlay: Jogo ou Gamificação?	20
2.1.4	Elementos de jogos ou de gamificação	21
2.2	Taxonomias de Perfil de Usuários	24
2.2.1	Taxonomias baseadas no perfil dos jogadores	25
2.2.1.1	Framework de Tipos de Usuários Hexad	26
2.2.1.2	Tipologia de Jogador BrainHex	27
2.2.1.3	Modelo Play Traits	28

2.2.1.4	Identificador de Tipos de Jogador (<i>Player Type Identifier</i>)	29
2.2.1.5	Tipos de Jogador de Bartle (<i>Bartle Player Types</i>)	29
2.2.2	Taxonomias baseadas na personalidade dos usuários	30
2.2.2.1	Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)	30
2.2.2.2	Modelo de Cinco Fatores de Personalidade (<i>Five Factor Model of Personality</i>)	31
2.2.3	Taxonomias baseadas no estilo de aprendizagem	32
2.2.4	Taxonomias baseadas na motivação para aprendizagem	34
2.3	Sistemas juízes on-line	35
2.4	Trabalhos Relacionados	35
2.4.1	Juízes on-line gamificados	36
2.4.2	Tipos de usuários em jogos ou sistemas gamificados	40
2.5	Síntese do Capítulo	44
3	Mapeamento Sistemático da Literatura	46
3.1	Metodologia	46
3.1.1	Questões de pesquisa	46
3.1.2	<i>String</i> de busca	47
3.1.3	Critérios de inclusão e exclusão	48
3.1.3.1	Estratégia de condução da pesquisa	49
3.2	Resultados e Discussões	49
3.2.1	Bibliotecas Digitais e Seleção Inicial de Artigos	50

3.2.2	Quais são as estratégias de classificação de usuários normalmente adotadas nos estudos sobre customização/personalização de jogos sérios ou sistemas gamificados? (QP1)	51
3.2.2.1	Taxonomias baseadas no perfil de jogador	52
3.2.2.2	Taxonomias baseadas na Personalidade	56
3.2.2.3	Taxonomias baseadas no estilo de aprendizagem e baseada no estilo de motivação para a aprendizagem	57
3.2.3	Qual o contexto de aplicação dos jogos sérios e sistemas gamificados customizados/personalizados? (QP2)	57
3.2.3.1	<i>User Type Hexad Framework</i>	59
3.2.3.2	<i>Tipologia de Jogador BrainHex</i>	61
3.2.3.3	<i>Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)</i>	61
3.2.3.4	<i>Modelo de Personalidade Five Factor</i>	62
3.2.3.5	<i>Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM)</i>	63
3.2.3.6	<i>Achievement Goal Questionnaire-Revised (AGQ-R)</i>	65
3.2.4	Quais e como são usados os instrumentos de identificação dos tipos de usuários? (QP3)	65
3.2.4.1	<i>Framework de Tipos de Usuários Hexad</i>	66
3.2.4.2	<i>Tipologia de Jogador BrainHex</i>	67
3.2.4.3	<i>Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)</i>	67
3.2.4.4	Modelo dos cinco grandes fatores da personalidade (<i>Five Factor Model of Personality</i>)	68
3.2.4.5	<i>Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM)</i>	69
3.2.4.6	<i>Achievement Goal Questionnaire Revised (AGQ-R)</i>	69

3.2.5	Como são avaliados os resultados alcançados pelo uso de jogos sérios e sistemas gamificados customizados/personalizados? (QP4)	70
3.2.5.1	Fonte dos dados	71
3.2.5.2	Mediadores e distal outcomes avaliados	72
3.3	Consolidação dos resultados	74
3.3.1	Características	74
3.3.2	Aplicação	75
3.3.3	Instrumentos	76
3.3.4	Tipo	77
3.4	Ameaças à Validade	83
3.5	Síntese do Capítulo	83
4	CodePlay	85
4.1	Visão Geral do Sistema	85
4.2	Enredo	90
4.3	Personagens e definição de termos	91
4.4	O universo do jogo	93
4.4.1	Fase 1 - Vila Primeira Freiheit (A liberação da ponte)	93
4.4.2	Fase 2 - Cidade Kalayaan (Debaixo de nossos narizes)	95
4.4.3	Fase 3 - Montanha Hurriya (A Grande Fissura)	98
4.4.4	Fase 4 - Vila Élfica Vryheid (O Artefato)	101
4.4.5	Fase 5 - Arquipélago Saoirse (Ponto fraco)	104
4.4.6	Fase 6 - Vila Glacial Freedom	106
4.4.7	Fase 7 - Capítulo Final	110

4.5	Descrição dos elementos de jogos implementados	111
4.6	Síntese do Capítulo	113
5	Avaliação do Artefato	115
5.1	Estudo 1: com especialistas em desenvolvimento de jogos	115
5.1.1	Participantes	115
5.1.2	Procedimentos do primeiro estudo	116
5.1.3	Consolidação das respostas	117
5.1.4	Pontos melhorados	118
5.2	Estudo 2: com estudantes de programação para validar a gamificação	121
5.2.1	Procedimentos do segundo estudo	121
5.2.2	Participantes	122
5.2.3	Resultados Encontrados	123
5.2.4	Pontos melhorados	132
5.3	Estudo 2: com estudantes de programação para validar a plata- forma - Parte 2	134
5.3.1	Participantes	134
5.3.2	Resultados Encontrados	135
5.4	Síntese do Capítulo	145
6	Contextualização e Metodologia Experimental	147
6.1	Contexto Experimental	147
6.2	Fontes de Dados	149
6.2.1	Avaliações e Trabalhos Práticos	149
6.2.2	Registros de <i>logs</i> do CodeBench	150
6.2.3	Registros de <i>logs</i> do CodePlay	150

6.3	Grupo Experimental e Grupo Controle	151
6.4	Questão de Pesquisa 1 (QP1)	152
6.4.1	Pré-requisitos	152
6.4.2	Definição de variáveis	153
6.4.3	Análise dos dados	154
6.5	Questão de Pesquisa 2 (QP2)	154
6.5.1	Análise do desempenho escolar dos alunos	155
6.5.1.1	Pré-requisitos e Definição da variável	155
6.5.2	Análise do engajamento dos alunos	155
6.5.2.1	Pré-requisitos	156
6.5.2.2	Definição de variáveis	156
6.5.2.3	Análise dos resultados	158
6.6	Síntese do Capítulo	158
7	Resultados e Discussões: Avaliação do Artefato e Análise do Perfil do Jogador	160
7.1	Desenvolvimento do Artefato	160
7.1.1	Primeiro Estudo	160
7.1.2	Segundo Estudo	161
7.2	Análise do Perfil de Jogador (QP1)	163
7.2.1	Análise dos <i>Logs</i>	163
7.3	Síntese do Capítulo	168
8	Resultados e Discussões: Análise do Desempenho Escolar e do Engajamento dos Alunos	169
8.1	Análise do Desempenho Escolar dos Alunos	170

8.1.1	Resultados Descritivos	173
8.1.2	Ameaça à validade	174
8.1.2.1	Comparação entre as turmas de 2019/2 e 2021/2	175
8.1.2.2	Análise estatística	176
8.1.2.3	Resultados Descritivos	178
8.2	Análise do Engajamento dos Alunos	179
8.2.1	Remoção de outliers	180
8.2.2	Resultados Descritivos	181
8.2.3	Testes Estatísticos	183
8.2.3.1	Variáveis consideradas como métricas de engajamento	183
8.2.3.2	Análise das variáveis do perfil de programação dos alunos	188
8.2.4	Ameaça à validade	190
8.2.5	Análise de 2019/2 e 2021/2	190
8.2.5.1	Análise Estatística de 2019/2	191
8.2.5.2	Análise das variáveis que não tem distribuição normal	194
8.2.6	Análise do período letivo de 2021/2	195
8.2.6.1	Variáveis que medem engajamento que têm distribuição normal no período letivo de 2021/2	196
8.2.6.2	Variáveis que medem engajamento que não têm distribuição normal no período letivo de 2021/2	197
8.3	Síntese do Capítulo	198

9	Considerações Finais	199
9.1	Questão de Pesquisa 1 - QP1	201
9.2	Questão de Pesquisa 2 - QP2	203
9.3	Contribuições da Pesquisa	205
9.4	Limitações da Pesquisa	206
9.5	Perspectivas Futuras	207
	Referências Bibliográficas	208
A	Armas usadas no jogo	225
B	Questionário sobre a percepção do estudante em relação aos recursos do jogo	227

Capítulo 1

Introdução

O aprendizado de programação é um componente fundamental para diversas áreas ([O'Malley, 2020](#)). Essa importância foi impulsionada, entre outras razões, em função da revolução científica e tecnológica que fez com que a computação ganhasse espaço em diversos contextos do mundo atual ([Scott and Barlowe, 2016](#)). Uma consequência disso é o aumento da demanda por profissionais capazes de resolver problemas computacionalmente.

Na contramão das necessidades do mercado, a aprendizagem de programação se apresenta como complexa, fato evidenciado pelos altos índices de reprovação nos cursos ligados à computação ([Bosse and Gerosa, 2017](#)) e em disciplinas de programação que compõem as matrizes curriculares da maioria dos cursos de engenharia e ciências exatas ([Ribeiro et al., 2018](#)). Estudos relatam que o aprendizado de programação é uma tarefa pouco motivante e difícil para muitos estudantes ([Qian and Lehman, 2017](#); [Saeli et al., 2011](#)). Tais dificuldades não são recentes, pois já na década de 1980 a abstração sobre as noções de controle das máquinas era apontada como um impedimento à aprendizagem de programação ([Boulay and Benedict, 1986](#)).

Ao se tratar de aprendizagem de programação, um dos problemas considerados importantes do ponto de vista pedagógico é a dificuldade que o aluno tem em receber *feedbacks* sobre suas soluções ([Francisco et al., 2018](#)). Como uma forma

de mitigar esse problema, tem-se incorporado às aulas de programação o uso de juízes on-line. Juízes on-line são plataformas web com o objetivo de compilar, executar e avaliar programas submetidos por usuários (Wasik et al., 2018).

O termo juiz on-line foi introduzido por Kurnia, Lim e Cheang, em 2001, como uma plataforma on-line que suporta avaliação automatizada em tempo real de códigos-fonte, binários ou saída textual (Wasik et al., 2018). Embora os juízes on-line tenham sido concebidos originalmente para apoiar competições de programação, Kurnia, Lim e Cheang experimentaram em 2000 o uso de tais sistemas em uma disciplina de Algoritmos e Estruturas de Dados. Desde então, os juízes on-line têm ganhado espaço nas disciplinas de programação, pois, segundo Kurnia et al. (2001), eles diminuem o tempo de correção, proporcionam uma avaliação consistente e possibilitam que os alunos consigam resolver mais exercícios.

Com esse propósito, na Universidade Federal do Amazonas foi desenvolvido o juiz on-line CodeBench¹ (Galvão et al., 2016), que é utilizado como ferramenta de apoio pedagógico por professores, tutores e estudantes das disciplinas de programação. Por meio do juiz on-line CodeBench, professores e tutores das disciplinas podem disponibilizar exercícios de programação, listas avaliativas e provas para seus alunos. Os alunos, por sua vez, desenvolvem suas soluções em uma IDE (*Integrated Development Environment*) integrada ao próprio sistema, de modo que, assim que um aluno submete o código de solução para um dado exercício, o sistema avalia a corretude do código através do uso de casos de teste cadastrados para o exercício. Um caso de teste de um exercício de programação nada mais é do que um par ordenado contendo uma entrada válida para o problema proposto e uma saída correta para essa entrada.

Apesar dos benefícios trazidos pelo CodeBench, especialmente para os professores, pois têm a gestão da disciplina facilitada, para o aluno, além do *feedback* automático, o juiz on-line não oferece mecanismos lúdicos que ajudem a despertar nos estudantes o interesse em permanecer se exercitando. Diante disso, foram pesquisadas estratégias capazes de ajudar a atrair a atenção do estudante, incentivando-o a se manter exercitando por maior período ou iniciando a solução de seus exercícios o mais breve possível.

Nesse sentido, muitos pesquisadores têm procurado estimular o engajamento

¹Disponível em: <http://codebench.icomp.ufam.edu.br/>

dos estudantes por meio da incorporação de elementos de jogos dentro de ambientes de aprendizagem. Na literatura científica, essa ludificação dos ambientes de aprendizagem pode se dar por meio de duas estratégias distintas: gamificação ou jogos sérios. Gamificação é o uso de mecânicas, estéticas e pensamentos baseados em jogos para engajar pessoas, motivar a ação, auxiliar na aprendizagem e resolver problemas (Kapp, 2013). A abordagem tem como objetivo promover o engajamento do usuário ao proporcionar um sentimento de aventura e diversão durante atividades que, de outra forma, seriam tediosas, desestimulantes ou pouco envolventes. A gamificação tem sido utilizada em disciplinas de programação básica como tentativa de diminuir as taxas de reprovação (Papadakis and Kalogiannakis, 2017).

Entretanto, apesar dos bons resultados já alcançados, os níveis de envolvimento e imersão das estratégias de gamificação apresentadas na literatura ainda estão longe dos alcançados pelos jogos reais (Chee and Wong, 2017). Mesmo com vários estudos indicando que os elementos de jogos podem aumentar o engajamento em atividades de aprendizagem, grande parte dos sistemas gamificados propostos pela literatura adota elementos de jogos simples, como o difundido sistema PBL (*point, badge e leaderboard*) (Werbach and Hunter, 2015). Por exemplo, uma diferença significativa entre a maioria dos sistemas gamificados e os jogos reais de terceira pessoa é que, nesse último, o usuário tem o controle de um personagem, que pode ser usado para andar por mapas, conhecer pessoas (NPCs, *non-player character*), vencer desafios, entre outros. Em jogos, a experiência que esse personagem proporciona está diretamente ligada à imersão e ao interesse do jogador pelo jogo.

Além da gamificação, outra estratégia de uso de elementos de jogos para engajar os estudantes é por meio dos jogos sérios educacionais. Jogos sérios educacionais são categorias especiais de jogos, criados com o objetivo principal de fomentar a aprendizagem de seus usuários dentro de uma área de interesse. O propósito principal de tais jogos não é o entretenimento, e sim a aprendizagem, embora isso não signifique que eles não devam ser divertidos (Abt, 1987). Assim como a gamificação, que tem sido usada para apoiar a aprendizagem de programação, há uma variedade de pesquisas que propõe jogos sérios com esse mesmo fim. Em Miljanovic e Bradbury (2018) é apresentado um mapeamento dos jogos

sérios propostos na literatura relacionados com o ensino de programação.

Uma das diferenças entre gamificação e jogos sérios educacionais é que esses últimos normalmente são construídos visando a aprendizagem de tópicos específicos de uma disciplina (conteúdo curricular) (Djaouti et al., 2011), o que impossibilita sua utilização incorporada a sistemas juízes on-line de usos gerais. O CodeBench, por exemplo, foi desenhado para atender a qualquer disciplina de programação, inviabilizando sua integração com jogos sérios voltados para tópicos específicos da área de computação.

Mais especificamente, os problemas levantados nesta tese podem ser resumidos em: (i) as pesquisas com gamificação na educação não têm conseguido induzir o mesmo nível de engajamento que os jogos de entretenimento; e (ii) os jogos sérios na educação normalmente incorporam em sua mecânica o conteúdo curricular que se deseja explorar, e por isso não podem ser incorporados a juízes on-line criados para várias linguagens de programação e diferentes conteúdos curriculares. Diante disso, esta tese busca investigar se a inclusão de um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, à gamificação de um juiz on-line, onde a progressão dos alunos nesse jogo é condicionada à conclusão das atividades de programação no juiz on-line, pode ajudar a aumentar o engajamento de estudantes de disciplinas de programação.

Para subsidiar essa investigação, nesta pesquisa é proposto o CodePlay, um ambiente gamificado para juízes on-line onde foi integrado um jogo RPG (*Role-Playing Game*) chamado “Sob o domínio de Marduk”, que é exclusivamente *multiplayer* de tempo real e é jogado em terceira pessoa. Nesse jogo, os alunos podem caminhar por mapas, interagir com os demais alunos, descobrir ambientes secretos, batalhar com inimigos, doar e receber itens, comprar armas, armaduras e poções, entre outros, tudo isso envolto a um enredo compatível com os conteúdos ministrados em qualquer disciplina de programação. A proposta do CodePlay se apropria de conceitos de gamificação, no momento em que, a partir do juiz on-line, inclui elementos de jogos como sorteio de cartas e placar, ao mesmo tempo em que apresenta um jogo do gênero RPG, que em sua narrativa incentiva os estudantes a exercitarem programação.

A integração do CodePlay ao juiz on-line CodeBench é transparente para o aluno, de forma que, quando ele acerta um exercício de programação no sistema

juiz on-line, uma carta é sorteada para indicar sua sorte dentro do jogo. Essa carta pode liberar o acesso a regiões da fase atual para o aluno, indicar locais com tesouros ou energias, e conter elementos chave que o ajudam a ir para o próximo capítulo (fase) do jogo. As cartas são obtidas à medida que o estudante vai acertando os exercícios de programação e sem elas não tem como progredir no jogo.

Oportuno destacar que, apesar de estar sendo utilizado em um juiz on-line, a estratégia de gamificação proposta nesta tese pode ser aplicada a qualquer contexto de educação em que a metodologia de ensino envolva listas de exercícios. Isso por que a estratégia proposta é independente de conteúdo curricular ou área.

Entretanto, uma experiência vivida pelo usuário precisa ser agradável, criar laços emocionais e afetivos, e despertar o desejo de repetir, atraindo, dessa forma, a atenção, motivação e engajamento ([Wiemeyer et al., 2016](#); [Hallifax et al., 2019b](#)). Para alcançar esse objetivo em jogos sérios e ambientes gamificados, maximizando o número de usuários engajados e motivados, é necessário levar em consideração as características pessoais de cada usuário ([Marczewski, 2015](#)).

Estudos indicam que é possível definir perfis de usuários de jogos sérios ou ambientes gamificados ([Klock et al., 2020](#)) através de diferentes taxonomias, instrumentos ou estratégias, seja considerando o perfil do jogador ([Tondello et al., 2016](#); [Lopez and Tucker, 2019](#); [Amado and Roleda, 2020](#); [Ašeriškis and Damaševičius, 2017](#); [Hallifax et al., 2019b](#); [Agapito and Rodrigo, 2018](#); [Bovermann and Bastiaens, 2020](#); [Herbert et al., 2014](#); [Lavoué et al., 2018](#); [Monterrat et al., 2017](#); [Orji et al., 2014](#); [Daghestani et al., 2020](#); [Tondello et al., 2019](#); [Hassan et al., 2019a](#)), a personalidade ([Shabihi et al., 2016](#); [Shabihi and Taghiyareh, 2017](#); [Shabihi et al., 2018](#); [Denden et al., 2017](#); [Hallifax et al., 2019b](#)), o comportamento dentro de jogos ([Hassan et al., 2019a,b](#)), o estilo ([Hassan et al., 2019b](#); [Chtouka et al., 2019](#)) ou a motivação ([Roosta et al., 2016](#)) para a aprendizagem. A partir das características identificadas nesses perfis, é possível construir jogos ou sistemas gamificados customizados, onde os elementos de jogos são selecionados e/ou adaptados de acordo com o perfil de cada usuário, de forma a motivar e engajar um número de usuários significativamente maior do que em sistemas *one-size-fits-all*, que projetam sistemas gamificados únicos para todos os usuários, além de melhorar a experiência desses usuários ao interagir com os sistemas ([Koivisto](#)

and Hamari, 2019; Tondello et al., 2019).

Com base nas motivações que alicerçam as classificações de tipos de jogadores, neste trabalho optou-se por adotar o gênero RPG no jogo incorporado à plataforma de gamificação CodePlay. Essa escolha se deve ao fato de que tal gênero de jogo possibilita o uso de diversos elementos de jogos, de maneira a atender diferentes perfis de usuários para, desta forma, subsidiar o estudo e análise do impacto de um grande conjunto de elementos de jogos nos diferentes tipos usuários. Essa análise é importante porque ainda não há um consenso da literatura sobre quais elementos de jogos ajudam a gerar engajamento nos diferentes perfis de usuários.

No Codeplay, todas as interações dos alunos com o jogo são registradas em um sistema de *logs*. Conforme será demonstrado posteriormente nesta tese, os dados de utilização do jogo permitem a definição de um conjunto de variáveis que refletem a utilização dos elementos de jogos por cada aluno. Além disso, toda interação do aluno com o juiz on-line também é armazenada no sistema de *logs*. Esses dados darão suporte para a análise das preferências dos usuários pelos elementos de jogos e o impacto do jogo no engajamento e desempenho dos alunos nas disciplinas de programação.

1.1 Questões de Pesquisa

Apesar dos avanços em pesquisas na área de gamificação aplicadas à educação e dos resultados alcançados em relação ao engajamento dos alunos, em muitos casos, tais mecanismos não têm conseguido induzir o mesmo engajamento que os jogos de entretenimento. Nesse sentido, esta tese tenta responder as seguintes questões de pesquisa (QP):

QP1: Um jogo, incorporado a uma plataforma de gamificação, pode conter uma variedade de elementos de jogos que, de acordo com as preferências dos usuários, os elementos podem ou não ser utilizados. Diante disso, quais são os elementos de jogos que o jogo deve possuir, de forma a atender as preferências de cada perfil de usuário?

QP2: Tendo como cenário disciplinas de programação que utilizam

sistemas juízes on-line, qual é o impacto no desempenho e no engajamento dos alunos causado pela integração de uma gamificação, que contém um jogo RPG, ao mecanismo de *feedback* de tais sistemas, onde a progressão dos alunos nesse jogo é condicionada à conclusão das atividades de programação no juiz on-line?

Para responder as questões de pesquisa, neste trabalho é proposto uma plataforma de gamificação que incorpora um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, integrado a um sistema juiz on-line. Com o intuito de possibilitar uma variedade de elementos de jogos alinhada com o enredo do jogo, optou-se por utilizar como inspiração um jogo do gênero aventura, subgênero RPG (*Role-playing game*) *multiplayer*. RPGs são jogos em que os usuários assumem papéis de personagens de um universo fictício ([Sanders and Marchang, 2016](#)). Os personagens se unem através de objetivos em comum que são apresentados conforme o desenvolvimento da narrativa do jogo. Os jogos de RPG, em geral, são caracterizados por narrativas longas, imersivas e criativas, que transcendem as breves histórias dos demais gêneros de jogos ([Tychsen et al., 2008](#)). Os jogos tendem a possuir muitos ambientes, personagens, mistérios, entre outros. Essa diversidade pode ser útil para manter o interesse dos estudantes durante longos períodos ([Hung et al., 2009](#)) e possibilita a inclusão de diversos elementos de jogos para atrair diferentes perfis, como o que está sendo proposto no jogo “Sob o domínio de Marduk”, presente na gamificação CodePlay, artefato desta tese.

Para responder a QP1, com base nos dados registrados nos *logs* da gamificação, foi definido um conjunto de variáveis representando a quantidade de interações dos alunos com cada um dos elementos de jogos incorporados na plataforma de gamificação. Depois disso, foram criadas bases de dados contendo: (i) os identificadores dos estudantes, (ii) as variáveis representando as interações dos estudantes com os elementos, e (iii) o tipo de jogador de cada estudante. Os usuários foram agrupados de acordo com os tipos de jogadores. Foi realizada uma análise sobre como a utilização dos elementos de jogos varia de acordo com os perfis de jogador dos alunos, e foi definido um conjunto de elementos de jogos mais indicado para cada tipo, levando em consideração a utilização do jogo.

A QP2 foi respondida por meio da definição de um conjunto de variáveis capazes de representar o engajamento e o desempenho dos alunos. Essas variáveis são obtidas a partir dos *logs* do juiz on-line e das notas dos trabalhos práticos e avaliações. No contexto desta tese, o desempenho de um aluno está relacionado com as notas que o aluno tirou nas avaliações feitas ao longo da disciplina. Por outro lado, o engajamento tem relação com o esforço dispendido pelo aluno para estudar, praticar e assimilar o conteúdo da disciplina. Desta forma, no contexto desta tese, o engajamento de um aluno é estimado através de quatro variáveis: (i) a quantidade de *logins* realizados pelo aluno no sistema juiz on-line, (ii) a brevidade com que o aluno começou a fazer os trabalhos práticos em comparação com o tempo limite da entrega (índice de procrastinação), (iii) a nota dos trabalhos práticos e (iv) a nota dos trabalhos desafios. As notas dos trabalhos práticos e desafios foram incluídas como métricas de engajamento por terem um impacto muito pequeno na média final do aluno, de tal forma que, se o aluno resolve os exercícios, isso é um indício de que ele está engajado na disciplina.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho de doutorado é aumentar o desempenho e o engajamento de alunos de disciplinas de programação que fazem uso de sistemas juiz on-line, através da integração de uma plataforma de gamificação que contém um jogo ao mecanismo de *feedback* automático de tais sistemas, onde o avanço dos alunos nas fases do jogo é condicionado à resolução de exercícios de programação no juiz on-line.

Objetivos específicos:

- Consolidar uma base teórica sobre taxonomias de usuários em jogos e ambientes gamificados, através de um mapeamento sistemático da literatura;
- Considerando as taxonomias de usuários de jogos e ambientes gamificados disponíveis na literatura, identificar uma taxonomia que possa ser aplicada em estratégias de gamificação que incorporam jogos de entretenimento;

- A partir de um estudo da literatura, selecionar um conjunto de elementos de jogos que atendam as preferências de todos os tipos de usuários da tipologia selecionada;
- Fazendo uso dos elementos de jogos selecionados, projetar e desenvolver uma plataforma de gamificação que incorpore um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento;
- Integrar a plataforma de gamificação ao juiz on-line CodeBench;
- Definir uma estratégia de medição do engajamento de alunos de disciplinas de programação que fazem uso de juízes on-line;
- A partir dos *logs* de utilização da plataforma de gamificação, definir um conjunto de variáveis (evidências) que sejam capazes de representar o desempenho e o engajamento dos estudantes.

1.3 Metodologia

O método de pesquisa utilizado nesta tese é a *Design Science Research* (DSR). A DSR é uma abordagem metodológica cujo objetivo é produzir artefatos inovadores que trazem benefícios às pessoas por meio da investigação de uma ou mais instâncias de solução para um problema (Storey et al., 2017). Como método de pesquisa orientado à solução, a DSR busca, a partir do entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que permitem transformar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis (Dresch et al., 2015).

Segundo Hevner (2007), a DSR pode ser aplicada através de um processo iterativo composto por três ciclos: **(i) Ciclo de Relevância:** onde é definido o contexto da pesquisa, do problema, dos requisitos a serem alcançados na solução do problema e dos critérios de aceitação para a avaliação dos resultados da pesquisa; **(ii) Ciclo de *Design*:** onde é feito o desenvolvimento e avaliação da solução proposta para resolver os problemas definidos no Ciclo de Relevância. É considerado o núcleo da pesquisa baseada em DSR, que interage entre as atividades de construção e avaliação do artefato, gerando evidências para o refinamento incremental do artefato proposto; e **(iii) Ciclo de Rigor:** onde é gerada a base

de conhecimento que proverá fundamentação teórica e metodológica para o rigor científico adotado na definição, planejamento, construção e avaliação dos artefatos identificados no Ciclo de Relevância e produzidos no Ciclo de *Design*. A Figura 1.1 apresenta as etapas da DSR que estão sendo usadas nesta tese.

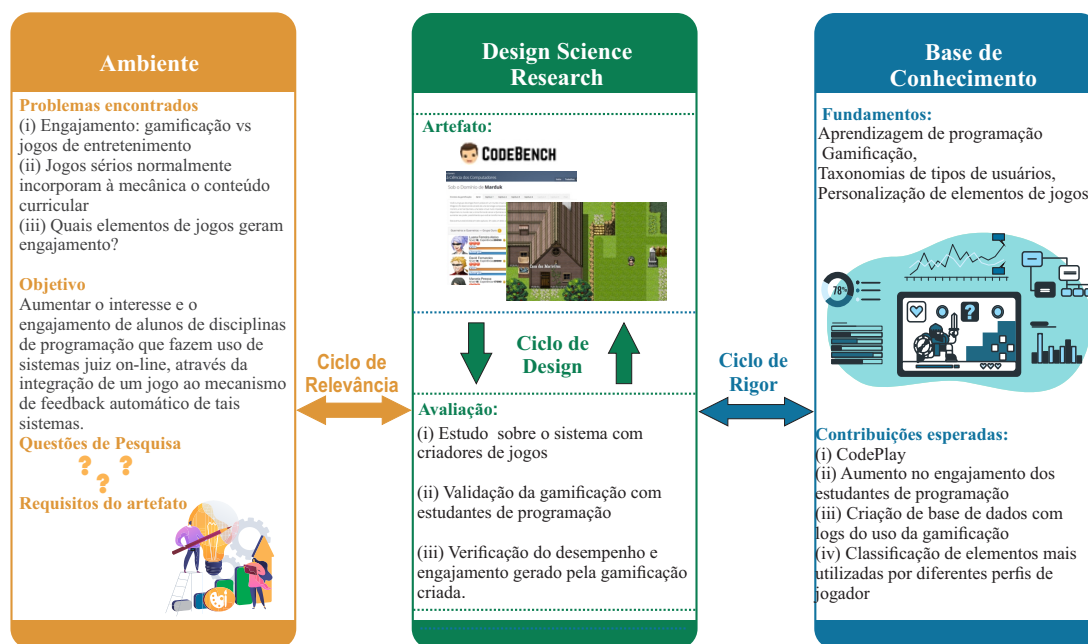


Figura 1.1: Visão geral dos ciclos de *Design Science Research* utilizados nesta tese, adaptado de Hevner (2007).

Para evidenciar a relevância do ambiente deste trabalho, são realizadas revisões preliminares da literatura. É realizada a revisão dos conceitos sobre jogos, gamificação e sistemas de juízes on-line utilizados na literatura, além de levantar trabalhos correlatos sobre juízes on-line gamificados e jogos ou ambientes gamificados que analisam os elementos de jogos de acordo com os perfis dos usuários, de forma a obter base de conhecimento teórica para definir o problema a ser explorado, os objetivos a serem alcançados e o contexto de aplicação desta pesquisa. Os resultados desta revisão encontram-se no Capítulo 2.

Observou-se que as soluções conhecidas como *one-size-fits-all*, que buscam oferecer o mesmo ambiente para todos os tipos de usuários, tendem a desagradar alguns usuários uma vez que eles são diferentes em suas preferências (Rodrigues et al., 2022; Klock et al., 2020; Santos et al., 2021). Por isso, é realizado um

mapeamento sistemático da literatura com o objetivo de identificar as taxonomias de classificação de usuários em jogos e ambientes gamificados, utilizadas em pesquisas que avaliam o engajamento dos participantes por meio da personalização dos elementos de jogos de acordo com o perfil, e identificar como as pesquisas tem medido o efeito da gamificação, como apresentado no Capítulo 3.

Nas pesquisas foram identificados quatro problemas principais: (i) a utilização de gamificação aplicados a contextos sérios, em especial na educação, nem sempre alcança o mesmo nível de engajamento alcançados por jogos de entretenimentos; (ii) os jogos sérios na educação normalmente incorporam em sua mecânica o conteúdo curricular que se deseja explorar; (iii) não há um consenso na literatura sobre quais elementos de jogos ajudam a gerar engajamento nos diferentes perfis de usuários.

Desta forma, o ambiente apresentado na Figura 1.1 está melhor explicitado na Tabela 1.1, onde são descritos os problema identificados, os objetivos, as questões de pesquisa e os requisitos do artefato.

No Ciclo de Design, como ilustrado na Figura 1.1, são realizados ciclos e iterações para propor, desenvolver e avaliar uma solução para os problemas levantados no Ciclo de Relevância. No caso deste trabalho, está sendo proposto um ambiente gamificado que incorpora um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, do gênero aventura, subgênero RPG *multiplayer*, denominado CodePlay, descrito no Capítulo 4, para ser integrado ao sistema juiz on-line CodeBench, de forma que, o progresso no jogo esteja condicionado à resolução de exercícios no juiz on-line. As principais motivações para propor uma gamificação que contém um jogo de aventura integrado ao juiz on-line são: (i) adicionar uma atividade lúdica ao juiz on-line; (ii) propor um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, com um amplo número de categorias de elementos de jogos (na casa das dezenas) de forma a possibilitar a análise do impacto dos diversos elementos de jogos em diferentes perfis de usuário; (iii) disponibilizar à comunidade uma base de dados com os registros de *log* de utilização do jogo; e (iv) melhorar o engajamento e desempenho de alunos de disciplinas de programação.

As avaliações de adequação do CodePlay são feitas em três etapas. A primeira etapa é um estudo experimental realizado com estudantes da área de computação,

Tabela 1.1: Etapas do Ciclo de Relevância.

Ambiente	
Problema (P)	P1: A utilização de gamificação aplicada a contextos sérios, em especial na educação, nem sempre alcança o mesmo nível de engajamento alcançado por jogos de entretenimentos;
	P2: Os jogos sérios na educação normalmente incorporam em sua mecânica o conteúdo curricular que se deseja explorar;
	P3: Não há um consenso na literatura sobre quais elementos de jogos ajudam a gerar engajamento nos diferentes perfis de usuários
Objetivos: Geral (G) e Específicos (E)	G: Aumentar o desempenho e o engajamento de alunos de disciplinas de programação que fazem uso de sistemas juiz on-line, através da integração de um jogo ao mecanismo de <i>feedback</i> automático de tais sistemas, onde o avanço dos alunos nas fases do jogo é condicionado à resolução de exercícios de programação no juiz on-line
	E1: Consolidar uma base teórica sobre taxonomias de usuários em jogos e ambientes gamificados, através de um mapeamento sistemático da literatura
	E2: Considerando as taxonomias de usuários de jogos e ambientes gamificados disponíveis na literatura, identificar uma taxonomia que possa ser aplicada em estratégias de gamificação que incorporam jogos de entretenimento
	E3: A partir de um estudo da literatura, selecionar um conjunto de elementos de jogos que atendam as preferências de todos os tipos de usuários da tipologia selecionada
	E4: Fazendo uso dos elementos de jogos selecionados, projetar e desenvolver uma plataforma de gamificação que incorpore um jogo
	E5: Integrar a plataforma de gamificação ao juiz on-line CodeBench
	E6: Definir uma estratégia de medição do desempenho e do engajamento de alunos de disciplinas de programação que fazem uso de juizes on-line
	E7: A partir dos <i>logs</i> de utilização da plataforma de gamificação, definir um conjunto de variáveis (evidências) que sejam capazes de representar o engajamento dos estudantes por cada um dos elementos de jogos implementados na gamificação
Questões de Pesquisa	QP1: Um jogo, incorporado a uma plataforma de gamificação, pode conter uma variedade de elementos de jogos que, de acordo com as preferências dos usuários, os elementos podem ou não ser utilizados. Diante disso, quais são os elementos de jogos que o jogo deve possuir, de forma a atender as preferências de cada perfil de usuário?
	QP2: Tendo como cenário disciplinas de programação que utilizam sistemas juizes on-line, qual é o impacto no desempenho e no engajamento dos alunos causado pela integração de um jogo ao mecanismo de <i>feedback</i> de tais sistemas, onde a progressão dos alunos nesse jogo é condicionada à conclusão das atividades de programação no juiz on-line?
Requisitos	R1: O artefato deve ser integrado ao juiz on-line CodeBench
	R2: O artefato deve registrar todas as interações do usuário com o sistema
	R3: O artefato deve auxiliar na identificação dos perfis do jogador
	R4: O artefato deve ter elementos de jogos que atendam diferentes perfis

com experiência em desenvolvimento de jogos e ambientes gamificados. O objetivo do primeiro estudo experimental é verificar se a combinação dos elementos de jogos está atrativa para os jogadores, se o jogo possui os principais elementos de um jogo RPG, se o enredo está consistente, se os objetivos estão claros e se os *feedbacks* são suficientes para permitir que os jogadores progridam no jogo. Os resultados desse primeiro estudo estão descritos no Capítulo 5, Seção 5.1.

O segundo estudo tem como objetivo avaliar a gamificação e verificar se os estudantes conseguem entender o enredo do jogo, se a disposição dos elementos está clara e os alunos conseguem identificá-los e utilizá-los, e se os alunos veem na gamificação uma forma de motivá-los a treinar mais programação. Esse estudo é dividido em duas partes. A primeira parte é um estudo experimental realizado com alunos de programação introdutória em um período especial que aconteceu de forma remota, no segundo semestre de 2020. A segunda etapa, também com aulas no formato remoto, aconteceu no primeiro semestre de 2021. A diferença entre os estudos é que na primeira parte são consideradas as respostas de todos os alunos que responderam o questionário de avaliação e na segunda parte são consideradas somente as respostas dos alunos com registro de utilização do jogo no sistema de *log*. As duas partes do segundo estudo estão descritas nas Seções 5.2 e 5.3 do Capítulo 5.

Por fim, a terceira etapa de avaliação do artefato é um estudo experimental, realizado com alunos de programação introdutória, no segundo período de 2022 (equivalente ao período letivo de 2021/2). Esse período foi utilizado por ter acontecido no formato presencial, no ambiente que inspirou e serviu de base para a proposta da gamificação, que são aulas no sistema híbrido de ensino (Galvão et al., 2016), com a presença física dos alunos em laboratórios de informática. Para esse estudo foram considerados os dois primeiros meses de aula, uma vez que o calendário da graduação está em descompasso com o calendário da pós-graduação e esperar pelas demais notas excederia o cronograma planejado para os experimentos. Os resultados deste estudo estão registrados nos Capítulos 7 e 8 e buscam concluir a avaliação, presente no Ciclo de Design da abordagem metodológica DSR.

O Capítulo 4 apresenta a gamificação CodePlay, após os ajustes oriundos dos estudos experimentais, que fazem também fazer parte do Ciclo de Design,

realizado em paralelo aos Ciclos de Relevância e de Rigor.

1.4 Organização

Esta tese, além deste capítulo inicial, contém outros sete capítulos, como descritos a seguir:

- **Capítulo 2** - apresenta o referencial teórico relacionado a jogos, gamificação, tipologias de jogador e sistemas de juízes on-line, além de descrever os trabalhos correlatos divididos em juízes on-line gamificados e tipos de usuários em jogos ou sistemas gamificados.
- **Capítulo 3** - apresenta um mapeamento sistemático da literatura sobre taxonomias de classificação de usuários em jogos ou ambientes gamificados.
- **Capítulo 4** - descreve o jogo CodePlay, fornecendo uma visão geral do sistema e como se dá a integração com o juiz on-line, e na sequência descrevendo as fases do jogo.
- **Capítulo 5** - apresenta a avaliação do CodePlay, mais especificamente os dois primeiros estudos realizados. O primeiro com especialistas em jogos e o segundo com estudantes de programação básica.
- **Capítulo 6** - descreve a contextualização e metodologia experimental usada para responder as questões de pesquisa, definindo variáveis e procedimentos utilizados.
- **Capítulo 7** - apresenta os resultados da avaliação da plataforma de gamificação desenvolvida, a resposta da QP1, que descreve a análise da importância dos elementos de jogos implementados para cada perfil de jogador.
- **Capítulo 8** - apresenta a resposta da QP2, sobre resultados encontrados a cerca do impacto da plataforma de gamificação no desempenho e engajamento dos alunos.

- **Capítulo 9** - apresenta as considerações finais, contribuições e limitações da pesquisa, e perspectivas futuras.

Capítulo 2

Referencial Teórico

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados utilizados para o desenvolvimento desta tese. A Seção 2.1 descreve os conceitos relacionados a jogos (Seção 2.1.1) e gamificação (Seção 2.1.2), a Seção 2.2, descreve sobre tipologias de jogador e a Seção 2.3 aborda sobre sistemas juízes on-line. Na Seção 2.4 são apresentados os trabalhos relacionados ao tema de pesquisa desta proposta, tanto os que discorrem sobre o uso de elementos de jogos em sistemas juízes on-line (Seção 2.4.1), quanto os que propõem jogos ou sistemas gamificados que fazem uso de perfis de usuários para projetar ou analisar a utilização dos elementos de jogos (Seção 2.4.2).

2.1 Jogos e gamificação

Como um dos propósitos desta pesquisa é incorporar elementos frequentemente encontrados em jogos de entretenimento a um sistema juiz on-line, esta seção descreve conceitos relacionados a jogos e gamificação.

2.1.1 Jogos

Segundo Salen e Zimmerman (2012), um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica em um resultado quantificável. A artificialidade é uma das características definidoras. Os jogadores incorporam uma disputa de poderes, manifestada de várias formas,

de cooperação à competição, de conflitos com o sistema do jogo à conflitos sociais multijogadores, sendo o conflito um aspecto central para o jogo. As regras representam a estrutura do jogo, estabelecem o espaço e garantem a todos os competidores chances iguais de alcançarem o sucesso (Boller and Kapp, 2018). Além disso, os jogos têm um objetivo ou resultado quantificável. Isto é, um jogo é uma atividade que requer no mínimo um jogador, tem regras e tem uma condição de vitória (Rogers, 2013).

Os jogos atraem diversas pessoas no mundo. Uma das razões para esse interesse é que eles são capazes de desencadear respostas emocionais nos jogadores, à medida que os jogadores avançam nos desafios apresentados ou tentam atingir os objetivos do jogo. Desta forma, os competidores podem experimentar momentos de diversão, frustração, excitação, raiva, entusiasmos, felicidade e contentamento (Boller and Kapp, 2018).

Os estilos de jogos sofreram grande variação ao longo dos anos. Tais estilos variam desde jogos de *puzzle* simples, como Tetris¹ e Candy Crush², a simuladores de voos, como Flight Simulator³, jogos *multiplayer*, como League of Legends⁴ ou jogos de festa, como o Mário Party⁵. Essa diversidade motivou a classificação dos jogos em diferentes gêneros e subgêneros, como: ação, tiro, simulação de vida, música/ritmo, quebra-cabeça, estratégia, simulação de veículos, aventura, entre outros (Rogers, 2013). O CodePlay, gamificação proposta nesta tese, possui um jogo do gênero aventura, do subgênero RPG (*role-playing game*).

Os RPGs são jogos de interpretação de personagens, ou jogos teatrais, onde o jogador controla e desenvolve um personagem ao longo do tempo em um contexto narrativo. O jogador se move pela história do jogo, seguindo regras, superando obstáculos, realizando tarefas e, em geral, aumentando as habilidades de seu personagem à medida que toma decisões (Salen and Zimmerman, 2012).

Apesar do conceito de jogos não ser novo, nos últimos anos têm crescido o número de pesquisas que exploram as potencialidades dos jogos em diferentes formas de aplicação, tanto para prover o entretenimento, quanto para contextos

¹Disponível em: <https://tetris.com/>

²Disponível em: <https://play.google.com>

³Disponível em: <https://microsoft-flight-simulator.br.uptodown.com/windows>

⁴Disponível em: <https://na.leagueoflegends.com/pt-br/>

⁵Disponível em: https://www.nintendo.com/pt_BR/games/detail/super-mario-party-switch

sérios.

Jogos de entretenimentos são jogos que se destinam puramente à diversão do jogador, não havendo outra expectativa em termos de resultados. Os jogadores podem até aprender com um jogo de entretenimento, mas o aprendizado não é o objetivo. Já jogos de aprendizagem, também conhecidos como jogos sérios ou jogos instrucionais, são destinados a ajudar os jogadores a desenvolver novas habilidades e novos conhecimentos, ou a reforçar os já existentes. O objetivo final de jogos sérios é garantir a aprendizagem de algo, enquanto o jogador está imerso na diversão que o jogo proporciona (Boller and Kapp, 2018).

O CodePlay tem como objetivo envolver os estudantes em um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, que condiciona o progresso no jogo à resolução dos exercícios no juiz on-line, envolto em uma narrativa futurística onde os personagens precisam passar por um treinamento de programação para conseguir vencer o desafio final, que é libertar um reino virtual das garras de Marduk, um ser extremamente poderoso. Em sua jornada o jogador encontra vários desafios, mistérios e coletáveis durante o percurso por vários povoados do mundo virtual.

2.1.2 Gamificação

Gamificação é definida como o uso de elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos (Deterding et al., 2011), e tem como propósito melhorar a experiência e o engajamento dos usuários dentro desses contextos. Segundo Burke (2015), em sua essência a gamificação busca envolver emocionalmente as pessoas e motivá-las a alcançar metas previamente estabelecidas e, para isso, tem como fundamento as motivações humanas. As motivações podem ser extrínsecas, quando o comportamento do indivíduo sofre influência de fatores externos, e intrínsecas, quando o indivíduo busca satisfazer suas necessidades internas pessoais (Tondello et al., 2016). As recompensas baseadas em motivação extrínseca são insuficientes para sustentar o envolvimento do usuário em gamificação, podendo, inclusive, exercer o efeito contrário (Burke, 2015). Por isso, um dos grandes desafios da gamificação é como gerar motivação intrínseca nos usuários.

Os motivadores intrínsecos são baseados em três necessidades do ser humano

(Burke, 2015), segundo a Teoria da autodeterminação, que procuram ser exploradas em sistemas gamificados: (i) autonomia, diz respeito ao desejo de comandar a própria vida. Em gamificação é a oportunidade que os jogadores têm de descobrir e aprender usando diferentes caminhos para chegar à solução, e se sentir autônomos para escolher por onde seguir, apesar de terem regras e um espaço para jogar; (ii) domínio, diz respeito à necessidade de sentir-se capaz de lidar com desafios, progredir e se tornar melhor. A gamificação, pela possibilidade de oferecer *feedback* facilitado, ajuda a motivar os usuários a buscar melhorar seu desempenho; e (iii) propósito, que é o desejo de agir a serviço de algo maior. A gamificação deve começar e terminar com um propósito que esteja centrado no alcance de objetivos significativos, por exemplo, o jogador deve ajudar a salvar o mundo.

Segundo Alves (2015), o fato da gamificação ser baseada em jogos implica na construção de sistemas nos quais aprendizes, jogadores ou consumidores se engajam em desafios abstratos, definidos por regras claras, interagindo e aceitando *feedback* com o alcance de resultados quantificáveis e com a presença de reações emocionais.

2.1.3 CodePlay: Jogo ou Gamificação?

Considerando que os jogos de entretenimento são destinados exclusivamente à diversão e que os jogos sérios educacionais estão, normalmente, associados à aprendizagem de determinados conteúdos, pode-se dizer que o CodePlay não se encaixa em nenhuma desses dois conceitos. Desta forma, optou-se por classificar o CodePlay como uma gamificação, que é independente do conteúdo curricular e não interfere na metodologia do professor. O CodePlay possui, além dos elementos dos tradicionais sistemas PBL (*point*, *badge* e *leaderboard*) (Werbach and Hunter, 2015), um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, inspirado em jogos RPG *multiplayer*, que condiciona a progressão do aluno no jogo à resolução de exercícios no juiz on-line. A escolha de um jogo RPG para compor a gamificação se deu em razão da liberdade fornecida por esse gênero de jogo ao selecionar os seus elementos de jogos, envolvendo o jogador em um enredo significativo capaz de fazê-lo se sentir um personagem do mundo virtual.

Dado o contexto descrito e os resultados do Mapeamento Sistemático da

Literatura (Capítulo 3), foi escolhida a taxonomia Hexad para classificar os alunos de acordo com seus perfis de uso da plataforma gamificada. O Hexad (Marczewski, 2015) é uma taxonomia baseada no perfil de jogador para ambientes gamificados e tem sido amplamente utilizada na literatura. Além disso, os estudos que utilizam o Hexad tendem a se preocupar com os elementos de design e sugerem elementos de jogos que podem se adequar melhor às preferências de cada tipo de jogador (Tondello et al., 2016), e que serviram como base para a escolha dos elementos de jogos implementados neste trabalho.

2.1.4 Elementos de jogos ou de gamificação

Elementos de jogos são padrões reguladores que podem ser combinados de diferentes maneiras ao construir um jogo (Werbach, 2020; Alves, 2015). Considerando que gamificação é a utilização de elementos de jogos em contextos não-lúdicos, a combinação desses elementos é um desafio para os projetistas, o que vale também para os jogos. Um dos problemas encontrados pelos projetistas é a falta de padronização nos elementos, uma vez que o mesmo elemento pode ter diferentes nomenclaturas. Diante disso, nesta tese será utilizada a terminologia proposta por Klock et al. (2020), como segue:

1. **Anarquia:** possibilita atividades sem restrições ou penalidades, de forma a permitir jogabilidade anárquica;
2. **Anonimato:** permite que o usuário não se identifique no jogo, oportunizando que o seu desempenho ou sua opinião fiquem indisponíveis para os demais usuários;
3. **Emblema:** representação visual das conquistas do usuário. Também conhecido como medalha, *badge* ou conquistas;
4. **Desafio:** refere-se a situações para lidar ou resolver, como batalhas com chefes ou qualquer ação que exija esforço do usuário para a conclusão. Também é conhecido como *quest* ou tarefa;
5. **Escolha:** permite que o usuário tenha autonomia para escolher o que fazer,

como jogabilidade não linear, diferentes possibilidades e caminhos, e opção de escolha entre tempo ou esforço para conquistar um resultado;

6. **Coleta:** cria o senso de propriedade por meio de captura, negociação e gestão de coletáveis e recursos do inventário;
7. **Competição:** permite a comparação social entre os usuários, englobando conflitos pessoais, duelos e competições;
8. **Consequência:** mostra ao usuário as consequências de suas tomadas de decisão, incluindo os limites ou regras e a punição por não segui-los;
9. **Personalização:** possibilita que o usuário configure o sistema, seu avatar ou sua personagem;
10. **Easter egg:** é uma surpresa que o usuário pode encontrar no decorrer do jogo, como um presente, um imprevisto ou uma lição secreta;
11. **Emoção:** momentos projetados para criar sentimentos positivos no usuário, por exemplo, diversão, ludicidade e influência nas ações;
12. **Exploração:** permite que o usuário explore e descubra áreas e curiosidades do sistema, que podem ser informações incompletas e caixas de mistério;
13. **Feedback:** retorna informações relevantes aos usuários e permite acompanhar o seu desempenho no jogo;
14. **Presentear (*gifting*):** permite ao usuário dar ou compartilhar recursos com outras pessoas, estimulando o altruísmo e a satisfação;
15. **Guilda:** desenvolve o sentimento de equipe no usuários, pode ser denominado ainda como equipe, cooperação, colaboração;
16. **Sistema de honra:** cria uma pontuação de reputação onde os usuários, ou o sistema pode calcular a confiabilidade do usuário. Em muitos jogos são criados sistemas de níveis onde a pontuação dos usuários é proporcional ao seu nível de participação;

17. **Placar:** ordena os usuários de acordo com critérios, como pontos, níveis e emblemas, permitindo a comparação entre eles. Também pode ser denominado *ranking*, tabela de classificação ou *leaderboard*;
18. **Aprendizagem:** permite que o usuário adquira ou melhore habilidades, imitando outros usuários, através da aprendizagem social, ou por meio de representação visual como mapas de conhecimento, árvores de habilidade, entre outros;
19. **Nível:** permite que o usuário acompanhe a sua própria evolução na plataforma, podendo ser implementado através de barras de progresso, estrelas ou quaisquer indicadores de evolução;
20. **Loteria:** é um elemento de aleatoriedade dentro do sistema;
21. **Significado:** permite ao usuário se identificar com o sistema por meio de um propósito comum. Alguns exemplos de escolha significativa são os objetivos explícitos, definição de metas e sugestão, e ações vinculadas a algo mais significativo do que o próprio usuário, por exemplo, ser o herói da humanidade ou ajudar a libertar um povoado;
22. **Narrativa:** define as tramas que conectam os elementos do jogo, envolvidos em uma história que faça sentido ao usuário, contendo reviravoltas, arte, drama, entre outros;
23. **Ponto:** é o *feedback* numérico dado ao usuário quando ele realiza uma ação. As vezes é chamado de ponto de experiência, por indicar o crescimento do usuário;
24. **Prêmio:** é qualquer recompensa que o usuário ganha por sua ação, tais como bônus, combos, estados de vitória e botões (*boosters*);
25. **Cronograma de recompensa:** programação de recompensas disponíveis ao usuário;
26. **Sinalização:** são as orientações que o sistema fornece aos usuários para ajudar, sugerir ou alertá-los sobre um caminho, no formato de sugestão, dica, mensagem de saudação ou brincadeira intuitiva;

27. **Jogador único (*Single-player*):** permite que o usuário jogue sozinho, sem requisitos de interação social com outras pessoas;
28. **Descoberta social:** ajuda o usuário a encontrar ou ser encontrado por outras pessoas com os mesmos interesses ou status, através de consulta ao perfil;
29. **Rede social:** permite a conexão entre usuários através de canais de comunicação que apoiam a interação entre jogadores, tais como *likes*, *chats*, voz e conversa;
30. **Pressão social:** permite que os usuários influenciem ou sejam influenciados por outros, por meio de comentários públicos ou por medo de se tornar o perdedor, por exemplo, disponibilizar o tempo de permanência em um nível;
31. **Status social:** permite ao usuário ter destaque social. Alguns tipos de implementação são elogios, certificados, posições e títulos públicos;
32. **Estratégia:** exige que o usuário elabore um plano de ação para maximizar oportunidades ou minimizar perdas e danos;
33. **Pressão de tempo:** limita uma tarefa a um intervalo de tempo. São elemento de jogos que apresentam cronômetros e prazos, contagens regressivas e lembretes de tarefas;
34. **Conteúdo desbloqueável (*unlockable*):** é um conteúdo exclusivo com chance de ser desbloqueado pelo usuário, que contém novos recursos e áreas;
35. **Economia virtual:** moeda que permite que os usuários comprem recursos e bens virtuais;
36. **Votação:** permite que o usuário dê sua opinião sobre um assunto, incluindo qualquer mecanismo de classificação e votação.

2.2 Taxonomias de Perfil de Usuários

Os ambientes gamificados têm sido desenvolvidos como tentativas de se aumentar o engajamento dos usuários em atividades não lúdicas (Böckle et al., 2017; Caillois,

2017). Entretanto, para que sejam eficazes, é necessário que tais sistemas levem em consideração as expectativas de cada usuário e as preferências individuais (Hallifax et al., 2020). Desta forma, uma das maneiras de se melhorar a experiência dos usuários em ambientes gamificados é adaptar os elementos de jogos conforme os perfis de cada usuário (Klock et al., 2020), que por sua vez podem ser definidos de acordo com uma dada taxonomia.

As taxonomias, também chamadas de tipologias, estabelecem um conjunto de regras e fundamentos que podem ser usados para agrupar os usuários de jogos ou ambientes gamificados em grupos de características similares. Nesta seção são apresentados os aspectos teóricos das taxonomias utilizadas nas pesquisas, que, nesta tese, estão agrupadas em quatro grupos distintos: (i) taxonomias baseadas no perfil dos jogadores (Marczewski, 2015; Nacke et al., 2014; Tondello et al., 2019; Hassan et al., 2019a; Bartle, 1996); (ii) taxonomias baseadas na personalidade dos usuários (Myers, 1998; John et al., 1999); (iii) taxonomias baseadas no estilo de aprendizagem (Felder et al., 1988); e (iv) taxonomias baseadas na motivação para a aprendizagem (Elliot and Murayama, 2008).

2.2.1 Taxonomias baseadas no perfil dos jogadores

As estratégias baseadas no perfil do jogador buscam agrupar os usuários de acordo com as características de suas interações com os elementos presentes em jogos ou sistemas gamificados. Tais características podem ser úteis para identificar os elementos de jogo que mais motivam e estimulam o engajamento desses usuários. De fato, os estudos concluem que os elementos de jogo podem impactar as pessoas de formas diferentes, razão pela qual os usuários não devem ser tratados da mesma maneira (Hamari and Tuunanen, 2014; Codish and Ravid, 2014; Tondello et al., 2016; Klock et al., 2020; Rodrigues et al., 2018).

Entre as estratégias baseadas no perfil dos jogadores, as principais são Framework de Tipos de Usuários Hexad Marczewski (2015); Tondello et al. (2016), Tipologia de Jogador BrainHex Nacke et al. (2011), Modelo Play Traits (Tondello et al., 2019), Identificador de Tipos de Jogador (*Player Type Identifier*) Hassan et al. (2019a), e Tipos de Jogador de Bartle Bartle (1996), conforme descritas a seguir.

2.2.1.1 Framework de Tipos de Usuários Hexad

Também conhecida como Hexad ([Marczewski, 2015](#)), essa estratégia é uma proposta de classificação de tipos de jogadores para sistemas gamificados que propõe seis tipos de usuários. Tem como fundamento a teoria da autodeterminação (SDT do inglês *Self Determination Theory*), que procura elucidar quais são as razões e motivações que levam as pessoas a se empenharem em determinadas tarefas ([Ryan and Deci, 2000b](#)). Com base nessa teoria, o Framework de Tipos de Usuários Hexad procura diferenciar os usuários levando em consideração as motivações individuais com que esses desempenham cada ação dentro do jogo - sejam motivações intrínsecas, ligadas ao desejo de realizar determinadas tarefas por pura satisfação interna, ou motivações extrínsecas, ligadas ao desejo de realizar as tarefas com o objetivo de obter compensações externas ([Ryan and Deci, 2000a](#)).

Para a teoria da autodeterminação, a motivação intrínseca está diretamente relacionada ao desejo dos indivíduos de satisfazer três necessidades psicológicas básicas: (i) domínio, que é a necessidade de sentir-se capaz de lidar com os desafios apresentados; (ii) autonomia, que é a necessidade de sentir-se livre para escolher como desempenhar suas atividades, de forma que, quanto maior o controle exercido pelo indivíduo na realização de determinada tarefa, mais motivado ele se sente para realizá-la; e (iii) relacionamento, que é a necessidade de se relacionar e se envolver com outras pessoas ([Ryan and Deci, 2000b](#)). Além dessas três necessidades psicológicas, a teoria também é fundamentada na necessidade dos seres humanos de buscar por significado e propósito em sua vida diária ([Deci et al., 1994](#)).

Os usuários do Framework de Tipos de Usuários Hexad são divididos em seis tipos principais ([Marczewski, 2015](#)): (i) Conquistador, que são motivados por maestria. Gostam de superar desafios, aprender coisas novas no jogo e são atraídos por elementos de jogo como troféus, missões, nível/progressão e batalha com o chefe (*boss battles*); (ii) Socializador, que são motivados por relacionamento. Preferem interagir com os outros jogadores e criar conexões sociais, que podem ser efetivadas através de guildas/times, elementos de competição, redes e descobertas sociais; (iii) Filantropo, motivados por propósito e significado. Gostam de ajudar os outros jogadores, seja doando coletáveis, compartilhando conhecimento

ou cuidando de pessoas; (iv) Espírito Livre, que são motivados por autonomia. Podem ter o perfil Criador, customizando os ambientes e avatares, ou o perfil Explorador, que não se restringem aos caminhos padrões do jogo, preferindo buscar caminhos alternativos e conteúdos destraváveis; (v) Disruptor, que são motivados por mudanças, gostam de explorar os limites, às vezes motivados pelo desejo de encontrar falhas no sistema, são atraídos pelo anonimato, atividades anarquistas e podem ajudar quando veem a possibilidade de serem ouvidos; e (vi) Jogadores, que são motivados por recompensa. Tendem a gostar de prêmios, emblemas, recompensas, jogos de azar, elementos de comparação com os demais jogadores, como os placares, e acumular pontos. Os quatro primeiros tipos são ligados às motivações intrínsecas de cada usuário e compõem o eixo RAMP (*Relatedness, Autonomy, Mastery and Purpose*) (Marczewski, 2015). Os outros dois tipos são ligados a fatores de motivação extrínseca. O framework possui um questionário (Tondello et al., 2016) composto por 24 itens em escala Likert de sete pontos, que geram pontuações indicando o grau de pertencimento do usuário a cada um dos seis diferentes tipos de usuários do Framework de Tipos de Usuários Hexad Marczewski (2015).

O Framework de Tipos de Usuários Hexad foi utilizada para identificar o perfil dos jogadores nesta tese, pois, como será descrito no Capítulo 3, é a taxonomia mais utilizada entre as pesquisas mapeadas, sendo uma das únicas voltadas especificamente para a gamificação.

2.2.1.2 Tipologia de Jogador BrainHex

Tipologia de Jogador BrainHex ou simplesmente BrainHex (Nacke et al., 2014), é um modelo de classificação dos jogadores que se baseia em descobertas da neurobiologia, estudos de tipologias anteriores, padrões de jogos e nos estudos sobre as emoções. Entretanto, apesar de ser baseado em pesquisas da neurobiologia, faz a avaliação dos usuários utilizando questionários e não técnicas neurológicas.

A tipologia apresenta sete tipos de jogadores: (i) Exploradores (*seekers*), que são motivados por curiosidade; (ii) Sobreviventes (*survivors*), que são motivados pelo medo; (iii) Audaciosos (*daredevils*), que são motivados pela excitação; (iv) Comandantes (*masterminds*), que se motivam pela estratégia; (v) Conquistadores

(*conquerors*), que são motivados por desafio; (vi) Socializadores (*socializers*), que são motivados por interação social; e (vii) Colecionadores (*achievers*), que são motivados por cumprimento de metas. A tipologia tem um questionário composto por 28 itens, sendo quatro itens relacionados a cada tipo de jogador. Entre as questões, 21 itens podem ser respondidos em uma escala Likert de cinco pontos e as outros sete são afirmações que devem ser classificadas para obter pontuações em escala Likert de sete pontos.

2.2.1.3 Modelo Play Traits

O Modelo Play Traits (Tondello et al., 2019) tem como objetivo classificar os jogadores levando em consideração suas preferências por elementos e estilo de jogos. Esse modelo surgiu a partir da análise de dados oriundos da utilização do BrainHex (Nacke et al., 2014) e tem como objetivo propor, além de uma tipologia, uma escala de medição com base nas cinco características a seguir: (i) Orientação para desafio (*Challenge orientation* anteriormente *Action orientation*), os jogadores com alta pontuação nessa dimensão gostam de jogos difíceis com desafios complexos, enquanto que os jogadores com baixa pontuação preferem jogos mais fáceis e casuais; (ii) Orientação estética (*Aesthetic orientation*), jogadores com pontuação alta nessa dimensão gostam de experiências estéticas, como explorar o mundo e a paisagem ou apreciar a qualidade dos gráficos, som e estilo artístico dos jogos. São jogadores que tendem a ser mais abertos a experiências e a gostar de jogos RPG e simulações, enquanto que os jogadores com pontuação baixa se concentram mais na jogabilidade do que na estética do jogo; (iii) Orientação para meta (*Goal orientation*), jogadores com pontuação alta gostam de completar os objetivos e de percorrer os jogos por completo, enquanto que jogadores com pontuação baixa podem deixar missões ou conquistas opcionais inacabadas. Essa dimensão foi combinada aos tipos Comandantes, Colecionadores e Sobreviventes do BrainHex (Nacke et al., 2014); iv) Orientação social (*Social orientation*), jogadores com pontuação alta geralmente preferem jogos *multiplayers* e comunidades de competição de jogos, enquanto que jogadores com pontuação baixa preferem jogar sozinhos; (v) Orientação Narrativa (*Narrative orientation* antes *Immersion orientation*), jogadores com pontuação alta nessa dimensão gostam de jogos com

narrativas e histórias de alta complexidade, são receptivos a novas experiências e gostam de jogos RPG. Jogadores com baixa pontuação preferem jogos com menos história e gostam da possibilidade de pular cenas e narrativas que julgam estar atrapalhando.

2.2.1.4 Identificador de Tipos de Jogador (*Player Type Identifier*)

A identificador de Tipos de Jogador é uma taxonomia criada para identificar as preferências dos usuários de uma plataforma de *e-learning* gamificada, proposta por[=]. Nessa plataforma, que foi desenvolvida com o intuito de aumentar o engajamento e posterior desempenho dos estudantes, cada usuário é classificado como *self-player* ou *social-player*, de acordo com as atividades realizadas no sistema. Os *self-players* são usuários mais propícios a desenvolver atividades voltadas para a autoaprendizagem ou satisfação pessoal, enquanto que os *social-players* são usuários que tendem a optar por atividades com maior interação social, discussões ou atividades que permitam ajudar ou competir com os outros usuários. O sistema tem um módulo chamado *Player Type Identifier*, que classifica o jogador como *self* ou *social-player*. Esse módulo recebe como entrada as atividades desempenhadas pelo aluno e o tempo gasto com elas, e retorna o tipo de jogador do aluno. A partir de então, são sugeridas atividades e elementos de jogo para o aluno. É possível observar que a pesquisa não faz uso de uma taxonomia conhecida na literatura, entretanto, apresenta uma estratégia de como identificar o usuário levando em consideração as interações dele em uma plataforma de *e-learning*.

2.2.1.5 Tipos de Jogador de Bartle (*Bartle Player Types*)

Tipos de Jogador de Bartle, ou simplesmente Bartle, é uma taxonomia que classifica os jogadores segundo suas preferências dentro dos jogos e que foi criada a partir da análise das características de jogadores de *multi-user dungeons* (MUDs) (Bartle, 1996). A taxonomia apresenta quatro tipos de jogadores: (i) Conquistadores (*achievers*), que preferem alcançar objetivos dentro do jogo, seja acumulando riquezas, vencendo desafios ou completando missões; (ii) Exploradores (*explorers*), que preferem explorar o mundo virtual em sua totalidade; (iii) Socializadores (*socialisers*), que gostam de explorar as possibilidades que o jogo oferece para

interagir com outros jogadores; e (iv) Matadores (*killers*), que gostam de se impor sobre os demais jogadores, algumas vezes conquistando armas para usá-las contra seus oponentes.

Para [Bartle \(1996\)](#), a maioria dos jogadores têm um perfil primário, apesar de poderem oscilar entre os quatro tipos, influenciados pelo seu humor ou pelo estilo do jogo que estão jogando. Uma mudança no perfil também pode ocorrer nos casos em que os jogadores veem nessa mudança uma oportunidade para avançar em seu perfil primário.

2.2.2 Taxonomias baseadas na personalidade dos usuários

A personalidade humana vem sendo investigada há bastante tempo e, ainda assim, não há um consenso sobre a sua definição. Para [Denden et al. \(2018\)](#), a personalidade pode ser definida como o estilo emocional, pessoal, interpessoal, experiencial, atitudinal e motivacional que define o comportamento do indivíduo em diferentes situações. É um padrão de traços relativamente permanentes e um conjunto de características únicas que atribuem individualidade e consistência ao comportamento de uma pessoa ([Roberts and Mroczek, 2008](#)).

A personalidade pode afetar as preferências por gêneros de jogos, os tipos de emoções sentidas ao jogar e as atitudes em relação ao uso de elementos de jogos ([Denden et al., 2018, 2017](#)). Por essa razão, algumas taxonomias levam em consideração a personalidade para tentar identificar os elementos com maiores chances de atrair a atenção do jogador. Nas principais pesquisas, são utilizadas duas taxonomias para classificar os usuários com base em suas personalidades: Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) ([Myers, 1998](#)) e Five Factor Model of Personality.

2.2.2.1 Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)

O Myers-Briggs Type Indicator ([Myers, 1998](#)) é um indicador tipológico, baseado na Psicologia de Tipos (*Psychological Types*), de Carl Jung ([Jung, 2014](#)). Tem como objetivo identificar o tipo de personalidade dos usuários, incluindo aspectos como valores, necessidades, preferências e afinidades.

O indicador possui quatro eixos principais dicotômicos ([Myers, 1998](#)): (i) Extroversão/Introversão (*Extraversion/Introversion*), que diz respeito à maneira

como os indivíduos respondem e interagem com o seu redor. Os indivíduos do tipo Extraversão gostam de interagir com outras pessoas e são orientados por ações. Por outro lado, os indivíduos do tipo Introversão preferem interações sociais mais significativas, são orientados por pensamento e apreciam a solidão; (ii) Sensação/Intuição (*Sensing/Intuition*), diz respeito à maneira como os indivíduos recebem informações do mundo exterior. Os indivíduos do tipo Sensitivos tendem a ser mais realistas, a se ater a fatos observáveis, dão atenção a detalhes e fatos e preferem experiências práticas. Os intuitivos exploram informações abstratas e teóricas, se sentem confortáveis ao terem que interpretar dados e deduzir novas informações a partir deles; (iii) Pensamento/Sentimento (*Thinking/Feeling*), diz respeito à maneira como os indivíduos tomam decisões com base nas informações coletadas. Os indivíduos do tipo Pensativo optam pela lógica, impessoalidade e racionalidade para tomar decisões, enquanto que os tipos Sensitivos levam em consideração suas intuições pessoais, emoções e respostas empáticas para chegar a uma conclusão; (iv) Julgamento/Percepção (*Judging/Perceiving*) diz respeito à forma como os indivíduos lidam com o mundo. Os indivíduos do tipo Julgador preferem estruturas e decisões firmes e sentem-se confortáveis com decisões tomadas. Os indivíduos do tipo Perceptivos são mais receptivos, flexíveis e se adaptam com mais facilidade às situações. Os quatro eixos principais podem ser combinados gerando dezesseis tipos.

2.2.2.2 Modelo de Cinco Fatores de Personalidade (*Five Factor Model of Personality*)

O Modelo de Cinco Fatores de Personalidade, ou simplesmente *Five Factor*, é um modelo baseado em cinco grandes fatores de personalidade, e por esse motivo também é conhecido como Big Five Factor (Goldberg, 1981). Ao contrário do MBTI, que usa tipos, o Modelo *Five Factor* utiliza variações nos traços de personalidade, agrupadas em cinco dimensões. Essas dimensões mostram associações teoricamente significativas com resultados importantes da vida, como desempenho no trabalho e na escola, bem-estar e delinquência (Benet-Martínez and John, 1998). O modelo sugere que os indivíduos têm níveis variados de fatores-chave de personalidade que direcionam os pensamentos e comportamentos. As diferenças

nos cinco grandes fatores podem ajudar a entender as razões que levam as pessoas a agirem, se comportarem, e verem as coisas de maneiras diferentes.

As cinco dimensões são: (i) Extroversão (*Extraversion*), refere-se a traços relacionados à sociabilidade e expansividade (Tlili et al., 2016), incluindo dominância, expressividade e emoções positivas (Benet-Martínez and John, 1998). Níveis altos de Extroversão indicam indivíduos com facilidade de envolvimento social em busca de admiração, amizade, poder e entusiasmos. Indivíduos com níveis baixos dão menor valor a conquistas sociais, tendem a ficar mais satisfeitos com vidas tranquilas e evitam ser o foco das atenções; (ii) Amabilidade (*Agreeableness*), refere-se ao grau de cooperação e disposição para ajudar outras pessoas (Tlili et al., 2016). Indivíduos com pontuação alta tendem a ser empáticos, leais e a se preocupar com os outros. Indivíduos com pontuação baixa priorizam os seus interesses pessoais, tendem a ser competitivos, antagônicos e a gerar conflitos com seus pares; (iii) Conscienciosidade (*Conscientiousness*), resume traços relacionados à autodisciplina, controle, competência e persistência (Tlili et al., 2016). Indivíduos com alta pontuação tendem a ser organizados, determinados e priorizam realizações a longo prazo. Indivíduos com pontuação baixa tendem a ser impulsivos e influenciáveis; (iv) Neuroticismo (*Neuroticism*), refere-se ao grau de instabilidade emocional (Tlili et al., 2016). Indivíduos com pontuação alta tendem a reagir com medo, raiva ou tristeza em determinadas situações. Indivíduos com pontuação baixa tendem a abstrair seus problemas e a seguir em frente; e (v) Abertura (*Openness*), resume traços relacionados ao grau de intelectualidade, criatividade e preferências para novas experiências (Tlili et al., 2016). Indivíduos com altos índices de Abertura tendem a ser aventureiros e se interessar por arte e cultura. Indivíduos com pontuações baixas valorizam aspectos concretos, práticos e convencionais.

2.2.3 Taxonomias baseadas no estilo de aprendizagem

Estilo de aprendizagem é um conjunto de características cognitivas, afetivas e psicológicas que serve como indicador relativamente estável de como os alunos percebem, interagem e respondem aos ambientes de aprendizagem (Keefe, 1979). Cada pessoa tem um estilo de aprendizagem próprio, resultado de suas interações e

experiências ao longo da vida, o que despertou o interesse da comunidade científica em propor modelos capazes de identificar os estilos pessoais dos indivíduos (Felder et al., 1988; Kolb, 1999; Coffield et al., 2004). No mapeamento descrito no Capítulo 3, a única estratégia baseada no estilo de aprendizagem encontrada nos papers incluídos foi o Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM) (Felder et al., 1988).

O *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM) (Felder et al., 1988) tem como objetivo identificar as formas como as pessoas recebem e processam as informações. O modelo resume a aprendizagem como um processo dividido em duas etapas: percepção e processamento de informações, e está organizado em quatro dimensões dicotômicas: (i) Sensitivo/Intuitivo (*Sensing/intuitive*), diz respeito a como o indivíduo percebe o mundo de acordo com suas habilidades de abstração. Os indivíduos Sensitivos preferem a concretude, resolvem problemas usando métodos bem estabelecidos, com números e fatos, tendem a ter paciência com detalhes, boa capacidade de memorização e não gostam de ideias que não apresentam clara conexão com o mundo real. Os Intuitivos preferem descobrir relações entre conceitos, são inovadores e não gostam de rotina. Se sentem confortáveis com abstrações e novos conceitos, e tendem a ter respostas mais rápidas, porém deixando passar detalhes despercebidos; (ii) Visual/verbal, categoriza o indivíduo com base no método de recepção das informações. Essa dimensão diferencia os indivíduos que são orientados visualmente dos indivíduos que são orientados verbalmente. Os visuais preferem a recepção das informações em formatos visuais, como imagens, diagramas, esquemas, filmes ou representações teatrais. Os verbais preferem que as informações sejam faladas ou escritas; (iii) Ativo/Reflexivo (*Active/reflexive*), diz respeito ao processo de aprendizagem do indivíduo no sentido de internalizar o conhecimento. Os indivíduos do tipo ativo preferem atividades que permitem interação com o mundo, como discussão ou explicação, por essa razão, trabalham bem em grupo e em experimentações. Por outro lado, os indivíduos do tipo Reflexivo preferem examinar e manipular a informação de forma introspectiva e tendem a ter dificuldades de aprendizagem em situações que não oferecem oportunidade de pensar sobre as informações apresentadas. São teóricos e apreciam a solidão; e (iv) Sequencial/Global (*Sequential/global*), dimensão usada para categorizar o indivíduo de acordo com o seu método de compreensão de problemas complexos,

que pode ser sequencialmente ou globalmente. Os indivíduos do tipo Sequencial tendem a resolver problemas em etapas lógicas e sequenciais. Os indivíduos do tipo Global preferem ter uma visão geral sobre um tópico antes de detalhá-lo e, com isso, tendem a resolver problemas complexos, mas podem ter dificuldades de explicar como fizeram.

Como instrumento de avaliação do *Felder-Silverman Learning Style Model*, os autores disponibilizam o *Index of Learning Styles* (ILS) Questionnaire [Felder and Spurlin \(2005\)](#); [Soloman and Felder \(1999\)](#). Esse instrumento é composto por 44 questões, com duas opções dicotômicas cada, que englobam as quatro dimensões apresentadas.

2.2.4 Taxonomias baseadas na motivação para aprendizagem

A motivação é uma característica psicológica que define a energia a ser empregada na execução de determinada tarefa ([Roosta et al., 2016](#)). É considerada essencial na educação por ser uma dimensão humana que explica porque as pessoas se esforçam para atingir um dado objetivo ([Bacca et al., 2018](#)).

Entre os diferentes construtos motivacionais, um papel fundamental é desempenhado pelas metas de realização, pois podem ser consideradas uma forma de avaliar a motivação para a aprendizagem ([Raccanello et al., 2014](#)). Um dos instrumentos mais utilizados para avaliar metas de realização é o *Achievement Goal Questionnaire Revised*, AGQ-R ([Elliot and Murayama, 2008](#)), que possui quatro dimensões: (i) Abordagem de Domínio (*Mastery Approach*), se refere aos indivíduos que querem adquirir o máximo de habilidades e realmente dominar o conteúdo abordado; (ii) Evasão de Domínio (*Mastery Avoidance*), refere-se aos indivíduos que querem apenas adquirir as habilidades e conhecimentos necessários para cumprir os objetivos; (iii) Abordagem de Desempenho (*Performance Approach*), refere-se aos indivíduos que definem seus objetivos com base em comparações com os demais, almejando desempenho superior aos outros; (iv) Evasão de Desempenho (*Performance Avoidance*), refere-se aos indivíduos que se comparam com os demais, porém, com o objetivo de não ter desempenho pior que eles.

2.3 Sistemas juízes on-line

Os sistemas juízes on-line têm como objetivo compilar, executar e avaliar programas submetidos por usuários (Wasik et al., 2018). Wasik et al. (2018) classificam os juízes on-line em seis tipos, de acordo os objetivos principais a que se propõem: (i) sistemas que suportam a organização de concursos de competições de programação; (ii) sistemas que aprimoram os processos de educação; (iii) sistemas que auxiliam no recrutamento de pessoas; (iv) sistemas que facilitam a solução de desafios de mineração de dados; (v) sistemas que disponibilizam compiladores on-line; e (vi) plataformas de desenvolvimento integrada a componentes de outros sistemas.

Considerando os juízes on-line voltados para a educação, tem se tornado comum a inclusão de elementos de jogos com o objetivo de aumentar o engajamento e a motivação dos alunos. Os elementos de jogos mais utilizados nesses sistemas são placar e emblemas, que, normalmente, estão associados à quantidade de questões resolvidas pelos alunos (Wasik et al., 2018).

O CodePlay, gamificação proposta nesta tese, está integrado ao sistema juiz on-line CodeBench⁶ (Galvão et al., 2016), desenvolvido na Universidade Federal do Amazonas, para ajudar professores e alunos nas disciplinas de programação. Assim como nos juízes on-line gamificados, o propósito do CodePlay é incentivar os alunos a permanecerem programando por mais tempo. No CodePlay, os alunos se veem como guerreiros que precisam libertar um mundo virtual das garras de um ser extremamente poderoso chamado Marduk.

2.4 Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta alguns trabalhos encontrados na literatura que tem relação com a proposta desta tese. Os trabalhos foram descritos em dois grupos: os que utilizam juízes on-line gamificados como uma ferramenta de apoio à aprendizagem de programação, apresentados na Seção 2.4.1, e os que avaliam os perfis dos usuários em diferentes aplicações de jogos e gamificação, apresentados na Seção 2.4.2.

⁶<http://codebench.icomp.ufam.edu.br/>

2.4.1 Juízes on-line gamificados

Juízes on-line têm sido utilizados, entre outras formas, como ferramenta de apoio a disciplinas de programação. Entretanto, apesar das inúmeras vantagens do uso de tais sistemas, tal como a possibilidade de *feedback* instantâneo aos alunos, permanecem as preocupações identificadas no ensino de programação, como tarefa pouco motivante e difícil para muitos estudantes (Qian and Lehman, 2017; Saeli et al., 2011). Esse fato despertou o interesse por pesquisas que busquem estratégias capazes de trazer ludicidade aos juízes on-line, na esperança de despertar um interesse maior por parte dos estudantes.

Bez et al. (2014, 2013) apresentam o juiz on-line URI, que, desde sua primeira versão em 2012, vem recebendo vários novos recursos, incluindo gamificação. Segundo Klock et al. (2014), no URI *Online Judge* existem quatro elementos de gamificação: os *rankings*, as medalhas, as missões e a personalização de avatar. As missões permitem que o aluno conquiste diversas medalhas. O juiz on-line possui o *ranking* geral e o *ranking* por universidade, classificando os alunos de acordo com a quantidade de problemas resolvidos. O CodePlay, gamificação proposta nesta tese, que integra o sistema juiz on-line CodeBench, além dos elementos de gamificação presentes no URI, possui um jogo, criado nesta tese, que apresenta uma narrativa futurística na qual os estudantes, representados por personagens, têm que fazer um treinamento de programação para ganhar experiências e conseguir derrotar monstros de um mundo virtual. No enredo são incorporadas missões secundárias, *easter eggs*, mistérios, minijogos, entre outros. Os alunos são classificados em três grupos: ouro, prata e bronze (*rating ranking* (Sarkar and Cooper, 2019)), de acordo com a quantidade de problemas resolvidos, sendo mantidos em local de destaque os três primeiros do ranking.

Com uma pequena alteração nos objetivos do juiz on-line, Kasahara et al. (2019) propuseram usar gamificação com o intuito de incentivar os alunos a desenvolverem códigos de alta qualidade no juiz on-line Waseda (WOJ). Usando a métrica *cyclomatic complexity* (CC) (McCabe, 1976), os autores implementaram um *ranking* que ordena os alunos de acordo com a qualidade dos códigos desenvolvidos no juiz on-line. O *ranking* é mostrado para cada problema de programação e apresenta as classificações dos alunos, nomes, pontuações de CC e tempo de

envio. Os usuários classificados do primeiro ao terceiro lugares são exibidos em cores diferentes. Os autores justificam a escolha de placares da seguinte forma: (i) como é difícil selecionar limiares adequados de métricas de código para julgar a qualidade dos códigos desenvolvidos, optou-se por permitir que os alunos comparem os valores de tais métricas entre si, ao invés de mostrar apenas os valores alcançados por cada aluno individualmente, e (ii) o conceito de placar é familiar em programação competitiva. Para avaliar a eficácia, a ferramenta foi usada em um curso de Programação C, com duração de seis semanas, divididas em duas partes. Como resultado, os avaliadores destacaram que os alunos recorreram a várias técnicas de qualidade de software para melhorar suas pontuações, como por exemplo, a criação de funções para evitar duplicação de código. Ao contrário do trabalho apresentado por [Kasahara et al. \(2019\)](#), o juiz on-line CodeBench é integrado a uma gamificação que possui um jogo do gênero aventura, subgênero RPG, contendo uma variedade de elementos de jogos como: enredo imersivo, avatares, bens virtuais, recompensas, missões secundárias, *easter eggs*, entre outros. Além disso, o CodeBench avalia os alunos de acordo com a corretude dos códigos submetidos, e não usa métricas de código para avaliar a qualidade das soluções submetidas.

[Sinly et al. \(2018\)](#) desenvolveram uma gamificação para um sistema juiz on-line chamado UMN OJ. O UMN OJ é usado para treinamento de um clube de estudantes interessados em participar de competições de programação, da *Universitas Multimedia Nusantara*. Os elementos de jogos implementados na gamificação foram selecionados levando em consideração os perfis dos jogadores, identificados através da Taxonomia de Bartle, aplicada a 24 estudantes pertencentes ao clube de programação. Os autores avaliaram o sistema de duas formas: (i) total de acessos, onde foi evidenciado o aumento no número de participações, de 37%, no sistema juiz on-line sem gamificação, para 95%, com o juiz on-line gamificado. Os autores acreditam que a gamificação teve um papel importante nesse aumento, mas pretendem aumentar o número de usuários para validar os experimentos; e (ii) teste de aceitação do usuário, onde os autores usaram o modelo *Hedonic Motivation System Adoption Model* (HMSAM) ([Lowry et al., 2012](#)) para avaliar o índice de aceitação do sistema gamificado, e concluíram que a maioria dos entrevistados aprovou a nova gamificação. Embora a gamificação do juiz on-line UMN OJ e a

gamificação integrada ao CodeBench possuam objetivos similares, o trabalho de [Sinly et al. \(2018\)](#) adota apenas elementos básicos de gamificação, como placar, emblemas e personalização, ao contrário do CodePlay, proposto nesta tese, que contém um jogo do gênero RPG *multiplayer* integrado ao juiz on-line CodeBench. Além disso, o público-alvo do juiz on-line gamificado UMN OJ é formado por alunos interessados em participar de competições de programação, enquanto o CodeBench pode ser usado como ferramenta de apoio para qualquer disciplina de programação, tendo uma arquitetura ajustável à necessidade do professor da disciplina.

Mais relacionado a jogos, [Petit et al. \(2017\)](#) apresentam o juiz on-line denominado Jutge, cujo objetivo é apoiar estudantes e instrutores de programação, oferecendo problemas organizados por curso, conteúdo e dificuldade. Os autores registram que o juiz on-line costuma ser utilizado na disciplina Estruturas de Dados para gerenciar uma atividade denominada “O Torneio de EAD”, em que alunos competem entre si projetando e implementando estratégias para controlar os movimentos de vários personagens de um jogo, de acordo com um conjunto de regras pré-estabelecido. Cada aluno tem três semanas para definir individualmente sua estratégia e criar um jogador que sempre vença o “*dummy*” (jogador programado pelos professores). O pior jogador de cada rodada é eliminado, e quanto mais um aluno permanecer no jogo, maior será sua nota. Ao final é realizada uma cerimônia onde os melhores programadores são convidados a descrever suas estratégias. A atividade competitiva é utilizada há 10 semestres e sempre conta com a participação de mais de 90% das turmas. Segundo os autores, essa estratégia de gamificação melhorou em 20% a taxa de aprovação na disciplina. Dentre os trabalhos descritos nesta proposta de tese, [Petit et al. \(2017\)](#) é o único que usa a ideia de um jogo em conjunto com o juiz on-line, entretanto, o jogo é criado a partir da produção dos alunos, isto é, os programas desenvolvidos pelos alunos competem com os programas desenvolvidos pelos professores. Diferentemente do CodePlay, que prioriza a cooperação e utiliza um robusto conjunto de elementos de jogos, [Petit et al. \(2017\)](#) modelaram uma competição utilizando o conteúdo da disciplina, incentivando muito mais a competitividade e utilizando o *ranking* para apresentar o resultado. Outra diferença entre as duas propostas é que o jogo integrado ao CodeBench não requer mudanças no conteúdo e nas

atividades da disciplina, enquanto os elementos de jogos descritos por [Petit et al. \(2017\)](#) requerem alterações significativas na dinâmica aplicada nas turmas.

Por fim, a exemplo do que está sendo proposto neste projeto de tese, [Ribeiro et al. \(2020, 2018\)](#) têm como objetivo gamificar o sistema de juiz on-line Code-Bench. Na gamificação o aluno percorre um mapa e, ao final do período, luta contra um monstro. Para que seja possível vencer a batalha, o aluno precisa acumular forças e armas através da resolução de exercícios. A integração do juiz on-line se dá similar ao jogo que está sendo proposto. Quando o código submetido pelo estudante é verificado como correto, é sorteada uma carta de baralho (elemento sorte), que pode fornecer força (1 a n pontos de força) e quantidade de casas a serem andadas no mapa (1 a m casas), configuráveis pelo professor. No caso que o estudante obtenha nota máxima em uma lista de exercícios, seu avatar ganha um *badge*, representado por uma arma mais potente. Quanto melhor a arma usada pelo avatar, mais pontos de vida ele consegue tirar do monstro final, cuja morte define o estado vencedor do jogo. A diferença entre [Ribeiro et al. \(2020, 2018\)](#) e o CodePlay, gamificação que possui um jogo RPG *Multiplayer* proposto nesta tese, é que o enredo é futurístico, onde os alunos se veem como guerreiros presos em um mundo virtual, uma espécie de Matrix⁷, criado por um ser chamado Marduk. Como o mundo virtual onde estão presos foi desenvolvido através de tecnologia computacional e de linguagens de programação disponíveis no mundo real, a única forma de vencer Marduk e se proteger dos demais perigos do mundo virtual é através do conhecimento de programação.

No jogo proposto, por ser inspirado em um jogo do gênero aventura, subgênero RPG, foi possível implementar vários elementos de jogos. Além disso, o jogo é dividido em fases, com cenário, enredo e desafios diferentes, de forma que o aluno tem a sensação de ter um jogo novo a cada fase, o que fornecerá evidências capazes de avaliar se disponibilizar cenários e desafios novos em intervalos pré-definidos durante o período letivo pode ajudar a manter níveis de engajamento maiores, conforme o tempo passa, quando comparado a [Ribeiro et al. \(2020\)](#) que mantém o mesmo cenário durante todo o período.

⁷Termo inspirado na trilogia de filmes de ação e ficção das décadas de 1990 e 2000. Trailer do primeiro filme disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2KnZac176Hs>.

2.4.2 Tipos de usuários em jogos ou sistemas gamificados

Usuários de jogos ou sistemas gamificados costumam ser motivados por diferentes elementos de jogos. Desta forma, sistemas *one-size-fits-all* - que são projetados para atender todos os tipos de usuários - têm se mostrado pouco eficientes (Schöbel et al., 2017). Por essa razão, alguns trabalhos têm pesquisado sobre o uso de jogos ou ambientes gamificados personalizados, que são capazes de adequar os elementos de jogos utilizados aos diferentes perfis de usuários. Por causa dessa tendência de personalização dos ambientes gamificados, nos últimos anos tem aumentado o número de estudos que buscam identificar os elementos de jogos que são mais atrativos para cada tipo de usuário (Lopez and Tucker, 2019; Amado and Roleda, 2020; Agapito and Rodrigo, 2018; Bovermann and Bastiaens, 2020; Hallifax et al., 2019b; Chtouka et al., 2019; Lavoué et al., 2018; Herbert et al., 2014; Roosta et al., 2016; Hassan et al., 2019a; Denden et al., 2017; Monterrat et al., 2017; Daghestani et al., 2020; Hassan et al., 2019b). Esta seção apresenta alguns desses estudos.

Lopez e Tucker (2019) analisam a relação entre os tipos de usuários e o desempenho individual dos jogadores. Eles utilizaram um exergame (Matallaoui et al., 2017; Larsen et al., 2013), que exigia que os participantes utilizassem movimentos de corpo inteiro (dobrar, estender um braço, pular) para concluir tarefas físicas, como passar por obstáculos sem tocá-los. Foi usado um sensor de rastreamento Microsoft Kinect, que permitia que os participantes interagissem com os aplicativos por meio de um ambiente virtual. O framework Hexad (Marczewski, 2015; Tondello et al., 2016) foi usado para identificar os perfis dos jogadores, que foram divididos em dois grupos. O grupo de controle interagiu com a aplicação não gamificada e o grupo experimental interagiu com uma versão gamificada, contendo três elementos de jogos: pontos, conteúdo desbloqueável e avatar. Após utilizar a versão gamificada, cada participante classificou os elementos de jogos com base em cinco afirmações: (i) divertido, (ii) útil, (iii) preferível, (iv) motivador e (v) frustrante, e deram *feedback* por meio de pergunta aberta. O desempenho dos participantes foi calculado pelo desvio entre a localização da articulação ao atravessar os obstáculos, registrado pelo sensor Microsoft Kinect, e a posição necessária do corpo para atravessá-los sem tocá-los. Segundo os autores, os participantes que

interagir com o aplicativo gamificado tiveram melhor desempenho em comparação aos participantes do não gamificado. Ao avaliar os tipos de usuários segundo o framework Hexad, os participantes que obtiveram pontuação alta no tipo conquistador melhoraram seu desempenho mais do que os outros participantes. Os que obtiveram pontuação alta no tipo filantropo ou espírito livre tiveram melhor desempenho que outros participantes. Os participantes que obtiveram pontuação alta no tipo espírito livre, filantropo ou jogador, tiveram desempenho pior no aplicativo gamificado em comparação com o não gamificado. Em análise da percepção identificada pelo questionário, os elementos “ponto” e “avatar” foram percebidos como frustrantes e “conteúdo desbloqueável” como útil e preferido. Segundo os autores, os comentários dos usuários indicaram problemas no “avatar”, sugerindo que ele atrapalhou o desempenho dos jogadores. O CodePlay, jogo proposto nesta tese, apresenta 26 categorias de elementos de jogos, que atendem diferentes motivações dos tipos de usuários Hexad, o que acredita-se possibilitar uma análise completa dos efeitos dos elementos de jogos nos perfis de usuário.

Amado e Roleda (2020), em um sistema gamificado para aprendizagem de física, investigaram as preferências dos elementos de jogos e o engajamento dos estudantes considerando os perfis Hexad (Marczewski, 2015; Tondello et al., 2016) dos alunos. Os elementos de jogos foram escolhidos como base em Tondello et al. (2016), sendo para: (i) filantropo: emblemas e moedas que podem ser trocadas por *power-ups* (como bônus e privilégios, por exemplo, entregar um exercício com atraso); (ii) socializadores: missões (*quest*) de aliança e placar; (iii) espírito livre: recursos desbloqueáveis por nível, avatar e nomes no jogo; (iv) conquistador: níveis e desafios de dificuldades variadas; (v) jogadores: pontos de experiência, placar, conquistas e moedas; e (vi) disruptores: anonimado no placar. Foi incorporado, ainda, o elemento escolha. Como resultado, segundo os autores, para os tipos filantropos, disruptores e jogadores, o elemento de jogo preferido é a escolha, implementada no curso gamificado por possibilitar que os alunos escolham se trabalham sozinhos ou em grupo e a dificuldade do desafio (fácil, normal ou difícil). Já os tipos espírito livre, socializador e conquistador, preferem as recompensas na forma de pontos, conquistas e moedas. As entrevistas realizadas indicaram que esse grupo de alunos prefere as recompensas, pois o ajuda a ter uma boa reputação em sala de aula. Os tipos empreendedor também mostraram preferência

por coleção e comércio virtual (emblemas, moedas e *power-ups*) e os socializadores por conteúdos desbloqueáveis. Apesar de alguns tipos não estarem de acordo com os elementos de jogos sugeridos por [Tondello et al. \(2016\)](#), os autores acreditam que, como o tipo conquistador é motivado pela realização de tarefas difíceis, isso explica sua preferência por emblemas, que são atribuídos aos alunos por cumprirem determinadas condições que não eram facilmente atingidas. Quanto ao elemento de jogo com menor preferência, os alunos de diferentes tipos escolheram a competição, na forma de placar. Segundo os alunos, esse elemento gera sentimentos e emoções negativas provocados quando o aluno tem uma classificação baixa. Foi também avaliado o engajamento dos alunos no curso, medido com o *Student Course Engagement Questionnaire* (SCEQ) ([Handelsman et al., 2005](#)), que mede o envolvimento de estudantes universitários em determinados cursos. São 23 itens divididos em quatro subescalas: engajamento de habilidades, engajamento emocional, engajamento de participação/interação e engajamento de desempenho. Tanto para as médias gerais quanto para as médias por tipo Hexad, os jogadores têm pontuação de média à alta, indicando que os alunos, independente dos tipos de jogadores, mostraram alto nível de envolvimento no curso, sugerindo que, para este curso de física gamificado, o tipo de jogador Hexad dos alunos não é um fator de engajamento. O CodePlay, proposto nesta tese, também subsidiará a avaliação da utilização dos elementos. Entretanto, o CodePlay é composto por elementos de jogos de entretenimento em um ambiente educacional, sem que os elementos de jogos precisem ser adaptados ao conteúdo da disciplina.

Agapito e Rodrigo ([2018](#)) propõem um sistema de gerenciamento de atividades gamificado cujo objetivo é oferecer aos professores a gestão de atividades de avaliação, como questionários e exercícios de laboratório. Os perfis dos jogadores foram identificados pelo framework Hexad ([Tondello et al., 2016](#); [Marczewski, 2015](#)), usando os quatro perfis que tratam da motivação intrínseca (conquistador, socializador, filantropo e espírito livre), por acreditarem que, nesse contexto, a gamificação significativa, baseada em autonomia, domínio e relacionamento, é mais eficaz do que as práticas baseadas em recompensa. Os elementos de jogos são voltados para a temática educacional, como segue: (i) Autonomia: oferecer aos alunos opções de perguntas/problemas, por exemplo, dar opções como “resolver 3 de 5 problemas”; (ii) Domínio: permitir erros sem altos riscos, com *feedback* imediato.

O *feedback* inclui exibição de pontuação e marcas indicando itens corretos. São apresentados gráficos com os progressos dos alunos em relação a cinco habilidades: conceitos, rastreamento, programação, depuração, tutoria; e (iii) Relacionamento: permitir que os alunos tirem dúvidas entre si. O aluno que orienta o outro recebe pontos de tutor. O critério de qual aluno procurar é dos próprios alunos, que podem elogiar os tutores. Mais especificamente, os elementos utilizados são: número de tentativas, se “mostrar pontuação” está habilitado, ordem de resposta das perguntas, número de visualizações de perfil e de cada habilidade, número de pontos de tutor dados e recebidos. O sistema foi utilizado em uma disciplina de programação introdutória, e os alunos foram divididos em dois grupos. No primeiro grupo os alunos iniciaram no ambiente sem gamificação, depois foram incluídos todos os elementos de jogos. No segundo grupo foi usado o ambiente gamificado, mas os elementos foram selecionados de acordo com o comportamento dos alunos no sistema. Os autores concluíram que, independentemente do tipo de jogador, todos os alunos tentaram mais de uma vez e buscaram *feedback*, com isso, os autores não perceberam relação com o perfil do jogador. Em relação ao domínio, observou-se que, nos experimentos que tinham exercícios extra, os alunos pularam ou resolveram a lista em ordem diferente da apresentada, porém, também não teve relação com o tipo de jogador. Já em relação à colaboração, percebeu-se que os alunos que receberam pontos de elogios na atividade de tutoria eram todos do perfil filantropo. No CodePlay, os alunos têm elementos de jogos de entretenimento, incorporado ao juiz on-line CodeBench.

Bovermann e Bastiaens (2020) investigaram como cinco tipos de usuários Hexad (Marczewski, 2015) podem estar relacionados a seis atividades de aprendizagem on-line, comuns no sistema de gerenciamento de aprendizagem Moodle. As atividades são fórum, avaliação por pares, quiz, tarefas, tutorial e wiki. A pesquisa foi realizada com alunos de graduação e mestrado à distância. Foram analisados os tipos de usuários e sua associação com as atividades de aprendizagem. Os participantes responderam o questionário Hexad considerando somente cinco tipos (socializador, espírito livre, conquistador, filantropo e jogador). Para avaliar as atividades de aprendizagem on-line, foram respondidas seis questões, uma para cada atividade, em escala Likert de quatro pontos. A distribuição dos estudantes por tipo é: 26% conquistadores, 23% filantropos, 21% espíritos

livre, 16% socializadores e 14% jogadores. Segundo os autores, o tipo socializador apresentou conexão com cinco dos seis tipos de atividades educacionais (fórum, revisão por pares, tarefas, wiki e tutorial), este resultado era esperado uma vez que muitas atividades de aprendizagem têm a característica de interação entre os participantes. Os espíritos livre apresentaram conexão com o quiz, contrariando as características de autonomia e independência, já que o quiz tem regras e instruções para serem seguidas. Outra descoberta conflitante é a semelhança entre os tipos socializadores, motivados por relacionamento, e filantropos, motivados por propósito, pois, apesar de terem motivações diferentes, tiveram atividades educacionais parecidas e são os dois tipos mais representativos no conjunto de estudantes analisado. O tipo jogador, motivado por recompensa, está associado à atividade on-line tarefa, focando a atenção ao seu objetivo de conquista ou reconhecimento, confirmando a motivação extrínseca, ao contrário dos outros tipos que estão associados à motivação intrínseca (relacionamento, autonomia, domínio). Ao contrário de Bovermann e Bastiaens (2020), que avalia elementos de aprendizagem aos perfis Hexad, o CodePlay propõe a utilização de elementos de jogos de entretenimentos ao contexto educacional, entretanto, os trabalhos tem similaridade na análise dos perfis dos jogadores associados aos elementos de jogos.

2.5 Síntese do Capítulo

Este capítulo apresentou os conceitos relacionados a jogos, gamificação, tipologias de jogadores e juízes on-line, e os trabalhos que têm relação com a pesquisa proposta nesta tese. Observou-se que, apesar de existirem várias pesquisas que exploram juízes on-line gamificados como apoio à aprendizagem de programação, a maioria delas incorpora poucos elementos de jogos e em grande parte elementos voltados para a dinâmica competição, como o placar, que está presente em todos os trabalhos. Entretanto, em nenhum deles é proposta a incorporação de elementos de jogos tipicamente encontrado um jogos de entretenimento, como no CodePlay. Já em relação à análise de elementos de jogos por tipo de jogador, a maioria dos trabalhos descrita utiliza o contexto educacional e optou por utilizar elementos voltados para a temática educacional, como por exemplo, permitir que moedas sejam trocadas por exercícios em atraso, desbloquear conteúdos mais complexos,

ou escolher as questões ou a dificuldade delas, diferente do que se propõe nesta tese.

Além disso, as pesquisas normalmente usam ambientes específicos para uma disciplina, de forma que a dinâmica do jogo é incorporada à dinâmica da disciplina. A partir dessa observação, foi identificada uma oportunidade de pesquisa, por meio da proposta de uma gamificação capaz de ser utilizada por diferentes disciplinas, uma vez que a dinâmica do jogo não está amarrada à um determinado conteúdo curricular.

Para subsidiar a escolha da tipologia de jogadores utilizada nesta tese, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura, descrito no próximo capítulo.

Capítulo 3

Mapeamento Sistemático da Literatura

Este capítulo apresenta um mapeamento sistemático cujo objetivo é consolidar as taxonomias de usuários adotadas pelos artigos que selecionam e/ou adaptam os elementos de jogos aos perfis de cada usuário. Para isso, na Seção 3.1 é apresentada a metodologia utilizada no mapeamento, e a Seção 3.2 discute os resultados para cada questão de pesquisa.

3.1 Metodologia

Para a condução deste mapeamento foi utilizado o protocolo proposto por [Kitchenham et al. \(2015\)](#), que define um conjunto de diretrizes para identificar, avaliar, interpretar e sumarizar os estudos disponíveis considerados relevantes para um dado tópico de pesquisa. Dessa forma, esta seção descreve o processo realizado para execução do protocolo, que inclui a definição das questões de pesquisa, definição das estratégias de busca, e escolha dos critérios de inclusão e exclusão, e extração.

3.1.1 Questões de pesquisa

Neste capítulo é conduzido um mapeamento dos artigos que utilizam estratégias para identificar os perfis de usuários em jogos ou ambientes gamificados e que,

com base nesses perfis, avaliam o impacto dos elementos de jogos dentro desses ambientes. O objetivo desse mapeamento é consolidar as estratégias utilizadas, os instrumentos de avaliação, as formas de utilização e os contextos de aplicação dos jogos ou ambientes gamificados. Para isso, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa:

- QP1: Quais são as estratégias de classificação de usuários normalmente adotadas nos estudos sobre customização/personalização de jogos sérios ou sistemas gamificados?
- QP2: Qual o contexto de aplicação dos jogos sérios e sistemas gamificados customizados/personalizados?
- QP3: Quais e como são usados os instrumentos de identificação dos tipos de usuários?
- QP4: Como são avaliados os resultados alcançados pelo uso de jogos sérios e sistemas gamificados customizados?

3.1.2 *String* de busca

Para responder as questões de pesquisa propostas, a *string* de busca foi elaborada com base em análises a priori de artigos relevantes e é composta por quatro conjuntos de palavras-chave:

- ***Game or gamification:*** são as palavras relacionadas a games ou gamificação, por exemplo: “*gamification*” OR “*game*” OR “*gamify*” OR “*gamific*” OR “*serious game*” OR “*gamified*”;
- ***Personalization:*** são as palavras relacionadas às preferências dos usuários, por exemplo: “*personality type*” OR “*personality typology*” OR “*personality profile*” OR “*personality preference*” OR “*player type*” OR “*player typology*” OR “*player profile*” OR “*player preference*” OR “*user type*” OR “*user typology*” OR “*user profile*” OR “*user preference*” OR “*gamer type*” OR “*gamer typology*” OR “*gamer profile*” OR “*gamer preference*” OR “*gamer type*” OR

“gamer typology” OR “gamer profile” OR “gamer preference” OR “personalization” OR “personalized gamification” OR “adaptive” OR “customization” OR “customisation” OR “tailoring”;

- **Game elements:** são as palavras relacionadas aos elementos que compõem os jogos, por exemplo: *“game element” OR “element” OR “Game Design Element” OR “mechanics” OR “gaming features”;*
- **Engagement:** são as palavras relacionadas ao efeito gerado no usuário. Por exemplo: *“engagement” OR “motivation” OR “performance” OR “levels of participation” OR “attendance” OR “effort” OR “dedication” OR “satisfaction”.*

Para validar a *string* de busca, foi selecionado um conjunto com cinco artigos de controle (Tondello et al., 2016; Lopez and Tucker, 2019; Lavoué et al., 2018; Monterrat et al., 2017; Daghestani et al., 2020) considerados relevantes e que ajudam a responder as questões de pesquisa. A consulta foi considerada satisfatória quando todos os artigos presentes no grupo de controle foram retornados pela *string* de busca.

3.1.3 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão (CI) foram definidos como segue:

- O artigo deve discorrer sobre a relação entre os elementos de jogos e os tipos de jogadores;
- O artigo deve discorrer sobre como usar a relação entre elementos de jogos e os tipos de jogadores para analisar o engajamento dos usuários.

Os critérios de exclusão (CE) foram definidos como segue:

- Não atender aos critérios de inclusão;
- O artigo não ser um artigo completo (considerando para isso no mínimo 6 páginas);

- A versão completa do artigo não estar disponível entre as fontes selecionadas;
- O idioma do artigo não ser inglês;
- O artigo estar duplicado;
- Ser livro ou capítulo de livro, tese ou dissertação;
- O estudo ser sumário de anais de eventos científicos, descrição de um curso, editorial, resumo de palestra, *workshop* ou tutorial, mapeamentos sistemáticos da literatura ou mesmo estudos apresentando revisões informais da literatura;
- O estudo ser uma versão mais antiga de outro estudo já considerado.

Ao final, foram excluídos os artigos que não atenderam todos os critérios de inclusão ou a pelo menos um critério de exclusão e será apresentado na próxima seção.

3.1.3.1 Estratégia de condução da pesquisa

A estratégia de divisão de atividades foi inspirada em [Oliveira et al. \(2017\)](#), onde o protocolo de revisão e a estratégia de busca foram definidos por dois pesquisadores, e os critérios de inclusão e exclusão foram definidos pelos demais pesquisadores. Para avaliar a confiança na seleção dos artigos, dois pesquisadores selecionaram, individualmente, uma amostra aleatória de vinte artigos, aplicando os critérios de inclusão. Após a seleção, o doutoranda e o orientador analisaram os artigos com base no título e resumo. As classificações foram comparadas e foi utilizado o teste Kappa ([Cohen, 1960](#)) para avaliar a confiança na classificação. O teste indicou que os pesquisadores convergiram estatisticamente ($Kappa = 0,8$) na seleção dos artigos, aumentando a confiança e diminuindo o viés do pesquisador na inclusão dos artigos.

3.2 Resultados e Discussões

Esta seção descreve os resultados alcançados a partir da execução do mapeamento. Inicialmente são apresentadas as bibliotecas digitais utilizadas e a forma de seleção

dos artigos. Na sequência são descritas as respostas das questões de pesquisa.

3.2.1 Bibliotecas Digitais e Seleção Inicial de Artigos

As bibliotecas digitais utilizadas neste estudo foram Scopus¹, IEEE Xplore² e ACM Digital Library³. Elas foram selecionadas tendo como base a intersecção de outros mapeamentos e revisões sistemáticas sobre jogos e gamificação (Alahäivälä and Oinas-Kukkonen, 2016; Hallifax et al., 2019a; Klock et al., 2020).

Foi retornado um total de 579 artigos nas máquinas de busca das três bibliotecas digitais, conforme apresentado na Figura 3.1. Destes, 445 foram retornados pela Scopus, 106 pela IEEE e 28 pela ACM. Após a exclusão dos artigos duplicados, restaram 488.

Para avaliar a relevância dos estudos, segundo as questões de pesquisa, a lista de artigos passou por dois filtros e uma etapa de extração de informações. No *primeiro filtro*, foram lidos o título e o resumo dos artigos, com o objetivo de remover os artigos que não atendiam a todos os critérios de inclusão ou que atendiam a pelo menos um critério de exclusão. Os artigos que sobraram foram encaminhados para o *segundo filtro*, onde foi feita a leitura completa dos artigos e removidos todos os que não respondiam as questões de pesquisa definidas nesta pesquisa. Por fim, na etapa de *extração de informações*, foi feita uma nova leitura completa dos artigos para a extração das informações que subsidiam as respostas das questões de pesquisa, incluindo outras informações relevantes, como autores, veículo de publicação, ano, objetivo, metodologia, entre outros.

Ao final, 41 artigos foram incluídos neste mapeamento sistemático da literatura. A Figura 3.1 apresenta as etapas de seleção dos estudos, evidenciando o total de artigos retornados por cada base de busca, assim como quantos artigos de cada base foram incluídos no mapeamento, sendo 36 da Scopus, quatro do IEEE e um da ACM.

As subseções a seguir apresentam as respostas das questões de pesquisa.

¹<https://www.scopus.com>

²<https://ieeexplore.ieee.org>

³<https://dl.acm.org/>

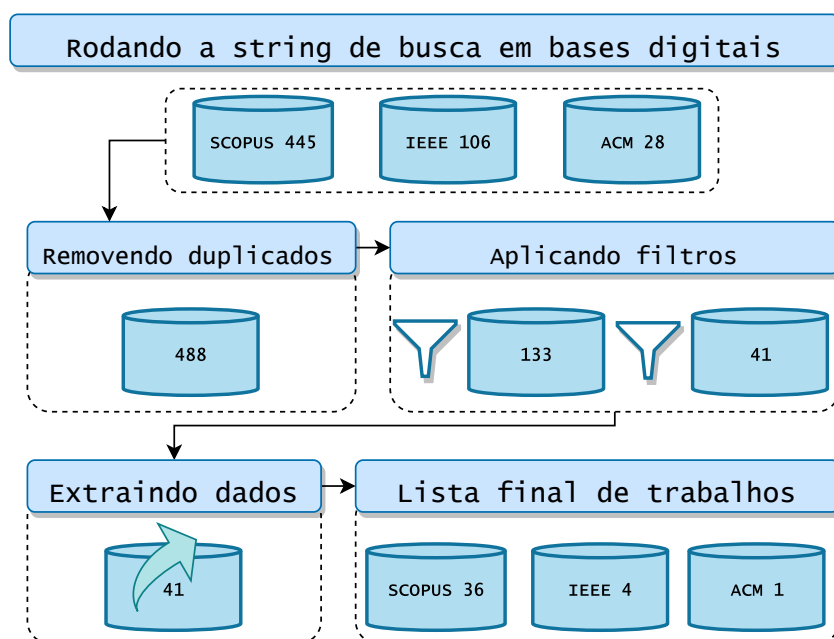


Figura 3.1: Etapas de seleção dos estudos retornados nas três bibliotecas digitais.
Fonte: Elaborada pela autora.

3.2.2 Quais são as estratégias de classificação de usuários normalmente adotadas nos estudos sobre customização/personalização de jogos sérios ou sistemas gamificados? (QP1)

Os 41 artigos incluídos neste mapeamento adotaram um total de onze estratégias distintas para classificar os usuários de jogos sérios e sistemas gamificados. Essas onze estratégias podem ser agrupadas nos quatro tipos de tipologias, conforme distribuição apresentada na Figura 3.2 e listadas a seguir:

- **Taxonomias baseadas no perfil de jogador:** utilizadas em 31 artigos;
- **Taxonomias baseadas na personalidade do usuário:** utilizadas em oito artigos;
- **Taxonomias baseadas no estilo de aprendizagem:** utilizadas em cinco artigos;

- **Taxonomias baseadas no estilo de motivação para a aprendizagem:** utilizada em um artigo.

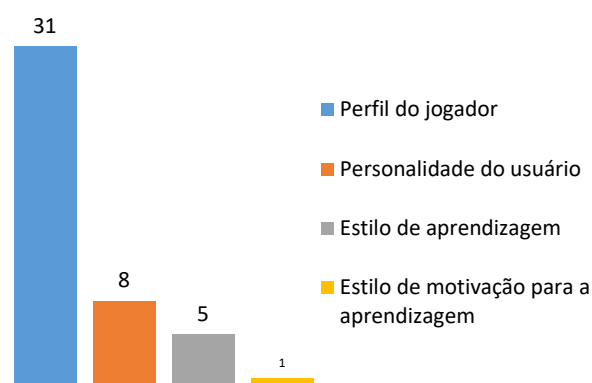


Figura 3.2: Formas de classificação dos tipos de usuários em jogos ou ambientes gamificados.

A soma dos números de artigos que adotam as diferentes estratégias é superior a 41 (número de artigos incluídos no mapeamento) porque quatro artigos adotaram tipologias de tipos diferentes. Como forma de caracterizar cada uma das tipologias para tipificar os usuários, a seguir são apresentadas as estratégias utilizadas nas pesquisas.

3.2.2.1 Taxonomias baseadas no perfil de jogador

Dos 41 artigos incluídos neste mapeamento, 31 utilizaram taxonomias baseadas em perfil de jogador, o que representa 76% dos artigos. As taxonomias citadas nos artigos foram: (i) *Framework* de Tipos de Usuários Hexad (Marczewski, 2015), que é fundamentada nas pesquisas sobre teoria da autodeterminação, tipologia dos usuários, e experiência prática em *design* (Tondello et al., 2016), e está presente em 21 artigos, isto é, 71% dos artigos que adotam estratégias baseadas no perfil do jogador; (ii) Tipologia de Jogador BrainHex (Nacke et al., 2014), que é fundamentada em pesquisas neurobiológicas de satisfação do jogador e sobre emoções em jogos, e está presente em sete artigos, ou 20% dos artigos que adotaram esse tipo de tipologia. (iii) Modelo Play Traits (Fortes Tondello et al., 2018; Tondello et al., 2019), que está presente em apenas um artigo incluído, 3%, e

que busca identificar as características do usuário que influenciam nas decisões tomadas dentro dos jogos, bem como em suas preferências por certas mecânicas e elementos de jogo; (vi) Tipos de Jogador de Bartle (Bartle, 1996), é utilizado em dois artigos, 6%, e identifica os jogadores de MUD (*Multi-user dungeon*) por meio de seus interesses dentro do jogo. Os interesses de um usuário no jogo podem variar em duas dimensões, são elas: (i) ação versus interação, isto é, varia da ênfase em agir no jogo para interagir com outros jogadores, e (ii) orientação para os demais jogadores versus para o mundo do jogo, isto é, varia da ênfase nos jogadores para a ênfase no ambiente do jogo; e (v) Identificador de Tipos de Jogador (*Player Type Identifier*) (Hassan et al., 2019a), que classifica os perfis dos usuários através dos dados de utilização de um sistema de *e-learning* gamificado, e também é utilizado em um único artigo.

A distribuição das taxonomias baseadas no perfil de jogador utilizadas nos artigos incluídos neste mapeamento pode ser visualizada na Figura 3.3.

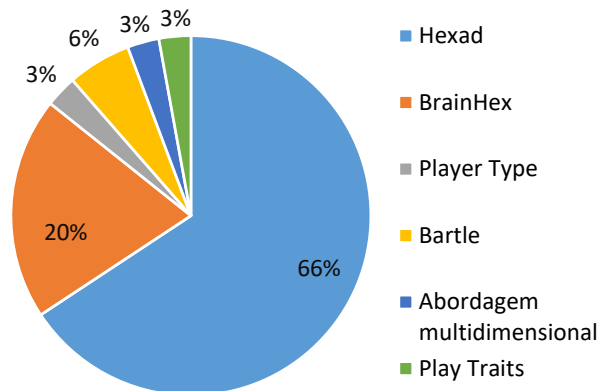


Figura 3.3: Taxonomias baseadas no perfil dos jogador.

O Framework Hexad é encontrado em 21 (Tondello et al., 2016; Lopez and Tucker, 2019; Amado and Roleda, 2020; Ašeriškis and Damaševičius, 2017; Hallifax et al., 2019b; Agapito and Rodrigo, 2018; Bovermann and Bastiaens, 2020; Herbert et al., 2014; Carlier et al., 2021; Altmeyer et al., 2021; Gabele et al., 2021; Rogers et al., 2021; Leong et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Jamaludin et al., 2021; Sienel et al., 2021; Van Houdt et al., 2020; Nousiainen et al., 2020; Oliveira et al., 2020; Hallifax et al., 2020; Chan et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020), ou seja,

68% dos artigos analisados que pertencem à categoria Perfil de Jogador. Um fato que chama a atenção é que 88% do total de artigos incluídos neste mapeamento, isto é, 36 artigos, são sobre gamificação. Essa pode ser uma das razões para o *framework* Hexad ser a taxonomia baseada em perfil de jogador mais utilizada nos artigos, uma vez que ela se diferencia das demais por ser específica para sistemas gamificados. Além disso, os estudos envolvendo essa taxonomia tendem a se preocupar com os elementos de *design*, e sugerir elementos de jogo que podem se adequar melhor às preferências de cada tipo de jogador (Tondello et al., 2016). Outro diferencial desse *framework* é que sua escala foi validada empiricamente em um dos artigos incluídos neste mapeamento (Tondello et al., 2016). A escala é composta por 24 itens, respondidos em escala Likert de sete pontos, que geram as pontuações sobre as preferências do usuário em relação aos seis diferentes tipos de motivação que compõem o *Framework* Hexad (Marczewski, 2015). A escala contém quatro questões para cada um dos seis tipos de usuário, totalizando os 24 itens citados. Dependendo das respostas dos usuários, são identificados um ou mais perfis de motivação, de forma que um usuário pode ser enquadrado em mais de um tipo nesse *framework*. Para a validação da escala foi realizada análise de confiabilidade interna, teste e reteste, além de análise fatorial. Além da validação da escala, o estudo também analisa e sugere elementos de jogo com efeitos positivos e negativos de acordo com o perfil do usuário.

Em relação à Tipologia de Jogador BrainHex, um total de sete artigos usaram essa tipologia para classificar seus usuários (Lavoué et al., 2018; Monterrat et al., 2017; Orji et al., 2014; Daghestani et al., 2020; Hallifax et al., 2019b; Sienel et al., 2021; Oliveira et al., 2020), o que representa 21% do total de artigos que utilizam taxonomias baseadas em perfil de jogador. Os autores que optaram por utilizar essa tipologia justificaram sua escolha por ela não estar restrita a um gênero específico de jogo, por possuir um questionário simples e por ter sido aplicada com sucesso em outras pesquisas.

O único artigo (Tondello et al., 2019) incluído neste mapeamento que utilizou o Modelo Play Traits é o artigo que apresenta a proposta do modelo e sua escala de validação. Esse artigo representa 3% do total das pesquisas que utilizaram taxonomias baseadas no perfil de jogador. Não foram retornados artigos que utilizaram o modelo como forma de personalizar os jogos ou sistemas gamificados.

Uma possível justificativa para esse fato é que a validação do modelo é recente.

Em relação ao Tipos de Jogador de Bartle ([Bartle, 1996](#)), dois artigos ([Sienel et al., 2021](#); [Leong et al., 2021](#)) foram incluído neste mapeamento que utilizaram essa tipologia para classificar seus usuários. Em [Sienel et al. \(2021\)](#), os autores realizaram um estudo utilizando os resultados de quatro tipologias de classificação de usuários ([Bartle, 1996](#); [John et al., 1999](#); [Marczewski, 2015](#); [Nacke et al., 2014](#)), entre elas a Bartle. Com base nos resultados, os autores desenvolveram e validaram um modelo de previsão de preferências individuais de usuários de gamificação. Apesar dos resultados servirem como base para a proposta de um novo modelo, os dados do Bartle foram validados empiricamente em um aplicativo fitness. Seguindo a linha de nutrição, [Leong et al. \(2021\)](#) utilizaram Bartle, sem dar muitos detalhes dos resultados. Oportuno registrar que Bartle é uma taxonomia amplamente utilizada na literatura e serve de base para muitas outras. Entretanto, os resultados deste mapeamento indicam que, pelo fato de 88% das pesquisas serem aplicadas a ambientes gamificados e a taxonomia ser proposta para jogos MUD, fez com que os autores buscassem opções mais adequadas ao contexto de estudo, ou pode indicar ainda, que tal taxonomia não tem sido utilizada em estudos que avaliam o impacto de elementos de jogo nos usuários.

Além das taxonomias consolidadas na literatura, o Player Type ([Hassan et al., 2019a](#)) e a Abordagem Multidimensional ([Rodrigues et al., 2021](#)) também são utilizados em um único artigo cada. Player Type ([Hassan et al., 2019a](#)) classifica os usuários como *self* ou *social player* com base no comportamento de cada usuário nos sistemas. [Hassan et al. \(2019a\)](#) conduziram experimentos com um sistema que customiza os *feedbacks* que serão apresentadas ao usuário de acordo com o seu tipo de usuário. Seguindo a mesma linha, [Rodrigues et al. \(2021\)](#) classificam os usuários de gamificação educacional usando uma abordagem multidimensional, que envolve informações do usuário e seu contexto, ou seja, gênero dos participantes, experiência em pesquisa em gamificação educacional, e gênero e configuração de jogo preferidos. Neste mapeamento, somente três artigos identificam o perfil de usuário por meio de análises do histórico de utilização do sistema, sendo o [Hassan et al. \(2019a\)](#) um desses. Nesse tipo de pesquisa não são utilizados questionários como instrumento de detecção de tipo de usuário.

3.2.2.2 Taxonomias baseadas na Personalidade

Dos 41 artigos incluídos neste mapeamento, oito utilizaram estratégias baseadas na personalidade, isto é, 20% dos artigos. As tipologias citadas nos artigos foram: (i) o Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) (Myers, 1998), que é fundamentada nas pesquisas sobre características e preferências pessoais dos usuários incluindo gostos, desgostos, pontos fortes e fracos, preferências profissionais ou compatibilidade com outras pessoas, e está presente em três pesquisas, isto é, 38% dos artigos que adotam estratégias baseadas em personalidade; e (ii) Modelo de Personalidade *Five-factor* (Denden et al., 2017), que é fundamentada nas pesquisas sobre as variações de cinco traços de personalidade e está presente em cinco artigos, isto é, 62% dos artigos que adotaram estratégias baseadas na personalidade;

A Figura 3.4 apresenta a distribuição das estratégias baseadas em personalidade utilizadas nos artigos incluídos neste mapeamento.

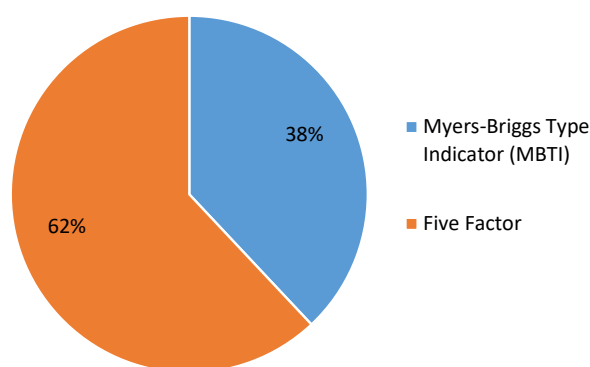


Figura 3.4: Taxonomias baseadas nas personalidades dos usuários.

As três pesquisas (Shabihi et al., 2016; Shabihi and Taghiyareh, 2017; Shabihi et al., 2018) retornadas por este mapeamento que usaram o *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI) foram escritas pelo mesmo grupo de pesquisa, e realizaram experimentos utilizando um jogo sério educacional para acelerar o processo de aprendizagem da língua inglesa. Os autores justificaram a escolha, por alguns tipos de personalidade do MBTI estarem relacionados com o estilo de aprendizagem dos usuários (Kim et al., 2013).

Entre os artigos analisados neste mapeamento, cinco (Denden et al., 2017; Hallifax et al., 2019b; Sienel et al., 2021; Smiderle et al., 2020; Tondello and Nacke,

2020) utilizam o Modelo de Personalidade *Five Factor* para avaliar o impacto de diferentes personalidades na percepção e motivação em relação a diferentes elementos de jogo. Três desses artigos (Hallifax et al., 2019b; Sienel et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020) combinaram o *Five Factor* com taxonomias baseadas no perfil de jogador.

3.2.2.3 Taxonomias baseadas no estilo de aprendizagem e baseada no estilo de motivação para a aprendizagem

Dos 41 artigos incluídos neste mapeamento, cinco (Hassan et al., 2019b; Chtouka et al., 2019; Zaric et al., 2020a; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020b) utilizaram taxonomias baseadas no estilo de aprendizagem, o que representa 12% do total dos artigos incluídos. Esses cinco artigos usaram a mesma tipologia, denominada *Felder-Silverman Learning Style Model*.

Um dos trabalhos (Hassan et al., 2019b) cruzou os dados do *Felder-Silverman Learning Style Model* com a Tipologia de Jogador BrainHex (Nacke et al., 2014) para propor oito novos perfis de alunos jogadores. Em outro (Chtouka et al., 2019), o estilo de aprendizagem foi inicialmente identificado através do *Felder-Silverman Learning Style Model* e, depois da interação com o sistema, os estilos de aprendizagem foram atualizados com base nas interações do aluno. Os demais trabalhos (Zaric et al., 2020a; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020b) utilizaram os perfis identificados pelo *Felder-Silverman Learning Style Model* para realizar as análises dos dados.

Por fim, um único artigo (Roosta et al., 2016), representando 3% do total de artigos incluídos neste mapeamento, utilizou o *Achievement Goal Questionnaire Revised*, AGQ-R (Elliot and Murayama, 2008) para avaliar a motivação para aprendizagem.

3.2.3 Qual o contexto de aplicação dos jogos sérios e sistemas gamificados customizados/personalizados? (QP2)

Dos 41 artigos incluídos neste mapeamento, 36 abordam ambientes gamificados (Bovermann and Bastiaens, 2020; Hallifax et al., 2019b; Lopez and Tucker, 2019;

Tondello et al., 2019; Chtouka et al., 2019; Lavoué et al., 2018; Agapito and Rodrigo, 2018; Ašeriškis and Damaševičius, 2017; Tondello et al., 2016; Herbert et al., 2014; Roosta et al., 2016; Hassan et al., 2019a; Denden et al., 2017; Monterrat et al., 2017; Daghestani et al., 2020; Hassan et al., 2019b; Amado and Roleda, 2020; Rodrigues et al., 2021; Carlier et al., 2021; Altmeyer et al., 2021; Gabele et al., 2021; Rogers et al., 2021; Leong et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Santos et al., 2021; Jamaludin et al., 2021; Sienel et al., 2021; Zaric et al., 2020b,a; Smiderle et al., 2020; Aljabali et al., 2020; Van Houdt et al., 2020; Nousiainen et al., 2020; Oliveira et al., 2020; Hallifax et al., 2020; Chan et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020), representando 88% do total. Quatro artigos utilizam jogos sérios (Shabihi et al., 2016; Shabihi and Taghiyareh, 2017; Shabihi et al., 2018; Orji et al., 2014), representando 10% dos artigos incluídos neste mapeamento. Por fim, um único artigo (Tondello et al., 2019) pode ser utilizado tanto em gamificação quanto em jogos, representando 2% do total.

A maioria das pesquisas retornadas, 24 artigos (Bovermann and Bastiaens, 2020; Chtouka et al., 2019; Lavoué et al., 2018; Agapito and Rodrigo, 2018; Shabihi et al., 2016; Shabihi and Taghiyareh, 2017; Shabihi et al., 2018; Herbert et al., 2014; Roosta et al., 2016; Hassan et al., 2019a; Denden et al., 2018; Monterrat et al., 2017; Daghestani et al., 2020; Hassan et al., 2019b; Amado and Roleda, 2020; Rodrigues et al., 2021; Rogers et al., 2021; Zaric et al., 2020b; Smiderle et al., 2020; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020a; Nousiainen et al., 2020; Oliveira et al., 2020; Hallifax et al., 2020), são aplicadas na área de educação, representando 59% dos artigos. Outros seis artigos (Tondello et al., 2016, 2019; Hallifax et al., 2019b; Santos et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020), representando 15% do total, são pesquisas não aplicadas a um contexto específico. Nove pesquisas, representando 22% do total, foram aplicadas a exercícios físicos (Lopez and Tucker, 2019; Altmeyer et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Sienel et al., 2021; Chan et al., 2021) e saúde (Orji et al., 2014; Gabele et al., 2021; Leong et al., 2021; Jamaludin et al., 2021). Uma única pesquisa foi aplicada ao comportamento ambiental (Van Houdt et al., 2020).

A seguir são apresentados os detalhes dos contextos de aplicação de cada artigo retornado por este mapeamento, agrupados de acordo com as taxonomias utilizadas.

3.2.3.1 *User Type Hexad Framework*

Além do artigo que propõe a escala de validação (Tondello et al., 2016), essa taxonomia foi utilizada em mais vinte artigos. Dos 21 artigos, vinte deles são voltados ao tema gamificação e um voltado a jogos sérios. Desses, sete foram aplicados dentro de um contexto educacional (Amado and Roleda, 2020; Herbert et al., 2014; Agapito and Rodrigo, 2018; Bovermann and Bastiaens, 2020; Rogers et al., 2021; Nousiainen et al., 2020; Hallifax et al., 2020), cinco foram empregados em exercícios físicos (Lopez and Tucker, 2019; Altmeyer et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Sienel et al., 2021; Chan et al., 2021), dois artigos aplicados a saúde (Gabele et al., 2021; Sienel et al., 2021), um foi aplicado em uma simulação do mercado de ações (Ašeriškis and Damaševičius, 2017), um aplicado ao comportamento ambiental (Van Houdt et al., 2020), uma pesquisa aplicada a melhoria na qualidade de *surveys* (Carlier et al., 2021) e quatro não são aplicados a um contexto específico, incluindo a pesquisa que valida a escala (Hallifax et al., 2019b; Carlier et al., 2021; Santos et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020).

Dos sete artigos voltados para a área educacional, cinco utilizam como cenário disciplinas do ensino superior dos cursos de computação, do primeiro ano (Nousiainen et al., 2020), ou de disciplinas específicas, tais como: Física (Amado and Roleda, 2020), Desenvolvimento de Jogos e Desenvolvimento Web (Herbert et al., 2014), e Introdução à Programação (Agapito and Rodrigo, 2018; Rogers et al., 2021). Uma pesquisa tem como cenário o bacharelado e mestrado em Ciências da Educação, oferecidos no Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem Moodle (Bovermann and Bastiaens, 2020), e uma é com alunos de matemática para o ensino médio (Hallifax et al., 2020).

Dos cinco artigos empregados em exercícios físicos, um artigo (Lopez and Tucker, 2019) apresenta uma análise experimental para avaliar a relação entre os tipos de usuários Hexad e os elementos de jogo presentes em um exergame, cuja rastreabilidade dos movimentos é realizada através de um sensor kinect. Utilizando o mesmo cenário experimental, um trabalho (Hallifax et al., 2020) mediu os efeitos que os aplicativos gamificados adaptados e contra-adaptados têm no desempenho dos indivíduos. Um artigo (Chan et al., 2021), por meio de *storyboards*, investiga a relação entre elementos de jogo e os perfis de jogador

de aplicativos *fitness*. Por fim, um artigo (Sienel et al., 2021) analisa os perfis de jogadores de dois aplicativos *fitness*. Além de utilizar o Framework Hexad, Sienel et al. (2021) também utilizam mais duas taxonomias baseadas no perfil de jogador, Bartle (Bartle, 1996) e BrainHex (Nacke et al., 2014), e uma baseada na personalidade do usuário, Five Factor (John et al., 1999).

Em relação aos dois artigos voltados para a área de saúde, um (Gabele et al., 2021) busca incentivar a utilização de software de apoio à reabilitação de adultos com comprometimento cognitivo e o outro (Jamaludin et al., 2021) pesquisa como motivar adolescentes a diagnosticar níveis de depressão.

No contexto de simulação, um artigo (Ašeriškis and Damaševičius, 2017) usa o *Framework* Hexad para identificar os perfis dos usuários de um sistema gamificado cujo objetivo é influenciar a decisão do jogador em continuar ou sair do sistema, em um cenário de simulação de mercado que permite a compra e a venda de ações de petróleo. A aplicação permite que os jogadores negociem ações de petróleo e foi utilizada com duas configurações: (i) uma contendo uma tabela de classificação que mostra as conquistas, posição, patrimônio (ações ou dinheiro) e estado, que reflete o *status* da última jogada, ou seja, se o usuário ganhou ou perdeu; e (ii) uma que, além das métricas já citadas, foram adicionadas três novas: sequência de negociações, maior perda e maior ganho.

Um artigo (Van Houdt et al., 2020) busca promover o comportamento pró-ambiental por meio de um aplicativo gamificado e usa a gamificação personalizada com o intuito de melhorar a qualidade das respostas de *surveys* (Carlier et al., 2021).

Quatro artigos incluídos neste mapeamento não foram aplicados a um contexto específico. Dentre esses, Tondello et al. (2016) apresentam um conjunto de testes empíricos para a validação da escala Hexad. Santos et al. (2021) investigam como o tipo de usuário Hexad está associado à preferência e ao senso percebido de realização de diferentes *designs* de gamificação. Tondello e Nacke (2020) investigam a interação de usuários de uma aplicativo gamificado on-line para classificar imagens, para avaliar as preferências por elementos de jogo e os efeitos da personalização no comportamento e desempenho do usuário. Como a pesquisa de Tondello e Nacke (2020) também utiliza uma estratégia baseada na personalidade, ela será descrita junto com as estratégias baseadas em per-

sonalidade. Por fim, [Hallifax et al. \(2019b\)](#) utilizam o *Framework* Hexad para analisar o impacto motivacional dos elementos de jogos nos jogadores. Como este artigo utiliza tanto estratégias baseadas em perfil do jogador quanto estratégias baseadas na personalidade do usuário, também será descrito em maiores detalhes junto com as estratégias baseadas na personalidade.

3.2.3.2 *Tipologia de Jogador BrainHex*

Dos sete artigos que utilizaram a Tipologia de Jogador BrainHex, seis são voltados para o tema gamificação e um pode ser aplicado tanto a jogos quanto a ambientes gamificados. Entre os artigos com o tema gamificação, há uma abordagem de *design* para adaptar as intervenções de tecnologias persuasivas às preferências do jogador, aplicada a uma solução gamificada sobre alimentação saudável ([Orji et al., 2014](#)). [Oliveira et al. \(2017\)](#) investigam os efeitos de um sistema educacional gamificado personalizado com base no tipo de jogador, em termos de experiência de fluxo dos alunos. Outros três artigos empregaram a BrainHex em ambientes voltados para a área educacional, sendo os três voltados para a aprendizagem da Língua Francesa ([Lavoué et al., 2018](#); [Monterrat et al., 2017](#); [Daghestani et al., 2020](#)). Um artigo ([Sienel et al., 2021](#)) explora um aplicativo *fitness* e já foi descrito na seção anterior. Seguindo essa ideia de utilizar mais de uma tipologia, o estudo apresentado por [Chtouka et al. \(2019\)](#) utiliza a BrainHex combinada a uma estratégia baseada no estilo de aprendizagem. Essa pesquisa será descrita em maiores detalhes junto com as tipologias baseadas em estilo de aprendizagem.

Por fim, podendo ser usado em qualquer aplicação de gamificação ou jogos, um artigo ([Hallifax et al., 2019b](#)) analisa o impacto motivacional dos elementos de jogos. Além da BrainHex, a pesquisa também fez uso do Hexad, ambas tipologias baseadas em perfil do jogador. Como a pesquisa também utiliza uma estratégia baseada na personalidade do usuário, ela será melhor descrita nas estratégias baseadas na personalidade, no decorrer desta seção.

3.2.3.3 *Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)*

As três pesquisas ([Shabihi et al., 2016](#); [Shabihi and Taghiyareh, 2017](#); [Shabihi et al., 2018](#)) que utilizaram o *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI) realizaram

experimentos utilizando um jogo sério educacional para aprendizagem de vocabulário em Língua Inglesa. [Shabihi et al. \(2016\)](#) e [Shabihi and Taghiyareh \(2017\)](#) investigaram o impacto da personalização dos elementos de jogos nos resultados da aprendizagem, fazendo experimentos com diferentes combinações de elementos de jogo. A diferença entre as duas pesquisas é que na primeira ([Shabihi et al., 2016](#)) os usuários são divididos em grupos aleatórios e independentes de seus perfis e são testadas as combinações de elementos, enquanto que na segunda ([Shabihi and Taghiyareh, 2017](#)) os usuários recebem os elementos de jogo de acordo com o seu perfil. [Shabihi et al. \(2018\)](#), investigaram a relação entre gênero e dinâmica do jogo, especialmente buscando comparar aspectos como interesse em competição, conquistas e *feedback*.

3.2.3.4 *Modelo de Personalidade Five Factor*

Entre os artigos analisados neste mapeamento, cinco ([Denden et al., 2017](#); [Hallifax et al., 2019b](#); [Sienel et al., 2021](#); [Smiderle et al., 2020](#); [Tondello and Nacke, 2020](#)) utilizam o Modelo de Personalidade *Five Factor*, e são aplicados a gamificação. [Denden et al. \(2017\)](#) investigam o impacto da personalidade do estudante na percepção de diferentes elementos de jogo em um Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Gamificado Moodle. A pesquisa teve como foco analisar os traços de personalidade na dimensão Extroversão. Foram definidos três perfis de estudante: introvertido, extrovertido e balanceado. Balanceado diz respeito aos usuários que não se encaixam nos perfis introvertido ou extrovertido. [Smiderle et al. \(2020\)](#) investigam os efeitos da gamificação na aprendizagem, comportamento e engajamento dos alunos, com base em seus traços de personalidade, em um ambiente de aprendizagem de programação, com alunos do primeiro ano de graduação.

Três artigos utilizam taxonomias baseadas na personalidade e no perfil do jogador. [Hallifax et al. \(2019b\)](#) usam três taxonomias para identificar o perfil dos usuários, duas baseadas no perfil do jogador, BrainHex ([Nacke et al., 2014](#)) e Hexad ([Marczewski, 2015](#)), e uma baseada na personalidade, o *Five Factor* ([John et al., 1999](#)). O objetivo da pesquisa é realizar um estudo sobre o impacto motivacional dos elementos de jogos de acordo com os tipos de usuários. No contexto

deste mapeamento, a pesquisa busca responder se um tipo de usuário dominante é suficiente para descrever as preferências do jogador e qual tipologia deve ser escolhida para a gamificação personalizada, concluindo que o Hexad (Marczewski, 2015) foi a tipologia mais indicada para o contexto analisado. Sienel et al. (2021) utilizam três taxonomias baseadas no perfil do jogador, Bartle (Bartle, 1996), BrainHex (Nacke et al., 2014) e Hexad (Marczewski, 2015; Tondello et al., 2016), e uma baseada na personalidade, *Five Factor* (John et al., 1999). Eles analisaram o efeito da gamificação personalizada na motivação dos usuários de aplicativos *fitness*. Para isso, avaliaram a capacidade das quatro taxonomias preverem as preferências individuais dos usuários. Com base nas taxonomias, propuseram um modelo próprio de previsão. Os resultados indicam que o modelo proposto de previsão de preferências individuais de gamificação teve um desempenho melhor, seguido pela BrainHex. Por fim, um artigo (Tondello and Nacke, 2020) investiga as preferências por elementos de jogo e os efeitos da personalização no comportamento e desempenho dos usuários, por meio da interação dos usuários com um ambiente gamificado on-line. Os resultados sugerem que o *Framework Hexad* é um modelo melhor para as preferências de usuário na gamificação personalizada do que o *Five Factor*.

3.2.3.5 *Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM)*

Cinco pesquisas (Hassan et al., 2019b; Chtouka et al., 2019; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020b,a) utilizaram o *Felder-Silverman Learning Style Model* para identificar os perfis dos usuários. Quatro dessas pesquisas (Hassan et al., 2019b; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020b,a) têm sua aplicação em gamificação e uma (Chtouka et al., 2019) não é aplicado nem jogos nem a gamificação.

Em Hassan et al. (2019b) é proposta uma plataforma educacional composta por quatro módulos: *interaction log*, *student model*, *Learning style model* e *behavior adaption module*. O *interaction log* tem a atividade denominada *gamification interaction*, que se refere a toda interação com um ou mais elementos de jogo da gamificação. Cada tipo de interação registrada no sistema é associado a um perfil do FSLSM, seguindo a descrição daquele perfil.

Seguindo a linha de melhorar a adaptabilidade de uma plataforma de aprendi-

zagem gamificada, a segunda pesquisa (Chtouka et al., 2019) propõe um método baseado nos pontos em comum entre o *Felder-Silverman Learning Style Model*, que identifica o perfil de aprendizagem, e modelo BrainHex (Nacke et al., 2014), que identifica o perfil de jogador. O artigo detecta os tipos de usuários por meio de questionários. Para identificar o estilo de aprendizagem é utilizado o *Index of Learning Styles Questionnaire* (Soloman and Felder, 1999) e para identificar o perfil de jogador é utilizado o questionário Brainhex (Nacke et al., 2014). Para cada dimensão do *Felder-Silverman* foram cruzados os tipos BrainHex com base na descrição das características de cada perfil. Segundo os autores, as combinações propostas foram confirmadas por meio dos resultados dos questionários, respondidos por 40 participantes. Após as análises, foram criados oito tipos, que serviram como base para a gamificação do sistema proposto: (i) sensitivo/explorador, os estudantes preferem material concreto, como exercício e exemplos; (ii) intuitivo/comandante, os estudantes têm interesse em coisas abstratas e se interessam em resolver desafios para estar no topo do placar; (iii) visual/sobrevivente, gostam de diagramas, vídeos e imagens com o intuito de utilizar a memória visual; (iv) verbal/sobrevivente, gostam de explicações; (v) ativo/socializador, preferem aprender tentando e fazer exercícios após seguir exemplos; (vi) reflexivo/conquistador, gostam de pensar sobre conceitos através de materiais de aprendizagem e fazer exercícios após ver exemplos; (vii) sequencial/colecionador, preferem aprender com o material didático e aplicar o que aprenderam sistematicamente; e (viii) global/audacioso, gostam de seguir sem precisar passar por todas as etapas, pois preferem correr riscos e se desafiar.

Aljabali et al. (2020) utilizam o *Felder-Silverman Learning Style Model* e dez elementos de jogo como parâmetros de personalização para propor um modelo de aprendizagem gamificado personalizado que associa os elementos de jogo às dimensões do FSLSM. O modelo contém quatro dimensões: (i) *Perception Dimension*, que trata da dimensão sensitivo/intuitivo; (ii) *Input Dimension*, refere-se à dimensão visual/verbal; (iii) *Processing Dimension*, que é a dimensão ativo/reflexivo; (iv) *Understanding Dimension*, que trata da dimensão sequencial/global.

O modelo foi validado através de um aplicativo com alunos de graduação em computação. Os resultados sugerem que a aprendizagem gamificada personalizada é um método eficaz no processo de aprendizagem, e no aumento da utilidade

percebida do aplicativo pelo aluno.

Por fim, Zaric, Lukarov, e Schroeder utilizam o *Felder-Silverman Learning Style Model* em duas pesquisas. A primeira pesquisa (Zaric et al., 2020a) investiga o efeito de um modelo de personalização de gamificação que utiliza os perfis de aprendizagem derivados do FSLSM, e a segunda (Zaric et al., 2020b) investiga o papel moderador das tendências de aprendizagem dos alunos no sucesso da gamificação no que diz respeito à participação acadêmica, engajamento e experiência dos alunos. Os perfis de aprendizagem são identificados pelo FSLSM e foram configurados dois ambientes de experimento, um que usa elementos de jogos de acordo com as dimensões de aprendizagem e outro que usa somente o sistema PBL de gamificação. Os testes foram realizados com alunos de graduação em computação e os resultados sugerem que somente uma dimensão apresentou resultados relevantes estatisticamente.

3.2.3.6 *Achievement Goal Questionnaire-Revised (AGQ-R)*

Entre os artigos analisados neste mapeamento, uma única pesquisa (Roosta et al., 2016), representando 2% do total de artigos incluídos, utilizou o *Achievement Goal Questionnaire-Revised (AGQ-R)* para avaliar a motivação para a aprendizagem dos usuários.

O principal objetivo dessa pesquisa é investigar as possíveis correlações entre os elementos de gamificação e o tipo de motivação para aprendizagem, e investigar o papel da personalização para melhorar a motivação dos alunos. O instrumento tem como objetivo avaliar a motivação para aprendizagem dos alunos por meio de doze itens, distribuídos uniformemente pelas quatro dimensões, respondidos em escala Likert de cinco pontos.

3.2.4 Quais e como são usados os instrumentos de identificação dos tipos de usuários? (QP3)

A maioria dos artigos incluídos neste mapeamento sistemático utiliza taxonomias consolidadas na literatura e esta subseção descreve a forma que as taxonomias são utilizadas nas pesquisas.

3.2.4.1 *Framework* de Tipos de Usuários Hexad

No total, dezoito artigos (Tondello et al., 2016; Lopez and Tucker, 2019; Amado and Roleda, 2020; Ašeriškis and Damaševičius, 2017; Hallifax et al., 2019b; Carlier et al., 2021; Altmeyer et al., 2021; Gabele et al., 2021; Rogers et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Santos et al., 2021; Sienel et al., 2021; Van Houdt et al., 2020; Nousiainen et al., 2020; Hallifax et al., 2020; Chan et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020; Jamaludin et al., 2021) adotaram o Hexad sem qualquer adaptação nos tipos de usuários propostos pelo *framework*. No entanto, houve três artigos que fizeram uso do Hexad com algumas adaptações. Em um deles (Agapito and Rodrigo, 2018), os autores utilizaram somente os quatro perfis do Hexad que tratam da motivação intrínseca (Conquistadores, Socializadores, Filantropos e Espíritos Livre), por acreditarem que a gamificação significativa, ou seja, baseada na autonomia, domínio, relacionamento e propósito, é mais eficaz do que as práticas baseadas em recompensa. Um artigo (Bovermann and Bastiaens, 2020) desconsiderou o perfil Disruptor, mantendo no questionário somente as questões relacionadas com os outros cinco perfis de usuário. Por fim, em um artigo (Herbert et al., 2014), foram usados os perfis presentes em uma versão anterior do modelo Hexad (Marczewski, 2015), que apresentava oito perfis de usuário, Jogador (recompensa), Filantropo (propósito), Socializador (relacionamento), Espírito livre (autonomia), Conquistadores (domínio), Auto-exploradores (*Self-Seekers*, Consumidores, Exploradores, e *Networkers*). A diferença entre as taxonomias é que no atual modelo Hexad os quatro últimos perfis foram unificados em um único perfil de usuário, denominado Disruptor. Os autores justificaram a escolha pelo modelo antigo, argumentando que acreditam ser mais relevante para a pesquisa que avalia os motivadores intrínsecos e extrínsecos considerar quatro tipos diferentes de pessoas extrinsecamente motivadas do que as características unificadas somente em um perfil. Com base nos oito perfis, os autores propõem um questionário denominado *Gamification User Type Identification Questionnaire* (GUTIQ), elaborado para abordar quatro identificadores comportamentais que podem ser associados a cada tipo de usuário. As perguntas foram baseadas em eventos hipotéticos que poderiam ocorrer no contexto de um programa de aprendizagem gamificado, bem como nas atitudes dos alunos em relação à aprendizagem e às redes sociais. Para exemplificar, as

seguintes afirmações auto-descritivas do GUTIQ são usadas para identificar usuários do tipo Filantropo: (i) Gosto de ajudar as pessoas que estão lutando para progredir na aprendizagem; (ii) Gosto de contribuir com fóruns de módulos para compartilhar meu conhecimento com outras pessoas; (iii) Gosto de oferecer meu tempo para ajudar a manter comunidades on-line; e (iv) Não gosto de compartilhar conhecimentos que possam me dar uma vantagem sobre os meus colegas de classe. Cada um dos oito tipos de usuários possui quatro afirmações auto-descritivas a serem respondidas, sendo 32 afirmações no total, com escala Likert de 6 pontos.

3.2.4.2 *Tipologia de Jogador BrainHex*

Dos oito artigos que utilizaram a Tipologia de Jogador BrainHex, sete (Lavoué et al., 2018; Monterrat et al., 2017; Daghestani et al., 2020; Hallifax et al., 2019b; Chtouka et al., 2019; Sienel et al., 2021; Oliveira et al., 2020) utilizaram o questionário na sua íntegra⁴ e um (Orji et al., 2014) considera apenas cinco dos seis tipos presentes na Tipologia de Jogador BrainHex, deixando de utilizar o tipo Audacioso, sem os autores justificarem a decisão pela exclusão.

3.2.4.3 *Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)*

Um único artigo (Shabihi et al., 2018) utilizou o MBTI na íntegra. Outras duas pesquisas (Shabihi and Taghiyareh, 2017; Shabihi et al., 2016) usaram uma versão adaptada com base na Teoria de Keirsey (Keirsey, 1998), que estipula que quatro tipos de personalidade do MBTI são altamente relacionadas com os estilos de aprendizagem (Kim et al., 2013). Os quatro tipos de personalidade estudados na Teoria de Keirsey são: (i) Tipo Racional (intuição/pensamento), indivíduos que tomam decisões com base no pensamento, utilizando a intuição para analisar as informações externas; (ii) Tipo Idealista (intuição/sentimento), indivíduos que tomam decisões baseadas em sentimentos e analisam as informações externas com base na intuição; (iii) Tipo Guardião (sensação/julgamento), indivíduos que se preocupam com tomadas de decisão e reagem a fatores externos com base em

⁴Disponível em: <http://www.survey.ihobo.com/BrainHex>

juízo; e (iv) Tipo Artesão (Sensação-Percepção), indivíduos que preferem adiar tomadas de decisão, analisando os fatores externos por meio de percepções.

Apesar das pesquisas não informarem os instrumentos utilizados, *The Myers-Briggs Company*⁵ disponibiliza quatro versões do MBTI, diferentes no objetivo de uso e na pontuação: (i) *Form M*, com 93 itens; (ii) *Form M self-scorable*, com 93 itens; (iii) *Step IITM Form Q*, com 144 itens; e (iv) *Step IIITM*, com 222 itens. O *Form M* é o formulário padrão e está disponível para utilização on-line. O instrumento utilizada na Teoria de Keirsey é o *Keirsey Temperament Sorter II*⁶, que contém 70 itens dicotômicos, semelhantes ao MBTI, e também está disponível on-line.

3.2.4.4 Modelo dos cinco grandes fatores da personalidade (*Five Factor Model of Personality*)

O *Five Factor* adota questionários como instrumentos para identificar a personalidade dos usuários. Alguns questionários são consolidados na literatura e atendem aos cinco fatores, como o *Big Five Inventory* (BFI) (John et al., 1991; Gosling et al., 2003) e o *NEO Personality Inventory* (Costa and McCrae, 1985). O BFI, que é utilizado em um dos artigos incluídos (Denden et al., 2017) neste mapeamento, é um questionário que contém 44 questões sobre as cinco dimensões apresentadas no Modelo Five Factor e utiliza escala Likert de cinco pontos. Também com 44 questões, Smiderle et al. (2020) utilizaram o questionário iGFP-5 (Andrade, 2008), projetado para avaliar as dimensões da personalidade com base no modo *Big Five Personality Factors*. Foi validado para o Brasil.

Entretanto, em alguns casos não há recurso ou tempo suficiente para fazer uso de instrumentos longos, e por essa razão alguns autores preferem adaptar os instrumentos de forma a diminuir o tempo de respostas. Como exemplos desses instrumentos há o *Five Item Personality Inventory* (FIPI) (Gosling et al., 2003), a *Ten Item Personality Measure* (TIPI) (Gosling et al., 2003) e a *10 Item Big Five Inventory* (BFI-10) (Rammstedt and John, 2007). A TIPI, que está sendo utilizada em um dos artigos incluídos (Hallifax et al., 2019b), é uma versão simplificada do Big Five. Nela, cada dimensão consiste em dois descritores, avaliados em escala

⁵Disponível em: <https://www.mbtionline.com/>

⁶<https://keirsey.com/>

Likert de sete pontos e leva aproximadamente um minuto para ser concluída. O BFI-10, utilizado em um artigo (Sienel et al., 2021), também é uma versão simplificada do Modelo *Five Factor*, que contém dez questões.

3.2.4.5 *Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM)*

Quatro artigos (Zaric et al., 2020b; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020a; Hassan et al., 2019a) utilizaram o *Index of Learning Styles Questionnaire*⁷ (Felder and Spurlin, 2005) na íntegra para identificar os estilos de aprendizagem dos estudantes.

Em Hassan et al. (2019a), ao final de um curso sobre Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados, os alunos responderam um questionário com dezesseis questões. Onze questões foram escolhidas do *Index of Learning Styles Questionnaire* (Soloman and Felder, 1999) para determinar o tipo motivação para a aprendizagem de cada aluno, sem que os autores deixassem claros os critérios utilizados para escolher as questões. Cinco questões de múltipla escolha foram retiradas do questionário desenvolvido por Kuan-Chung (Chen and Jang, 2010) para avaliar a motivação dos alunos. Os perfis de tipos de motivação para aprendizagem encontrados pelos questionários foram comparados aos perfis de motivação de aprendizagem classificados pela plataforma. Os resultados mostram que o sistema proposto identificou corretamente as dimensões de aprendizagem dos alunos com acurácia média de 75%.

3.2.4.6 *Achievement Goal Questionnaire Revided (AGQ-R)*

Em Roosta et al. (2016) foi utilizado o *Achievement Goal Questionnaire Revided*, que tem como objetivo classificar cada usuário de acordo com sua motivação para a realização das atividades. O questionário é composto por doze itens em escala Likert, e sua função é avaliar o grau de pertencimento dos usuários a cada uma das quatro dimensões de motivação previstas no modelo. As questões medem a percepção dos alunos sobre os seus objetivos e o grau de importância dado à atividade que está sendo avaliada. Como o objetivo de Roosta et al. (2016) é estudar as combinações possíveis entre os estilos de motivação e os

⁷Disponível em: <https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>

elementos de gamificação, os estudantes responderam dois questionários: (i) o AGQ-R, para identificar a dimensão de motivação do aluno, e (ii) um contendo cinco questões, relacionadas com os cinco elementos de jogos presentes em um sistema de gerenciamento de aprendizagem gamificado. Os dois questionários utilizaram escala Likert de cinco pontos. Com base nas análises dos questionários, foi realizada a associação dos elementos de jogos aos tipos de motivação. O sistema de gerenciamento de aprendizagem gamificado foi utilizado para validar a associação dos tipos de motivação com os cinco elementos de jogos presentes no sistema.

3.2.5 Como são avaliados os resultados alcançados pelo uso de jogos sérios e sistemas gamificados customizados/personalizados? (QP4)

Conforme já visto anteriormente, estratégias de gamificação podem ser aplicadas em diferentes contextos, como educação, saúde, empreendedorismo, etc. Para cada um desses contextos existe um conjunto específico de objetivos e motivações para a adoção de sistemas gamificados. Por exemplo, na área da educação, o objetivo do uso de gamificação pode ser diminuir a retenção dos alunos ou aumentar o desempenho geral dos alunos em uma dada disciplina, enquanto que na área de exercícios físicos o objetivo pode ser aumentar a massa muscular e diminuir a obesidade dos envolvidos. Esses objetivos alvo são chamados de *distal outcomes* (Landers et al., 2018) e geralmente estão associados a desejos organizacionais, seja de universidades, de academias de ginástica, entre outros.

Para alcançar os objetivos alvo em um dado contexto, é necessário que os elementos de jogos da gamificação sejam capazes de gerar mudanças comportamentais e/ou psicológicas que conduzam os usuários na direção dos *distal outcomes*. Esses estados comportamentais/psicológicos intermediários, que estabelecem ligações explícitas entre os elementos de jogo e os *distal outcomes*, são chamados de mediadores (Landers et al., 2018). Entender como gerar mudanças nos mediadores a partir dos elementos de jogos é um aspecto central da área de gamificação. Por essa razão, alguns estudos avaliam os resultados do uso de sistemas gamificados através de análise dos mediadores (Landers et al., 2018).

Nos artigos avaliados neste mapeamento, o processo de avaliação dos resultados alcançados envolveu duas decisões fundamentais: (i) qual a fonte dos dados usados para análise dos resultados e (ii) quais os mediadores comportamentais e psicológicos avaliados. A seguir esses dois aspectos são melhor descritos.

3.2.5.1 Fonte dos dados

Os resultados encontrados nesta quarta questão de pesquisa mostraram que a maioria dos trabalhos utiliza questionários para avaliar as estratégias de gamificação. Entre esses trabalhos, alguns fazem uso de instrumentos consolidados na literatura, especialmente os que medem a motivação ([Hallifax et al., 2019b](#); [Lavoué et al., 2018](#); [Hassan et al., 2019b](#); [Rodrigues et al., 2021](#); [Leong et al., 2021](#); [Jamaludin et al., 2021](#); [Van Houdt et al., 2020](#); [Hallifax et al., 2020](#); [Tondello and Nacke, 2020](#)). Outros propõem questionários para analisar aspectos específicos de suas pesquisas, como por exemplo a opinião dos usuários em relação a determinados elementos de jogo, ou a percepção sobre o efeito da aplicação ([Tondello et al., 2019, 2016](#); [Denden et al., 2018](#); [Orji et al., 2014](#); [Amado and Roleda, 2020](#); [Rodrigues et al., 2021](#); [Carlier et al., 2021](#); [Altmeyer et al., 2021](#); [Leong et al., 2021](#); [Santos et al., 2021](#); [Jamaludin et al., 2021](#); [Nousiainen et al., 2020](#); [Oliveira et al., 2020](#); [Chan et al., 2021](#)).

Uma segunda abordagem utilizada nos trabalhos foi avaliar os efeitos dos jogos e gamificação através da análise do comportamento dos usuários nesses sistemas, geralmente em registros de *logs* ([Bovermann and Bastiaens, 2020](#); [Chtouka et al., 2019](#); [Agapito and Rodrigo, 2018](#); [Shabihi et al., 2016](#); [Shabihi and Taghiyareh, 2017](#); [Shabihi et al., 2018](#); [Ašeriškis and Damaševičius, 2017](#); [Herbert et al., 2014](#); [Hassan et al., 2019a](#); [Roosta et al., 2016](#); [Lopez and Tucker, 2021](#); [Sienel et al., 2021](#); [Smiderle et al., 2020](#)).

Por fim, uma tendência mais recente que se observa é a combinação do uso de questionários com os dados de *logs* dos sistemas ([Lopez and Tucker, 2019](#); [Lavoué et al., 2018](#); [Monterrat et al., 2017](#); [Daghestani et al., 2020](#); [Hassan et al., 2019b](#); [Gabele et al., 2021](#); [Rogers et al., 2021](#); [Zaric et al., 2020b,a](#); [Aljabali et al., 2020](#); [Van Houdt et al., 2020](#); [Hallifax et al., 2020](#); [Tondello and Nacke, 2020](#)).

3.2.5.2 Mediadores e distal outcomes avaliados

Segundo as relações causais teóricas entre construtos na ciência da gamificação, de [Landers et al. \(2018\)](#), um mediador é uma variável que ocorre causalmente entre um efeito preditor e o resultado (*distal outcomes*). Em gamificação, os preditores são os elementos de jogo; os mediadores são os estados psicológicos (*states psychological*) e comportamentais (*behaviors*); e o resultado (*distal outcomes*) são os métricas utilizadas para medir os efeitos ([Landers et al., 2018](#)).

Nos trabalhos deste mapeamento, a relação entre os elementos de jogos e o resultado esperado foi medido de diferentes formas. Desta forma, foram extraídos dos artigos mediadores psicológicos e comportamentais, e os resultados (*distal outcomes*).

Como uma forma de consolidar os mediadores e critérios utilizados nas pesquisas presentes neste mapeamento, eles foram extraídos dos artigos, juntamente com a descrição fornecida pelos autores. Depois disso, eles foram separados em seis grupos similares (Preferência, Motivação, Desempenho, Percepção de divertimento e utilidade, Resultados de desempenho de aprendizagem, e Engajamento). Foi realizada uma classificação entre os seis grupos e a descrição encontrada nos artigos. Para aumentar a confiabilidade da classificação, dois pesquisadores relacionaram as descrições dos artigos aos seis grupos. A confiabilidade da classificação dos mediadores e critérios foi avaliada utilizando o teste estatístico Kappa, com valor 0.78, o que é considerado aceitável para esse tipo de análise. A seguir os grupos são descritos separados em estados psicológicos, Comportamentais, e Resultados (Distal Outcomes) ([Landers et al., 2018](#)).

Estados Psicológicos:

- **Preferência:** engloba todas as pesquisas que medem o efeito da gamificação ou jogo computando a utilização de cada elemento de jogo, seja medido pela quantidade de utilização registrada nos *logs* do sistema, seja por identificação de preferências através de questionários. Em dezesseis trabalhos, os efeitos foram mensuradas através das preferências dos usuários ([Bovermann and Bastiaens, 2020](#); [Lopez and Tucker, 2019](#); [Tondello et al., 2019](#); [Chtouka et al., 2019](#); [Agapito and Rodrigo, 2018](#); [Ašeriškis and Damaševičius, 2017](#);

Tondello et al., 2016; Denden et al., 2017; Monterrat et al., 2017; Orji et al., 2014; Carlier et al., 2021; Altmeyer et al., 2021; Leong et al., 2021; Santos et al., 2021; Sienel et al., 2021; Van Houdt et al., 2020);

- **Motivação:** agrupa todas as pesquisas que buscam mensurar a motivação do usuário, identificadas por meio de instrumentos de motivação consolidados na literatura, ou percepções de motivação sobre a aplicação em questionário próprio. Nove pesquisas apresentaram os resultados da gamificação baseados em motivação (Hallifax et al., 2019b; Lavoué et al., 2018; Hassan et al., 2019b; Rodrigues et al., 2021; Leong et al., 2021; Jamaludin et al., 2021; Van Houdt et al., 2020; Hallifax et al., 2020; Tondello and Nacke, 2020);
- **Percepção de divertimento e utilidade:** trata de todas as pesquisas que utilizam questionários de percepções de divertimento, utilidade, fluxo e intenção de comportamento do usuário. Um total de doze artigos foram enquadrados nessa descrição (Lavoué et al., 2018; Monterrat et al., 2017; Amado and Roleda, 2020; Rodrigues et al., 2021; Carlier et al., 2021; Altmeyer et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Santos et al., 2021; Zaric et al., 2020a; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020b; Oliveira et al., 2020; Chan et al., 2021);

Estados Comportamentais:

- **Engajamento:** inclui os artigos que computam o total de vezes que o usuário usou a aplicação. Normalmente esses dados são oriundos do *log* de utilização da ferramenta, ou de outras medidas de tempo. Quatorze pesquisas foram incluídas nesse grupo (Lavoué et al., 2018; Shabihi et al., 2016; Shabihi and Taghiyareh, 2017; Herbert et al., 2014; Hassan et al., 2019a; Roosta et al., 2016; Daghestani et al., 2020; Amado and Roleda, 2020; Smiderle et al., 2020; Zaric et al., 2020b; Chan et al., 2021) .

Resultados (*Distal Outcomes*):

- **Desempenho:** compreende as pesquisas que realizam comparação entre o desempenho de diferentes grupos ao realizar tarefas dentro da aplicação,

normalmente associadas a dados oriundos da utilização dos sistemas. Sete pesquisas mediram o desempenho como forma de avaliar o efeito da aplicação nos usuários ([Lopez and Tucker, 2019](#); [Gabele et al., 2021](#); [Leong et al., 2021](#); [Smiderle et al., 2020](#); [Zaric et al., 2020b](#); [Hallifax et al., 2020](#); [Tondello and Nacke, 2020](#));

- **Desempenho de Aprendizagem:** agrupa todas as pesquisas que medem o desempenho dos alunos, em especial notas e conceitos atribuídos por atividades de aprendizagem, nas aplicações educacionais. Normalmente esse grupo utiliza a estratégia de dividir os participantes em grupos experimentais e controle. Onze pesquisas foram incluídas nesse grupo ([Agapito and Rodrigo, 2018](#); [Shabihi et al., 2016](#); [Shabihi and Taghiyareh, 2017](#); [Shabihi et al., 2018](#); [Herbert et al., 2014](#); [Hassan et al., 2019a](#); [Roosta et al., 2016](#); [Daghestani et al., 2020](#); [Hassan et al., 2019b](#); [Smiderle et al., 2020](#); [Nousiainen et al., 2020](#));

3.3 Consolidação dos resultados

Com o intuito de consolidar as taxonomias utilizadas em pesquisas cujo objetivo é analisar ou projetar jogos ou sistemas gamificados com maior chances de atrair a atenção dos usuários, a Tabela 3.3.4 apresenta os aspectos avaliados nesta pesquisa, analisados em quatro grupos distintos, como apresentados nas subseções a seguir.

3.3.1 Características

Diz respeito às características dos usuários que servem como base para as taxonomias, agrupadas nesta pesquisa como: perfil do jogador [Tondello et al. \(2016\)](#); [Lopez and Tucker \(2019\)](#); [Amado and Roleda \(2020\)](#); [Ašeriškis and Damaševičius \(2017\)](#); [Hallifax et al. \(2019b\)](#); [Agapito and Rodrigo \(2018\)](#); [Bovermann and Bastiaens \(2020\)](#); [Herbert et al. \(2014\)](#); [Lavoué et al. \(2018\)](#); [Monterrat et al. \(2017\)](#); [Orji et al. \(2014\)](#); [Daghestani et al. \(2020\)](#); [Tondello et al. \(2019\)](#); [Hassan et al. \(2019a\)](#); [Rodrigues et al. \(2021\)](#); [Carlier et al. \(2021\)](#); [Altmeyer et al. \(2021\)](#); [Gabele et al. \(2021\)](#); [Rogers et al. \(2021\)](#); [Leong et al. \(2021\)](#); [Lopez and Tucker \(2021\)](#); [Santos et al. \(2021\)](#); [Jamaludin et al. \(2021\)](#); [Sienel et al. \(2021\)](#);

Van Houdt et al. (2020); Nousiainen et al. (2020); Oliveira et al. (2020); Hallifax et al. (2020); Chan et al. (2021); Tondello and Nacke (2020), personalidade do usuário (Shabihi et al., 2016; Shabihi and Taghiyareh, 2017; Shabihi et al., 2018; Denden et al., 2017; Hallifax et al., 2019b; Sienel et al., 2021; Smiderle et al., 2020; Tondello and Nacke, 2020), estilo de aprendizagem (Hassan et al., 2019b; Chtouka et al., 2019; Zaric et al., 2020b,a; Aljabali et al., 2020) e estilo de motivação para a aprendizagem (Roosta et al., 2016). A maioria das pesquisas utilizou perfil de jogador, com 76% dos artigos incluídos, semelhante ao relatado em Klock et al. (2020) e Laine and Lindberg (2020). A personalidade dos usuários foi utilizada em oito artigos, isto é, 20% das pesquisas, seguido por estilo de aprendizagem, com cinco artigos e estilo de motivação para a aprendizagem, com um artigo.

3.3.2 Aplicação

Diz respeito à área em que o jogo ou o ambiente gamificado está inserido. Os artigos incluídos neste mapeamento foram aplicados à educação (Bovermann and Bastiaens, 2020; Chtouka et al., 2019; Lavoué et al., 2018; Agapito and Rodrigo, 2018; Shabihi et al., 2016; Shabihi and Taghiyareh, 2017; Shabihi et al., 2018; Herbert et al., 2014; Roosta et al., 2016; Hassan et al., 2019a; Denden et al., 2018; Monterrat et al., 2017; Daghestani et al., 2020; Hassan et al., 2019b; Amado and Roleda, 2020; Rodrigues et al., 2021; Rogers et al., 2021; Zaric et al., 2020b; Smiderle et al., 2020; Aljabali et al., 2020; Zaric et al., 2020a; Nousiainen et al., 2020; Oliveira et al., 2020; Hallifax et al., 2020), simulação (Ašeriškis and Damaševičius, 2017), saúde (Orji et al., 2014; Gabele et al., 2021; Leong et al., 2021; Jamaludin et al., 2021), exercícios físicos (Lopez and Tucker, 2019; Altmeyer et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Sienel et al., 2021; Chan et al., 2021), comportamento ambiental (Van Houdt et al., 2020) e sem contexto específico (Tondello et al., 2016, 2019; Hallifax et al., 2019b; Santos et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020), descrito na Tabela 3.3.4 como genérico, que basicamente são pesquisas que apresentam taxonomias ou fazem experimentos sobre os efeitos dos elementos de jogo nos usuários, independente da área em que foram aplicados. Com exceção da pesquisa Carlier et al. (2021) que está classificada sem contexto específico, e é aplicada a ferramentas que permitem a disponibilização de questionários de pesquisas com

usuários e usam gamificação personalizada com o intuito de melhorar a qualidade das respostas ou a quantidade de participantes.

Com 59% dos artigos, a educação é a área que mais tem recebido atenção das pesquisas, desde aprendizagem de idiomas até disciplinas de ensino superior. Na sequência, 15% das pesquisas, ou seja, seis artigos, não são aplicadas a uma área específica, duas delas ([Tondello et al., 2016, 2019](#)) são propostas e validação de taxonomias, que podem ser usadas em qualquer área, e um artigo ([Hallifax et al., 2019b](#)) analisa fatores para serem considerados em gamificação, também independente da área em que será utilizada. Os exergames representam 12% do total de artigos, isto é, cinco artigos. Pesquisas na área de saúde representam 10% dos artigos, ou seja, quatro artigos, seguido das áreas de comportamento ambiental e simulação com um único artigo.

3.3.3 Instrumentos

Diz respeito aos instrumentos utilizados para a verificação do efeito dos elementos de jogo nos perfis dos usuários. Conforme descrito na Tabela 3.3.4, as pesquisas verificam o efeito dos elementos de jogo nos perfis de usuários por meio de: (i) questionários ([Hallifax et al., 2019b](#); [Tondello et al., 2019, 2016](#); [Denden et al., 2018](#); [Orji et al., 2014](#); [Amado and Roleda, 2020](#); [Rodrigues et al., 2021](#); [Carlier et al., 2021](#); [Altmeyer et al., 2021](#); [Leong et al., 2021](#); [Santos et al., 2021](#); [Jamaludin et al., 2021](#); [Nousiainen et al., 2020](#); [Oliveira et al., 2020](#); [Chan et al., 2021](#)), (ii) dados do registro da utilização do sistema pelos usuários ([Bovermann and Bastiaens, 2020](#); [Chtouka et al., 2019](#); [Agapito and Rodrigo, 2018](#); [Shabihi et al., 2016](#); [Shabihi and Taghiyareh, 2017](#); [Shabihi et al., 2018](#); [Ašeriškis and Damaševičius, 2017](#); [Herbert et al., 2014](#); [Hassan et al., 2019a](#); [Roosta et al., 2016](#); [Lopez and Tucker, 2021](#); [Sienel et al., 2021](#); [Smiderle et al., 2020](#)), e pela (iii) combinação de questionários com a utilização de sistemas ([Lopez and Tucker, 2019](#); [Lavoué et al., 2018](#); [Monterrat et al., 2017](#); [Daghestani et al., 2020](#); [Hassan et al., 2019b](#); [Gabele et al., 2021](#); [Rogers et al., 2021](#); [Zaric et al., 2020b,a](#); [Aljabali et al., 2020](#); [Van Houdt et al., 2020](#); [Hallifax et al., 2020](#); [Tondello and Nacke, 2020](#))

3.3.4 Tipo

Diz respeito ao tipo de aplicação, se jogos sérios, gamificação ou se pode ser utilizado em ambos. É importante destacar que, embora a *string* de busca contenha a palavra “game”, as pesquisas incluídas são 88%, isto é, 36 artigos (Bovermann and Bastiaens, 2020; Hallifax et al., 2019b; Lopez and Tucker, 2019; Tondello et al., 2019; Chtouka et al., 2019; Lavoué et al., 2018; Agapito and Rodrigo, 2018; Ašeriškis and Damaševičius, 2017; Tondello et al., 2016; Herbert et al., 2014; Roosta et al., 2016; Hassan et al., 2019a; Denden et al., 2017; Monterrat et al., 2017; Daghestani et al., 2020; Hassan et al., 2019b; Amado and Roleda, 2020; Rodrigues et al., 2021; Carlier et al., 2021; Altmeyer et al., 2021; Gabele et al., 2021; Rogers et al., 2021; Leong et al., 2021; Lopez and Tucker, 2021; Santos et al., 2021; Jamaludin et al., 2021; Sienel et al., 2021; Zaric et al., 2020b,a; Smiderle et al., 2020; Aljabali et al., 2020; Van Houdt et al., 2020; Nousiainen et al., 2020; Oliveira et al., 2020; Hallifax et al., 2020; Chan et al., 2021; Tondello and Nacke, 2020), sobre gamificação, quatro artigos (Shabihi et al., 2016; Shabihi and Taghiyareh, 2017; Shabihi et al., 2018; Orji et al., 2014), o que representa 10%, sobre jogos sérios e um único artigo, representando 2%, é uma taxonomia com a proposta de ser utilizada tanto em jogos quanto em gamificação (Tondello et al., 2019), identificada na Tabela 3.3.4 como genérico.

Tabela 3.1: Consolidação dos resultados.

Características	Perfil do jogador	Tondello et al. (2016); Lopez and Tucker (2019); Amado and Roldeda (2020); Ašeriškis and Damaševičius (2017); Hallifax et al. (2019b); Agapito and Rodrigo (2018); Bovermann and Bastiaens (2020); Herbert et al. (2014); Lavoué et al. (2018); Monterrat et al. (2017); Orji et al. (2014); Daghestani et al. (2020); Tondello et al. (2019); Hassan et al. (2019a); Rodrigues et al. (2021); Carlier et al. (2021); Altmeyer et al. (2021); Gabele et al. (2021); Rogers et al. (2021); Leong et al. (2021); Lopez and Tucker (2021); Santos et al. (2021); Jamaludin et al. (2021); Sienel et al. (2021); Van Houdt et al. (2020); Nousiainen et al. (2020); Oliveira et al. (2020); Hallifax et al. (2020); Chan et al. (2021); Tondello and Nacke (2020)
	Personalidade do usuário	Shabihi et al. (2016); Shabihi and Taghiyareh (2017); Shabihi et al. (2018); Denden et al. (2017); Hallifax et al. (2019b); Sienel et al. (2021); Smiderle et al. (2020); Tondello and Nacke (2020)

Continua na próxima página.

Tabela 3.1 – *Continuação: Consolidação dos resultados.*

Estratégias de Identificação do tipo de usuários		
Contexto	Estilo de aprendizagem	Hassan et al. (2019b); Chtouka et al. (2019); Zaric et al. (2020b,a); Aljabali et al. (2020)
	Motivação para a aprendizagem	Roosta et al. (2016)
	Educação	Bovermann and Bastiaens (2020); Lavoué et al. (2018); Agapito and Rodrigo (2018); Shabihi et al. (2016); Shabihi and Taghiyareh (2017); Shabihi et al. (2018); Herbert et al. (2014); Roosta et al. (2016); Hassan et al. (2019a); Denden et al. (2018); Monerrat et al. (2017); Daghestani et al. (2020); Amado and Roleda (2020); Rodrigues et al. (2021); Rogers et al. (2021); Nousiainen et al. (2020); Oliveira et al. (2020); Hallifax et al. (2020); Smiderle et al. (2020); Hassan et al. (2019b); Chtouka et al. (2019); Zaric et al. (2020a); Aljabali et al. (2020); Zaric et al. (2020b)
	Simulação	Ašeriškis and Damaševičius (2017)
	Comportamento Ambiental	Van Houdt et al. (2020)
	Genérico	Tondello et al. (2016, 2019); Hallifax et al. (2019b); Santos et al. (2021); Tondello and Nacke (2020)

Continua na próxima página.

Tabela 3.1 – *Continuação: Consolidação dos resultados.*

Estratégias de Identificação do tipo de usuários		
Instrumentos	Saúde	Orji et al. (2014); Gabele et al. (2021); Leong et al. (2021); Jama-ludin et al. (2021)
	Exercícios físicos	Lopez and Tucker (2019); Altmeyer et al. (2021); Lopez and Tucker (2021); Sienel et al. (2021); Chan et al. (2021)
	Questionario	Hallifax et al. (2019b); Tondello et al. (2019, 2016); Denden et al. (2018); Orji et al. (2014); Amado and Roleda (2020); Rodrigues et al. (2021); Carlier et al. (2021); Altmeyer et al. (2021); Leong et al. (2021); Santos et al. (2021); Jama-ludin et al. (2021); Nousiainen et al. (2020); Oliveira et al. (2020); Chan et al. (2021)
	Utilização do sistema	Bovermann and Bastiaens (2020); Chtouka et al. (2019); Agapito and Rodrigo (2018); Shabihi et al. (2016); Shabihi and Taghiyareh (2017); Shabihi et al. (2018); Ašeriškis and Damaševičius (2017); Herbert et al. (2014); Hassan et al. (2019a); Roosta et al. (2016); Lopez and Tucker (2021); Sienel et al. (2021); Smiderle et al. (2020)

Continua na próxima página.

Tabela 3.1 – *Continuação: Consolidação dos resultados.*

Estratégias de Identificação do tipo de usuários		
	Ambos	Lopez and Tucker (2019); Lavoué et al. (2018); Monerrat et al. (2017); Daghestani et al. (2020); Hassan et al. (2019b); Gabele et al. (2021); Rogers et al. (2021); Zaric et al. (2020b,a); Aljabali et al. (2020); Van Houdt et al. (2020); Hallifax et al. (2020); Tondello and Nacke (2020)
Tipo	Jogos serios	Shabihi et al. (2016); Shabihi and Taghiyareh (2017); Shabihi et al. (2018); Orji et al. (2014)
	Gamificação	Bovermann and Bastiaens (2020); Hallifax et al. (2019b); Lopez and Tucker (2019); Tondello et al. (2019); Chtouka et al. (2019); Lavoué et al. (2018); Agapito and Rodrigo (2018); Tondello et al. (2016); Herbert et al. (2014); Roosta et al. (2016); Hassan et al. (2019a); Denden et al. (2017); Monerrat et al. (2017); Daghestani et al. (2020); Hassan et al. (2019b); Amado and Roleda (2020); Santos et al. (2021); Jamaludin et al. (2021); Zaric et al. (2020b,a); Smiderle et al. (2020); Aljabali et al. (2020); Rodrigues et al. (2021)

Continua na próxima página.

Tabela 3.1 – *Continuação: Consolidação dos resultados.*

Estratégias de Identificação do tipo de usuários		
	Genérico	Bovermann and Bastiaens (2020); Hallifax et al. (2019b); Lopez and Tucker (2019); Tondello et al. (2019); Chtouka et al. (2019); Lavoué et al. (2018); Agapito and Rodrigo (2018); Tondello et al. (2016); Herbert et al. (2014); Roosta et al. (2016); Hassan et al. (2019a); Denden et al. (2017); Monerrat et al. (2017); Daghestani et al. (2020); Hassan et al. (2019b); Amado and Roldeda (2020); Santos et al. (2021); Jamaludin et al. (2021); Zaric et al. (2020b,a); Smiderle et al. (2020); Aljabali et al. (2020); Lopez and Tucker (2021); Gabele et al. (2021); Ašeriškis and Damaševičius (2017); Carlier et al. (2021); Altmeyer et al. (2021); Rogers et al. (2021); Leong et al. (2021); Sienel et al. (2021); Van Houdt et al. (2020); Nousiainen et al. (2020); Oliveira et al. (2020); Hallifax et al. (2020); Chan et al. (2021); Tondello and Nacke (2020); Rodrigues et al. (2021)

Fim da tabela.

3.4 Ameaças à Validade

Como em todo estudo empírico, este mapeamento tem algumas ameaças à validade. Em relação à validação teórica, como a relação de artigos está relacionada à composição da *string* de busca, embora busque-se estratégias para identificar o perfil dos usuários, foram excluídas da *string* de busca palavras como “*adaptation*” ou “*learner’s profile*”, pois a quantidade de artigos retornada que não atendia aos critérios de inclusão aumentava significativamente. Por outro lado, para minimizar o viés do pesquisador na seleção dos artigos e evitar que estudos importantes fossem excluídos, foi criado um conjunto de cinco artigos de referência usados como controle. Entretanto, apesar das máquinas de busca terem sido selecionadas com base em pesquisas anteriores, é possível haver pesquisas relevantes não incluídas neste mapeamento.

Uma outra ameaça teórica importante é que a escolha dos artigos, seguindo os critérios de inclusão e exclusão, é realizada manualmente, passível de haver viés do pesquisador. Para mitigar tal ameaça, o estudo foi realizado por um estudante de pós-graduação e orientado por professores doutores que acompanharam todas as etapas do protocolo.

Como ameaça à validade interpretativa, assim como na seleção dos artigos, pode haver viés do pesquisador ao interpretar os resultados. O pesquisador, por desconhecimento, pode minimizar alguns pontos importantes ou deixar passar despercebidos. Como forma de contornar esse problema, uma amostra dos artigos foi revisada por dois outros pesquisadores e foi aplicado o teste Kappa com resultado de concordância entre os pesquisadores de 0.8.

3.5 Síntese do Capítulo

Este capítulo apresentou um mapeamento sistemático da literatura que teve como objetivo consolidar as estratégias de identificação dos perfis de usuários de jogos e ambientes gamificados em pesquisas que tiveram o intuito de customizar os elementos de jogos, ou avaliar a utilização desses elementos, de acordo com as preferências dos usuários.

A pesquisa buscou responder quais taxonomias de classificação de usuários

são adotadas nos artigos que buscam customizar os elementos de jogos de acordo com os perfis dos usuários (QP1), em qual contexto tais taxonomias são aplicadas (QP2), como as taxonomias de classificação são empregadas dentro de cada artigo (QP3), e como são avaliados os resultados alcançados (QP4).

As taxonomias utilizadas para identificar os perfis dos usuários foram classificadas em quatro grupos: baseadas no perfil no jogador, na personalidade do usuário, no estilo de aprendizagem e na motivação para a aprendizagem. Três artigos utilizaram estratégias pertencentes a mais de um grupo.

A maioria das pesquisas incluídas, 69%, utilizou taxonomias baseadas em perfil do jogador, isto é, 31 artigos, em especial o framework Hexad, com 66% dos artigos que usaram perfil de jogador, e a tipologia de jogador BrainHex, com 20%. Oito artigos utilizaram taxonomias baseadas na personalidade, isto é, 33% do total de pesquisas incluídas, distribuídas entre Myers-Briggs Type Indicator (MBTI), com 62% dos artigos que utilizam personalidade, modelo de personalidade Five Factor, com 62% dos artigos, modelo Play Traits com 38%. A área da educação foi responsável por 59% das pesquisas incluídas, isto é, 24 artigos.

Em relação ao instrumento utilizado para identificar o perfil do jogador, a maioria dos artigos faz uso de questionários. Alguns artigos adaptaram a forma de utilização original dos questionários, reduziram o número de questões ou avaliaram somente os perfis que estavam dentro de seus interesses na pesquisa. Dois artigos fizeram uso dos dados de utilização dos sistemas para identificar e atualizar o perfil do jogador. Um deles utilizou o questionário para identificar o perfil e depois comparou com o perfil gerado a partir da utilização do sistema.

Este mapeamento sistemático subsidiou a escolha da taxonomia utilizada para identificar o perfil de jogador do CodePlay, gamificação integrada ao juiz on-line CodeBench, que está sendo apresentado no Capítulo 4, ajudou na definição de quais aspectos considerar para avaliar o efeito da gamificação e na escolha dos elementos de jogos presentes no jogo proposto.

Capítulo 4

CodePlay

Este capítulo apresenta a gamificação CodePlay, que possui um jogo no estilo RPG que é incorporada ao sistema juiz on-line CodeBench. A Seção 4.1 apresenta uma visão geral do sistema, explicando como se dá a integração da gamificação ao juiz on-line, a Seção 4.2 apresenta o enredo do jogo, que é o elemento central de um jogo RPG, a Seção 4.3 descreve os personagens do jogo e a Seção 4.4 apresenta a descrição de cada uma das fases, destacando os principais elementos de cada fase.

4.1 Visão Geral do Sistema

Criado com o intuito de despertar o interesse e a motivação de alunos de disciplinas práticas de programação, este trabalho apresenta o Codeplay, uma gamificação que possui um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, incorporado ao sistema juiz on-line CodeBench. O CodeBench é utilizado por professores da Universidade Federal do Amazonas como apoio às disciplinas de programação. Por ser um sistema juiz on-line, pode ser usado por qualquer disciplina de programação que utilize as linguagens de programação C, C++, Java, Python, Haskell, Lua, Bash (com AWK e SED), Assembly, além da linguagem SQL (Galvão et al., 2016). O único pré-requisito que o professor precisa cumprir para utilizá-lo é criar os exercícios contendo um conjunto de casos de teste que será utilizado para avaliar a corretude dos códigos submetidos pelos alunos.

O aluno se matricula em uma disciplina e passa a ter acesso ao material de apoio e às listas de exercícios. Quando o aluno acessa uma lista de exercícios, são disponibilizados os exercícios de programação que compõem aquela lista, conforme ilustrado na lateral esquerda da tela apresentada na Figura 4.1a, e o aluno pode decidir a ordem em que os exercícios serão resolvidos. Quando um exercício é selecionado, é carregado o seu enunciado e um editor de texto onde a resposta deve ser digitada (Figura 4.1b). O aluno pode testar o código que será verificado localmente ou submeter para a correção do juiz on-line. Ao submeter a solução ao juiz on-line, caso a respostas esteja correta, o aluno recebe uma carta trazendo uma recompensa no jogo (Figuras 4.1c e 4.1d). É possível observar na Figura 4.1a que são disponibilizadas informações sobre a lista de exercício e um gráfico mostrando a progressão do aluno e sua respectiva pontuação no exercício.

Após o sorteio da carta com a recompensa por ter acertado o exercício, o aluno pode clicar sobre a carta para ser direcionado ao ambiente do jogo. O jogo incorporado ao CodePlay é do gênero aventura, subgênero RPG (*Role-playing game*) tradicional, *multiplayer* em tela única e terceira pessoa, onde o jogador assume o papel de um personagem do reino Midgard. O reino de Midgard foi desenvolvido utilizando uma sofisticada tecnologia computacional e a única maneira de sair dele é através de um portal mágico protegido por Quimera, uma besta virtual muito poderosa. Para vencer Quimera, o jogador precisa dominar técnicas de programação do mundo real. Quanto mais o jogador aprende programação, mais poderoso ele fica. A meta é se tornar tão poderoso até se transformar em um CodeMeistre, que é uma patente conquistada por alunos que são realmente bons em programação.

O jogo RPG *multiplayer* foi desenvolvido utilizando uma *engine* de jogos 2D chamada RPG Maker MV¹ e possui sete fases, cada uma delas com enredo, missões, passagens secretas, personagens, edificações e seres mágicos próprios.

Da mesma forma que nos principais jogos de RPG, os alunos acumulam pontos de experiência (XP), energia, vida e moedas à medida que evoluem no jogo. Além disso, os alunos podem escolher seus próprios avatares, seja feminino ou masculino. O jogo conta com mais de 270 NPCs (*Non Playable Characters*) com os quais os alunos podem interagir, mais de 50 edificações (residências, lojas, templos,

¹<http://www.rpgmakerweb.com/>

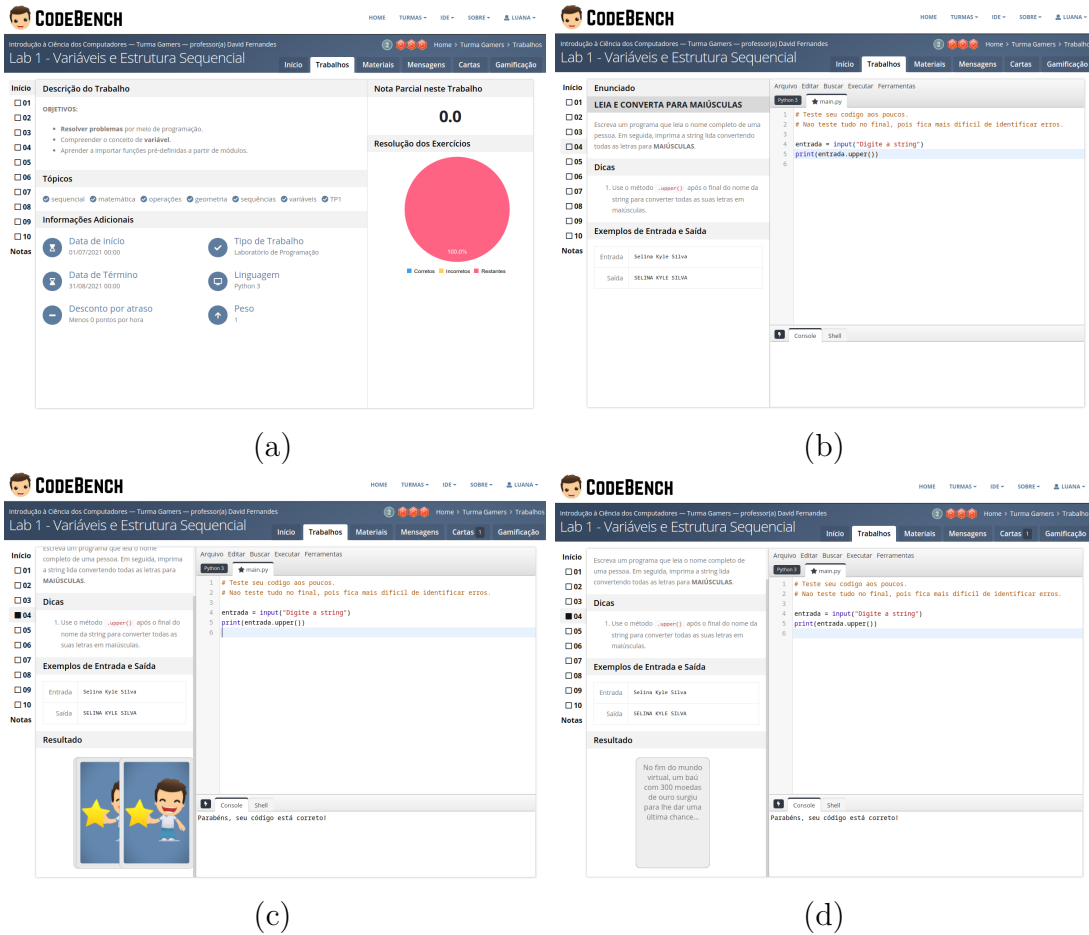


Figura 4.1: Telas do sistema juiz on-line CodeBench. (a) Visão da lista de exercícios. (b) Seleção do exercício a ser resolvido e digitação da solução no editor de texto. (c) Submissão com correção correta do exercício e a carta trazendo o prêmio do aluno no jogo. (d) Carta virada revelando o prêmio do aluno no jogo.

castelos, entre outros) distribuídos nas sete fases; e monstros com os quais os alunos precisam guerrear em cada fase.

Embora a *engine* RPG Maker MV não suporte o desenvolvimento de jogos *multiplayer*, neste trabalho foi desenvolvido um conjunto de *plugins* Web baseado em tecnologia de *WebSockets* que permitem que os alunos vejam e conversem uns com os outros nos mapas do jogo. Desta forma, os alunos podem visualizar os movimentos dos demais participantes, além da quantidade de moedas, energia, vida, experiência (XP) e armas que cada um possui.

A Figura 4.2 apresenta uma visão geral da integração do CodePlay ao sistema juiz on-line CodeBench. Os professores disponibilizam listas de exercícios de programação para os seus alunos. Quando um aluno acerta um exercício de programação no CodeBench, uma carta é sorteada para indicar a sorte do aluno no jogo. Os tipos de cartas que podem ser sorteados variam ao longo das sete fases do jogo, mas os seguintes tipos são comuns a todas as fases: (i) indicação do local de um baú com moedas (que surge no mapa após o sorteio da carta); (ii) indicação do local de uma quantidade de energia (que também surge no mapa após o sorteio da carta); e (iii) cartas contendo convites para que o aluno visite uma determinada edificação (por exemplo, a casa de algum aldeão). Por padrão, a maioria das edificações permanece fechada e só pode ser acessada mediante convite individual. Esses convites são sorteados à medida que o aluno vai acertando os exercícios de programação. No entanto, é importante mencionar que a utilização do jogo é opcional aos alunos, podendo ser acessado sempre que desejarem, além de não ter sido imposto limite de tempo para a permanência no jogo.

No CodePlay cada aluno ajuda a turma a passar de fase, isto é, a ir para o próximo vilarejo. Essa mecânica é feita através de missões coletivas que precisam ser cumpridas dentro de cada fase. Por exemplo, na fase 1, todos os alunos precisam se empenhar em resolver os exercícios de programação, para que eles sorteiem cartas contendo cristais mágicos que serão usados para liberar a passagem dos alunos para a fase 2. Vale ressaltar que o esforço para sortear os cristais precisa ser coletivo, pois dificilmente um único aluno conseguirá sortear todos os cristais necessários sozinho. Dessa forma, o aluno não avança no jogo sozinho: se é um aluno empenhado, ele ajuda a turma a avançar. Essa é uma característica fundamental do jogo, onde todos os alunos estão sempre se deparando com novos enigmas

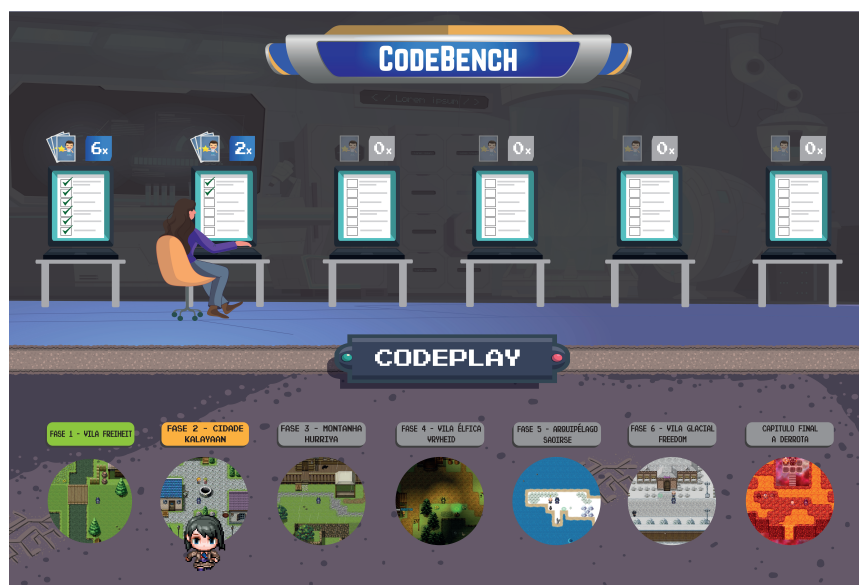


Figura 4.2: Visão geral da integração do sistema juiz on-line com o CodePlay. A parte superior da imagem representa as listas de exercícios. A cada exercício correto o jogador ganha uma carta com recompensas no jogo. A parte inferior representa as sete fases do jogo. Fonte: Elaborada pela autora.

e desafios, mesmo que um ou outro aluno não esteja tão empenhado quanto os demais. Apesar disso, a plataforma CodePlay incentiva a competição entre os alunos através de itens colecionáveis e da vitória contra monstros presentes em casa fase. Os alunos que acertam mais exercícios de programação acumulam mais experiência e energia, e guerreiam com mais monstros e com maior facilidade. Por meio das moedas acumuladas os alunos podem comprar armas, armaduras e itens mágicos cada vez mais poderosos. Além disso, os alunos mais empenhados acessam um maior número de edificações, já que as edificações são desbloqueadas através da resolução de exercícios de programação, e acabam conhecendo melhor o enredo do jogo à medida que interagem com mais NPCs.

Finalmente, o CodePlay é uma gamificação que possui um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, e é integrado ao juiz on-line CodeBench. Importante reforçar que o CodePlay não influencia no conteúdo das disciplinas de programação e nem força o professor a seguir determinadas metodologias de ensino. Essa abordagem foi escolhida para que possa ser adotado em qualquer disciplina de programação, seja introdutória ou avançada, contanto

que o professor disponibilize listas de exercícios para seus alunos através do juiz on-line CodeBench, onde a gamificação está integrada.

4.2 Enredo

O enredo é um elemento central de todo jogo RPG, pois todos os fatos e narrativas se desenvolvem em torno dele. No jogo incorporado ao CodePlay, o enredo gira em torno de um mundo virtual onde todos os alunos foram aprisionados. Esse mundo virtual é repleto de monstros e de muitos perigos, e foi criado por um ser chamado **Marduk** usando tecnologia computacional e linguagens de programação do mundo real. Como esse mundo foi criado usando linguagens de computador, o estudo de programação faz os alunos desenvolverem poderes dentro desse mundo. Quanto mais estudam programação, mais poderosos se tornam, e esse é o único meio de vencer **Marduk** e passar ileso de todos os perigos do mundo virtual.

O enredo enfatiza a importância do estudo e da prática de programação, pois esse é o único meio de se libertarem do mundo virtual onde estão presos. Além disso, o enredo se encaixa bem dentro de qualquer disciplina de programação, pois não está vinculado a uma ementa específica. Dentro da plataforma CodePlay, o enredo é apresentado da seguinte forma para os alunos:

“Você e um grupo de amigos foram presos em um mundo virtual controlado por um ser extremamente poderoso chamado **Marduk**. Esse reino virtual, uma espécie de Matrix, é chamado de **Midgard** e foi desenvolvido através de uma tecnologia computacional muito sofisticada. A única forma de se libertar desse reino virtual é através de um portal mágico protegido por um monstro, a terrível Quimera, uma besta virtual muito impiedosa e poderosa.

Como o mundo virtual foi desenvolvido através de tecnologia computacional e de linguagens de programação disponíveis no mundo real, a única forma de vencer a Quimera e se proteger dos demais perigos do mundo virtual é através do conhecimento de programação. Estudar programação faz você aumentar o seu poder, possibilitando que você

se transforme em um ser realmente poderoso, conhecido no mundo virtual como **CodeMeistre**.”

Durante todo o percurso o jogador contará com a ajuda do **CodeMeistre Nashao**, que é um NPC (*non-player character*) responsável por recepcionar os alunos em cada fase e dar início a todas as missões do jogo.

O jogo é dividido em sete capítulos. Para passar de um capítulo para outro, é essencial que os alunos resolvam os exercícios de programação compartilhados pelos professores através do juiz on-line CodeBench. Em cada capítulo, o jogador encontrará novos desafios, mistérios e monstros para serem vencidos.

4.3 Personagens e definição de termos

Os personagens do CodePlay são baseados em seres humanos e místicos, seguindo o estilo mangá. Os jogadores podem escolher seus avatares tanto na forma feminina quanto masculina.

Os jogadores acumulam **pontos de experiência (XP)** e **moedas**. Os **pontos de experiência** são conquistados (i) através do sorteio de cartas após resolverem exercícios de programação no CodeBench, e (ii) através da exploração dos mapas do jogo e da realização de missões. O CodePlay possui um mecanismo de *ranking* que ordena os alunos de acordo com os pontos de experiência conquistados.

O ranking é dividido em três grupos: ouro, prata e bronze. O *grupo ouro* possui os alunos da turma que acumularam mais pontos de experiência, o *grupo prata* possui alunos com acúmulo mediano de pontos de experiência, e o *grupo bronze* engloba os alunos com menor quantidade de pontos de experiência acumulados. Os alunos só visualizam os jogadores que estão no mesmo grupo em que estão localizados.

A esse tipo de classificação de jogadores em multicamadas dá-se o nome de *rating ranking systems* (Sarkar and Cooper, 2019), e é normalmente utilizado quando se deseja oferecer ao jogador um maior número de posições de destaque (Zichermann and Cunningham, 2011) ou equilibrar a dificuldade das tarefas (Sarkar et al., 2017). Com isso, o sistema tem várias camadas de classificação e os jogadores são comparados com outros que têm desempenhos similares aos seus,

uma vez que a motivação e incentivo dos jogadores pode mudar dependendo de sua posição no ranking (Jia et al., 2017; Zichermann and Cunningham, 2011; Butler, 2013).

Dentro de uma turma, os avatares dos três alunos com mais pontos de experiência ganham **óculos escuros** e ficam em destaque no *ranking*. Além disso, a quantidade de pontos de experiência também define o **nível** do aluno. Quanto maior o nível, mais poderoso ele se torna, o que confere vantagens nas batalhas contra os inimigos.

O aluno também acumula **vida** e **energia**. Os **pontos de vida** definem o quão resistente o aluno é nas batalhas. Os **pontos de energia** definem a quantidade de magia que pode ser usada em combate. O valor máximo de **pontos de energia** aumenta conforme o jogador progride de nível.

A Figura 4.3 ilustra as informações da aluna Marcela Pessoa. Essas informações ficam disponíveis no *ranking* e ao passar o mouse sobre o avatar do jogador no jogo. É possível observar que o avatar está com óculos escuro, indicando que a aluna está entre os três primeiros da turma. O aluno também consegue conferir as informações de nível, experiência, vida e energia. Além disso, o aluno tem acesso à quantidade de moedas acumuladas. As moedas podem ser usadas para comprar armas, armaduras, poções, bebidas sem álcool no bar, apostas no cassino, entre outros.

Ao longo do jogo o aluno pode comprar até dezenove armas diferentes, como apresentadas na tabela que está no Apêndice A, com crescente eficácia. A arma mais potente fica visível no placar, como apresentado no canto superior direito da Figura 4.3.



Figura 4.3: Informações sobre o jogador presentes no placar (ranking).

Para descrever melhor como as fases são compostas, a seção a seguir apresenta o universo do jogo, descreve e ilustra cada fase.

4.4 O universo do jogo

O jogo possui sete fases, denominadas capítulos, cada uma com desafios, cenários e enredos próprios, alinhadas ao enredo central do jogo. As fases acontecem em espaços que variam de vilarejo, cidade, montanha, vila e arquipélago. Em todas as fases o jogador tem acesso a um local de descanso, para onde volta quando ele perde uma batalha. A energia e vida do jogador é recuperada quando ele toma um café na casa de descanso.

Depois de ter ajudado a libertar o povoado, através de completar a missão principal, o jogador é conduzido para uma nova fase. O jogador pode se movimentar entre as fases conquistadas através do teleporte. A seguir são descritas as fases do jogo.

4.4.1 Fase 1 - Vila Primeira Freiheit (A liberação da ponte)

A fase 1 acontece em um vilarejo chamado Vila Primeira Freiheit. A vila está isolada das demais partes do mundo virtual e os estudantes precisam vencer os desafios, acumular moedas e experiência através do treinamento de programação. Para envolver o aluno, é apresentado o seguinte enredo:

“Neste capítulo, que passa na vila Freiheit, os moradores estão isolados dos outros povoados, pois a única ponte está com bloqueios mágicos que impedem a entrada e a saída de pessoas. Só tem uma forma de liberar a ponte: “encontrando os oito cristais que estão escondidos na vila”. Para isso, os aprendizes precisam se unir e juntos resolverem os exercícios de programação no sistema juiz on-line CodeBench. Após cada resolução de exercício é sorteada uma carta de recompensa. Os aprendizes precisam fazer exercícios até encontrar os cristais.

Mas não é só isso, os aprendizes podem, ainda, se divertir e ganhar recompensas que serão úteis em batalhas futuras, através de, opcionalmente, encontrar uma menina perdida; procurar por uma área secreta; ou lutar com criaturas no fundo do poço da vila.”

A Tabela 4.1 apresenta os eventos presentes na fase 1 e o que o aluno precisa fazer para ter acesso. É possível observar que o aluno só consegue avançar no

jogo se ele resolver as questões de programação no juiz on-line CodeBench, pois as edificações bloqueadas, as cartas de experiência (XP) e as cartas de moedas são condicionadas à resolução das questões de programação. A missão coletiva (encontrar os oito cristais), as missões secundárias (o resgate de Alexia e o extermínio dos monstros do poço), e a passagem secreta só podem ser acessadas através de edificações cujo acesso é condicionado à resolução de exercícios. Além disso, em cada fase é disponibilizado um local de descanso que o aluno retorna todas as vezes que perde uma batalha, nele é disponibilizado um café que recarrega a vida e energia do aluno. O local de descanso é a única edificação que dispensa a obrigatoriedade de resolução de exercícios, uma vez que o acesso é liberado após o primeiro diálogo com o **CodeMestre Nashao** (NPC). Por fim, o último desafio do estudante é a batalha final da fase que é o embate com a “Guardiã da Ponte”. Caso o jogador vença a batalha, ele é conduzido para a segunda fase do jogo.

Tabela 4.1: Atividades da Fase 1 - Vila Primeira Freiheit.

Eventos	Descrição	Condicionada a (ao)
Edificações bloqueadas	Casarão dos Flower, Morada dos Iniciados, Anexo Morada dos Iniciados e Casa das Macieiras	Sorteio de cartas
Cartas com XP	10, 25, 50 e 75 pontos	Sorteio de cartas
Cartas com moedas	5, 10, 25 e 50 moedas	Sorteio de cartas
Missão coletiva	Encontrar 8 cristais	Sorteio de cartas para todos os alunos
Missão secundária	Resgatar a menina Alexia, que caiu no poço da vila	Conversar com NPC “Tobias”
Missão secundária (opcional)	Exterminar os monstros do poço	Conversas com o NPC “Senhor Gray” da casa das Macieiras
Passagem secreta (opcional)	Encontrar a área secreta que tem entrada pela cachoeira	Falar com o NPC “Filha do Explorador” no Casarão dos Flower e encontrar o pergaminho
Local de Descanso	Casa do Rumble	Diálogo inicial com o CodeMestre Nashao
Batalha final da fase	Luta intelectual contra a “Guardiã da Ponte”	Cumprimento da missão coletiva de encontrar 8 cristais

A Figura 4.4 apresenta algumas telas da primeira fase. As Figuras 4.4a e 4.4b apresentam uma visão geral do mapa da cidade, em especial de algumas edificações que só podem ser desbloqueadas através da resolução de exercícios no CodeBench, como a “Morada dos Iniciados”, a “Casa das Macieiras” e o “Casarão

dos Flowers”. Essas edificações, além de terem a sua liberação condicionada ao sorteio de cartas específicas, estão relacionadas a passagem secreta e missões secundárias da fase 1, como exterminar monstros do fundo de um poço (Figura 4.4c) ou atravessar um labirinto invisível em busca da passagem secreta (Figura 4.4d).

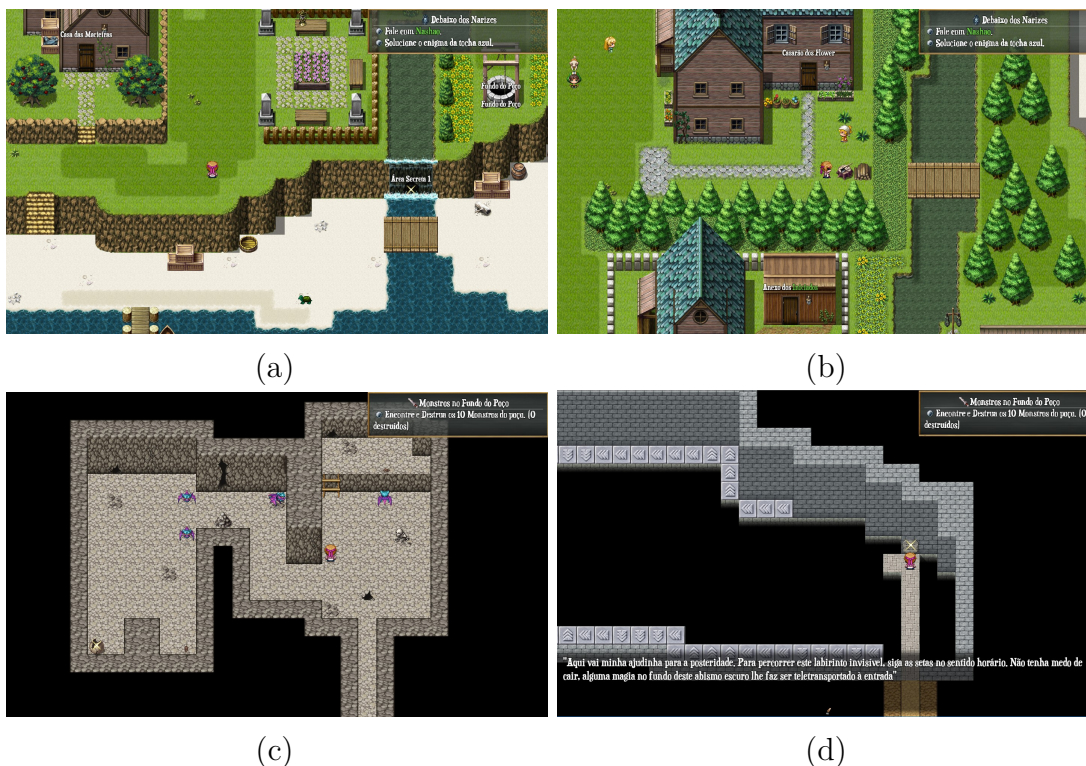


Figura 4.4: Telas da Fase 1 - Vila Primeira Freiheit. (a) Visão da Casa das Macieiras. (b) Visão do Casarão dos Flowers e da Casa dos Iniciados. (c) Missão secundária para exterminar os monstros do poço. (d) Passagem secreta para atravessar um labirinto invisível.

4.4.2 Fase 2 - Cidade Kalayaan (Debaixo de nossos narizes)

A Fase 2 acontece em uma cidade comercial do mundo do jogo, chamada de Kalayaan. É o único local que é possível comprar armas, armaduras e tomar um vinho sem álcool no bar, ouvindo uma boa música. Entretanto, só é possível acessar

as lojas se fizer exercícios de programação no CodeBench. A fase é conduzida pelo seguinte enredo:

“O aprendiz ajudou a liberar a ponte que liga a vila Freiheit e a cidade Kalayaan. Isso ajudou muito os dois povoados, pois Kalayaan é rica em comércios. Entretanto, as demais partes do Reino de Midgard continuam inacessíveis. Um laçao de **Marduk**, chamado **Stuark**, é o culpado por manter as duas vilas isoladas. **Stuark** está sendo protegido pelo sacerdote. Os aprendizes precisam encontrar o sacerdote que está no templo trancado a oito cadeados. Só tem uma forma de abrir o templo: “destrancando os oito cadeados na porta do templo”. Para destrancar os cadeados os aprendizes precisam se unir e juntos resolverem os exercícios de programação no CodeBench. Após cada resolução de exercícios são sorteadas cartas de recompensa. Devem ser resolvidos exercícios até destrancar todos os cadeados. Após abrir o templo, o aprendiz percorrerá o seu subterrâneo, passará por provas em uma escuridão assustadora, encontrará enigmas e lutará com o terrível **Stuark**. É necessário correr para ajudar a libertar os povoados!

Nesta cidade o aprendiz também pode se divertir e ganhar recompensas através de opcionalmente: explorar a cidade; entrevistar cidadãos; encontrar uma entrada para a terra das Fadas Valiosas; realizar compras ou vendas nas lojas da vila; ou até mesmo ouvir uma música especial no bar sem álcool.”

A Tabela 4.2 apresenta as atividades da fase 2. Com exceção do local de descanso, que é o Hotel Roper, o acesso às demais edificações estão condicionadas à resolução dos exercícios de programação no juiz on-line. Os valores de pontos de experiência (XP) e moedas das cartas sorteadas nessa fase foram aumentados e também estão condicionados à resolução de exercícios. É possível observar que a fase, além das cartas que desbloqueiam edificações, com XP e moedas, possui uma missão coletiva para gerar a colaboração entre os estudantes: destrancar os 8 cadeados da porta do templo. Para ajudar nessa missão, basta o aluno

fazer os exercícios do Codebench para sortear as cartas de destrancamento de cadeados. A fase possui ainda missão secundária, missão secreta, *easter egg*, oferece a possibilidade de recuperar a vida e energia do aluno no local de descanso e uma batalha final com o assustador Stuark.

Tabela 4.2: Atividades da Fase 2 - Cidade Kalayaan.

Eventos	Descrição	Condicional a (ao)
Edificações bloqueadas	Loja de Armas, Loja de Poções, Bar e Casa do Prefeito Vashan	Sorteio de cartas
Cartas com XP	25, 50, 75 e 100 pontos	Sorteio de cartas
Cartas com moedas	10, 25, 50 e 75 moedas	Sorteio de cartas
Missão coletiva	Encontrar 8 cadeados da porta do templo	Sorteio de cartas para todos os alunos
Missão secundária (opcional)	Entrevistar os aldeões nas ruas	Conversar com a recepcionista do prefeito na Casa do Prefeito
Missão secreta (opcional)	Visitar a terra das fadas valiosas	Jogar 10 moedas no poço
Easter egg (opcional)	O aluno altera a afinação do piano e começa a tocar a música “Megalovania” do jogo Undertale ²	Doar um leite com pera ao NPC “Apreciador de Arte”
Local de Descanso	Hotel Roper	Diálogo inicial com o CodeMeistre Nashao
Batalha final da fase	Luta contra <i>Stuark</i> no subterrâneo do templo	Cumprimento da missão coletiva de destrancar 8 cadeados

A Figura 4.5 apresenta algumas telas da Cidade Kalayaan. Na Figura 4.5a é apresentada a visão geral da cidade em um momento que o jogador tenta entrar em uma edificação bloqueada e recebe o aviso que ele precisa resolver exercícios de programação. É possível observar o templo, onde é executada a missão principal e o poço que esconde a missão secreta. Na Figura 4.5b é apresentado o segundo piso da casa do prefeito no momento que o jogador conversa com a recepcionista e recebe a missão secundária, que é entrevistar onze aldeões. Na Figura 4.5c é apresentada uma parte do subterrâneo do templo, evidenciando alguns desafios enfrentados pelo jogador. A Figura 4.5d apresenta o momento da batalha final da fase, onde o aluno precisa lutar contra Stuark para progredir para a próxima fase.



Figura 4.5: Telas da Fase 2 - Cidade Kalayaan. (a) Tentativa de entrar em uma edificação bloqueada. (b) Visão interna da Casa Prefeito no momento da missão secundária. (c) Subterrâneo do templo e os desafios encontrados. (d) Combate final com *Stuark*.

4.4.3 Fase 3 - Montanha Hurriya (A Grande Fissura)

A terceira fase acontece na montanha Hurriya, que foi invadida por monstros que expulsaram todos os moradores. O principal objetivo da fase é fechar a grande fissura, que é um portal entre o reino virtual (Midgard) e o reino dos monstros, de onde vieram a Quimera, Stuark e todos os monstros que invadiram o reino virtual. Além dessa missão principal, os alunos têm muito o que explorar nas edificações que foram abandonadas pelos moradores que deixaram a montanha. A fase é guiada pelo seguinte enredo:

“Você chegou ao topo da montanha Hurriya. Só foi possível chegar aqui porque você e os demais aprendizes conseguiram derrotar o terrível **Stuark**, que teleportou todos vocês para cá. Foi aqui que toda

a maldição começou, em um local chamado a Grande Fissura, que é uma passagem gigantesca entre o Reino de Midgard e o abismo. A terrível Quimera emergiu dessa fenda. Só vocês, aprendizes de programação, podem selar a grande fissura. Mas vocês não estão sozinhos, pois podem contar com a ajuda da **elfa Drusília**. Para selar a Grande Fissura é preciso “energizar os oito cristais encontrados na primeira vila, a vila Freiheit”. Para energizar os cristais, cada um de vocês deve se empenhar para resolver os exercícios de programação do CodeBench. Após a resolução de cada exercício, serão sorteadas cartas de recompensa, sendo que uma das possíveis recompensas é a energização de um dos cristais.

Como a vida não é só trabalho, você pode se divertir e ganhar recompensas através de (opcionalmente): explorar a vila abandonada no topo da montanha; descobrir segredos arqueológicos gelados; encontrar e decidir o destino de um **Orc** aprisionado; pensar em roubar a fórmula de uma poção poderosa; exterminar aranhas; coletar cogumelos venenosos; ou encontrar o manual de tradução das cifras.”

A Tabela 4.3 apresenta as atividades da fase 3. Assim como na fase 2, os valores das cartas de XP e moedas têm aumento progressivo, e existem quatro edificações bloqueadas que foram abandonadas por seus proprietários, são elas: Depósito dos Pround, Casa da Katt, Loja de Poções e Casa da Arqueóloga. Além disso, através do artefato encontrado e o sonho com sete números do líder **Thaion**, o aluno pode se teleportar para a loja de magia que estava fechada indefinidamente na fase 2. O local de repouso fica no Sítio Arqueológico e junto com a Casa da Spindler são as únicas edificações desbloqueadas. A missão coletiva, que é energizar oito cristais para fechar a grande fissura contém duas missões complementares: (i) após o primeiro cristal ser energizado os alunos são convidados a irem na Casa da Spindler e lá terão que lutar contra aranhas, e (ii) após o quinto cristal ser energizado os alunos são convocados a irem até a Grande Fissura e lá ficam sabendo que oito cogumelos abissais fugiram, de forma tal que o cristal só será energizado após o resgate dos oito cogumelos. Além disso, o aluno pode, opcionalmente, encontrar a chave para libertar ou não um **Orc**, encontrar uma receita de poção de fúria

para escolher entre roubar ou devolver ao vendedor e encontrar uma passagem secreta onde precisará resolver quebra-cabeças para atravessar algumas áreas.

Tabela 4.3: Atividades da Fase 3 - Montanha Hurriya.

Eventos	Descrição	Condicionada a (ao)
Edificações bloqueadas (abandonadas)	Depósito dos Pround, Loja de Poções, Casa da Katt, Casa da Arqueóloga	Sorteio de Cartas
Cartas com XP	50, 75, 100 e 150 pontos	Sorteio de cartas
Cartas com moedas	25, 50, 75 e 100 moedas	Sorteio de cartas
Missão coletiva	Energizar os 8 cristais para fechar a grande fissura	Sorteio de cartas para todos os alunos
Missão complementar	Resgatar 8 cogumelos abissais	Quando o cristal 5 é energizado
Missão complementar	Exterminar aranhas na Casa da Spindler	Após o cristal 1 ser energizado
Missão secundária (opcional)	Encontrar a chave para libertar o <i>Orc</i>	Desbloqueio do Depósito dos Pround
<i>Easter egg</i>	Encontrar a receita da Poção de Fúria (roubar ou devolver)	Cofre aberto na Loja de Poções Abandonada
Missão secreta	Encontrar o Manual de Tradução e voltar ao Sítio Arqueológico	Senha no manuscrito de Belle na Casa de Arqueóloga
Local de Descanso	Hotel Roper	Diálogo inicial com o CodeMeistre Nashao
Batalha final da fase	Luta da Elfa Drusília com Quimera	Cumprimento da missão coletiva de energizar 8 cristais

A Figura 4.6 apresenta algumas telas da montanha Hurriya. A Figura 4.6a apresenta uma visão geral da fase, e nela é possível observar que as edificações que já foram desbloqueadas ficam com a identificação em branco e as não bloqueadas ficam em cinza. Esse recurso visual também ocorre em todas as demais fases do jogo. A Figura 4.6b apresenta a missão secundária de encontrar a chave para libertar o Orc. Importante destacar que o aluno é avisado de que não ganhará nada caso liberte o Orc, mas ele pode se valer dessa opção disruptiva caso deseje ver todos os seus colegas empenhados em prender o Orc novamente. A Figura 4.6c apresenta a Grande Fissura com parte dos cristais energizados, esperando que seja executada a missão complementar de resgatar os cogumelos abissais. A Figura 4.6d ilustra um dos desafios encontrados na missão secreta, pois o aluno precisa atravessar um quebra-cabeça.

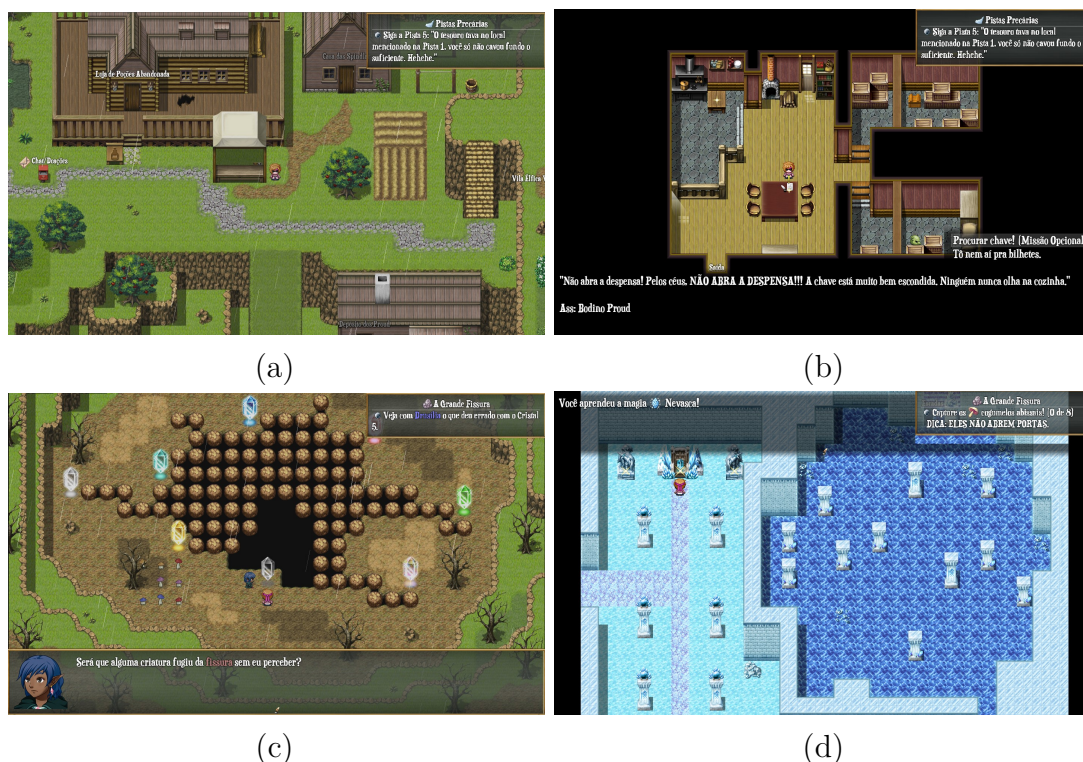


Figura 4.6: Telas da Fase 3 - Montanha Hurriya. (a) Visão geral do cenário. (b) Missão secundária para encontrar a chave que liberta o Orc. (c) Grande Fissura depois de sete cristais energizados e esperando a execução da missão que captura os cogumelos abissais. (d) Parte da missão secreta que apresenta um quebra-cabeça que o aluno precisa resolver para seguir.

4.4.4 Fase 4 - Vila Élfica Vryheid (O Artefato)

Após selar a Grande Fissura e impedir que os monstros continuem saindo do abismo, os estudantes são conduzidos para a Vila Élfica Vryheid. É uma vila de muito trabalho, magia e diversão, mas para usufruir das maravilhas da vila o aluno precisa fazer os exercícios de programação. O seguinte enredo é apresentado aos alunos assim que chegam a esta fase:

“Os aprendizes selaram a Grande Fissura, por isso conseguiram chegar à Vila dos Elfos e conectar os quatro povoados. Na Vila dos Elfos o aprendiz precisa ajudar o **CodeMestre Nashao** a encontrar o seu colega, **CodeMestre Rama**, que desapareceu enquanto ele pesqui-

sava sobre as fraquezas da terrível **Quimera**. Que sorte! Os elfos da vila Vryheid encontraram um artefato altamente tecnológico que faz com que todos que se aproximem dele sonhem com lugares exóticos e sete números. O aprendiz de programação que digitar os números revelados durante os sonhos no Artefato é teleportado para o lugar exótico sonhado. O Artefato pode levar o aprendiz de programação até **Rama**, mas para isso é necessário conhecer os sete dígitos que compõem as coordenadas da localização de **Rama**. Somente **Nashao** pode identificar esses números através de sonhos e o aprendiz pode ajudá-lo sorteando as cartas corretas. Só há uma forma de encontrarem o **CodeMeistre Rama**: “ajudando **Nashao** a sonhar com as coordenadas de **Rama**”. Os aprendizes precisam se unir e juntos resolver os exercícios de programação no *CodeBench*. Após cada resolução de exercícios serão sorteadas cartas de recompensa. Depois que encontrarem **Rama**, os aprendizes viverão uma grande fuga até conseguirem escapar para além mar.

Para recompensar o esforço e acumular experiência e riqueza, os aprendizes podem, opcionalmente: conhecer os lugares exóticos sonhados pelos elfos, vencer uma corrida contra centauros, saquear o tesouro de múmias, descobrir um segredo literalmente valioso e se divertir em um luxuoso cassino, só não pode se viciar.”

A Tabela 4.4 apresenta as principais atividades da fase 4. Assim como nas fases anteriores, existem quatro edificações bloqueadas (Torre do cume da montanha, Cabana de Vakuum, Estábulo de Paard e Cassino) que só podem ser abertas se o aluno resolver exercícios de programação no juiz on-line CodeBench. As cartas trazendo XP e moedas, que também estão condicionadas à resolução dos exercícios, foram incrementadas em relação à fase anterior. A fase tem três missões secundárias e uma passagem secreta, que ao final se conecta com as passagens secretas das outras fases. Tanto missões secundárias quanto a passagem secreta são opcionais aos alunos, e são desbloqueadas através das coordenadas sonhadas pelos NPCs, que estão dentro das edificações bloqueadas. A fase possui minijogos como aposta em corrida de *golens*, caça níquel e uma suada corrida do jogador

contra um *centauro*.

Tabela 4.4: Atividades da Fase 4 - Vila Élfica Vryheid.

Eventos	Descrição	Condicional a (ao)
Edificações bloqueadas	Torre do cume da montanha, Cabana de Vakuum, Estábulo de Paard, Cassino	Sorteio de Cartas
Cartas com XP	75, 100, 150 e 300 pontos	Sorteio de cartas
Cartas com moedas	50, 75, 100 e 150 moedas	Sorteio de cartas
Missão coletiva	Ajudar Nashao a sonhar com 8 números da localização de Rama	Sorteio de cartas para todos os alunos
Missão secundária (opcional)	Vazio absoluto	Conversa com o NPC Vakuum em sua cabana, pegar as coordenadas 2064949 e se dirigir ao artefato para ser teleportado
Missão secundária (opcional)	Corrida contra um centauro	Conversar com NPC Paard em seu estábulo, pegar as coordenadas 2051403 e se dirigir ao artefato para ser teleportado
Missão secundária (opcional)	Coletar riquezas das múmias de um oásis no meio do deserto	Conversar com o NPC viciado do Cassino, apostar 45 moedas na Corrida de Golens, pegar as coordenadas 2341528 e se dirigir ao artefato para ser teleportado
Missão secreta (opcional)	Percorrer um puzzle para encontrar o maior tesouro	Ter uma Carta de Recomendação e falar a NPC da Torre Zipphuphu que fica no cume da montanha, pegar as coordenadas 221221 e se dirigir ao artefato para ser teleportado
Local de Descanso	Templo Élfico	Diálogo inicial com o Sacerdote Lingriel
Batalha final da fase	Fuga do com o CodeMeistre Rama e luta com os guardas do castelo	Cumprimento da missão coletiva de ajudar Nashao a sonhar com 8 números, pegar as coordenadas 0071006 e se dirigir ao artefato para ser teleportado ao castelo

A Figura 4.7 ilustra algumas telas da fase 4. Na Figura 4.7a é apresentado o artefato altamente tecnológico que permite aos aldeões sonharem com lugares exóticos e as coordenadas de sua localização. O jogador pode visitar os lugares sonhados imediatamente após descobrir a coordenada, bastando se dirigir ao artefato, e pode descobrir todas as coordenadas e só no final ir para o artefato,

pois todas as coordenadas são armazenadas na Lista de Coordenadas que fica na sala do artefato, como ilustrado na Figura 4.7a. A Figura 4.7b apresenta o momento da fuga do jogador juntamente com o **CodeMeistre Rama** que estava refém no castelo. A localização de Rama foi decifrada através dos sonhos do **CodeMeistre Nashao**. Para que fosse possível que Nashao sonhasse com as coordenadas, os alunos tiveram que resolver os exercícios de programação no CodeBench até que os oito números fossem sorteados. A Figura 4.7c ilustra o início da missão secundária que o jogador precisa coletar riquezas das múmias de um oásis. Entretanto, é necessário realizar apostas no cassino para que ele tenha acesso à localização do oásis, como condição de troca pelos números da coordenada sonhada pelo NPC viciado. A Figura 4.7d apresenta a missão secundária, após ter sido digitada a coordenada que leva o jogador para o Vale dos Centauros.

4.4.5 Fase 5 - Arquipélago Saoirse (Ponto fraco)

A fase 5 acontece em um arquipélago chamado Saoirse. Os alunos estão cada vez mais próximos de se transformar em CodeMeistres. Ao entrar nessa fase os alunos conquistam o poder de se transformar em um navio. Essa nova habilidade é essencial para permitir que o jogador se locomova entre as ilhas do arquipélago, que são desbloqueadas através da resolução de exercícios de programação. O aluno é dirigido pelo seguinte enredo:

“Vocês conseguiram! Foi uma fuga eletrizante pelo mar. Que bom que ajudaram a libertar o **CodeMeistre Rama** e tiveram companhia nessa viagem. Enfim chegaram ao Arquipélago Saoirse. Mas não será tão fácil encontrar a **Quimera**, pois ela está protegida em sua Ilha Covil, que não é acessível pelo mar. Infelizmente a nova habilidade **CodeMeistre** de se transformar em navio não é suficiente para acessá-la. Mas nem tudo está perdido, você pode sair em busca de um mapa rastreador mágico que aponta a localização de um helicóptero. Que sufoco! O mapa foi escondido pela **Quimera** na ilha das Ruínas, que está protegida por oito vórtices. Só existe uma forma de entrar na ilha das Ruínas: “Desfazendo os oito vórtices”. Vocês, aprendizes de programação, precisam se unir e juntos resolver os exercícios de



Figura 4.7: Telas da Fase 4 - Vila Élfica Vryheid. (a) Sala do artefato que teleporta os jogadores para a localização sonhada pelos aldeões. (b) Missão principal que é a fuga do castelo do jogador, acompanhado do CodeMeistre Rama, cuja localização foi sonhada pelo CodeMeistre Nashao. (c) Início da missão secundária para coletar riquezas das múmias de um oásis. (d) Missão secundária corrida contra um centauro.

programação no CodeBench. Após cada resolução de exercícios serão sorteadas cartas de recompensa, dentre elas as que eliminam os vórtices que bloqueiam o acesso à ilha das Ruínas.

Mas não é só isso, você pode explorar as ilhas e encontrar muita aventura, como achar o tesouro do capitão **Gargantacre**, explodir o monstro **Kraken**, exterminar os **Ogros do Gelo** para pegar seu tesouro ou percorrer a delirante Ilha Quinto dos Infernos em busca de senha ou vacina, quem sabe?”

A Tabela 4.5 apresenta as principais atividades da fase 5. Por se tratar de um arquipélago, existem cinco ilhas bloqueadas (Ilha das Ruínas, Ilha do Tesouro,

Ilha Krakenlândia, Ilha Aqui tem Nadica de Nada e Ilha Quinto dos Infernos) que só podem ser abertas se o o aluno resolver exercícios de programação no juiz on-line CodeBench. O desbloqueio da Ilha das Ruínas é condicionado à missão principal coletiva de sortear a liberação dos oito vórtices. As demais ilhas possuem cartas convite para serem visitadas. As cartas de XP e moedas, continuam sendo condicionadas à resolução dos exercícios, tendo os valores incrementados em relação à fase anterior. A fase tem três missões secundárias e uma passagem secreta, que, ao final, também se conecta com as passagens secretas das outras fases. As missões secundárias e passagem secreta são opcionais aos alunos e são acessadas através do contato com NPCs que estão nas ilhas bloqueadas.

A Figura 4.8 ilustra algumas telas da fase 5. Na Figura 4.8a é apresentada uma visão geral da Ilha do Tesouro, que compõe o arquipélago Saoirse. A luta principal da fase é contra o guardião do mapa rastreador que está na Ilha das Ruínas, como ilustrado na Figura 4.8b, que só é desbloqueada depois do cumprimento da missão coletiva. As missões secundárias estão condicionadas ao desbloqueio das ilhas, as Figuras 4.8c e 4.8d apresentam duas missões secundárias, que são opcionais aos jogadores e estão em ilhas distintas. Nas duas missões secundárias o jogador precisa resolver enigmas e *puzzle* para completar a missão.

4.4.6 Fase 6 - Vila Glacial Freedom

Na fase 6 o aluno vai precisar encontrar a localização indicada no mapa rastreador mágico e pegar o helicóptero que dá acesso à Ilha Covil da Quimera. Essa é a única forma de chegar à ilha e conseguir vencer Quimera. Para conseguir completar a missão, os alunos terão que lutar contra os guardiões do helicóptero. Nesta fase, o seguinte enredo é apresentado para os alunos:

“O mapa rastreador mágico foi encontrado e o fim desta jornada está perto! Chegou a hora de ir atrás do helicóptero para invadir a Ilha Covil da Quimera! **Nashao** está esperando os aprendizes na decadente guilda de heróis, na Vila Gélida *Freedom*, do continente ao sul. Esta é a vila mais oprimida por **Quimera**. *Bots* milicianos armados vigiam o povo e intimidam os heróis do reino. Uma coisa chama a atenção: o local mais protegido é a Fábrica. Os aldeões não sabem ao certo o que

Tabela 4.5: Atividades da Fase 5 - Arquipélago Saoirse.

Eventos	Descrição	Condicionada a (ao)
Edificações bloqueadas	Ilha das Ruínas, Ilha do Tesouro, Ilha Krakenlândia, Ilha Aqui Tem Nadica de Nada, Ilha Quinto dos Infernos	Sorteio de Cartas
Cartas com XP	100, 150, 300 e 500	Sorteio de cartas
Cartas com moedas	75, 100, 150 e 200	Sorteio de cartas
Missão coletiva	Encontrar os 8 vórtices para desbloquear a Ilha das Ruínas e pegar o mapa	Sorteio de cartas para todos os alunos
Missão secundária (opcional)	Resolver enigmas em busca do tesouro do capitão Gargantacre	Desbloqueio da Ilha do Tesouro através de carta e conversa com o NPC Vendedor de Pistas do Tesouro
Missão secundária (opcional)	Unir os barris de pólvora ao fogo até explodir o monstro Kraken em um puzzle cronometrado	Desbloqueio da Ilha Krakenlândia e interação com a placa na entrada da ilha
Missão secundária (opcional)	Coletar o tesouro protegido pelos Ogros de Gelo	Desbloqueio da Ilha Aqui Tem Nadica de Nada e conversar com a NPC aventureira
Missão secreta (opcional)	Encontrar uma senha de 4 dígitos para abrir a porta do laboratório e conseguir a vacina que permite quebrar o pilar	Desbloqueio da Ilha Quinto dos Infernos
Local de Descanso	Ilha do Farol	Diálogo inicial com o CodeMeistre Nashao
Batalha final da fase	percorrer um selvagem labirinto, cheio de armadilhas e pegar o mapa rastreador	Cumprimento da missão coletiva de encontrar os 8 vórtices

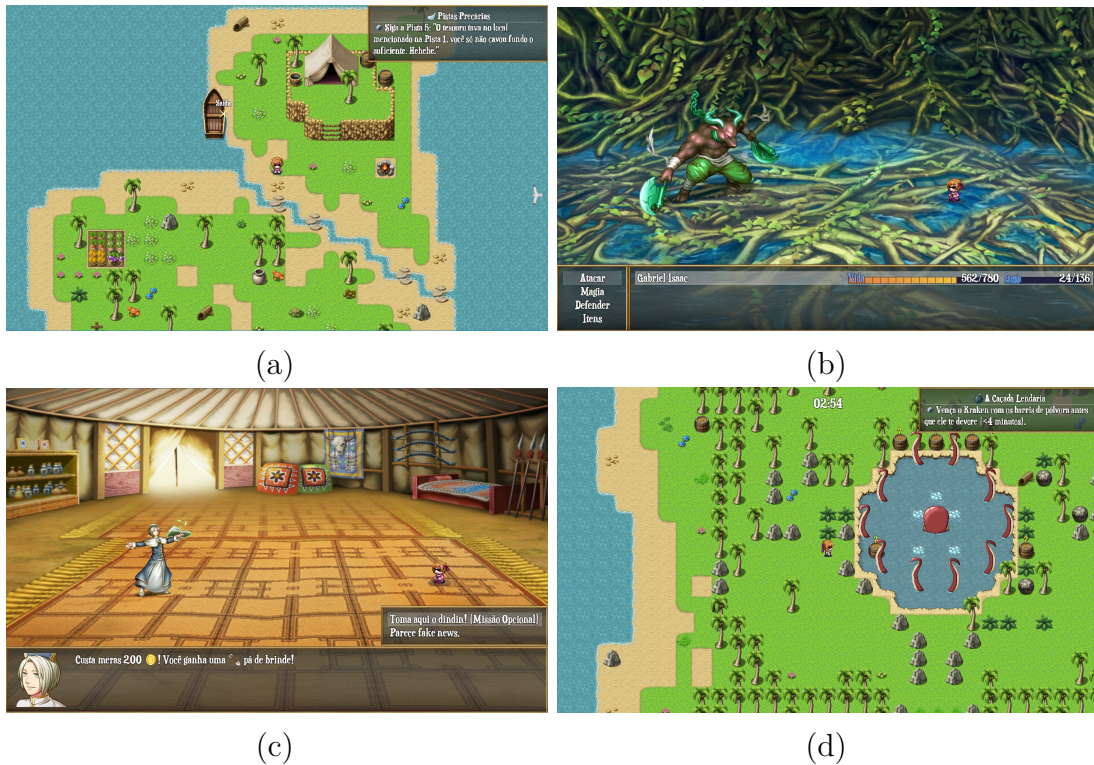


Figura 4.8: Telas da Fase 5 - Arquipélago Saoirse. (a) Visão externa de uma das ilhas do arquipélago. (b) Luta com o guardião do mapa rastreador na Ilha das Ruínas. (c) Início da missão secundária resolver um puzzle até encontrar o tesouro do capitão Gargantacre na Ilha do Tesouro. (d) Final da missão secundária para derrotar o monstro Kraken em um explosão com pólvora e fogo coletados em um puzzle.

é produzido lá, porém o mapa rastreador mágico aponta justamente para o interior da Fábrica. Não é seguro realizar a jornada sozinho, mesmo para um quase **CodeMeistre**. O jogador precisa recrutar oito heróis para juntos ataquem a fábrica, localizarem o helicóptero e libertarem o povo da opressão. Só tem uma forma de atacar a Fábrica: “Recrutando os oito heróis”. Os jogadores precisam se unir e juntos resolver os exercícios de programação no CodeBench. Após cada resolução de exercícios serão sorteadas cartas de recompensa.

Nesta aventura o jogador pode, ainda, libertar o povo de um rei ditador e genocida que tenta enganá-los com falsas promessas, matando

ou o transformando em um ser exótico; contrabandear armas avançadas; ou encontrar uma passagem secreta que conecta com as outras passagens.”

A Tabela 4.6 apresenta as principais atividades da fase 6. Assim como nas outras fases, o jogador tem um local de descanso para recuperar energia e vida, que nesta fase é representado por um Hostel. A fase tem a missão principal de recrutar oito heróis e juntos encontrarem o helicóptero, duas missões secundárias e uma missão secreta, que são opcionais ao jogador. As cartas de XP e moedas foram incrementadas e são encontradas nas cartas sorteadas após a resolução dos exercícios ou nos locais explorados.

Tabela 4.6: Atividades da Fase 6 - Vila Glacial Freedom.

Eventos	Descrição	Condicional a (ao)
Edificações bloqueadas	Guilda dos Heróis, Cafeteria, Padaria e Fábrica	Sorteio de Cartas
Cartas com XP	150, 300, 500 e 1000	Sorteio de cartas
Cartas com moedas	100, 150, 200 e 500	Sorteio de cartas
Missão coletiva	Recrutar os 8 heróis para desbloquear a Fábrica	Sorteio de cartas para todos os alunos
Missão secundária (opcional)	Assassinar o rei ditador	Desbloqueio da Guilda dos Heróis através de carta e conversa com o NPC
Missão secundária (opcional)	Contrabandear armas avançadas	Desbloqueio da Cafeteria e interação o NPC
Missão secreta (opcional)	Encontrar a receita mágica	Desbloqueio da Padaria
Local de Descanso	Hostel	Diálogo inicial com o CodeMeistre Nashao
Batalha final da fase	Lutar conta os guardas da Fábrica	Cumprimento da missão coletiva de recrutar 8 heróis

A Figura 4.9 apresenta algumas telas da fase 6. Na Figura 4.9a é a apresentada a entrada da Fábrica, local indicado pelo mapa rastreador mágico como o esconderijo do helicóptero. As Figuras 4.9c e 4.9d ilustram a padaria e a cafeteria, edificações que são debloqueadas através da resolução de exercícios e de onde iniciam as missões opcionais.

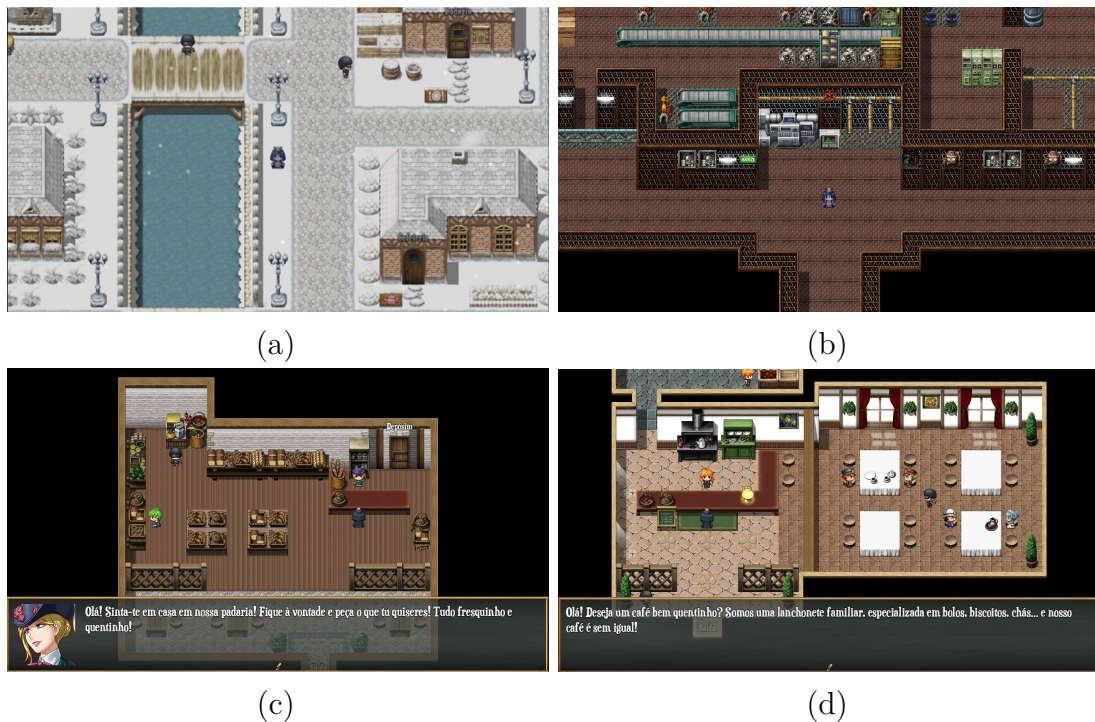


Figura 4.9: Telas da Fase 6 - Vila Glacial Freedom. (a) Visão geral da vila. (b) Entrada da Fábrica. (c) Contato inicial com a atendente da padaria. (d) Contato inicial da com a atendente da cafeteria.

4.4.7 Fase 7 - Capítulo Final

Após encontrar o enconderijo de Quimera, nesta última fase os alunos precisam descobrir os seus planos para, então, destruí-la. Ao longo do jogo os alunos acumularam armas e experiência que serão úteis para a batalha final. O fase é dirigida pelo seguinte enredo:

“Após descobrir o paradeiro de Quimera, só resta uma opção: descobrir os planos dela, se fortalecer com armas e destruí-la. Esta última fase vai conter uma passagem secreta, e todos os alunos que encontrá-la vão ser beneficiados com a principal arma do jogo: uma bola de energia. A arma dará mais poder de destruição ao jogador para tentar vencer Quimera e liberar todos os aldeões.”

4.5 Descrição dos elementos de jogos implementados

Uma vez que foram apresentadas as atividades por fase, esta seção descreve, com base na classificação de [Klock et al. \(2020\)](#), os elementos de jogos utilizados na implementação do CodePlay, como descritos a seguir:

1. **Anarquia:** após algumas missões secundárias o jogo permite ao aluno fazer escolhas anarquistas. Esse elemento foi incluído para atender o tipo Disruptor, da taxonomia Hexad;
2. **Emblema:** os alunos recebem emblemas de ouro, prata ou bronze de acordo com suas médias nas avaliações, média nas listas de exercícios e de acordo com sua frequência de acesso ao juiz on-line;
3. **Desafio ou *quest* ou tarefa:** os estudantes precisam lutar contra inimigos em todas as fase, além de resolver alguns enigmas;
4. **Escolha:** o aluno tem a possibilidade de escolher o que fazer no jogo, inclusive podendo deixar de executar algumas missões. No juiz on-line o aluno também pode escolher a ordem de resposta das questões;
5. **Coleta:** os jogadores têm a possibilidade de coletar moedas e armas. Além disso, podem comprar e vender armas, poções mágicas, vinho sem álcool ou apostar em um cassino. Tem ainda a sua disposição um inventário que permite a gestão de seus bens virtuais
6. **Competição:** o jogo oferece placar organizado em três grupos (*rating ranking*) e os alunos podem visualizar as conquistas (emblemas, XP, armas, etc) de outros jogadores passando o cursor sobre seus avatares, de forma a poder comparar suas próprias conquistas com os demais;
7. **Consequência:** o jogo oferece *feedback* de todas as ações do jogador, incluindo o impacto coletivo causado pelas tomadas de decisão, por exemplo, quando escolhe libertar o *Orc* ou jogar moedas nos poços das vilas;

8. **Personalização:** o jogador pode selecionar o seu avatar e nome;
9. **Easter egg:** em locais aleatórios no decorrer do jogo são postos elementos surpresas onde os alunos podem, por exemplo, mudar a música que está tocando no bar de uma das vilas;
10. **Emoção:** o jogo permite que o jogador ajude pessoas, ganhe batalhas, se divirta com minijogos, atividades que geram emoções positivas;
11. **Exploração:** o jogo é composto por cidades com várias edificações, missões e passagens secretas a serem exploradas. Os NPCs contam histórias e estão espalhados por diferentes locais;
12. **Feedback:** o jogo tem identificação visual e textual dos locais e ações. Além disso, como característica de um jogo RPG, em todas as fases tem a presença de um CodeMeistre que dá informações e responde questionamentos. Tem também o diário de missões que indica os passos cumpridos e a serem cumpridos;
13. **Presentear:** um jogador pode presentear o outro com moedas;
14. **Placar:** o jogo ordena os jogadores em três níveis, de acordo com a experiência. Também são oferecidos três emblemas, relacionados à média nas avaliações, média nas listas de exercícios e frequência com que acessa o juiz on-line. Tanto no placar quando nos emblemas os alunos são ordenados nos grupos ouro, prata e bronze;
15. **Nível:** o jogo disponibiliza barras de progresso de moedas, de experiência e missões;
16. **Loteria:** as cartas sorteadas são elementos aleatórios de jogo, além disso, nas batalhas alguns golpes podem não acertar os inimigos e há minijogos distribuídos pelo jogo;
17. **Significado:** o jogo trata os jogadores como aprendizes de programação que ajudarão a libertar o mundo das garras de um ser maldoso. A cada fase os alunos se veem com a responsabilidade de ajudar a libertar o povo que se encontra naquela fase;

18. **Narrativa:** tanto as fases quanto os elementos são orquestrados por um enredo futurístico que coloca o aluno como um personagem importante;
19. **Ponto:** o sistema de pontos do jogo é representado por experiência e moedas, adquiridos pelo jogador no decorrer das atividades;
20. **Prêmio:** o jogador ganha bônus no formato de experiência ou moedas de acordo com algumas ações no jogo, além disso, a cada vitória que tem sobre os inimigos, ele aumenta de nível;
21. **Sinalização:** o jogo oferece sinalizações de atividades permitidas ou possíveis. Além disso, existem NPCs espalhados pelas fases dando dicas sobre o enredo e atividades disponíveis;
22. **Rede social:** o jogo disponibiliza um *chat* que permite que os usuários se comuniquem;
23. **Status social:** além do *rating ranking* que agrupa os jogadores em três grupos, os três primeiros alunos recebem como premiação especial um óculos escuro e ficam destacados no placar;
24. **Estratégia:** para prosseguir no jogo, o jogador precisa escolher uma estratégia, desde a combinação de magias que será utilizada para vencer um inimigo, até a como resolver um *puzzle* em uma missão;
25. **Conteúdo desbloqueável (*unlockable*):** para amarrar o progresso à resolução de exercícios, a maioria das edificações é bloqueada e, a partir dela, o jogador acessa missões secundárias e áreas secretas;
26. **Economia virtual:** o jogador acumula moedas que podem ser usadas para comprar armas, armaduras, poções, bebidas em um bar ou apostar em um cassino.

4.6 Síntese do Capítulo

Este capítulo apresentou o CodePlay, gamificação que possui um jogo do gênero aventura, subgênero RPG que foi projetado para ser incorporado ao sistema juiz

on-line CodeBench. O jogo possui sete fases, todas com enredo, desafios e objetivos próprios, alinhados ao enredo central do jogo.

O progresso no jogo está condicionado à resolução de exercícios no sistema juiz on-line. Uma vez que a maioria das edificações está bloqueada e as missões são iniciadas a partir de edificações bloqueadas, o aluno, obrigatoriamente, precisa resolver os exercícios para ter acesso ao sorteio das cartas após acertar uma questão.

O jogo incentiva a cooperação dos estudantes através de missões coletivas, onde a maior parte da turma precisa exercitar para cumprir o objetivo coletivo, ao mesmo tempo que desperta a competição através da comparação no placar e coletáveis, como energia, moedas e armas. Além disso, permite que estudantes interajam entre si através de envios de mensagens podendo ser quando os personagens estão próximo ou estando distantes.

Segundo a metodologia da pesquisa utilizada nesta tese, *Design Science Research*, a etapa mais importante é o Ciclo de Relevância, que é onde o artefato proposto é avaliado. No planejamento de avaliação do CodePlay foram previstas três etapas de avaliação, as duas primeiras estão sendo descritas no próximo capítulo.

Capítulo 5

Avaliação do Artefato

O CodePlay, como descrito no Capítulo 4, passou por dois estudos de avaliação. O primeiro estudo foi realizado com estudantes de computação com experiência em desenvolvimento de jogos e está descrito na Seção 5.1. O segundo estudo, realizado com alunos de Introdução à Programação de Computadores está descrito na Seção 5.2.

5.1 Estudo 1: com especialistas em desenvolvimento de jogos

Este estudo foi realizado com o objetivo de verificar se o jogo proposto tinha os principais elementos de um jogo, se o enredo estava claro, se os usuários entendiam o objetivo do jogo e se a combinação dos elementos estava atrativa e suficiente para o intervalo de tempo das fases. Para facilitar a avaliação, foram selecionados alunos com experiência em desenvolvimento de jogos educacionais.

5.1.1 Participantes

Participaram do estudo quatro estudantes do ThinkTed Lab¹, do curso de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas. Os estudantes

¹Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Educacionais (<http://thinktedlab.org/>)

têm experiência em desenvolvimento de jogos educacionais, com idade média entre 19 e 21 anos. O estudo aconteceu durante cinco dias no segundo semestre de 2019, sendo que em dois dias os avaliadores e a aplicadora se reuniram no laboratório.

Os alunos receberam instruções sobre o juiz on-line CodeBench. Foi pedido que eles se matriculassem em uma das turmas ativas de Introdução à Programação de Computadores, no período de 2019/2 e resolvessem os exercícios. Para evitar que os alunos não avançassem no jogo por falta de conhecimento de programação ou que tivessem problemas para programar as soluções, foram fornecidas as respostas das questões para que os avaliadores só precisassem digitar a resposta no juiz on-line. Como o CodeBench não permite que as questões sejam copiadas e coladas digitalmente, os alunos precisaram digitar, o que foi interessante para melhorar a imersão.

5.1.2 Procedimentos do primeiro estudo

O estudo aconteceu em quatro etapas: (i) reunião presencial com todos os participantes para explicar sobre o juiz on-line, o jogo e a dinâmica das disciplinas de programação que utilizam o CodeBench, com a entrega do conjunto de respostas dos exercícios da primeira lista; (ii) acompanhamento e observação da aplicadora, em laboratório, na utilização do jogo; (iii) utilização individual do jogo pelos avaliadores durante três dias; e (iv) reunião presencial para discutir sobre os pontos levantados, realizada no último dia da avaliação.

Foram fornecidas três questões norteadoras, mas foi deixado claro que os avaliadores poderiam falar sobre qualquer percepção que tivessem sobre o jogo ou oportunidades de melhoria. As questões são: (i) Como jogo pode ajudar a motivar o aluno a resolver exercícios? (ii) Você, enquanto personagem de um jogo RPG, se sente imerso no mundo virtual? (ii) O que poderia ser melhorado/adicionado?

Os avaliadores registraram as observações em um editor de textos e repassaram para a aplicadora. Na reunião final foram expostos os pontos, que foram consolidados e estão descritos a seguir.

5.1.3 Consolidação das respostas

Os avaliadores se sentiram confortáveis para contribuir com as melhorias. Em todos os momentos da avaliação foi deixado claro que o intuito não era destacar os pontos fortes e sim as oportunidades de melhorias. Como houve muita intersecção entre os pontos destacados, esses foram agrupados em cinco aspectos:

Enredo: os avaliadores falaram que sentiram falta do enredo estar ligado ao contexto de programação uma vez que não pareceu fazer sentido estar resolvendo um exercício de programação e entrar em um jogo que não tivesse conexão com a atividade;

Pouco *feedback*: os avaliadores disseram se sentir perdidos em muitos momentos e tiveram dificuldades para entender o objetivo da fase. Destacaram que o único local que tinha informações era com o CodeMeistre Nashao, mas elas eram insuficientes. Além disso, relataram que alguns NPCs tinham diálogos, entretanto, não havia *feedback* visual para diferenciar os que tinham interação dos que não tinham, obrigando o jogador a clicar em todos os lugares, caso quisesse encontrar as interações;

Missões insuficientes: os avaliadores reclamaram de haver poucas missões e que na missão coletiva de sortear os cristais só oito pessoas participam. Na turma que alguns avaliadores entraram, a missão tinha sido cumprida e os avaliadores tiveram dificuldades de entender como se dava a progressão entre fases e não se sentiram motivados para ir ver o que tinha nas edificações quando eram sorteadas;

Obrigatoriedade de resgate imediato do prêmio: a maior crítica, que foi unanimidade entre os avaliadores, foi a obrigatoriedade de resgatar os prêmios trazidos pelas cartas imediatamente após resolver uma questão. Uma aluna disse que fez todas as questões, ao final foi resgatar os prêmios e se sentiu frustrada por ter perdido os prêmios por não ir resgatar no momento do sorteio. Ela registrou que prefere programar as questões sem interrupção e depois ir jogar.

Poucas atividades: os avaliadores disseram que nos três dias de teste do jogo eles já não tinham mais novidades para explorar. Acharam que o número de atividades oferecido é pouco para o período de tempo que os alunos permanecem em cada fase. Eles destacaram que esse fato pode fazer com que os alunos só acessem o jogo no início do período.

5.1.4 Pontos melhorados

Com base na análise dos dados da avaliação, foram realizadas algumas melhorias para atender os pontos indicados, descritas conforme os aspectos citados:

Enredo: o enredo foi melhorado, os personagens passaram a ser aprendizes de programação e todas as fases passaram a possuir um enredo central vinculado ao estudo de programação, como foi descrito no Capítulo 4. A Figura 5.1 ilustra uma parte do diálogo inicial do jogador com o CodeMeistre Nashao, onde é explicado quem é o deus do mundo virtual e quem assombra os moradores. O enredo deixa claro que todos que estão no mundo virtual são prisioneiros.

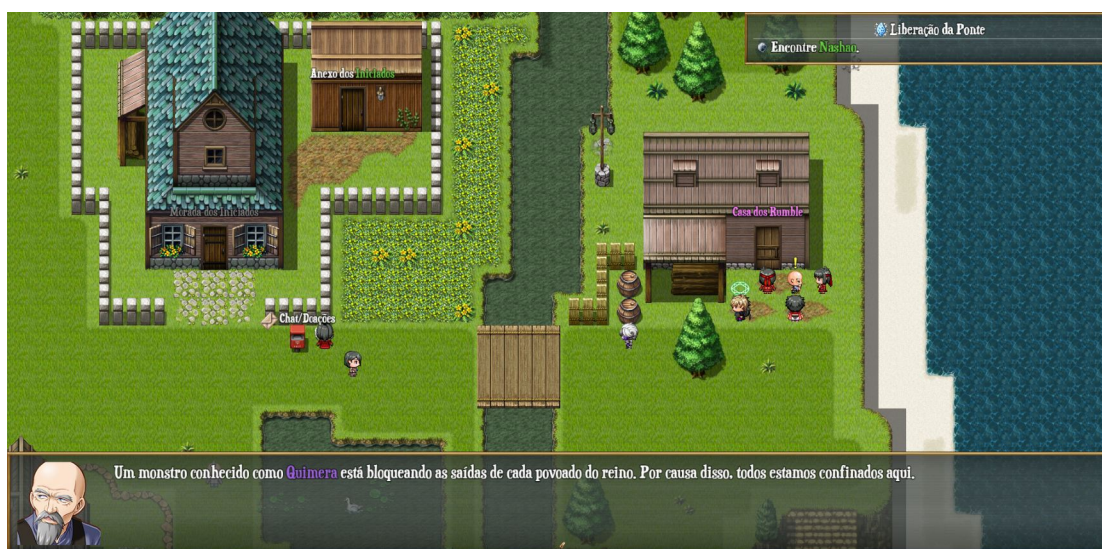


Figura 5.1: Diálogo inicial do CodeMeistre Nashao explicando o enredo ao jogador.

Feedback: todas as interações possíveis no jogo são descritas por NPCs. Os NPCs que possibilitam interações tem uma marcação visual e todos os objetos que tem interação são marcados com uma estrela (Figura 5.2a). Os detalhes das fases também podem ser descobertos em diálogos com NPCs, sendo opcional aos jogadores. Além disso, foi implementado um minimapa da fase (Figura 5.2b) e um diário de missões (Figura 5.2c);

Missões: todas as fases ganharam pelo menos uma missão secundária e uma passagem secreta. Além disso, a missão coletiva (vinculada ao enredo central) continua exigindo a cooperação de toda a turma, mas depois de concluir uma fase

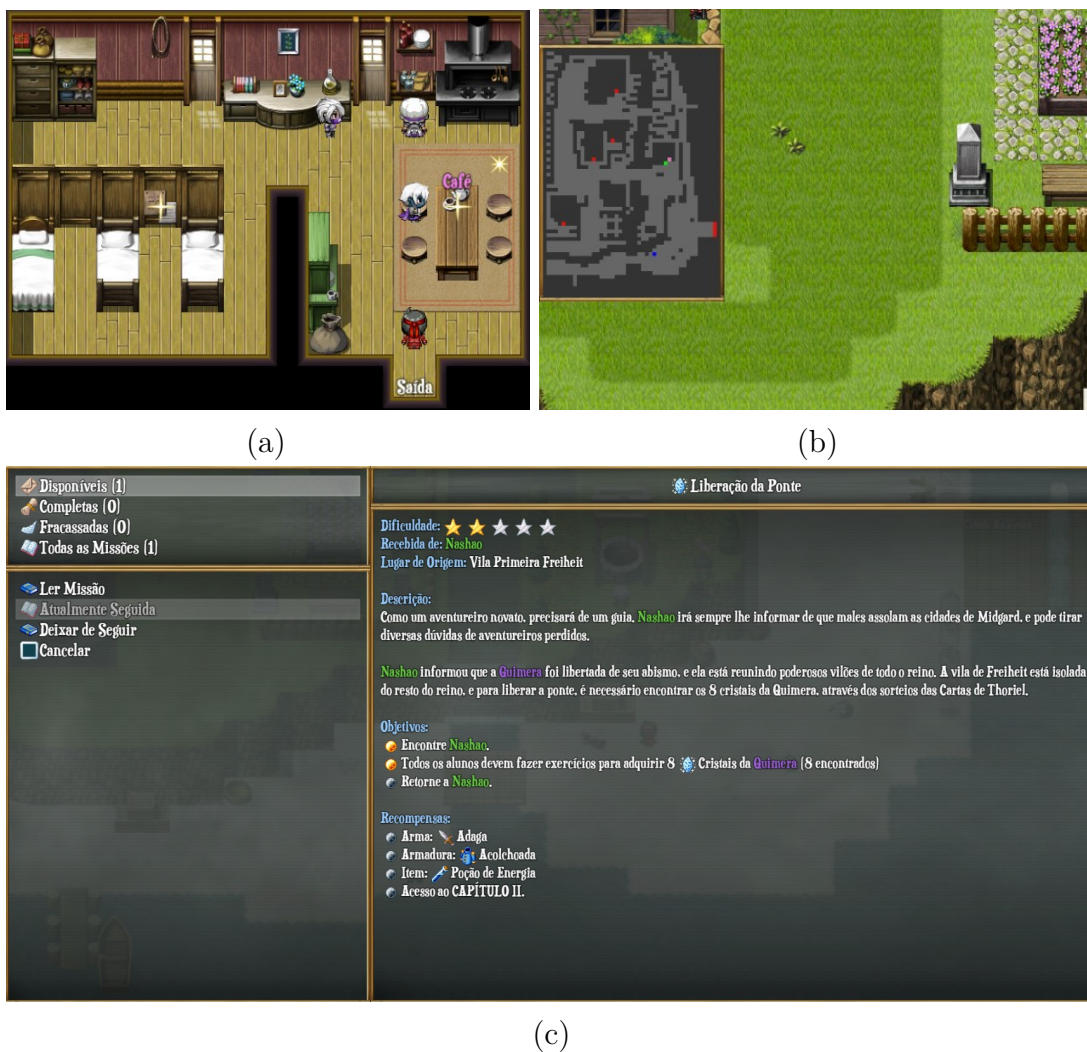


Figura 5.2: Elementos de *feedback* implementados. (a) Locais que tem interação disponível são marcados com uma estrela. (b) Minimapa marcando a posição do aluno, do CodeMeistre Nashao, do local de descanso e dos locais a serem explorados. (c) Diário de missões indicando todas as missões.

cada aluno precisa batalhar com o inimigo da fase;

Resgate dos prêmios: foi adicionada uma aba chamada “Cartas”, que armazena todas as cartas que o aluno sorteou. A Figura 5.3, em destaque com quadrado vermelho, ilustra a posição da aba onde ficam as cartas já sorteadas pelo aluno. A cada carta não usada, um contador é incrementado com uma indicação visual de que existe prêmio no jogo a ser resgatado.

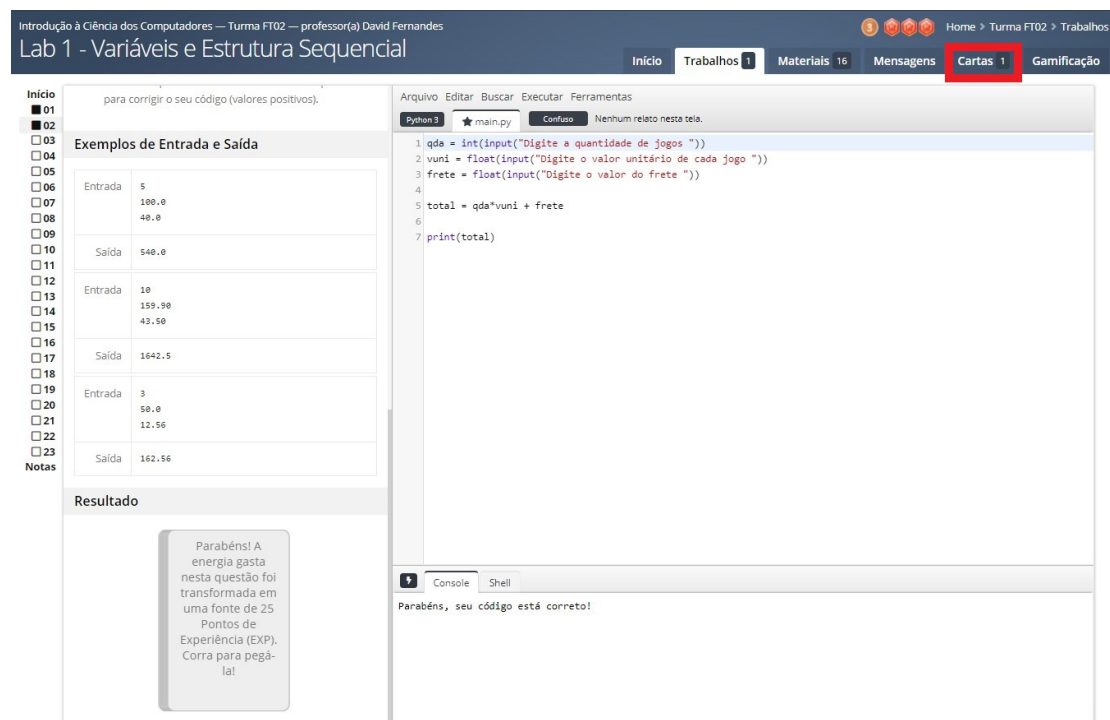


Figura 5.3: Local que indica a aba que guarda as cartas sorteadas pelo aluno, contendo um contador que controla o número de cartas disponíveis no jogo.

As cartas resgatadas ficam na cor cinza escuro e as cartas claras representam as premiações ainda não resgatadas pelo jogador, como ilustrado na Figura 5.4.

Poucas atividades: ao incluir missões secundárias e passagens secretas, foram incluídas várias atividades, inclusive minijogos, charadas e batalhas.



Figura 5.4: Tipos de cartas na aba gamificação, as escuras representam que a carta foi usada, as cores claras indicam que tem um prêmio no jogo para ser resgatado.

5.2 Estudo 2: com estudantes de programação para validar a gamificação

Após os ajustes realizados na primeira avaliação com os especialistas em jogos e a inclusão de elementos de jogos que atendam diferentes perfis de usuários (opções anarquistas, possibilidade de doação de itens, *easter eggs*, chat para troca de mensagem, *rating ranking* com três grupos, entre outros), foi realizado um estudo com estudantes de programação com o objetivo de validar os novos elementos de jogos implementados, verificar se o enredo estava claro e se os alunos perceberam a existência dos novos elementos. O estudo teve a duração de um período letivo e a participação de alunos das turmas de Introdução à Programação de Computadoras, da Universidade Federal do Amazonas.

5.2.1 Procedimentos do segundo estudo

O estudo aconteceu em três etapas: (i) elaboração do questionário, disponível no Apêndice B; (ii) aplicação do questionário; e (iii) análise das respostas. Na

elaboração do questionário buscou-se construir perguntas diretas e avaliar os novos elementos implementados. Para validação do questionário foi realizado um estudo piloto, com um grupo de três alunos que estava utilizando o CodePlay integrado ao CodeBench, com o intuito de identificar se as perguntas estavam compreensíveis e se as respostas atendiam os objetivos da pesquisa. O questionário é composto por doze questões, sendo quatro questões abertas para que o aluno responda textualmente, e pode ser visualizado no Apêndice B.

A aplicação do questionário aconteceu de forma remota. No início do prazo de resolução da última lista de exercícios foi apresentado o questionário a ser respondido antes do aluno entrar no juiz on-line. A resolução do questionário foi realizada de forma compulsória e todas as questões tendo as respostas como obrigatórias.

5.2.2 Participantes

Participaram do estudo 463 estudantes de Introdução à Programação de Computadores, matriculados nos cursos de Ciências Exatas e Engenharias, da Universidade Federal do Amazonas. Os alunos se matricularam em um período remoto emergencial, extra calendário acadêmico e oferecido de forma remota, no segundo semestre de 2020, devido ao isolamento causado pela pandemia de Covid 19.

na última semana de aula do período remoto emergencial (ERE) os alunos responderam o questionário. Dos 463 alunos que responderam os questionários, 73 tinham dados inconsistentes, 145 informaram não ter jogado e 245 avaliaram o jogo. Na análise das respostas foram eliminados os dados inconsistentes e os estudantes que não utilizaram o jogo, ficando os 245 que utilizaram o jogo.

Assim como acontece nas aulas presenciais, os alunos tiveram acesso às listas de exercícios através do sistema juiz on-line CodeBench e tinham a sua disposição as cartas com prêmios no jogo, entretanto, o acesso ao jogo foi opcional. Como no sistema remoto não foi possível fazer as avaliações presenciais, cada aluno teve que responder duas listas de exercícios em cada módulo da disciplina, todas integradas ao CodePlay. Ao final, 245 dos alunos que responderam questionário disseram ter utilizado o jogo e 145 informaram que não utilizaram. Entre as justificativas para não utilizar foi citado que o jogo é pesado e não rodava no computador pessoal,

que estava em uma cidade do interior com acesso à internet precário, que resolvia os exercícios utilizando o celular e que não teve tempo para jogar.

5.2.3 Resultados Encontrados

Como o objetivo do questionário foi verificar se os alunos entenderam o enredo e os elementos de jogos utilizados, foram incluídas questões relacionadas diretamente a eles. Foram evitadas questões como “o enredo estava compreensível para você?”, dando preferência a questões diretamente ligadas ao enredo, tais como “quem é determinado personagem?”, “marque a opção falsa em relação ao enredo” e qual “a missão do aluno no jogo?”. Em todas as questões foi incluída uma opção para o aluno responder que não sabe e, desta forma, não ser obrigado a escolher uma das opções.

O gráfico apresentado na Figura 5.5 consolida as respostas sobre o enredo, dos 245 alunos que utilizaram o jogo. O gráfico está organizado dividindo os jogadores que marcaram a opção correta, os que marcaram a alternativa que informa não saber e o somatório dos que marcaram qualquer outra opção incorreta. É possível observar que a maioria dos alunos não entendeu o enredo, uma vez que a minoria soube responder quem é Marduk e marcar a alternativa falsa. Apesar de um pouco maior o número de alunos que sabe a sua missão no jogo, esse número ainda é menor que 40% dos jogadores, o que evidencia a necessidade de melhoria nesse aspecto.

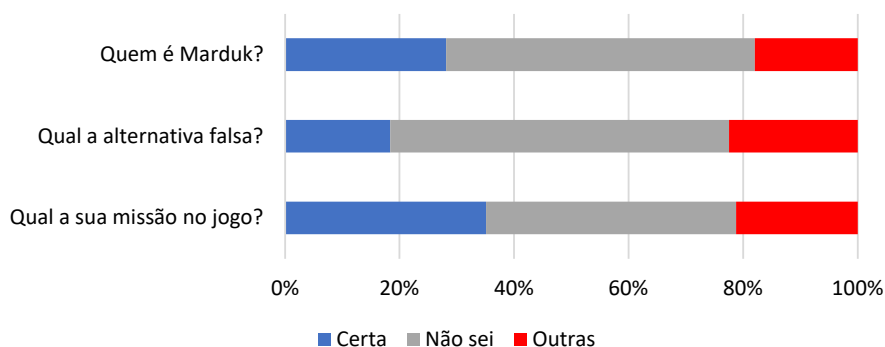


Figura 5.5: Consolidação das respostas sobre três perguntas relacionadas ao enredo. Em azul as questões respondidas corretamente, em cinza os alunos que marcaram a opção não sei e em vermelho as demais respostas incorretas.

Ao perguntar aos alunos o que fazem quando se sentem perdidos, é possível observar no gráfico da Figura 5.6 que somente dezesseis alunos nunca se sentiram perdidos e a maioria, 121, disse explorar o ambiente para se encontrar. Apesar das informações poderem ser encontradas no diário de missões, com o Nashao e com os NPCs, um menor número de alunos os consulta. Por outro lado, o fato de o aluno se sentir perdido, pode influenciar na escolha em continuar a jogar, uma vez que 81 pessoas disseram desistir de jogar quando se sentem perdidos. É importante registrar que nessa pergunta o aluno poderia marcar mais de uma opção, o que justifica ter um total de 370 respostas. Também vale mencionar que o fato de alguns participantes se sentirem perdidos é algo esperado em jogos do gênero RPG. Nesse gênero de jogos, o enredo e a narrativa são apresentados aos jogadores ao longo das fases, com o intuito de manter o tom de mistério e a curiosidade dos participantes ao longo do jogo. Com isso, espera-se que os alunos se sintam estimulados a resolver mais exercícios de programação, para acessarem todos os ambientes do jogo, e assim poderem construir uma ideia mais clara sobre a narrativa.

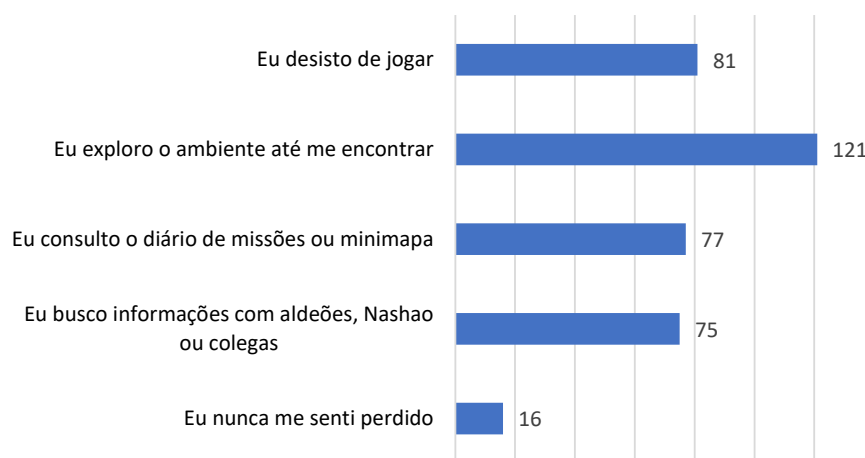


Figura 5.6: Respostas da questão sobre o que o aluno faz quando se sente perdido.

Para avaliar a coerência das respostas, foi perguntado aos alunos o grau de concordância com as seguintes afirmações “Eu me sinto perdido no jogo” e “A dinâmica do jogo é estimulante (eu quero jogar para ver os próximos passos)”. O gráfico da Figura 5.7 apresenta a consolidação das respostas. É possível observar

que, apesar de 50% dos alunos concordarem que se sentem perdidos no jogo, somente 10% acham que a dinâmica do jogo não é estimulante, 40% responderam a opção neutro e a maioria, 50%, concorda que a dinâmica é estimulante. Isso pode ser um indicativo de que, apesar do enredo e da narrativa não estarem claros desde o início, muitos alunos tendem a se sentir envolvidos com o jogo. Esse aspecto é algo esperado em jogos RPG, e está alinhado com o objetivo de estimular os alunos a resolverem mais exercícios de programação, para poderem explorar mais os ambientes do jogo, e assim tirarem suas dúvidas em relação ao enredo.

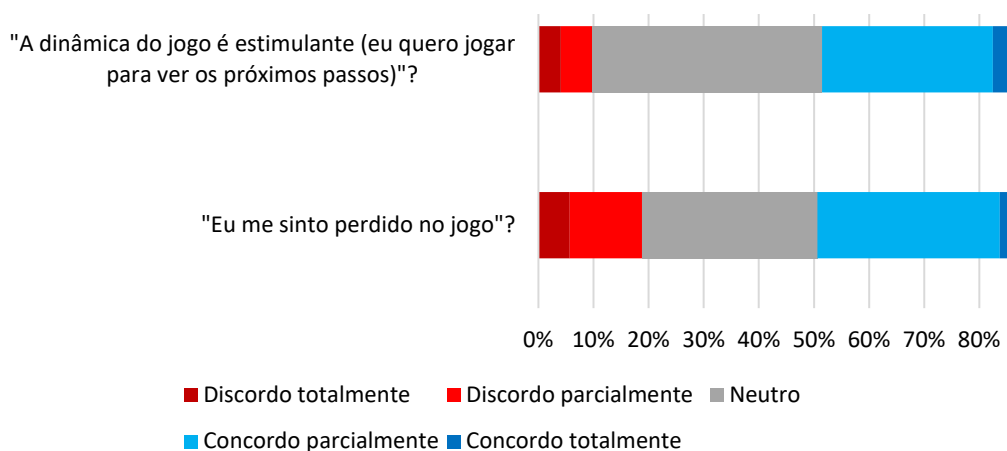


Figura 5.7: Respostas das afirmações “Eu me sinto perdido no jogo” e “A dinâmica do jogo é estimulante (eu quero jogar para ver os próximos passos)”, sugerindo que mesmo com os jogadores se sentindo perdidos, a maioria acha o jogo estimulante.

Como grande parte do enredo é contado pelos NPCs do jogo, foi perguntado aos alunos o que eles acham dos diálogos. A Figura 5.8 apresenta a consolidação dos resultados das perguntas. É possível observar que a maioria dos alunos acha importante os diálogos, somente 7% dos alunos acham que os diálogos não ajudam ou atrapalham e 24% dizem que são indiferentes. Ainda assim, cabe uma análise mais minuciosa na forma como os diálogos estão sendo colocados.

Mais pontualmente, foi perguntado se foi percebida a existência de nove elementos de jogos: café para recuperar a vida, minimapa, se reposicionar no mapa, doar itens, compra e venda de itens, diários de missões, *easter eggs*, área secreta e envio de mensagem. É possível observar no gráfico da Figura 5.9 que o Diário

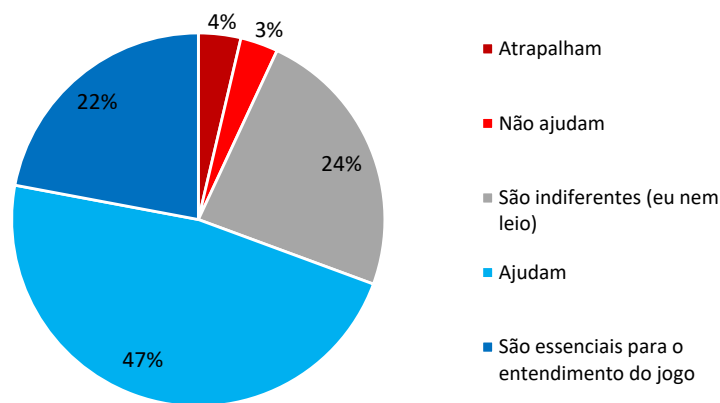


Figura 5.8: Opinião dos jogadores em relação à importância dos diálogos para o jogo.

de Missões, que é um elemento muito importante para os alunos não se sentirem perdidos, não foi encontrado por quase 70% dos participantes, o mesmo aconteceu com o minimapa. Entre os elementos mais percebidos está o doar itens e o *easter eggs*. Menos de 50% dos estudantes perceberam a possibilidade de enviar mensagens a outros jogadores ou se posicionar no mapa. Isso é um indicador de que são necessárias melhorias na publicidade desses elementos.

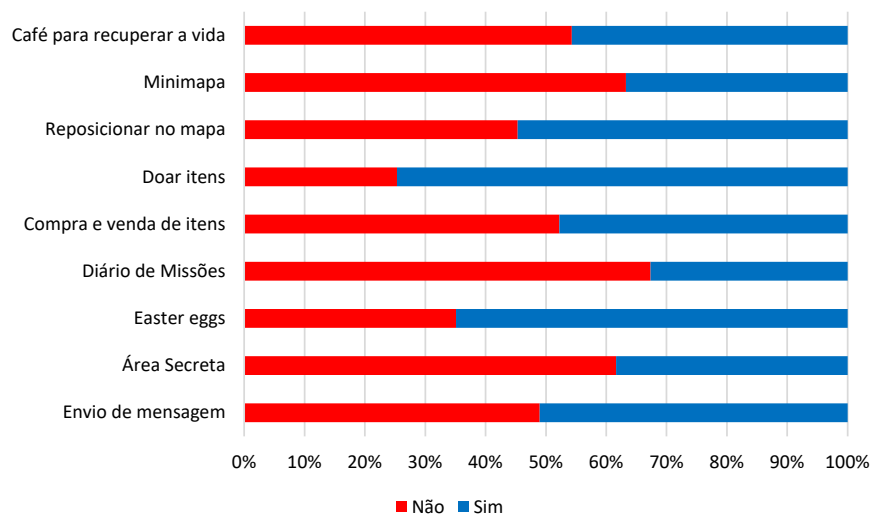


Figura 5.9: Quantitativos de pessoas que encontraram nove dos elementos implementados.

As demais perguntas foram abertas e foi perguntado (i) o que o aluno mais

gostou no jogo, (ii) o que menos gostou, (iii) quando se sentiu frustrado e (iv) quando se sentiu motivado. A Figura 5.10 apresenta a nuvem de palavras gerada a partir das respostas da primeira pergunta. Quando perguntado o que o aluno mais gostou, entre as palavras mais repetidas é possível ver “história”, “dinâmica”, “missões”, “gráficos”, “recompensas”, “interação”, “divertido”, entre outras.



Figura 5.10: Nuvem de palavras gerada a partir das respostas sobre o que o aluno mais gostou no jogo.

A seguir alguns exemplos dos comentários deixados pelos alunos:

“A possibilidade de ter recompensa por acertar questões”

“Conseguir ajudar os aldeões”

“Primeiro como ferramenta de motivação e descontração para o estudo. O fato de recompensas estarem associados à resolução das questões, ser um rpg muito interessante e com muitas mecânicas e o mistério acerca do futuro no game”

“Muito nostálgico bem estilo jogos rpg antigos que me motivou ficar explorando por horas. A estética do jogo é muito boa mesmo, e ainda mais a música do megalovânia que toca no barzinho. Parabéns aos que estão se dedicando para fazer o game, que possa evoluir cada vez mais”

“O jogo é bem interessante e diferente para aqueles que já fizeram a matéria cujo anteriormente era somente um mapa e os avatares percorrendo ele de uma maneira difícil de explicar (algumas vezes caminhavam mais do que outras vezes quando o jogador acertava um código) e principalmente para àquelas pessoas que não são acostumadas a jogar nada relacionado a jogos digitais, como no meu caso. Os gráficos são bastante chamativos e bonitos”

“O incentivo a fazer as atividades liberando cartas de energia, moeda, e lugares novos a cada atividade concluída. Os mapas, a jogabilidade, os nomes, o gráfico. Gostei muito”

“A criatividade de associar uma disciplina com um jogo”

“Gostei da forma como o jogo me estimula, era satisfatório ser recompensado após cada atividade executada com sucesso”

Os dados levam a crer que o jogo tem potencial de engajar e envolver os alunos e, por ter seu avanço condicionado à resolução dos exercícios, pode ajudar a incentivar a prática de programação.

Quando perguntado o que o aluno menos gostou, é possível observar na Figura 5.11 que entre as palavras estão “bugs”, “pesado”, “confuso”, “RPG”, “difícil”, “jogabilidade”.

A seguir alguns exemplos dos comentários deixados pelos alunos:

“Apenas alguns bugs de salvamento do progresso”

“É um pouco difícil de entender os objetivos do jogo”

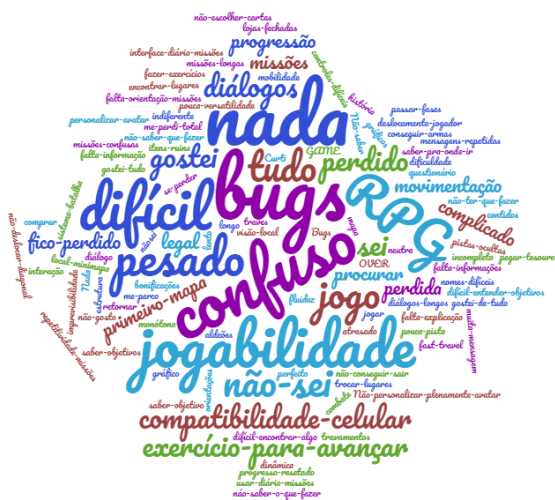


Figura 5.11: Nuvem de palavras gerada a partir das respostas sobre o que o aluno menos gostou no jogo.

“De início houve algum bug que levou para o terceiro capítulo sendo que eu estava ainda no primeiro, não reclamo porque vi muita coisa legal e ainda peguei uns itens, como a chave do ogro que ninguém sabe da existência dela ainda. Toda vez que ganho alguma recompensa por fazer alguma questão que se localiza na fazendinha nunca está lá, na realidade ele aparece mas depois ele some”

“Ele deixa o navegador mais pesado e consumindo mais RAM, por esse motivo infelizmente não estou tão ativo nele”

“Não sei direito qual o próximo passo ao finalizar uma missão - talvez tenha que esperar liberar mais pontuação”

“Que precisa passar os lab para conseguir coisas novas”

“Algumas vezes ele não funciona corretamente, ou trava quando entra na partida, assim faz com que eu desista de jogar naquele momento”

“Quando realizei uma missão e não salvou”

“Quando não sabia o que tinha que fazer, e so ficava explorando o mapa”

“Quando não consegui fazer um código para adquirir a recompensa”

“Quando não tive tempo suficiente para continuar me dedicando ao jogo”

“Quando veio os laboratórios 4 e 5 do CodeBench que não consegui mais resolver as questões, pois como é meu primeiro contato com a programação, não consegui mais avançar tanto no jogo porque as questões começaram a ficar mias difíceis”

“Quando eu não sabia o que fazer por falta de esclarecimentos do jogo”

“Quando eu não estava conseguindo derrotar o monstro do subterrâneo do templo”

“Quando tinha que esperar pra chegar mais lista pra responder e jogar pra jogar mais”

Quando perguntado ao aluno em que momento ele se sentiu motivado, entre as palavras mais citadas estão “quando completava missão”, “quando resolve questão”, “quando ganhou recompensa”, “quando achou baú”, “quando ganha”, “quando subiu no ranking”, entre outras. A Figura 5.13 apresenta a nuvem de palavras gerada a partir das respostas dos alunos.

São exemplos dos comentários dos alunos:

“Quando consigo completar as missões”

“Ganhava prêmios, baús, e respeito dos aldeões”

“Sempre que descubro algo, acesso lugares ou avanço nas missões”



Figura 5.13: Nuvem de palavras geradas a partir das respostas sobre quando o aluno se sente motivado.

“Quando consegui ganhar pontos de vida ao terminar as atividades. Vê aquele raio de energia no avatar quando ganhar ptos é mt satisfatório!”

“Quanto estava entre o top 10 no ranking, me fazendo chegar duas vezes como top 1 ou top 3”

“Quando comecei a entender as questões e a respondê-la”

“Quando progredi na historia e consegui itens”

“Me sinto motivado por conta das atividades feitas, assim da pra continuar jogando depois de ter feito elas”

5.2.4 Pontos melhorados

Com base na análise das avaliações, observou-se que os maiores problemas identificados se concentram na existência de *bugs*, elementos de jogos escondidos ou

de difícil acesso, especialmente aqueles que ajudam a deixar clara a narrativa do jogo. Por essa razão, foram implementadas várias melhorias nos diálogos e no diário de missões. Algumas das melhorias foram disponibilizar no topo da tela do CodePlay o próximo objetivo do jogador e incluídas informações sobre o enredo do jogo na aba gamificação. Além disso, foram realizados ajustes para corrigir erros e deixar o jogo mais intuitivo.

A Figura 5.14 ilustra como é disposto o próximo objetivo do jogador. No caso exemplificado, o jogador precisa apostar 45 moedas na Corrida de Golens para que o NPC viciado informe um número que dá acesso a um local novo. É possível observar que o status no topo da tela também tem um contador indicando quanto o jogador precisa apostar e o total apostado. Além disso, vários NPCs contam o enredo, e os objetivos e missões estão dispostos no Diário de Missões. Somente as missões secretas e *easter eggs* não são dispostos no diário, pois a característica desses elementos é que eles sejam encontrados pelos perfis mais exploradores.



Figura 5.14: Exemplo do próximo objetivo do usuário.

A Figura 5.15 apresenta a tela que é disponibilizada ao aluno contendo o enredo do jogo. O aluno tem acesso ao enredo geral e, a cada capítulo desbloqueado (equivalente a uma fase), é ativado o enredo da fase desbloqueada. É possível observar na imagem que está desbloqueado até o Capítulo 2, local até onde o exemplificado aluno chegou.



Figura 5.15: Enredo disponibilizado aos alunos em uma aba da juiz on-line.

5.3 Estudo 2: com estudantes de programação para validar a plataforma - Parte 2

A pandemia de Covid 19 obrigou que todas as aulas acontecessem de forma remota. Por essa razão, no primeiro semestre de 2021 não foi possível avaliar as variáveis relacionadas ao desempenho dos alunos na disciplina, uma vez que nem todos os alunos tinham acesso à internet de qualidade e computadores em casa.

Diante disso, identificou-se em 2021 uma oportunidade para validar as alterações realizadas e propor melhorias no ambiente, através de nova realização do estudo descrito na Seção 5.2, após as alterações no jogo. Os procedimentos utilizados foram os mesmos descritos na Seção 5.2.1. A seguir são descritos os participantes desta segunda fase e os resultados encontrados.

5.3.1 Participantes

Participaram do estudo 143 alunos de Introdução à Programação de Computadores, matriculados nos cursos de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Federal do Amazonas. Desses, 97 fizeram comentários sobre o jogo.

Diferente da primeira parte do segundo estudo, neste foram consideradas somente as respostas do questionário dos alunos que tiveram registro no *log* de acesso do jogo, pelo menos até a segunda fase, totalizando 46 participantes. Foi decidido por este tipo de análise para tentar levar em consideração somente as respostas de quem teve de fato interação com o jogo.

5.3.2 Resultados Encontrados

Quando perguntado aos jogadores sobre as três questões relacionadas ao enredo do jogo, é possível observar na Figura 5.16 que mais de 70% dos jogadores entenderam a sua missão no jogo, mais de 60% conseguiram identificar uma resposta falsa sobre o enredo. Entretanto, ao perguntar sobre um personagem específico do jogo, a maioria dos alunos não soube responder.

Essas evidências, embora tenham apresentado melhorias em relação à primeira parte do estudo, ainda está abaixo das expectativas, o que leva a analisar dois pontos principais: (i) os alunos não entenderam o enredo por não saberem o nome de um personagem específico ou (ii) o personagem Marduk não foi referenciado de forma clara no jogo. Vale ressaltar que o personagem Marduk é deliberadamente envolto em mistérios, e poucas informações concretas sobre ele foram incorporadas ao longo do jogo, no intuito de manter a curiosidade dos alunos e incentivá-los a acessar continuamente o sistema em busca de respostas. Mesmo assim, será avaliada a possibilidade de incluir novos diálogos contendo mais informações sobre os principais personagens do jogo.

Ao perguntar o que o jogador faz quando se sente perdido, é possível observar na Figura 5.17 que somente quatro jogadores disseram desistir de jogar. A maioria relata consultar o diário de missões ou o minimapa. É importante destacar que nesta questão o jogador tinha a opção de selecionar mais de uma alternativa.

Foram fornecidas duas afirmações para que os alunos informassem o seu grau de concordância. Quando afirmado que a dinâmica do jogo é estimulante, menos de 10% discordaram. Porém, mesmo com todas as alterações no jogo, 40% dos jogadores ainda se sentem perdidos, como apresentado na Figura 5.18.

Após a primeira parte das avaliações, foram incluídos novos diálogos, alguns que já existiam foram reestruturados e foi incluída a opção de passar rápido

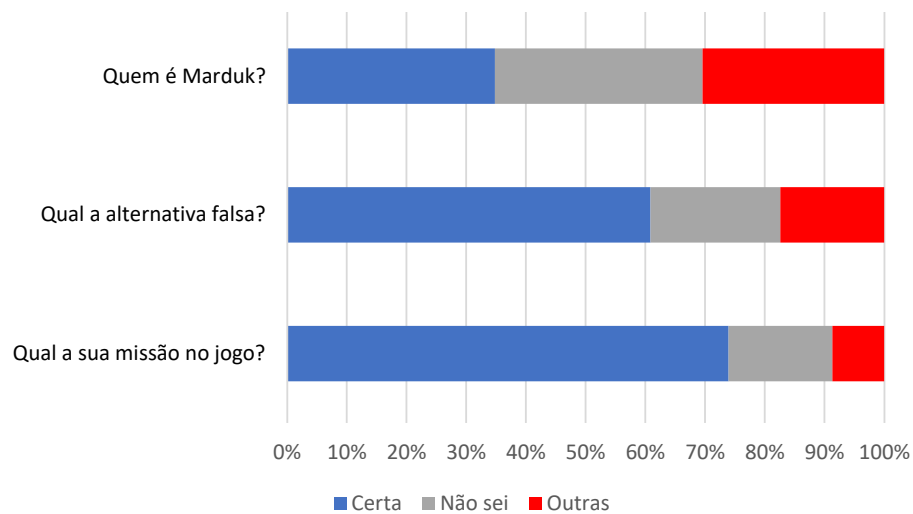


Figura 5.16: Consolidação das respostas sobre três perguntas relacionadas ao enredo. Em azul as questões respondidas corretamente, em cinza os alunos que marcaram a opção não sei e em vermelho, as demais respostas incorretas.

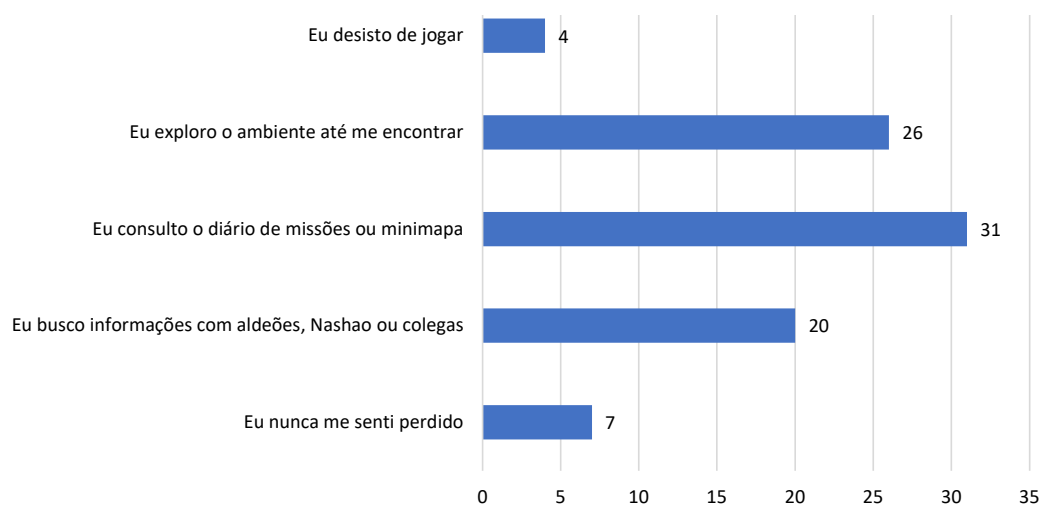


Figura 5.17: Respostas da questão sobre o que o aluno faz quando se sente perdido.

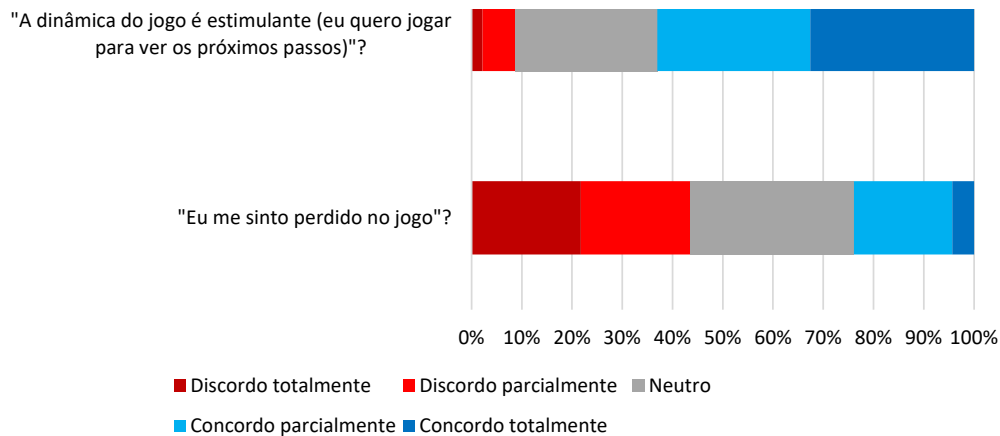


Figura 5.18: Respostas das afirmações “A dinâmica do jogo é estimulante (eu quero jogar para ver os próximos passos)” e “Eu me sinto perdido no jogo”, sugerindo que mesmo com os jogadores se sentindo perdidos, a maioria acha o jogo estimulante.

pelo diálogo ou cancelar. As alterações parecem ter agradado os jogadores, pois, como apresentado na Figura 5.19, quando perguntado a importância dos diálogos, nenhum jogador respondeu que os diálogos atrapalharam e somente 2% disseram que não ajudam. Os que disseram ajudar ou disseram que os diálogos são essenciais, foram 89% dos jogadores.

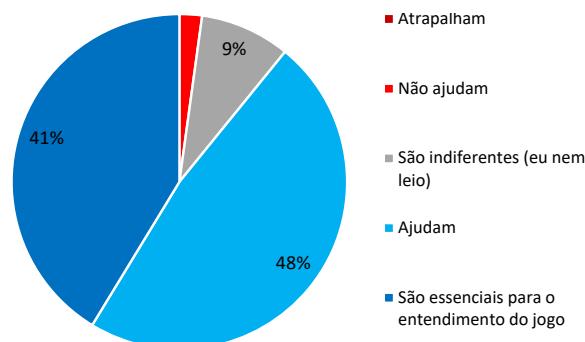


Figura 5.19: Opinião dos jogadores em relação à importância dos diálogos para o jogo.

Ao perguntar se o jogador percebeu a existência de nove elementos de jogos específicos e importantes para o entendimento e a noção de continuidade do jogo, é possível observar na Figura 5.20 que, com exceção dos elementos “doar itens” e

“easter eggs”, os demais tiveram mais de 60% de respostas negativas. Isso pode indicar que, apesar das alterações realizadas, esses elementos continuam de difícil acesso para os jogadores, ou os alunos tiveram acesso aos elementos, mas não conhecem com essa nomenclatura.

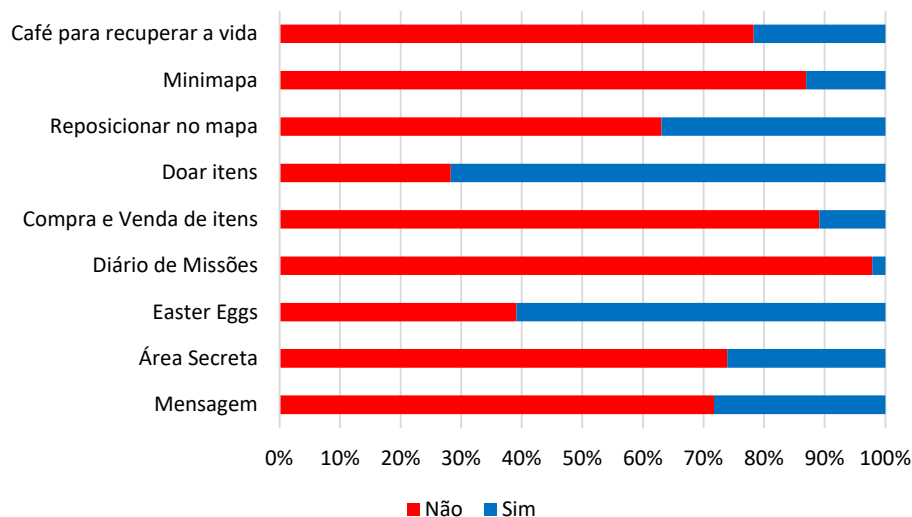


Figura 5.20: Quantitativos de pessoas que perceberam a existência de nove dos elementos implementados, com base no questionário respondido.

Essas observações motivaram o desejo de analisar o registro de *logs* do jogo para verificar se os alunos fizeram uso desses elementos. A Tabela 5.1 apresenta um comparativo entre as porcentagens de alunos que utilizaram pelo menos uma vez cada elemento de jogo e as respostas marcadas como “Sim” no questionário. É possível observar que, com exceção dos elementos “doar itens” e “easter eggs” que tiveram a porcentagem de utilização menor do que as respostas do questionário, os demais elementos, apesar das respostas no questionário indicarem baixa utilização, têm um substancial número de acessos. Por exemplo, o elemento “Café para recuperar vida” e “Minimapa” foram utilizados, pelo menos uma vez, por 89% dos jogadores. Isso significa que os jogadores fizeram uso, mas não souberam identificar quando foi perguntado pela nomenclatura usada no questionário. Por outro lado, no elemento “doar itens”, 72% dos alunos responderam no questionário que perceberam a existência do elemento, entretanto, somente 0,08% dos alunos realizaram doações. Isso sugere que os alunos perceberam a existência do ele-

mento, mas optaram por não realizar doações, o que pode ser uma característica do perfil de jogador, já que a opção doar itens está de fácil acesso no jogo. Um aspecto curioso é o elemento “*easter eggs*” que, apesar de 61% dos alunos responderem “Sim” no questionário, somente 28% utilizaram. Como “*easter eggs*” só é encontrado se o aluno explorar o jogo, é possível que tenha havido uma confusão por parte dos alunos, ou que eles tenham deduzido que o elemento existia.

Tabela 5.1: Comparativo entre as porcentagens de alunos que utilizaram os elementos de jogos segundo a análise do registro do *log* e as respostas ao questionário, quando perguntado se o aluno percebeu a existência dos elementos.

Elementos de jogos	% do registro de <i>log</i>	% do Questionário
Café para recuperar a vida	89%	22%
Minimapa	89%	13%
Reposicionar no mapa	89%	37%
Doar itens	0,08%	72%
Compra e Venda de Itens	69%	11%
Diário de Missões	47%	2%
<i>Easter Eggs</i>	28%	61%
Mensagem	60%	28%

Nas quatro perguntas abertas (o que o jogador mais gostou no jogo, o que menos gostou, o que o frustrou e o que o motivou), os resultados foram similares à primeira parte do estudo. Quando perguntado o que o aluno mais gostou no jogo, foram registradas respostas como:

“Perguntas relacionadas à programação durante os combates”

“Das áreas secretas e dos detalhes. Isto realmente é importante em um jogo. Porém, de nada valeriam se os elementos básicos como jogabilidade, gráficos etc não fossem bons. Realmente gostei, parabéns aos envolvidos”

“As missões, estimulam os jogadores a fazerem mais exercícios para as cartas serem sorteadas”

“Os puzzles presentes no jogo, como a sequência de movimentos a ser seguida para avançar na primeira área Secreta do jogo ou a pergunta

sobre o que é mais valioso na área Secreta 4 (se não estou enganado), cuja resposta era a batata. Além disso, o estilo de combate também é interessante”

“A parte em que eu tomei um susto e depois vi que era so uma parte do jogo”

“Gráficos; a locomoção do personagem; a história tem grande potencial; alguns diálogos que dão um toque de humor”

“Me motiva a fazer mais questões pra poder jogar”

“A ideia de que o aluno avança no jogo conforme realiza as atividades no CodeBench”

A Figura 5.21 apresenta a nuvem de palavras das respostas dos alunos sobre o que mais gostou no jogo. Entre as palavras mais citadas estão “história”, “jogabilidade”, “missões”, “jogo inteiro”, “áreas secretas”, entre outras. É possível observar que as palavras “história”, “jogabilidade” e “missões” também estão entre as mais citadas na primeira parte do estudo.

Quanto perguntado sobre o que o aluno menos gostou, foram registradas respostas como:

“Depender de outros alunos para avançar em algumas situações”

“Nada do jogo em si, mas a falta de envolvimento de colegas (provavelmente por conta da Pandemia), fez jogar ficar um pouco sem graça. Eu gosto da relação colaboração/competição: Quero contribuir para que todos avancem, mas quero estar entre os melhores. não senti presente a dinâmica interpessoal. Além disso, parei de jogar quando o CodeBench passou seguidas madrugadas fora do ar (período em que eu geralmente resolvo as atividades no Ensino Remoto) e não foi dado tempo adicional para realizar a tarefa que havia se encerrado. Eu não costumo jogar jogos que tem conquistas ou itens exclusivos para quem comprou em certa promoção ou repetiu uma ação inútil por 10 milhões de vezes: eu gosto de dar fim e ter pontuação perfeita, completar todas as coleções etc..”

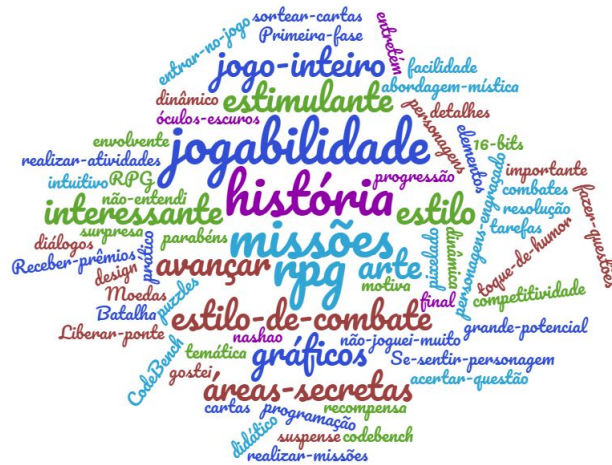


Figura 5.21: Nuvem de palavras gerada a partir das respostas sobre o que o aluno mais gostou no jogo.

“Muito obstáculo de colisão ao andar em alguns mapas, o desbloqueio de alguns locais depender da minha localização de quando fechei o jogo e depender dos demais alunos para avançar na história”

“Em alguns momentos, muitos mistérios e acaba se perdendo um pouco”

“As vezes o jogo buga e acabo perdendo umas cartas, tanto de xp quanto de ouro :(”

“Limitado pelas atividades de aula, mas, é entendível..”

“O que eu menos gostei é que eu fiquei empacada porque não encontrei os 8 cogumelos perdidos, ja fui em todos os lugares e não encontrei o oitavo”

“A necessidade de esperar outros alunos terminarem os exercícios para ter chaves (cristais) o suficiente para abrir a fase final de um capítulo”

A Figura 5.22 apresenta a nuvem de palavras oriundas das respostas dos alunos. Entre as palavras que representam o que o aluno não gostou estão “Depender dos outros”, “Ficar perdido”, “Pular para lugar desconhecido”, “nada” e “bugs”. É possível observar que na primeira parte do estudo apareceram palavras como “confuso”, “difícil” e uma maior incidência de “bugs”. Essa mudança nas palavras levam a crer que as melhorias implementadas surtiram efeito positivo, mas ainda há espaço para novas melhorias.

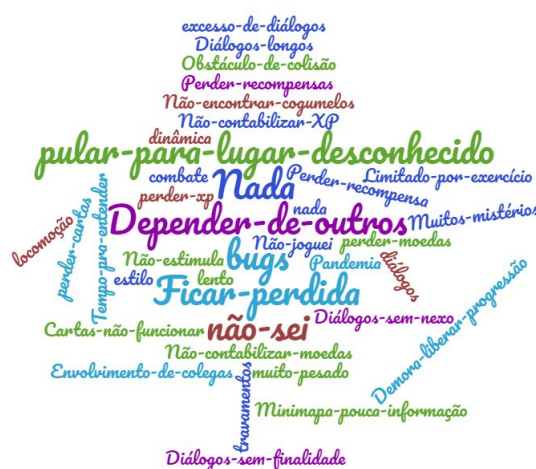


Figura 5.22: Nuvem de palavras gerada a partir das respostas do que o aluno menos gostou.

Quando perguntado em que momento o aluno se sentiu frustrado, foram obtidas respostas como:

“Quando não aparecia a mensagem do local de coleta das minhas recompensas entre ou bugs”

“Exatamente no que foi citado no que eu menos gostava, não saber o que fazer em certo momento”

“Durante o jogo, nunca”

“Quando os bugs aconteciam e me faziam perder progresso no jogo ou faziam o jogo fechar. Por exemplo: 1. Ao fim da segunda cidade eu desbloqueei uma magia que eletrocutava todos os inimigos, mas assim que eu saí e acessei o jogo novamente, eu não possuía mais essa magia. A mesma coisa aconteceu com as magias que eu comprei na loja. 2. Às vezes, ao obter uma carta de recompensa ao responder uma questão dos laboratórios, as mesmas não funcionavam dentro do jogo. Posso citar as cartas de moedas e experiência, cujas respectivas recompensas algumas vezes não apareciam.3. Em algumas ocasiões, ao fazer algo dentro do jogo, o mesmo fechava por algum motivo. Um exemplo que posso citar é ao abrir a página de desafios no mapa de exploração das ilhas por navio, ou seja, assim que eu ia ler o objetivo, o jogo fechava.”

“Quando não achei algumas partes que eram precisas para continuar jogando”

“Quando perdi minhas cartas de 75 xp e passaram no ranking”

“Fiquei umas duas semanas presa em uma ilha que o jogo me enfiou, e apesar de ter a opção de sair de lá o jogo não me deixava acessar a área”

“Houve alguns bugs com as cartas, os tesouros desapareceram do mapa algumas vezes, por conta da queda da internet, fora que o sorteio de cartas chegou a entregar a mesma carta três vezes seguidas, o que dificultou completar alguns mapas e desbloquear os estabelecimentos”

A Figura 5.23 apresenta a nuvem de palavras das respostas do aluno sobre quando se sentiu frustrado. Entre as palavras estão: “Não entendia o que fazer”, “Nunca”, “Bugs nas cartas”, “Sem frustrações”, “Não encontrei um cogumelo”, entre outras. As respostas dessa questão estão bem relacionadas às respostas da questão sobre o que o aluno menos gostou no jogo. É possível perceber que os resultados em relação a *bugs* melhoram com as alterações realizadas. Também foram identificados comentários onde os alunos mostram que se sentem perdidos ao longo do jogo. Esses comentários serão avaliados para identificar aspectos do

jogo que precisam ser melhorados. No entanto, conforme dito anteriormente, os alunos só entendem perfeitamente a narrativa caso explorem bem os ambientes disponíveis no jogo, e a única forma de conseguir fazer isso é através da resolução de exercícios no juiz on-line.

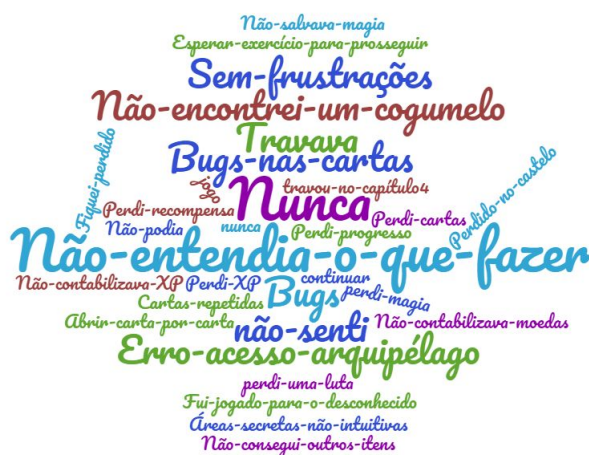


Figura 5.23: Nuvem de palavras geradas a partir das respostas sobre quando o aluno se sentiu frustrado.

Quando perguntado aos alunos em que momentos eles se sentiram motivados, foram obtidas respostas como:

“Quando pareciam haver mais pessoas interagindo com a disciplina e com o jogo. Acho que vou usar minhas cartas acumuladas e seguir com o jogo antes do período terminar. Talvez haja uma retomada por parte dos meus colegas, também”

“Ganhando as moedinhas em cartas de gamificação e comprando armas, subindo de nível e avançando no jogo”

“Além do progresso dentro do jogo e as recompensas ao se responder as perguntas do laboratório, ganhar os combates, resolver os puzzles e

descobrir as áreas secretas sempre me motivavam. Além disso, assim como alguns bugs me faziam perder progresso, outros me davam algo. Eu consigo lembrar de dois: 1. Ao abrir uma carta de experiência ao responder uma questão, eu não parei de receber experiência até eu conseguir fechar o jogo. 2. Ao finalizar a corrida com o centauro, é possível obter a recompensa de 300 moedas sempre que falar com o mesmo”

“Quando consegui matar os foguinhos e vi que estava conseguindo avançar”

“Quando fiquei no primeiro lugar do ranking com a posição ouro ;)”

“Descobri que tinha coisas secretas no mapa”

“Quando descobri a área secreta no capítulo 1, a partir disso, consegui entender melhor o jogo”

“Os personagens do jogo interagiram comigo e eu tive que realizar pequenas missões que envolviam lutas e usos de magias e armamentos”

A Figura 5.24 apresenta a nuvem de palavras das respostas da questão que perguntava quando o aluno se sentia motivado. Entre as palavras estão “Ganhei XP”, “Subi de nível”, “Completei missão”, “Descobri áreas secretas”, entre outras.

5.4 Síntese do Capítulo

Este capítulo apresentou as duas primeiras etapas da avaliação do artefato proposto. A primeira, uma avaliação com especialistas de jogos, teve como conclusão que o jogo precisava de ajustes no enredo, nos *feedbacks*, missões e permitir que os prêmios fossem usados em momento posterior à resolução do exercício.

Na segunda etapa foi identificado que os alunos estão tendo dificuldades para entender o enredo, que o jogo tinha alguns *bugs* e que os alunos não conseguem perceber a presença de alguns elementos de jogos, o que está em processo de ajustes para a terceira etapa da avaliação.



Figura 5.24: Nuvem de palavras geradas a partir das respostas sobre quando o aluno se sentiu motivado.

Entretanto, apesar de algumas pontos a melhorar, boa parte dos alunos utilizaram o jogo permitindo que fossem analisados os dados que fomentem as respostas das questões de pesquisa elencadas neste trabalho. O próximo capítulo descreve a metodologia que será utilizada para responder as questões de pesquisa elencadas neste trabalho.

Capítulo 6

Contextualização e Metodologia Experimental

O capítulo de introdução desta tese estabeleceu que o presente trabalho visa responder duas questões de pesquisa. Neste capítulo será descrita a metodologia empregada para responder cada uma das questões apresentadas, bem como o contexto experimental onde a metodologia será aplicada.

6.1 Contexto Experimental

Para um melhor controle dos experimentos realizados durante este trabalho de doutorado, foi escolhido um conjunto de turmas de Introdução à Programação de Computadores (IPC). A disciplina de IPC, conhecida na literatura como CS1 (*Computer Science 1*), é oferecida na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) para os cursos de Ciências Exatas e Engenharias. Na literatura da área de computação, esses cursos também são conhecidos como *non-majors*, pois, apesar de possuírem disciplinas de programação, não têm a computação como uma área fim. O conteúdo curricular de IPC na UFAM abrange os seguintes tópicos de estudo: *variáveis*, *comandos de entrada e saída*, *estruturas condicionais*, *laços de repetição*, *vetores* e *matrizes*. A linguagem de programação Python¹ é adotada como base para apresentação dos tópicos citados, por ter uma sintaxe de simples

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

compreensão, exigir que o programador organize o código respeitando a indentação e possuir vasto material didático em português ([Carvalho et al., 2016](#)).

A disciplina tem carga horária de 60 horas semestrais, distribuídas em quatro horas-aula semanais, concentradas em dois dias letivos. Um período letivo tem duração de quatro meses.

Todas as turmas ministradas em um período letivo têm a mesma dinâmica, que consiste em:

1. **Divisão em módulos:** a disciplina é composta por sete módulos, que são: programação sequencial, condicional simples e composta, condicional encadeada, repetição por condição, vetores e strings, repetição por contagem, e matrizes;
2. **Duração dos módulos:** cada módulo é ministrado em quatro aulas de duas horas-aula, levando, portanto, duas semanas para ser concluído;
3. **Acompanhamento de um tutor:** todas as turmas têm pelo menos um aluno de pós-graduação, cursando estágio em docência, como tutor da disciplina;
4. **Local das aulas:** todas as aulas acontecem em laboratórios de informática, no Instituto de Computação, da Universidade Federal do Amazonas;
5. **Distribuição das aulas:** as duas primeiras horas-aula de cada módulo são teóricas, com aulas expositivas conduzidas pelo professor da disciplina; as quatro horas-aula seguintes são de laboratórios de codificação, acompanhadas pelo professor e/ou tutor da disciplina; e as outras duas horas-aula são para a realização de avaliação, também com o acompanhamento do professor e tutor;
6. **Ferramentas de apoio:** todas as turmas utilizam o juiz on-line CodeBench como ferramenta de apoio. O juiz on-line, além de possibilitar que os alunos desenvolvam as soluções dos problemas dos trabalhos práticos e avaliações, ainda possibilita que os professores disponibilizem o material didático e o plano de ensino da disciplina;

7. **Avaliação:** em cada módulo os alunos têm duas avaliações formativas (trabalhos práticos) e uma avaliação somativa parcial (avaliação). Além disso, para os alunos que obtiverem média menor que 8.0 nas avaliações formativas e somativas, tem uma prova final. Na Seção 6.2.1 apresenta a descrição detalhada das avaliações e trabalhos práticos;
8. **Cálculo da média final:** a média dos alunos é composta pela ponderação entre as notas dos trabalhos práticos, que têm peso aproximado de 1,2% sobre a nota final, e as avaliações, que têm peso crescente de acordo com o grau dificuldade do conteúdo curricular, variando entre 4,2% a 12% da nota final.

6.2 Fontes de Dados

Para responder as questões de pesquisa elencadas na introdução deste trabalho, serão utilizadas três fontes de dados principais: (i) as notas das avaliações e trabalhos práticos, (ii) os *logs* de utilização do juiz on-line CodeBench, e (iii) os *logs* de utilização da plataforma de gamificação CodePlay.

6.2.1 Avaliações e Trabalhos Práticos

O juiz on-line CodeBench possibilita que os professores disponibilizem para seus alunos um conjunto de trabalhos e avaliações contendo exercícios de programação. Nesta tese serão considerados três tipos de avaliações e trabalhos práticos em turmas de IPC da UFAM:

Trabalhos Práticos: são listas de exercícios individuais que podem ser respondidas pelos alunos de qualquer lugar com acesso a computador e Internet, sendo uma para cada módulo curricular. Os exercícios podem ser respondidos mediante consulta ao material didático ou outros materiais formativos. Cada trabalho prático tem em média dez questões, que podem ser respondidas enquanto durar o módulo, isto é, aproximadamente duas semanas;

Trabalhos Desafios: a cada módulo, além dos exercícios práticos, os alunos têm a sua disposição uma lista de exercícios desafios opcionais, com oito questões, que são um pouco mais difíceis do que os exercícios práticos e não influenciam

na nota final do aluno, mas podem ser utilizadas para exercitar o conteúdo do módulo e/ou progredir na gamificação. Assim como nos trabalhos práticos, os alunos têm em média duas semanas para solucionar as questões;

Avaliações: são avaliações somativas individuais, realizadas em laboratório, com a presença de um professor e um tutor, sem consulta a material de apoio. Cada avaliação tem entre duas ou três questões, que devem ser respondidas em duas horas-aula.

6.2.2 Registros de *logs* do CodeBench

O juiz on-line CodeBench é capaz de registrar todas as ações dos alunos durante suas interações com o sistema. O CodeBench possui uma IDE (*Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) onde os alunos podem codificar as soluções dos exercícios de programação criados pelos professores, e onde foram adicionados componentes de software responsáveis por coletar todas as ações dos alunos. Alguns exemplos de dados coletados são: alterações nos códigos, testes e submissões de códigos, erros de sintaxe cometidos durante a codificação, erros de lógica, *logins* e *logouts* no sistema, tempo de permanência no sistema, entre outros. Conforme será visto ao longo deste capítulo, esses registros de *logs* serão usados para responder algumas das questões de pesquisa consideradas neste trabalho.

6.2.3 Registros de *logs* do CodePlay

O CodePlay também armazena todas as ações dos alunos durante suas interações com a gamificação. Quando o aluno acerta uma questão, uma carta é sorteada indicando algum prêmio a ser resgatado pelo aluno no mundo da gamificação. O prêmio fica disponível para o aluno mediante um clique na carta, que pode ser acessada a qualquer momento após a resolução do exercício.

Após clicar na carta, o ambiente da gamificação é carregado e todas as ações do aluno na gamificação são registradas no sistema de registro de *logs*. São exemplos de dados coletados: cartas sorteadas, moedas e XP coletados, deslocamentos nos mapas, interações com NPCs, escolhas realizadas a partir de um diálogo, entre

outros. Esses dados serão utilizados para responder algumas questões de pesquisa, conforme descrito no decorrer deste capítulo.

6.3 Grupo Experimental e Grupo Controle

Para responder as questões de pesquisa, serão considerados os dados gerados por alunos de turmas de Introdução à Programação de Computadores (IPC) da UFAM, do segundo período letivo de 2021, ano civil 2022. A escolha desse período letivo se deu pelo fato de suas aulas e avaliações terem sido realizadas de forma presencial, nos laboratórios de informática do Instituto de Computação da UFAM. Nesse período, foram ofertadas oito turmas de Introdução à Programação de Computadores, conforme mostrado na Tabela 6.1. Conforme indicado pela coluna “Grupo” da tabela, nesta tese as turmas de IPC ofertadas em 2022/2 foram divididas em 2 grupos: grupo experimental e grupo controle. O grupo experimental é formado por um conjunto de turmas que usou o juiz on-line CodeBench integrado à plataforma CodePlay, enquanto que o grupo controle é formado por um conjunto de turmas que usou o juiz on-line sem o CodePlay.

Tabela 6.1: Turmas de IPC oferecidas nos períodos pares, divididas entre grupo de controle e grupo experimental.

Nº	Período	Curso	Turno	Grupo
1	2º	Matemática - Licenciatura	Diurno	Experimental
2	4º	Física - Licenciatura	Diurno	Controle
3	2º	Matemática Aplicada	Diurno	Controle
4	2º	Engenharia Elétrica	Diurno	Experimental
5	2º	Engenharia de Petróleo e Gás	Diurno	Controle
6	2º	Engenharia de Produção	Diurno	Experimental
7	2º	Engenharia Elétrica	Diurno	Controle
8	2º	Geologia	Diurno	Experimental

Na tentativa de deixar os grupos de estudo mais balanceados, a divisão das turmas em grupo controle e experimental levou em consideração os seguintes aspectos: (i) se o curso é diurno ou noturno; (ii) se o curso é licenciatura ou bacharelado; e (iii) se o curso é de engenharia ou de exatas. Esses aspectos foram elencados numa tentativa de deixar os grupos controle e experimental tão similares

quanto possível, minimizando a ameaça à validade gerada pelas diferenças que são tipicamente encontradas entre alunos de diferentes turmas (Wohlin et al., 2012).

A forma como os dados dos grupos experimental e controle foram usados nesta tese varia de uma questão de pesquisa para outra. Desta forma, nas seções a seguir serão descritas as estratégias que serão adotadas para responder cada questão de pesquisa.

6.4 Questão de Pesquisa 1 (QP1)

A maioria das atividades na gamificação é opcional, permitindo que os jogadores utilizem os elementos mais compatíveis com seus interesses e tendências pessoais. Desta forma, a partir dos dados da efetiva utilização dos elementos de jogos pelos alunos, busca-se responder a seguinte questão de pesquisa:

QP1: Um jogo, incorporada a uma plataforma de gamificação, pode conter uma variedade de elementos de jogos que, de acordo com as preferências dos usuários, os elementos podem ou não ser utilizados. Diante disso, quais são os elementos de jogos que a gamificação deve possuir, de forma a atender as preferências de cada perfil de usuário?

6.4.1 Pré-requisitos

Para responder essa questão de pesquisa, é necessário que os seguintes pré-requisitos sejam atendidos:

- Plataforma CodePlay finalizada e integrada ao juiz on-line CodeBench;
- Obtenção dos *logs* de utilização da plataforma CodePlay do grupo experimental;
- Respostas do questionário de identificação do perfil do jogador segundo a tipologia Hexad.

6.4.2 Definição de variáveis

Para avaliar a utilização dos elementos de jogos, serão utilizadas 22 variáveis de estudo extraídas dos *logs* de utilização da gamificação. As variáveis selecionadas são:

- Total de acesso à barra de progresso;
- Total de acesso ao diário;
- Total de acesso ao *ranking*;
- Total de acesso ao *menu* equipar;
- Total de acesso ao *menu* itens;
- Total de acesso ao *menu* jogadores;
- Total de acesso ao *menu* outras opções;
- Total de vezes que o jogador ligou o som;
- Total de vezes que o jogador deixou o minimapa visível;
- Total de vezes que o jogador recebeu o reconhecimento através dos óculos;
- Somatório de XP;
- Somatório de moedas;
- Total de interações realizadas com NPCs (*non-player characters*);
- Total de mensagens enviadas a colegas;
- Total de mensagens recebidas;
- Total de itens doados;
- Total de itens recebidos;
- Total de missões secundárias executadas;

- Total de passagens secretas concluídas;
- Total de *easter eggs* encontrados;
- Total de escolhas anarquistas; e
- Total de vezes que passou o *mouse* sobre o avatar de outro aluno para obter informações sobre o mesmo (*infobox*).

6.4.3 Análise dos dados

Para responder a segunda questão de pesquisa, os usuários foram agrupados segundo os seus perfis de jogadores Hexad e foi realizada uma análise das estatísticas de uso dos elementos por cada um dos seis perfis identificados. Ao final foram levantados quais são os elementos de jogos que mais despertam o interesse de cada perfil de usuário.

6.5 Questão de Pesquisa 2 (QP2)

Conforme apresentado na introdução desta tese, a segunda questão de pesquisa tem como objetivo avaliar a influência da gamificação no desempenho e no engajamento escolar do aluno:

QP2: Tendo como cenário disciplinas de programação que utilizam sistemas juízes on-line, qual é o impacto no desempenho e no engajamento dos alunos causado pela integração de uma gamificação, que contém um jogo RPG, ao mecanismo de *feedback* de tais sistemas, onde a progressão dos alunos nesse jogo é condicionada à conclusão das atividades de programação no juiz on-line?

Para responder essa questão de pesquisa, serão realizadas análises seguindo dois aspectos, descritos a seguir:

6.5.1 Análise do desempenho escolar dos alunos

Para avaliar a capacidade da estratégia de gamificação de influenciar o desempenho escolar dos alunos, será comparada a média das notas das avaliações das turmas do grupo experimental e grupo controle, verificando se há diferença no desempenho dos alunos.

Para analisar se a diferença nas médias não é decorrente de características das turmas pertencentes aos grupos experimental e controle, será verificado se essa diferença permanece em turmas equivalentes de semestres anteriores de ambos os grupos, que foram submetidas a um cenário de ensino equivalente. No caso citado todas as turmas usaram o juiz on-line integrado a uma versão anterior da plataforma de gamificação.

6.5.1.1 Pré-requisitos e Definição da variável

Para realizar a análise proposta é necessário que os seguintes pré-requisitos sejam atendidos:

- Plataforma CodePlay finalizada e integrada ao juiz on-line CodeBench;
- Obtenção dos *logs* de utilização do CodeBench dos alunos dos grupos controle e experimental;
- Obtenção dos *logs* de utilização do CodeBench dos alunos de IPC de semestres anteriores.

Como forma de subsidiar as análises, foi definida a “Média das Avaliações” como variável capazes de refletir o desempenho dos alunos na disciplina.

6.5.2 Análise do engajamento dos alunos

Neste segundo aspecto de avaliação, serão feitas análises em torno de variáveis que sirvam de indícios sobre o nível de engajamento dos alunos dos grupos controle e experimental. Exemplos de variáveis que serão analisadas são: (i) número de *logins* realizados no juiz on-line CodeBench, (ii) índice de procrastinação dos alunos,

isto é, a quantidade de tempo que os alunos levaram para começar a resolver os exercícios dos trabalhos, e (iii) as notas dos trabalhos práticos e desafios.

No entanto, é importante notar que alunos de turmas diferentes tendem a ter engajamentos diferentes. Por exemplo, o nível de engajamento médio dos alunos de Engenharia de Produção pode ser diferente do nível de engajamento médio dos alunos de Licenciatura em Matemática, mesmo que ambas as turmas usem o sistema juiz on-line, com exatamente os mesmos recursos. Desta forma, antes de comparar as variáveis do grupo controle com as variáveis do grupo experimental, será apresentado um estudo sobre como as variáveis estudadas diferem de uma turma para outra, dentro de um mesmo cenário educacional. Esse estudo foi feito considerando turmas de IPC de anos letivos anteriores ao de 2022.

6.5.2.1 Pré-requisitos

Para realizar esta análise é necessário atender os seguintes pré-requisitos:

- Plataforma CodePlay finalizada e integrada ao juiz on-line CodeBench;
- Obtenção dos *logs* de utilização do CodeBench dos alunos dos grupos controle e experimental;
- Obtenção dos *logs* de utilização do CodeBench dos alunos de IPC de semestres anteriores.

6.5.2.2 Definição de variáveis

Como forma de subsidiar as análises, foi definido um conjunto de variáveis que seja capazes de refletir o interesse e o engajamento dos alunos. As variáveis escolhidas foram:

- Número de *logins* durante o semestre;
- Número total de registros de *logs* gerados pelo aluno durante a resolução de listas de exercícios;
- Número total de registros de *logs* gerados pelo aluno durante a resolução de avaliações;

- Número total de testes feitos pelo aluno durante a resolução de listas de exercícios;
- Número total de testes feitos pelo aluno durante a resolução de avaliações;
- Número total de erros sintáticos em testes (não submissões) gerados durante a resolução de listas de exercícios;
- Número total de erros sintáticos em testes (não submissões) gerados durante a resolução de avaliações;
- Número total de submissões feitas pelo aluno durante a resolução de listas de exercícios;
- Número total de submissões feitas pelo aluno durante a resolução de avaliações;
- Número total de submissões incorretas (com erros sintáticos ou que não passaram nos casos de teste) feitas pelo aluno durante a resolução de listas de exercícios.
- Número total de submissões incorretas (com erros sintáticos ou que não passaram nos casos de teste) feitas pelo aluno durante a resolução de avaliações.
- Índice de procrastinação nas listas: métrica que define o quão próximo da data de entrega o aluno solucionou os exercícios de um dado trabalho. Para o cálculo, a cada submissão feita pelo aluno nas listas de exercícios, foi calculado o percentual do tempo decorrido entre a data de início e a data de término do trabalho. Por exemplo, se o aluno fez a submissão no primeiro segundo após o início do trabalho, esse percentual será 0. Se o aluno fez a submissão no último segundo do prazo de entrega do trabalho, esse percentual será 1. É importante registrar que na metodologia de ensino utilizada nas disciplinas de IPC, da UFAM, não existe a opção de entrega do trabalho após o prazo definido pelo professor. Todos os percentuais encontrados foram somados, e dividido pelo total de submissões (feitas

durante todo o semestre em todas as listas de exercícios). Note que, quanto maior o valor dessa métrica, mais o aluno procrastinou.

- Média dos trabalhos práticos;
- Média dos trabalhos desafios,

Algumas dessas variáveis foram escolhidas por terem sido amplamente estudadas e se mostrarem promissoras para a análise (Pereira et al., 2019; Dwan et al., 2017; Pereira et al., 2020b,a; dos Santos Silva et al., 2020).

6.5.2.3 Análise dos resultados

Sobre os resultados alcançados, será feita análise percentual e aplicados testes estatísticos para validar as diferenças entre os dados dos grupos controle e experimental.

Será apresentada uma análise estatística sobre como os valores das variáveis elencadas mudam de acordo os grupos controle e experimental.

6.6 Síntese do Capítulo

Este capítulo descreveu a metodologia a ser utilizada para responder cada uma das questões de pesquisa. As questões de pesquisa buscam investigar aspectos relacionados ao desempenho e ao engajamento do aluno no juiz on-line, e o interesse dos jogadores pelos elementos de jogos.

Para avaliar o engajamento e o desempenho dos alunos, serão utilizadas variáveis extraídas do *log* de utilização do juiz on-line, como tempo de acesso, quantidade de submissões corretas, incorretas, índice de procrastinação e notas dos trabalhos práticos e das avaliações.

Para avaliar o interesse dos jogadores em relação aos elementos de jogos, serão utilizadas variáveis extraídas do *log* de utilização do CodePlay e do questionário de identificação dos tipos de jogadores.

Todos os resultados serão validados através de testes estatísticos e visualização gráfica. O próximo capítulo apresenta os resultados alcançados na avaliação do

artefato proposto, segundo a abordagem metodológica DSR e descreve como a segunda questão de pesquisa foi respondida.

Capítulo 7

Resultados e Discussões: Avaliação do Artefato e Análise do Perfil do Jogador

Este capítulo apresenta dois grupos de resultados desta tese: (i) a avaliação da plataforma de gamificação desenvolvida, discutida na Seção 7.1, seguindo a metodologia DSR, e (ii) a análise da importância dos elementos de jogos implementados para cada perfil de jogador, discutida na Seção 7.2.

7.1 Desenvolvimento do Artefato

Esta tese tem como objetivo propor e avaliar o CodePlay, uma plataforma de gamificação que incorpora características lúdicas de um jogo de entretenimento, integrado a um sistema juiz on-line. Como requisito do Ciclo de Rigor da *Design Science Research*, a plataforma foi avaliada em três momentos, unidos em dois estudos, descritos no Capítulo 5 e resumidos a seguir.

7.1.1 Primeiro Estudo

O primeiro estudo, descrito na Seção 5.1, foi uma avaliação com quatro especialistas em jogos, com o objetivo de verificar se o jogo proposto apresentava os principais elementos de um jogo, se os objetivos e enredo estavam claros e se

a combinação de atividades oferecidas estava atrativa e suficiente para aquele intervalo de tempo.

Como resultado desse estudo, os especialistas chegaram a cinco conclusões: (i) o enredo do jogo não tinha ligação com o ensino de programação, de forma que o usuário sofria uma grande troca de contexto ao acessar o jogo, (ii) a falta de *feedback* sobre os próximos passos deixava os jogadores perdidos, (iii) a quantidade de missões e atividades no jogo era insuficiente para cobrir os quatro meses de um período letivo da UFAM, (iv) o usuário perdia os prêmios caso não clicasse nas cartas e acessasse o jogo imediatamente após acertar as questões, e (v) o oferecimento de poucas atividades aos jogadores, de forma que os alunos perderiam a vontade de entrar no jogo após cumprir todas as atividades.

Após o estudo, foram tomadas ações para mitigar os problemas apresentados e melhorar o ambiente, adicionando novas missões e atividades no jogo, alterando o enredo para o contexto de programação, melhorando os *feedbacks* através de indicação visual e textual em interação com os NPCs, e permitindo que os prêmios das cartas fossem resgatados no momento que o aluno desejasse.

7.1.2 Segundo Estudo

Devido ao contexto pandêmico¹, o segundo estudo foi realizado durante dois períodos emergenciais remotos, 2020/1 e 2020/2. Por causa da pandemia, que abrangeu os dois períodos citados, os alunos precisaram usar o juiz online e a plataforma de gamificação em computadores pessoais fora da Universidade. O segundo estudo foi dividido em duas partes, sendo a primeira realizada em 2020/1 e a segunda em 2020/2.

Parte I - Período Emergencial Remoto em 2020

Na primeira parte do segundo estudo, descrito na Seção 5.2, as disciplinas de Introdução à Programação de Computadores foram oferecidas para os alunos que pudessem participar das aulas e das atividades de forma remota. Apesar de 463 alunos terem respondido o questionário de avaliação do jogo, composto por doze questões, sendo quatro questões abertas para que o aluno responda textualmente,

¹Pandemia de Covid-19, que influenciou as atividades acadêmicas a partir do ano de 2020.

como descrito na Seção 5.2.1 e disponível no Apêndice B, somente 245 disseram ter usado o jogo, através das respostas das questões discursivas.

Observou-se, a partir da análise das respostas, que nas questões que perguntavam sobre características específicas do enredo do jogo, grande parte dos alunos marcou a opção “não sei”, sugerindo que não entenderam o enredo. Entretanto, eles relataram achar a dinâmica do jogo estimulante. Nas questões discursivas os alunos reforçaram ter gostado do jogo e de ganhar recompensas quando acertavam questões. Nos pontos negativos, houve reclamação sobre *bugs* no sistema e sobre não saber o próximo passo a executar.

Com base nas análises das respostas do questionário, foram realizadas diversas melhorias no jogo, buscando-se principalmente: (i) deixar os objetivos do jogo mais claros, (ii) deixar o enredo mais claro, de forma que os alunos conseguissem se situar melhor dentro da narrativa e conseguissem identificar os próximos passos a serem tomados em cada etapa do jogo, (iii) correção dos *bugs*. Em relação aos *bugs*, é oportuno destacar que muitos dos erros relatados durante os períodos remotos foram relacionados à Internet e ao poder computacional dos computadores pessoais dos alunos. É importante esclarecer que o jogo foi desenhado para ser usado dentro dos laboratórios da Universidade e não foi levado em consideração a necessidade de rodar em máquinas com baixo desempenho computacional, embora tenham sido conduzidos esforços para deixar o jogo mais leve possível.

Parte II - Primeiro Semestre de 2021

Na segunda parte do segundo estudo, o ambiente foi utilizado pelos alunos matriculados no primeiro semestre de 2020, ocorrido no primeiro semestre de 2021.

Levando em consideração que apenas 245 de um total de 463 alunos usaram o jogo na primeira parte deste estudo, nesta segunda parte foram considerados apenas os alunos que deixaram registros nos *logs* da plataforma de gamificação até a segunda fase do jogo. Essa ação foi importante devido ao alto índice de desistências do curso, evitando que o jogo fosse avaliado por alunos que não usaram a plataforma de gamificação, já que apenas os alunos que fizeram os exercícios de programação conseguiram progredir no jogo.

O objetivo do estudo é avaliar a percepção dos alunos que de fato jogaram o

jogo e responderam o questionário. Com isso, dos 143 alunos que responderam o questionário, 97 fizeram comentários sobre o jogo e somente 44 chegaram até a segunda fase.

Com base na análise das 44 respostas, é possível verificar que algumas alterações realizadas no jogo tiveram um resultado positivo, como por exemplo, os ajustes nos diálogos. Entretanto, os alunos continuaram dizendo não ter percebido a presença de elementos de jogos importantes para uma boa experiência, o que motivou a análise da utilização dos elementos nos *logs* de acesso do jogo, concluindo que a maioria dos elementos foi utilizada pelos alunos, dando indícios de que os alunos perceberam a existência dos elementos, mas não os conhecem pela nomenclatura utilizada no questionário.

7.2 Análise do Perfil de Jogador (QP1)

A QP1 tem como objetivo definir quais elementos de jogos uma gamificação deve possuir para atender as preferências de diferentes tipos de jogadores, por meio da disponibilização de vários elementos de jogos e a avaliação de como esses elementos foram utilizados pelos diferentes perfis de jogador.

QP1: Um jogo, incorporado a uma plataforma de gamificação, pode conter uma variedade de elementos de jogos que, de acordo com as preferências dos usuários, os elementos podem ou não ser utilizados. Diante disso, quais são os elementos de jogos que o jogo deve possuir, de forma a atender as preferências de cada perfil de usuário?

Para responder essa questão de pesquisa, foi conduzido um conjunto de análises em torno dos *logs* de utilização da gamificação, como descritos a seguir.

7.2.1 Análise dos *Logs*

Os *logs* utilizados para responder a QP1 foram gerados por alunos de turmas de Introdução à Programação de Computadores da UFAM durante o período 2021/1, ministrado de forma remota por causa da pandemia de Covid-19. Por ter sido

um período atípico devido à pandemia, foram considerados apenas os *logs* dos alunos que interagiram com pelo menos um elemento de jogo da segunda fase, o que equivale a um mês de aula na disciplina de IPC.

Foi pedido aos alunos que respondessem o questionário de perfil de jogador Hexad (Tondello et al., 2016), no início do semestre letivo. Como esse questionário não foi validado para a Língua Portuguesa Brasileira, foi feita uma adaptação de cada questão do questionário a partir da versão em Português de Portugal disponível no site do Framework Hexad².

No total 95 alunos utilizaram o sistema e responderam o questionário Hexad. Desses, 72 alunos apresentaram um único perfil Hexad dominante (isto é, obtiveram maior pontuação em um único perfil), 16 alunos com dois perfis Hexad dominantes e sete apresentaram três perfis dominantes. A partir dos *logs* gerados pelos 72 alunos com perfil dominante, foi conduzida uma análise sobre quais são os comportamentos típicos dos usuários de cada perfil Hexad, analisando os elementos que foram efetivamente utilizados pelos alunos de cada perfil. Isto é, foi analisada a variação do interesse dos alunos de acordo com seus perfis Hexad.

Todas as interações dos alunos com o sistema foram registradas em um sistema de *logs* e foram criadas 22 variáveis de análise, descritas a seguir.

Variáveis analisadas e criação da base de dados de estudo

As 22 variáveis de estudo, descritas na Seção 6.4.2, criadas para avaliar a utilização dos elementos de jogos foram extraídas dos *logs* de utilização da plataforma de gamificação e refletem a utilização dos elementos de jogos. Essas variáveis foram selecionadas por atender os seis diferentes perfis Hexad. São elas: total de acesso à (i) barra de progresso, (ii) ao diário, (iii) ao ranking, (iv) ao menu equipar, (v) ao menu itens, (vi) ao menu jogadores, (vii) ao menu outras opções; total de vezes que o jogador (viii) ligou o som, (ix) deixou o minimapa visível, (x) recebeu o reconhecimento através dos óculos; somatório de (xi) XP e (xii) moedas, total de (xiii) interações realizadas com NPCs (*non-player characters*), mensagens (xiv) enviadas a colegas e (xv) recebidas; total de itens (xvi) doados e (xvii) recebidos, (xviii) missões secundárias e (xvix) passagens secretas concluídas, (xx) *easter eggs* encontrados, (xxi) escolhas anarquistas e (xxii) vezes que passou

²<https://www.gamified.uk/UserTypeTest2016/user-type-test.php?q=llang=pt.YQQWnOhKiiM>

o mouse sobre o avatar de outro aluno para obter informações sobre o mesmo (*infobox*).

Para analisar a utilização dos elementos, foi construída uma base de dados onde cada registro contém os dados de um aluno. Cada registro (aluno) contém um total de 23 campos, representando as 22 variáveis descritas, e um campo adicional representando o tipo de usuário Hexad do aluno. A Tabela 7.1 ilustra a composição da base de dados. Com exceção do tipo de jogador, as demais variáveis são numéricas. Como as variáveis possuem diferentes valores de grandezas (por exemplo, o total de pontos de experiência ou moedas acumuladas é muito maior quando comparado ao número de missões secretas), os dados foram normalizados para ficarem todos no intervalo entre zero e um.

Tabela 7.1: Estrutura da base de dados.

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	...	V_{20}	V_{21}	V_{22}	Tipo
$Aluno_1$										Conquistador
...										
$Aluno_{72}$										Espírito Livre

Tipos de jogadores

Dos 72 alunos que se encaixaram nos critérios de inclusão (apresentaram um único tipo de jogador), é possível observar na Figura 7.1 que o perfil com mais alunos é o Conquistador ($n = 23$; 32%), seguido por Filantropo ($n = 17$; 23%), Jogador ($n = 14$; 19%), Espírito livre ($n = 14$; 19%) e Socializador ($n = 5$; 7%). Nenhum aluno apresentou o perfil Disruptor.

Resultados e discussões

Para a análise dos dados, os usuários foram agrupados de acordo com o seu perfil Hexad e foi calculada a média de utilização de cada uma das 22 variáveis. As médias foram normalizadas para diminuir a diferença das grandezas e possibilitar uma análise visual da utilização dos elementos de jogos. A Figura 7.2 apresenta o gráfico de utilização dos elementos por tipo de jogador. As linhas representam os 22 elementos e as colunas representam os cinco tipos Hexad encontrados nos dados. É possível observar que os cinco tipos de jogadores tiveram comportamentos diferentes.

O perfil Conquistador, por ser motivado por desafios e exploração, aspectos

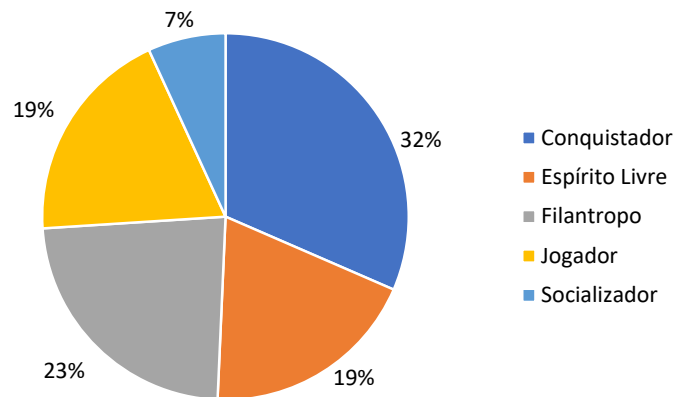


Figura 7.1: Distribuição dos jogadores agrupados de acordo com os perfis Hexad.

muito oferecidos no jogo, se apresentou com um perfil bem uniforme, utilizando a maioria dos elementos. As exceções foram as doações efetuadas e recebidas e as áreas secretas que foram menos exploradas.

O perfil Espírito Livre, que é motivado por autonomia, explorou bastante alguns elementos de jogos, não tendo acessado somente as áreas secretas e doou menos itens do que recebeu. Um fato a ser explorado é se o estilo do jogo, por ser RPG e proporcionar mais liberdade para o jogador explorar o cenário, pode ter beneficiado esse perfil. Observa-se que esse tipo de jogador teve maior interação com os NPCs, que dão dicas e contam o enredo do jogo, fornecendo a sensação de exploração ao jogador. Além disso, eles foram atraídos pelas missões secundárias, pois só é possível cumprir tais missões através da exploração do ambiente. Entretanto, esperava-se maior utilização das áreas secretas, que foi o elemento não utilizado pelo perfil. Por outro lado, os espíritos livres acessaram mais o *ranking*, que é um elemento de competição, o que foi uma surpresa, pois se esperava isso do perfil Jogador.

O tipo Filantropo, tal como o Conquistador, se manteve bastante uniforme na utilização dos elementos de jogos, com destaque para *easter eggs* e ativar o som. Esperava-se que os Filantropos utilizassem mais a doação de itens, entretanto o elemento nem foi utilizado, o que sugere a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a forma como o elemento está implementado, ou ainda verificar se são os elementos mais adequados para esse tipo de jogador.

Para os alunos do tipo Jogador, apesar de gostarem de elementos de competi-

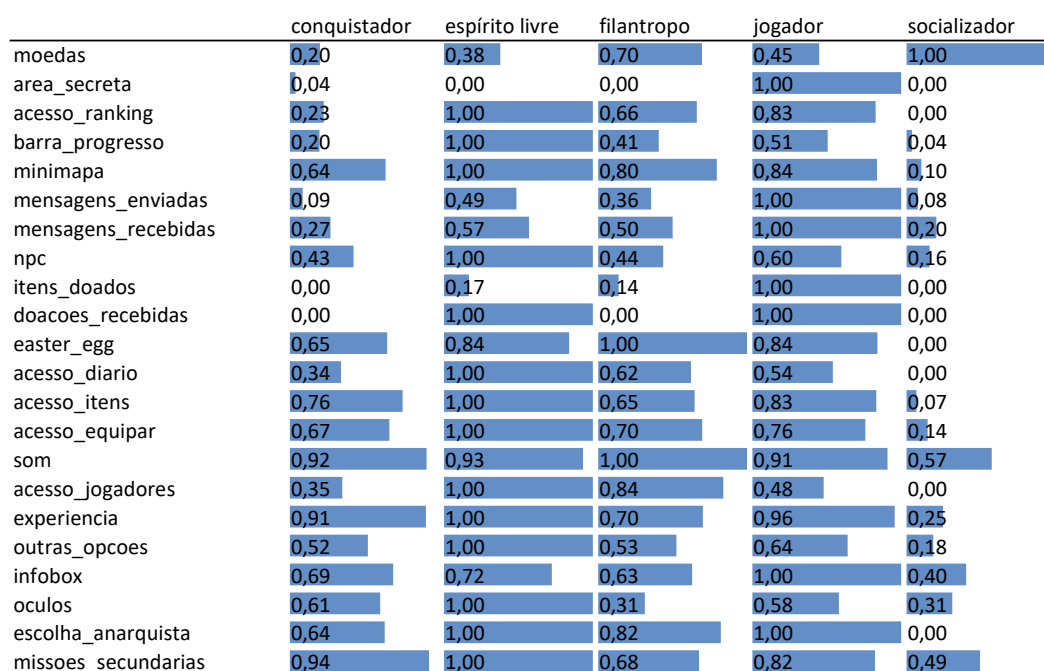


Figura 7.2: Gráfico com os dados reais da utilização dos 22 elementos de jogos, de acordo com o perfil Hexad identificado nos alunos.

ção, observou-se menor número de acessos ao ranking, quando comparado ao tipo Espírito Livre. Entretanto, tais alunos tiveram maior acesso ao elemento *infobox*, que fornece informações sobre os outros jogadores ao passar o mouse sobre seus avatares. Os tipos Jogadores também mostram preferência por áreas secretas, pois como esse tipo de jogador é motivado por recompensa, ele procura explorar o máximo de lugares possíveis em busca de prêmios. Um fato curioso é ser o tipo de usuário que mais utilizou mensagens, tanto envios quanto recebimentos, o que desperta o interesse em analisar o conteúdo das mensagens para verificar se estão relacionadas a aspectos de competição, como por exemplo, pedido de dicas dos demais alunos.

Por fim, os Socializadores, apesar de serem motivados por relacionamentos, fizeram pouco uso de mensagens. Por outro lado, é o perfil que mais usou o recurso de doações e mais coletou moedas, que também podem ser doadas.

7.3 Síntese do Capítulo

Este capítulo apresentou parte dos resultados alcançados neste trabalho de doutorado.

Para possibilitar as respostas das questões de pesquisa, foi desenvolvido uma plataforma de gamificação que possui um jogo, com elementos tipicamente encontrados em jogos de entretenimento, no estilo RPG, que foi incorporado ao juiz on-line CodeBench. A gamificação foi avaliada por quatro alunos especialistas em jogos e utilizada durante dois períodos letivos. Com base nas avaliações, foram realizadas melhorias no jogo.

Com os dados do *log* de utilização da gamificação, foi apresentada uma análise sobre a utilização do elementos de jogos por diferentes perfis de jogador, o que evidenciou diferenças significativas no comportamento dos jogadores.

O impacto da gamificação no desempenho escolar dos alunos e no engajamento é apresentado no próximo capítulo.

Capítulo 8

Resultados e Discussões: Análise do Desempenho Escolar e do Engajamento dos Alunos

Este capítulo apresenta os resultados encontrados nesta tese a cerca do impacto da plataforma de gamificação no desempenho e engajamento dos alunos, buscando responder a seguinte questão de pesquisa:

QP2: Tendo como cenário disciplinas de programação que utilizam sistemas juízes on-line, qual é o impacto no desempenho e no engajamento dos alunos causado pela integração de uma plataforma de gamificação, que contém um jogo RPG, ao mecanismo de *feedback* de tais sistemas, onde a progressão dos alunos nesse jogo é condicionada à conclusão das atividades de programação no juiz on-line?

Para essa questão de pesquisa foram definidas as seguintes hipóteses:

Hipóteses nulas:

- **H01:** Não há diferença no desempenho escolar entre as turmas que usam o juiz on-line gamificado e as turmas que usam o juiz on-line não gamificado.

- **H02:** Não há diferença no engajamento escolar entre as turmas que usam o juiz on-line gamificado e as turmas que usam o juiz on-line não gamificado).

Hipóteses alternativas:

- **HA1:** Há diferença no desempenho escolar entre as turmas que usam o juiz on-line gamificado e as turmas que usam o juiz on-line não gamificado.
- **HA2:** Há diferença no engajamento escolar entre as turmas que usam o juiz on-line gamificado e as turmas que usam o juiz on-line não gamificado.

Os resultados dos experimentos realizados para confirmar ou negar tais hipóteses foram divididos em duas Seções. Na Seção 8.1 são apresentados os impactos da plataforma de gamificação no desempenho dos alunos, mensurado por meio das médias das avaliações. Na Seção 8.2 é apresentada uma análise sobre o impacto da plataforma na resolução das listas de exercícios e em índices de engajamento extraídos dos registros de *logs* do juiz on-line CodeBench.

8.1 Análise do Desempenho Escolar dos Alunos

Para analisar as mudanças no desempenho escolar desencadeadas pelo uso do juiz on-line com ou sem gamificação, foi feito um estudo sobre como as notas das três primeiras avaliações de IPC variam entre os grupos controle e experimental. Note que este trabalho está considerando apenas as notas dos três primeiros módulos da disciplina de IPC, de um total de sete módulos que a disciplina possui. Isso se deve ao fato de que esperar pelas demais notas excederia o cronograma planejado para os experimentos.

Note também que, para conduzir a presente análise de desempenho, optou-se por usar apenas as notas das avaliações, sem considerar as notas dos trabalhos práticos e trabalhos desafios. Essa opção deve-se ao fato de que, conforme descrito na Seção 6.1, a nota dos trabalhos práticos e dos trabalhos desafio têm, respectivamente, peso 1,2% e 0% na nota final das disciplinas de IPC, e por isso não representam bons indicadores do desempenho do aluno na disciplina. O objetivo dos trabalhos, sejam práticos ou desafios, é oferecer um conjunto de exercícios

para que os alunos pratiquem o conteúdo dos módulos e treinem para as avaliações. Desta forma, o esforço despendido neste treinamento está relacionado com o nível de engajamento dos alunos, e não com o desempenho dos mesmos na disciplina. Por essa razão, a variação das notas dos trabalhos práticos e desafios será analisada apenas na Seção 8.2.

As Tabelas 8.1 e 8.2 apresentam as médias das avaliações dos cursos do grupo experimental e do grupo controle, respectivamente. Para calcular a média das avaliações foi usado a média aritmética simples das notas das três primeiras avaliações de cada curso. Participaram do grupo experimental, que usou o juiz on-line gamificado, os cursos de Geologia, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica e Licenciatura em Matemática, totalizando 66 alunos, conforme distribuição apresentada na Tabela 8.1. O grupo controle, isto é, que usou o juiz on-line sem gamificação, contou com a participação dos cursos de Matemática Aplicada, Licenciatura em Física, Engenharia Elétrica e Engenharia de Petróleo e Gás, totalizando 84 alunos, como apresentados na Tabela 8.2.

Tabela 8.1: Total de alunos e média das avaliações das turmas do grupo experimental, oferecidas no período 2021/2 (ano civil 2022).

Curso	Total de Alunos	Média
Geologia	14	7,34
Engenharia de Produção	26	8,23
Engenharia Elétrica	25	8,77
Licenciatura em Matemática	11	7,98
Média Turmas		8,2

Tabela 8.2: Total de alunos e média das avaliações das turmas do grupo controle, oferecidas no período 2021/2 (ano civil 2022).

Curso	Total de Alunos	Média
Matemática Aplicada	23	7,97
Licenciatura em Física	8	6,79
Engenharia Elétrica	26	7,55
Engenharia de Petróleo e Gás	22	5,56
Média Turmas		7,0

É possível observar nas Tabelas 8.1 e 8.2 que a média das turmas que usaram a gamificação ($M_e = 8,2$) é superior à média das turmas que não usaram a gamificação ($M_e = 7,0$). Para analisar se essa diferença tem relevância estatística, foi verificado se os dados seguem uma distribuição normal, por meio do Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk (Shapiro and Wilk, 1965). O teste de normalidade indica $p < 0.001$, como apresentado na Tabela 8.3, evidenciando que os dados não seguem uma distribuição normal.

Tabela 8.3: Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, indicando que o conjunto de dados que compõe a média das avaliações não segue uma distribuição normal.

Normality Test (Shapiro-Wilk)		
	W	p
MA	0.915	< .001

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

Por não ser uma distribuição normal, optou-se por utilizar o teste estatístico U de Mann-Whitney (Mann and Whitney, 1947), que é um teste não-paramétrico, e que pode ser aplicado em pares de amostras independentes, como é o caso das médias das avaliações dos alunos. O resultado do teste, apresentado na Tabela 8.4, evidenciou que há uma diferença estatisticamente relevante ($p = 0.002$) entre o grupo experimental e grupo controle. Embora o *effect size* seja considerado pequeno (0,291), segundo *Rank-Biserial Correlation* (Kerby, 2014), esse resultado sugere que a gamificação influenciou positivamente no desempenho escolar dos alunos, confirmando a veracidade da hipótese HA1.

Tabela 8.4: Teste estatístico U de Mann-Whitney

Independent Samples T-Test					
		Statistic	p		Effect Size
MA	Mann-Whitney U	1848	0.002	Rank biserial correlation	0.291

8.1.1 Resultados Descritivos

Quando os dados não seguem uma distribuição normal, como é o caso da média das notas, é comum usar a mediana e os percentis como medidas de tendência central e de dispersão, respectivamente. Entretanto, medidas como a média e o desvio padrão também podem ser úteis na interpretação dos dados, uma vez que o gráfico das médias das avaliações se aproxima de um gráfico de uma distribuição normal (Figura 8.2). Desta forma, a Tabela 8.5 apresenta o número de alunos de cada grupo, a média, a mediana, o desvio padrão, os valores de máximos e mínimos, e os percentis. As medidas usualmente usadas quando os dados não seguem uma distribuição normal estão destacadas em negrito.

A média obtida pelos alunos que usaram a gamificação ($M_e = 8,24$) é maior quando comparada à média dos alunos que não usaram a gamificação ($M_e = 7,0$), assim como a nota mínima dos alunos que usaram gamificação (3,3) é maior do que a nota mínima dos alunos que não usaram gamificação (1,1). Outro ponto a destacar é a mediana (que conceitualmente é igual ao 2º percentil), que no grupo que usou a gamificação é 9,8 e no grupo que não usou a gamificação é 6,9, o que indica que as turmas com gamificação tiveram, na sua maioria, notas melhores do que os alunos das turmas sem gamificação.

Tabela 8.5: Resultados descritivos das médias das avaliações dos alunos matriculados em 2022 (período letivo 2021/2), que usaram o juiz on-line com a gamificação e que não usaram o juiz on-line com a gamificação.

Resultados Descritivos	Gamificação	Sem gamificação
N	66	79
Média	8,24	7,00
Mediana	9,8	6,90
Desvio padrão	2,06	2,61
Valor mínimo	3,3	1,10
Valor máximo	10,0	10,0
1º percentil (25%)	6,7	5,4
2º percentil (50%)	9,80	6,90
3º percentil (75%)	10	9,45

Para melhor visualização das métricas apresentadas, as Figuras 8.1 e 8.2

apresentam o *Box Plot* e o gráfico de densidade dos dados.

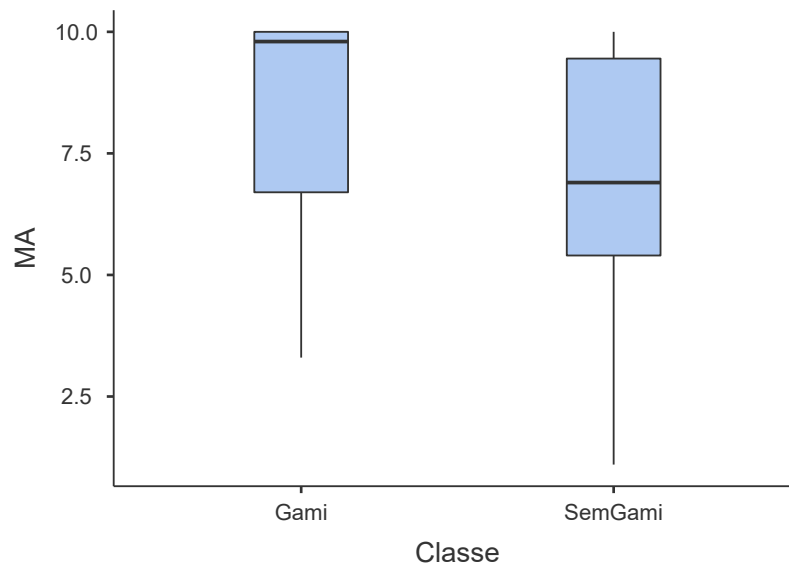


Figura 8.1: *Box plot* que ilustra os dados das médias das avaliações dos alunos do grupo com gamificação e sem gamificação.

8.1.2 Ameaça à validade

Os cursos que compõem o grupo controle, isto é, que usaram o juiz on-line sem a gamificação foram: Matemática Aplicada, Licenciatura em Física, Engenharia Elétrica e Engenharia de Petróleo e Gás. Os cursos que compõem o grupo experimental foram: Geologia, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica e Licenciatura em Matemática. Apesar do cuidado em manter a homogeneidade entre as características das turmas, uma ameaça clara à validade das análises diz respeito à possibilidade de ser natural a diferença que existe no desempenho escolar entre esses dois grupos de cursos, uma vez que as características das turmas são diferentes.

Para minimizar essa ameaça, foi feita uma análise comparativa entre as médias das avaliações dos alunos do período letivo de 2021/2 (ano civil 2022) com o último período letivo presencial que antecedeu a pandemia de Covid-19, 2019/2. A seção a seguir mostra os resultados dessa análise.

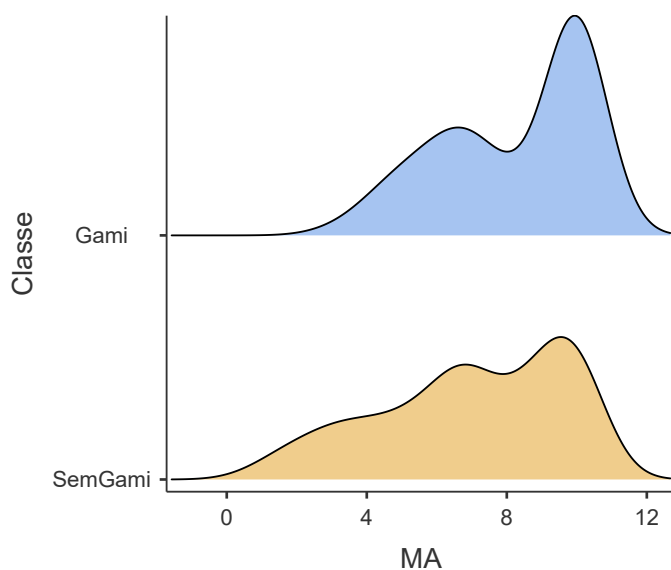


Figura 8.2: Gráfico de densidade das médias das avaliações dos alunos que usaram o juiz on-line com gamificação e dos alunos que utilizaram o juiz on-line sem gamificação.

8.1.2.1 Comparação entre as turmas de 2019/2 e 2021/2

Para verificar se a diferença entre as médias das avaliações entre os grupos controle e experimental se mantém quando as turmas se submetem ao mesmo cenário de ensino, foram analisados os dados de 2019/2¹ e comparados com os dados de 2021/2 (ano civil 2022), considerando somente os cursos que são intersecção entre os dois períodos. Para essa análise, foram consideradas as seguintes turmas do grupo controle: Matemática Aplicada, Licenciatura em Física e Engenharia Elétrica. Para o grupo experimental, foram considerados os seguintes cursos: Geologia, Engenharia de Produção e Engenharia Elétrica.

Os cursos de Licenciatura em Matemática e Engenharia de Petróleo e Gás foram desconsiderados da análise por não terem sido ofertadas turmas em 2019/2, impossibilitando a comparação. Importante destacar que em 2019/2 todas as turmas utilizaram o mesmo cenário de ensino, isto é, todos utilizaram o juiz on-line com uma versão anterior da gamificação.

¹Esse período foi escolhido por ter sido o último que aconteceu na modalidade presencial, antes da pandemia de Covid-19.

A Tabela 8.6 apresenta o total de alunos e as médias das avaliações dos cursos pertencentes ao grupo experimental em 2021/2 e seus cursos equivalentes em 2019/2. É possível observar que há um equilíbrio entre as médias das avaliações.

Tabela 8.6: Comparação do número de alunos e média das avaliações do grupo experimental de 2021/2 com seus cursos equivalentes em 2019/2.

Curso	Total de alunos		Média das avaliações	
	2019/2	2021/2	2019/2	2021/2
Geologia	31	14	7,42	7,34
Engenharia de Produção	18	26	6,34	8,23
Engenharia Elétrica	45	25	8,77	8,77
	94	55	7,51	8,3

Do mesmo modo, a Tabela 8.7 apresenta o total de alunos e as médias das avaliações dos cursos pertencentes ao grupo controle em 2021/2 e seus cursos equivalentes em 2019/2. É possível observar que também há um equilíbrio entre as médias das avaliações.

Tabela 8.7: Comparação do número de alunos e média das avaliações do grupo controle de 2021/2 com seus cursos equivalentes em 2019/2.

Curso	Total de alunos		Média das avaliações	
	2019/2	2021/2	2019/2	2021/2
Matemática Aplicada	23	23	7,53	7,97
Licenciatura em Física	19	8	7,16	6,70
Engenharia Elétrica	34	26	8,76	7,51
	76	57	7,9	7,4

8.1.2.2 Análise estatística

As Tabelas 8.6 e 8.7 apresentam o total de alunos e a média das avaliações dos alunos do grupo experimental e do grupo controle, respectivamente, nos períodos de 2019/2 e 2021/2. É importante reforçar que: (i) foram considerados somente os cursos que tem intersecção entre os dois períodos e (ii) no período letivo de 2019/2 todos os alunos usaram o juiz on-line gamificado, em uma versão inicial. Para que fosse possível a análise comparativa, foi definido como grupo controle

em 2019 o conjunto de cursos equivalentes ao grupo controle em 2021. O mesmo aconteceu com a definição do grupo experimental. Dessa forma, ao observar as médias das avaliações do período letivo 2019/2, verifica-se que o grupo controle tem média 7,9 e o grupo experimental tem média 7,51. Embora seja uma diferença pequena, os cursos participantes do grupo controle, tiveram média nas avaliações maiores do que os cursos que participaram do experimental.

Por outro lado, o contrário acontece no período letivo de 2021/2, em que os alunos que participaram do grupo experimental tiveram média das avaliações ($M_e = 8,3$), maior do que os alunos que participaram do grupo controle ($M_e = 7,4$). Essa diferença nos resultados sugere que a melhoria que aconteceu não é um padrão da turma e sim a reação a uma intervenção, que neste caso é a gamificação.

Para avaliar se essa diferença das médias das avaliações têm relevância estatística, verificou-se se a distribuição de dados de 2019/2 é normal, por meio do Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk ([Shapiro and Wilk, 1965](#)). O resultado é mostrado na Tabela 8.8, que mostra o valor de $p < 0.001$, indicando que não é uma distribuição normal. Importante registrar que no período letivo de 2021/2 os dados também seguem uma distribuição não normal, como apresentado na Seção 8.1, Tabela 8.3.

Tabela 8.8: Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, indicando que o conjunto de dados que compõe a média das avaliações de 2019 não segue uma distribuição normal.

Normality Test (Shapiro-Wilk)		
	W	p
MA	0.834	< .001

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

Como os dados de 2019/2 não seguem uma distribuição normal, foi utilizado o teste estatístico não-paramétrico U de Mann-Whitney ([Mann and Whitney, 1947](#)). Como resultado, o teste mostrou que não existe diferença entre os dois grupos, indicando o valor de $p = 0,681$, como apresentado na Tabela 8.9. Mesmo não havendo diferença, a figura também apresenta o *effect size*, evidenciando que é próximo a zero (0,0355), o que é insignificante nesse conjunto de dados.

Tabela 8.9: Teste estatístico U de Mann-Whitney sobre as médias das avaliações do período letivo 2019/2.

Independent Samples T-Test					
		Statistic	p	Effect Size	
MA	Mann-Whitney U	3400	0.681	Rank biserial correlation	0.0355

Por outro lado, embora haja diferença estatística entre os grupos experimental e controle de 2021/2, quando se considera somente as três turmas que formam a intersecção entre 2019/2 e 2021/2, obtém-se o valor $p = 0.073$, indicando não haver diferença significativa estatisticamente, conforme apresentado na Tabela 8.10. Entretanto, os resultados descritivos podem ajudar a ter algumas intuições sobre as turmas e estão descritos a seguir.

Tabela 8.10: Teste estatístico U de Mann-Whitney sobre as médias das avaliações do período letivo 2022/2.

Independent Samples T-Test					
		Statistic	p	Effect Size	
MA	Mann-Whitney U	1272	0.073	Rank biserial correlation	0.189

8.1.2.3 Resultados Descritivos

A Tabela 8.11 apresenta os resultados descritivos dos dados de 2019/2 e 2021/2, oriundos das turmas que são intersecção entre os dois períodos letivos. Como já mencionado, em 2019/2, a média das avaliações do grupo que usou o juiz on-line sem a gamificação ($M_e = 7,9$) é maior do que a média das avaliações do grupo que usou o juiz on-line com a gamificação ($M_e = 7,5$). Apesar disso, nas métricas ideais para os testes não-paramétricos, que são mediana, e percentis, percebe-se o mesmo padrão entre os dois anos de estudo. Por exemplo, em 2019/2, a mediana do grupo equivalente ao grupo controle ($M_d = 8,6$) também é menor do que o grupo equivalente ao grupo experimental ($M_d = 9,8$), como acontece em 2021/2.

Com base nesses dados, não podemos afirmar se há ou não um padrão no desempenho dos alunos desses cursos. Além disso, não se pode descartar as mudanças que aconteceram nos perfis dos alunos nos últimos anos, em decorrência

Tabela 8.11: Resultados descritivos das turmas oferecidas em 2019/2 e 2021/2, compostas pelos cursos que tem intersecção entre os dois anos.

Resultados Descritivos	2019/2		2021/2	
	Sem Gamif	Gamif	Sem Gamif	Gamif
N	76	94	57	55
Média	7,99	7,50	7,40	8,30
Mediana	8,60	9,80	7,80	10,00
Desvio Padrão	2,37	2,88	2,38	2,05
Mínimo	1,10	0,00	1,10	3,30
Máximo	10,00	10,00	10,00	10,00
1º percentil (25%)	6,70	6,48	6,70	6,70
2º percentil (50%)	8,60	9,80	7,80	10,00
3º percentil (75%)	10,00	10,00	10,00	10,00

do ensino remoto, consequência do isolamento causado pela pandemia.

8.2 Análise do Engajamento dos Alunos

Para analisar o engajamento dos alunos foram utilizadas variáveis extraídas dos *logs* do juiz on-line CodeBench, como descritas na Seção 6.5.2.2, a citar: (i) Número de *logins* no sistema juiz on-line; (ii) Índice de procrastinação nos trabalhos; (iii) Média dos trabalhos práticos; (iv) Média dos trabalhos desafios; (v) Número total de registros de *logs* gerados pelo aluno durante a resolução de trabalhos práticos; (vi) Número total de registros de *logs* gerados pelo aluno durante as avaliações; (vii) Número total de testes feitos pelo aluno durante a resolução de trabalhos práticos; (viii) Número total de testes feitos pelo aluno durante a resolução de avaliações; (iv) Número total de erros sintáticos em testes (não submissões) gerados durante a resolução de trabalhos práticos; (x) Número total de erros sintáticos em testes (não submissões) gerados durante a resolução de avaliações; (xi) Número total de submissões feitas pelo aluno durante a resolução de trabalhos práticos; (xii) Número total de submissões feitas pelo aluno durante a resolução de avaliações; (xiii) Número total de submissões incorretas (com erros sintáticos ou que não passaram nos casos de teste) feitas pelo aluno durante a resolução de trabalhos práticos; (xv) Número total de submissões incorretas (com

erros sintáticos ou que não passaram nos casos de teste) feitas pelo aluno durante a resolução de avaliações.

A métrica “índice de procrastinação” define o quão próximo da data de entrega o aluno solucionou os exercícios de um dado trabalho. A cada submissão feita pelo aluno nos trabalhos práticos, foi calculado o percentual do tempo decorrido entre a data de início e a data de término do trabalho.

Os dados são oriundos das turmas de IPC/ICC oferecidas no período letivo 2021/2 da Universidade Federal do Amazonas, que aconteceu no segundo semestre de 2022, em razão da suspensão das atividades acadêmicas ocasionada pela pandemia de Covid-19. A distribuição das turmas foi feita de acordo com o apresentado nas Tabelas 8.1 e 8.2.

Note que algumas das variáveis apresentadas refletem mais o estilo de programação do aluno do que necessariamente o seu engajamento. Neste trabalho, assume-se que as variáveis mais relacionadas com engajamento são: o número de *logins*, a média dos trabalhos práticos, a média dos trabalhos desafios e o índice de procrastinação. Entretanto, este trabalho também analisou o efeito da gamificação sobre as demais variáveis, a exemplo do que aconteceu em Pereira et al. (2020b) e Dwan et al. (2017), com intuito de verificar se a plataforma de gamificação causa alguma mudança no comportamento do aluno durante as atividades de programação.

Conforme dito anteriormente, as notas dos trabalhos práticos e desafios foram escolhidas como medidas de engajamento porque tais notas representam apenas 1,2% do peso da nota final do aluno. De forma geral, pode-se dizer que os alunos fazem tais trabalhos para praticar o que foi ensinado na disciplina e para prepararem-se para as avaliações, e não para obter os poucos pontos que eles valem na média final.

8.2.1 Remoção de outliers

Após calcular os valores de cada variável para cada aluno dos grupos controle e experimental, observou-se que alguns alunos apresentavam valores muito discrepantes em relação aos valores típicos de cada variável, por exemplo, valores três vezes maior do que a média de valores da variável. Desta forma, optou-se por

remover esses *outliers* das análises, que serão apresentadas ao longo desta seção.

Os *outliers* foram identificados através do cálculo da métrica de amplitude interquadril (IRQ) (Vinutha et al., 2018). A Tabela 8.12 apresenta como os dados ficaram após a remoção dos *outliers*. Todas as variáveis tinham um total de 66 elementos, que é o somatório das duas colunas (*N* e *Outliers*). A coluna *N* apresenta o total de elementos após a remoção dos *outliers*, e a coluna *Outliers* apresenta o total de valores discrepantes removidos.

Tabela 8.12: Variáveis que passaram por remoção de *outliers*.

Variáveis	Gamificação		Sem gamificação	
	N	<i>Outliers</i>	N	<i>Outliers</i>
Logins	60	6	59	12
Índice de procrast	66	0	58	13
Tam logs listas	65	1	65	6
Tam logs aval	65	1	67	4
Total testes lista	64	2	71	0
Total testes aval	63	3	67	4
Tot err sintat test list	61	5	69	2
Tot err sintat test aval	65	1	69	2
Tot sub listas	63	3	66	5
Tot sub ava	60	6	62	9
Tot sub incorr list	63	3	65	6
Tot sub incor aval	59	7	60	11

8.2.2 Resultados Descritivos

Com o intuito de melhor compreender os efeitos das variáveis na Seção 8.2, a Tabela 8.13 apresenta suas médias, medianas e desvios padrão.

As quatro primeiras variáveis da Tabela 8.13, marcadas em negrito, estão sendo utilizadas como métricas de engajamento nesta tese. As demais variáveis foram estudadas por Pereira et al. (2020b) e Dwan et al. (2017) para avaliar a influência no desempenho escolar, e por dos Santos Silva et al. (2020) para identificar a probabilidade de desistência da disciplina. Por essas razões, a variação dessas variáveis nos grupos controle e experimental também será analisada ao longo desta seção, embora tais variáveis não representem, de fato, medidas de engajamento dos alunos.

Tabela 8.13: Resultados descritivos das variáveis de utilização do juiz on-line das turmas de 2021/2.

Variável	Média		Mediana		Desvio Padrão	
	C Gamif	S Gamif	C Gamif	S Gamif	C Gamif	S Gamif
Login	42,3	40,6	42	38	13,4	16,1
Índice de procrast	0,517	0,585	0,540	0,600	0,143	0,138
Média trab práticos	9,12	7,85	9,75	7,8	1,12	1,94
Média desafios	4,63	5,36	4,05	5,2	3,50	3,02
Tam logs listas	78916	81420	69784	76470	38023	33017
Tam logs aval	19956	18102	19358	16382	8178	7817
Total testes lista	279	283	207	242	189	185
Total testes aval	82,9	86,5	80	77	46,7	55,4
Tot err sintat test list	78,2	99	64	79	55,6	67,7
Tot err sintat test aval	24,4	23,8	16	18,5	20,7	18,8
Tot sub listas	105	104	90	88,5	65,2	63,4
Tot sub ava	22,4	23,3	19,5	21,5	14,9	16,5
Tot sub incorr list	80,8	73,9	71	68	54,2	10,9
Tot sub incor aval	12,1	15,3	10	13	10,9	12,4

É possível observar que a variável “Índice de Procrastinação” tem a média menor entre os alunos que utilizaram a gamificação. Esse fato pode indicar que a plataforma de gamificação incentivou os alunos a começarem a resolução dos exercícios mais cedo, em comparação com alunos que usaram o juiz on-line sem a gamificação. Essa mesma constatação também pode ser obtida a partir da análise da mediana do índice de procrastinação, uma vez que a mediana do grupo experimental é 0,540 e a mediana do grupo controle é 0,600. Um outro ponto a ser observado é que a variável “Login”, que armazena o número de acessos realizados no juiz on-line, também tem média maior entre os alunos que utilizaram a gamificação, além de possuir uma mediana significativamente maior dentro desse grupo. Isso mostra que as turmas com gamificação acessaram mais o juiz on-line.

Observando a “média dos trabalho práticos”, também pode-se observar que os alunos que usaram a gamificação tiveram média substancialmente superior à média dos alunos que não usaram a gamificação. Essa conclusão é reforçada pela mediana dessa variável, conforme mostrado na Tabela 8.13. Por outro lado, a média dos desafios é um pouco menor entre os alunos que usaram a gamificação. Uma hipótese é que os alunos que resolvem os exercícios propostos nos trabalhos práticos, conseguem desbloquear todas as edificações e missões da gamificação,

fazendo com que resolver os exercícios dos desafios contribua somente para ganhar experiência e moedas, e não explorar novas atividades na gamificação. Esse aspecto foi reforçado pelo estudo descrito na Seção 5.1, que foi base para a inclusão de novas atividades na gamificação.

Por outro lado, a variável “total de submissões incorretas na lista” mostra que os alunos que usaram a gamificação submeteram mais exercícios que estavam incorretos, também reforçado pela mediana que é discretamente superior. Isso pode indicar que os alunos, na ansiedade por avançar no jogo, arriscaram mais na tentativa de acertar uma questão sem testar antes. Essa intuição é reforçada pela variável “total testes lista”, que tem média menor entre os alunos que usaram a gamificação, embora a mediana seja maior.

Para verificar a relevância das diferenças entre os dois grupos, foi estudada a forma como os dados são distribuídos por meio do Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk. A Tabela 8.14 apresenta os resultados. Com exceção das variáveis “Logins” e “Índice de procrastinação listas”, que seguem uma distribuição normal ($p > 0.05$) e foi usado o teste estatístico T-Student (Wohlin et al., 2012), as demais variáveis têm distribuição não normal, razão pela qual foi utilizado o teste estatístico U de Mann-Whitney. Os testes estatísticos estão descritos na subseção a seguir.

8.2.3 Testes Estatísticos

Para tornar mais didática a descrição dos resultados, a aplicação dos testes estatísticos foram separados em dois grupos de variáveis: (i) variáveis consideradas como métricas de engajamento e (ii) as demais variáveis estudadas na literatura.

8.2.3.1 Variáveis consideradas como métricas de engajamento

As variáveis consideradas como métricas de engajamento, nesta tese, são: Logins, Índice de Procrastinação, Média dos Trabalhos Práticos e Médias dos Trabalhos Desafios. Como pode ser observado na Tabela 8.14, as variáveis Logins e Índice de Procrastinação seguem uma distribuição normal ($p > 0,05$), e as variáveis médias dos trabalhos práticos e dos desafios não seguem uma distribuição normal ($p < 0,05$), razão pela qual serão descritas separadamente.

Tabela 8.14: Teste de normalidade das variáveis analisadas no engajamento, no período letivo de 2021/2.

Normality Test (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Logins	0.980	0.063
Indice_procrastinacao_listas	0.981	0.066
MTP	0.934	< .001
MTD	0.954	< .001
Tam_logs_listas	0.975	0.012
Tam_logs_avaliacoes	0.978	0.024
Total_testes_listas	0.943	< .001
Total_testes_avaliacoes	0.954	< .001
Total_erros_sintat_testes_listas	0.938	< .001
Total_erros_sintat_testes_avaliacoes	0.902	< .001
Total_submissoes_listas	0.948	< .001
Total_submissoes_avaliacoes	0.947	< .001
Total_submissoes_incorretas_listas	0.947	< .001
Total_submissoes_incorretas_avaliacoes	0.918	< .001

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

Análise estatística das variáveis com distribuição normal

Para analisar a diferença entre as variáveis login e índice de procrastinação dos dois grupos, que são variáveis normais, foi utilizado o teste estatístico T-Student (Wohlin et al., 2012), como apresentado na Tabela 8.15.

Tabela 8.15: Teste estatístico T-Student sobre as variáveis com distribuição normal, *logins* e índice de procrastinação, do período 2021/2.

Independent Samples T-Test				
		Statistic	df	p
Logins	Student's t	0.637	125	0.525
Indice_procrastinacao_listas	Student's t	-2.769	130	0.006

Como é possível observar na Tabela 8.15, a variável “logins”, apesar de ter média superior no grupo experimental ($M_e = 42,3$), quando comparado ao grupo controle ($M_e = 40,6$), a diferença não tem relevância estatística, uma vez que $p = 0,525$. Por outro lado, a variável “Índice procrastinação listas” tem $p < 0,05$, mostrando que há uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Como a média do índice de procrastinação no grupo experimental é 0,517, que é um valor menor do que a média do índice de procrastinação do grupo controle ($M_e = 0,585$) isso sugere que, na média, os alunos que usaram a gamificação começaram a fazer a lista antes, quando comparados com os alunos que não usaram a gamificação.

A Tabela 8.16 apresenta o tamanho do efeito dessa diferença nos grupos, por meio do Teste d de Cohen (Cohen, 1960).

Tabela 8.16: Cálculo do tamanho do efeito causado pelo índice de procrastinação, segundo o Teste d de Cohen.

Independent Samples T-Test						
		Statistic	df	p		Effect Size
Indice_procrastinacao_listas	Student's t	-2.77	130	0.006	Cohen's d	-0.482

O d de Cohen verifica o efeito do tratamento, no caso desta tese, da gamificação, por meio da distância das médias do índice de procrastinação. Como o valor

do efeito é 0,482, ele é considerado médio por meio do teste d Cohen, indicando que o efeito da intervenção, que é a utilização da gamificação, tem um tamanho de influência média na melhoria dos alunos pertencentes no grupo experimental.

Análise estatística das variáveis com distribuição não normal

Para a análise das variáveis com distribuição não normal, foi utilizado o teste estatístico U de Mann-Whitney. As variáveis com essa característica foram Média dos Trabalhos Práticos (MTP) e Média dos Trabalhos Desafios (MTD), conforme apresentado na Tabela 8.17. É possível observar que a diferença apresentada na variável Média dos Trabalhos Desafios não tem relevância estatística. Já a variável Média dos Trabalhos Práticos têm $p < 0.001$, indicando que há uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos.

Tabela 8.17: Teste U de Mann Whitney das outras variáveis analisadas no engajamento, no período letivo de 2021/2.

Independent Samples T-Test			
		Statistic	p
MTP	Mann-Whitney U	1578	< .001
MTD	Mann-Whitney U	2303	0.227

Para avaliar o tamanho do efeito (*effect size*) sobre os grupos quando se considera a variável estatisticamente relevante, foi utilizado o *Rank Biserial Correlation*, como apresentado na Tabela 8.18. O efeito é considerado moderado, uma vez que é maior ou igual a 0,3 e menor que 0,5.

Tabela 8.18: Cálculo do Effect Size sobre a Média dos Trabalhos Práticos, do período letivo 2021/1.

Independent Samples T-Test					
		Statistic	p	Effect Size	
MTP	Mann-Whitney U	1578	< .001	Rank biserial correlation	0.395

Por ser um teste estatístico não paramétrico, as métricas mais utilizadas são mediana e percentis, que são apresentadas na Tabela 8.19 e ilustrado na Figura 8.3, que apresentam o *Box Plot* das médias dos trabalhos.

Tabela 8.19: Mediana e Percentis da variável Média dos Trabalhos Práticos, de todos os cursos do período letivo 2021/2.

Descriptives		
	Classe	MTP
Median	Gami	9.75
	SemGami	7.80
25th percentile	Gami	8.43
	SemGami	6.65
50th percentile	Gami	9.75
	SemGami	7.80
75th percentile	Gami	10.0
	SemGami	9.75

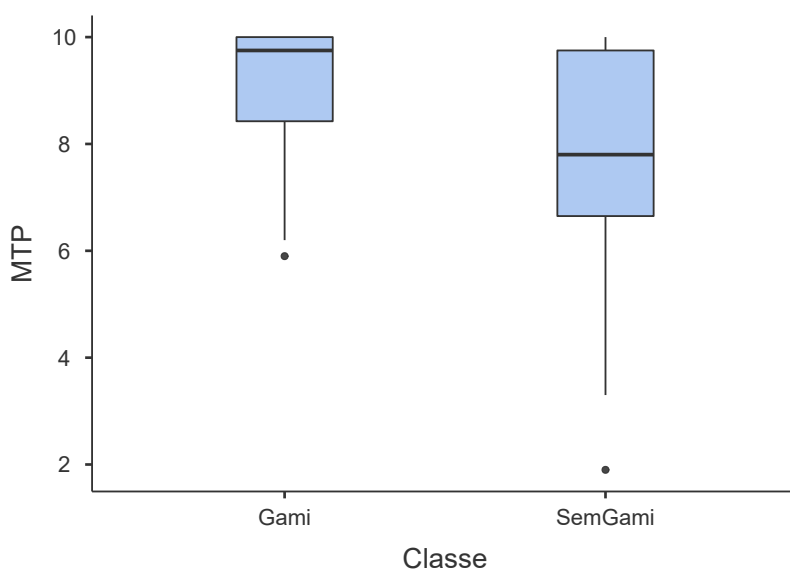


Figura 8.3: *Box Plot* da variável Média dos Trabalhos Práticos de todos os cursos do período letivo 2021/2.

A análise das variáveis Índice de Procrastinação e Média dos Trabalhos Práticos indica que a gamificação proposta influenciou positivamente no engajamento dos alunos que usaram o juiz on-line, tanto no aspecto de incentivar o início da resolução dos trabalhos mais cedo, quanto nas notas dos trabalhos práticos. Esse resultado contraria a H02, que estipula não haver diferença no engajamento entre os grupos controle e experimental, e comprova a hipótese HA2, atestando haver uma vantagem para o grupo que utilizou a gamificação.

8.2.3.2 Análise das variáveis do perfil de programação dos alunos

Os resultados dos testes das variáveis relacionadas com o comportamento dos alunos durante as atividades de programação são apresentados na Tabela 8.20. Os resultados indicam que a gamificação não gerou mudanças significativas no comportamento do aluno durante as atividades de programação, apesar de ter influenciado no engajamento dos alunos.

Tabela 8.20: Teste U de Mann-Whitney das demais variáveis que avaliam o engajamento no período letivo de 2021/2.

Independent Samples T-Test			
		Statistic	p
Tam_logs_listas	Mann-Whitney U	2219	0.514
Tam_logs_avaliacoes	Mann-Whitney U	2066	0.153
Total_testes_listas	Mann-Whitney U	2462	0.790
Total_testes_avaliacoes	Mann-Whitney U	2314	0.837
Total_erros_sintat_testes_listas	Mann-Whitney U	1941	0.081
Total_erros_sintat_testes_avaliacoes	Mann-Whitney U	2404	0.997
Total_submissoes_listas	Mann-Whitney U	2259	0.970
Total_submissoes_avaliacoes	Mann-Whitney U	1994	0.828
Total_submissoes_incorretas_listas	Mann-Whitney U	2146	0.592
Total_submissoes_incorretas_avaliacoes	Mann-Whitney U	1722	0.266

Como o teste utilizado é não paramétrico, não foi realizada inferências utilizando média e desvio padrão, uma vez que esse tipo de teste utiliza a média do rank, embora essas métricas tenham sido utilizadas como forma de melhor interpretar os resultados.

As Tabelas 8.21, 8.22 e 8.23 apresentam as medianas e percentis das dez variáveis analisadas. Como é possível observar, os valores são muito próximos entre os dois grupos, reforçando que não há diferença no comportamento dos alunos, quando considerado esse grupo de variáveis.

Tabela 8.21: Análise descritiva das variáveis tamanho dos *logs* das listas e das avaliações, total de testes das listas e das avaliações, e total de erros sintáticos nos testes das listas.

	Classe	Tam_logs_listas	Tam_logs_avaliacoes	Total_testes_listas	Total_testes_avaliacoes	Total_erros_sintat_testes_listas
Median	Gami	69784	19358	207	80	64
	SemGami	76470	16382	242	77	79
25th percentile	Gami	51694	13574	153	41.5	33.0
	SemGami	59227	12093	131	42.0	47.0
50th percentile	Gami	69784	19358	207	80.0	64.0
	SemGami	76470	16382	242	77.0	79.0
75th percentile	Gami	106520	25142	423	117	120
	SemGami	106422	24920	396	129	145

Tabela 8.22: Análise descritiva das variáveis total de erros sintáticos nos testes das avaliações, total de submissões das listas e das avaliações.

Descriptives

	Classe	Total_erros_sintat_testes_avaliacoes	Total_submissoes_listas	Total_submissoes_avaliacoes
Median	Gami	16	90	19.5
	SemGami	18.5	88.5	21.5
25th percentile	Gami	7.00	50.0	13.0
	SemGami	8.25	57.5	8.50
50th percentile	Gami	16.0	90.0	19.5
	SemGami	18.5	88.5	21.5
75th percentile	Gami	36.0	144	31.3
	SemGami	38.0	152	38.0

Tabela 8.23: Análise descritiva das variáveis total de submissões incorretas das listas e das avaliações.

Descriptives			
	Classe	Total_submissoes_incorretas_listas	Total_submissoes_incorretas_avaliacoes
Median	Gami	71	10
	SemGami	68.0	13.0
25th percentile	Gami	34.0	4.00
	SemGami	37.0	4.00
50th percentile	Gami	71.0	10.0
	SemGami	68.0	13.0
75th percentile	Gami	117	18.5
	SemGami	103	26.0

8.2.4 Ameaça à validade

Assim como aconteceu no desempenho dos alunos, os cursos que compõem o grupo controle, isto é, que usaram o juiz on-line sem a gamificação, foram: Matemática Aplicada, Licenciatura em Física, Engenharia Elétrica e Engenharia de Petróleo e Gás. Os cursos que compõem o grupo experimental foram: Geologia, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica e Licenciatura em Matemática. Apesar dos critérios utilizados na tentativa de manter a homogeneidade entre as características das turmas dos dois grupos, continua como ameaça à validade das análises a possibilidade de ser natural a diferença que existe no engajamento escolar entre esses dois grupos de cursos, uma vez que, como já mencionado, as características das turmas são diferentes.

Na tentativa de avaliar o impacto dessa ameaça, foi feita uma análise comparativa entre as variáveis que medem o engajamento dos alunos do período letivo de 2021/2 (ano civil 2022) com o último período letivo presencial que antecedeu a pandemia de Covid-19, 2019/2.

8.2.5 Análise de 2019/2 e 2021/2

Em busca de verificar se há algum padrão no comportamento dos grupos de cursos, foram analisados os dados do período letivo 2019/2, considerando os cursos que

tem intersecção com 2022/2, os mesmos apresentados nas Tabelas 8.7 e 8.6.

Antes de começarem as análises, foi verificada distribuição dos dados. Como apresentado na Tabela 8.24. As variáveis “tamanho logs listas” e “tamanho logs avaliações” seguem distribuição normal e foram analisadas pelo método estatístico t-Student. As demais variáveis não seguem distribuição normal e foram analisadas pelo teste estatístico U de Mann-Whitney.

Tabela 8.24: Teste de normalidade dos dados de 2019/2, nas variáveis estudadas para analisar o engajamento dos alunos.

Normality Test (Shapiro-Wilk)		
	W	p
logins	0.955	< .001
MT	0.754	< .001
MTD	0.896	< .001
indice_procrastinacao_listas	0.960	< .001
tamanho_logs_listas	0.990	0.371
tamanho_logs_avaliacoes	0.988	0.170
total_testes_listas	0.971	0.002
total_testes_avaliacoes	0.956	< .001
total_errores_sintaticos_testes_listas	0.955	< .001
total_errores_sintaticos_testes_avaliacoes	0.866	< .001
total_submissoes_listas	0.922	< .001
total_submissoes_avaliacoes	0.872	< .001
total_submissoes_incorretas_listas	0.907	< .001
total_submissoes_incorretas_avaliacoes	0.858	< .001

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

8.2.5.1 Análise Estatística de 2019/2

A Tabela 8.25 apresenta a média (*mean*), mediana (*median*) e desvio padrão (*standard deviation*) das variáveis “tamanho logs listas” e “tamanho logs avaliações”. Para facilitar a visualização das estatísticas descritivas, as Figuras 8.4 e 8.5 apresentam o *Box Plot* das respectivas variáveis.

Tabela 8.25: Estatística descritiva dos dados de 2019/2, nas variáveis estudadas para analisar o engajamento dos alunos.

Descriptives			
	Classe	tamanho_logs_listas	tamanho_logs_avaliacoes
N	Eq_SemGami	67	73
	Eq_Gami	90	86
Mean	Eq_SemGami	42752	3796
	Eq_Gami	40416	5223
Median	Eq_SemGami	41553	3561
	Eq_Gami	41739	5596
Standard deviation	Eq_SemGami	17856	1741
	Eq_Gami	18606	2112

É possível observar que os dois grupos tiveram comportamentos parecidos quando se avalia a variável “tamanho logs listas”, apresentado na Figura 8.4. Tanto a média do grupo denominado experimental ($M_e = 40416$) e do grupo controle ($M_e = 42752$) são valores próximos, quanto a mediana que no grupo experimental ($M_d = 41553$) é muito próximo do valor do grupo controle ($M_d = 41739$), o que indica não haver diferença entre os dois grupos.

Por outro lado, ao considerar a variável “tamanho logs avaliação”, Tabela 8.5, é possível observar que o grupo experimental, que é equivalente aos alunos que usaram a gamificação em 2021/2, na média, tiveram o tamanho de logs de avaliações maior no grupo experimental ($M_e = 5223$) do que no grupo controle ($M_e = 3796$). Esses dados indicam que os alunos do grupo experimental fizeram mais tentativas para solucionar os exercícios. Entretanto, como observado na análise do desempenho dos alunos ao considerar a variável média das avaliações, descrita na Subseção 8.1.2.3, essas tentativas não foram revertidas em melhoria no desempenho, o que leva a crer que os alunos tentaram mais, mas não conseguiram concluir as questões de forma correta.

Como apresentado na Tabela 8.24, as variáveis “tamanho logs listas” e “tamanho logs avaliações” seguem distribuição normal. Por esta razão, para avaliar a relevância da diferença entre os grupos, foi utilizado o teste estatístico T-Student. A Tabela 8.26 confirma que, como já descrito, não há diferença no comportamento

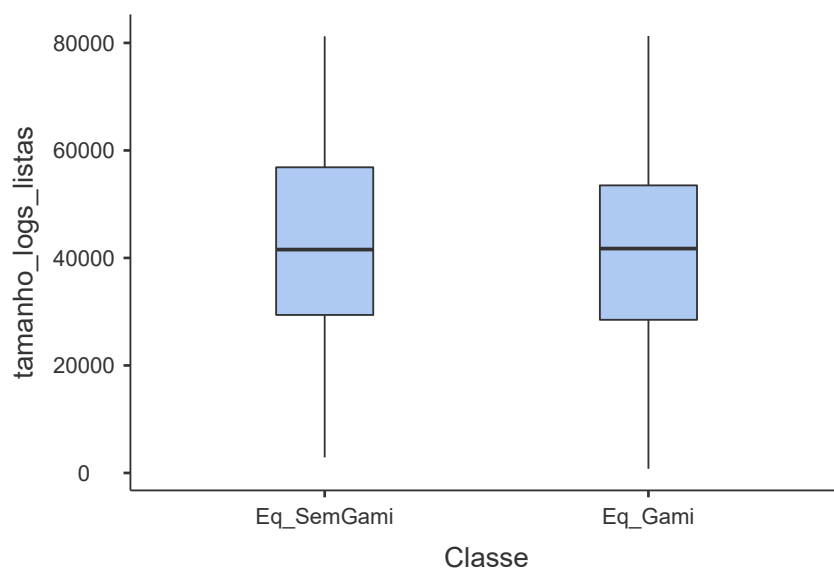


Figura 8.4: *Box Plot* da variável “tamanho logs listas” de 2019/2.

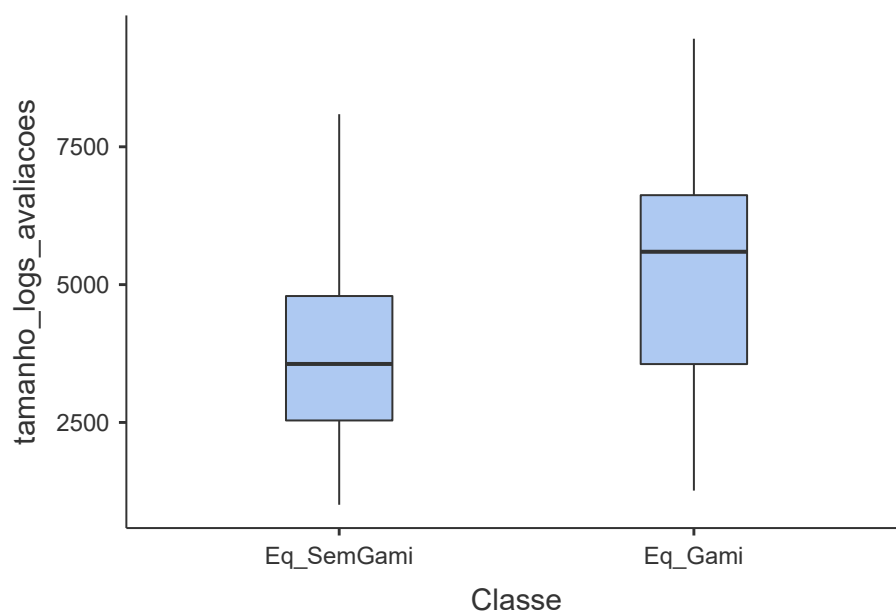


Figura 8.5: *Box Plot* da variável “tamanho logs avaliação” de 2019/2.

dos grupos ao avaliar a variável “tamanho logs listas”. Por outro lado, confirma que a variável “tamanho logs avaliações” tem $p < 0,001$, indicando que há uma diferença relevante entre os grupos.

Tabela 8.26: Resultado do teste estatístico T-Student nas variáveis “tamanho logs listas” e “tamanho logs avaliações”.

Independent Samples T-Test		Statistic	df	p
tamanho_logs_listas	Student's t	0.791	155	0.430
tamanho_logs_avaliacoes	Student's t	-4.599 ^a	157	< .001

^a Levene's test is significant ($p < .05$), suggesting a violation of the assumption of equal variances

A Tabela 8.27 apresenta o *effect size*. Como é possível observar, o *effect size* é 0,732, o que é considerado alto, segundo o Coeficiente de Cohen.

Tabela 8.27: Resultado do teste estatístico T-Student nas variáveis “tamanho logs listas” e “tamanho logs avaliações”.

Independent Samples T-Test		Statistic	df	p	Effect Size	
tamanho_logs_avaliacoes	Student's t	-4.60 ^a	157	< .001	Cohen's d	-0.732

^a Levene's test is significant ($p < .05$), suggesting a violation of the assumption of equal variances

8.2.5.2 Análise das variáveis que não tem distribuição normal

Doze das quatorze variáveis não têm distribuição normal. Por serem mais variáveis, a análise começou a partir do teste estatístico U de Mann-Whitney, somente as diferenças relevantes foram descritas nesta tese.

A Tabela 8.28 mostra que três das variáveis apresentam diferenças estatisticamente significantes: Média dos Trabalhos Desafios (MTD), Total de Submissões nas Avaliações e Total de Submissões Incorretas nas Avaliações.

Para avaliar o efeito dessa diferença, a Tabela 8.29 apresenta o *effect size*, segundo o *Rank biserial correlation*. Para a variável MTD o efeito é considerado baixo e para as variáveis total de submissões incorretas nas avaliações e total de submissões nas avaliações o efeito é considerado moderado.

Tabela 8.28: Teste estatístico U de Mann-Whitney dos dados que não têm distribuição normal no período de 2019/2.

Independent Samples T-Test			
		Statistic	p
logins	Mann-Whitney U	2918	0.791
MT	Mann-Whitney U	3203	0.275
MTD	Mann-Whitney U	2780	0.016
total_testes_listas	Mann-Whitney U	2776	0.546
total_testes_avaliacoes	Mann-Whitney U	2567	0.051
total_erros_sintaticos_testes_listas	Mann-Whitney U	2671	0.318
total_erros_sintaticos_testes_avaliacoes	Mann-Whitney U	2777	0.239
total_submissoes_listas	Mann-Whitney U	2631	0.553
total_submissoes_avaliacoes	Mann-Whitney U	1851	< .001
total_submissoes_incorretas_listas	Mann-Whitney U	2737	0.732
total_submissoes_incorretas_avaliacoes	Mann-Whitney U	1819	< .001
indice_procrastinacao_listas	Mann-Whitney U	2790	0.036

Tabela 8.29: Effect size da diferença das variáveis MTD, total de submissões incorretas nas avaliações e total de submissões nas avaliações.

Independent Samples T-Test					
		Statistic	p		Effect Size
MTD	Mann-Whitney U	2780	0.016	Rank biserial correlation	0.211
total_submissoes_incorretas_avaliacoes	Mann-Whitney U	1819	< .001	Rank biserial correlation	0.406
total_submissoes_avaliacoes	Mann-Whitney U	1851	< .001	Rank biserial correlation	0.395

8.2.6 Análise do período letivo de 2021/2

Para analisar os dados de 2022/2 (período letivo 2021/2), foi verificada como se dá a distribuição de dados. Como apresentado na Tabela 8.30, duas variáveis têm distribuição normal (Logins e Índice de Procrastinação) e as demais não seguem uma distribuição normal.

Assim como feito na seção anterior, as análises serão apresentadas agrupadas pelo tipo de distribuição e somente as variáveis com diferença estatística relevante serão descritas.

Tabela 8.30: Teste de normalidade sobre as variáveis analisadas como engajamento no período letivo de 2021/2.

Normality Test (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Logins	0.983	0.234
MTP	0.944	< .001
MTD	0.955	< .001
Indice_procrastinacao_listas	0.976	0.053
Tam_logs_listas	0.968	0.011
Tam_logs_avaliacoes	0.974	0.029
Total_testes_listas	0.953	< .001
Total_testes_avaliacoes	0.943	< .001
Total_erros_sintat_testes_listas	0.937	< .001
Total_erros_sintat_testes_avaliacoes	0.887	< .001
Total_submissoes_listas	0.939	< .001
Total_submissoes_avaliacoes	0.960	0.003
Total_submissoes_incorretas_listas	0.943	< .001
Total_submissoes_incorretas_avaliacoes	0.936	< .001

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

8.2.6.1 Variáveis que medem engajamento que têm distribuição normal no período letivo de 2021/2

Como as variáveis *logins* e índice de procrastinação nas listas têm distribuição normal, a Tabela 8.31 apresenta o resultado do teste estatístico T-Student. Como é possível observar, nas duas variáveis a valor de *p* não é menor que 0.05, evidenciando que não existe diferença estatística entre os dois grupos.

É importante destacar que o índice de procrastinação é uma das variáveis que os dados indicam ter sofrido influência da gamificação, nas turmas experimentais de 2022/2, e, pelo que apresentado aqui, essa diferença não parece ser um padrão das turmas, uma vez que nas turmas de 2019/2 não teve alteração e nem nas turmas equivalentes em 2022/2.

Tabela 8.31: Teste estatístico T-Student sobre as variáveis *logins* e índice de procrastina nas listas no período letivo de 2021/2.

		Statistic	df	p
Logins	Student's t	-0.378 ^a	96.0	0.706
Indice_procrastinacao_listas	Student's t	-1.971	102.0	0.051

^a Levene's test is significant ($p < .05$), suggesting a violation of the assumption of equal variances

8.2.6.2 Variáveis que medem engajamento que não têm distribuição normal no período letivo de 2021/2

Para verificar a relevância das diferenças das variáveis que não têm distribuição normal, foi utilizado o teste estatístico de U de Mann-Whitney. A Tabela 8.32 mostra que somente a MTP apresenta diferença estatisticamente relevante, a exemplo do que aconteceu na análise com todas as turmas de 2022. Entretanto, não se pode afirmar que é um padrão das turmas, uma vez que na análise de 2019/2 essa variável não apresentou o mesmo comportamento.

Tabela 8.32: Teste estatístico U de Mann-Whitney sobre as variáveis que não seguem distribuição normal, no período letivo de 2021/2.

		Statistic	p
MTP	Mann-Whitney U	927	< .001
MTD	Mann-Whitney U	1292	0.066
Tam_logs_listas	Mann-Whitney U	1323	0.511
Tam_logs_avaliacoes	Mann-Whitney U	1284	0.152
Total_testes_listas	Mann-Whitney U	1502	0.704
Total_testes_avaliacoes	Mann-Whitney U	1448	0.705
Total_errores_sintat_testes_listas	Mann-Whitney U	1226	0.146
Total_errores_sintat_testes_avaliacoes	Mann-Whitney U	1472	0.611
Total_submissoes_listas	Mann-Whitney U	1438	0.800
Total_submissoes_avaliacoes	Mann-Whitney U	1204	0.344
Total_submissoes_incorretas_listas	Mann-Whitney U	1391	0.591

8.3 Síntese do Capítulo

Este capítulo teve como objetivo responder a questão de pesquisa “Tendo como cenário disciplinas de programação que utilizam sistemas juízes on-line, qual é o impacto no desempenho e no engajamento dos alunos causado pela integração de uma gamificação ao mecanismo de *feedback* de tais sistemas, onde a progressão dos alunos nessa gamificação é condicionada à conclusão das atividades de programação no juiz on-line?”. Para isso foi definido um conjunto de quatro variáveis: (i) número de *logins*, (ii) índice de procrastinação, (iii) média dos trabalhos práticos, e (iv) média dos trabalhos desafios, que podem refletir o engajamento dos alunos no juiz on-line. As médias dos trabalhos práticos e desafios foram utilizadas como métrica de engajamento por representar somente 1,2% e 0%, respectivamente, na composição da média final do aluno. Além das variáveis citadas, foi analisado o impacto de outras oito variáveis.

Todos os dados passaram por avaliação estatística. As variáveis com distribuição normal foram avaliadas usando o teste estatístico T-Student e nas variáveis que não seguem uma distribuição normal, foi utilizado o teste estatístico U de Mann-Whitney, para ver se houve diferença significava entre os dois grupos de dados e, com isso responder as hipóteses definidas. Os resultados indicam que as variáveis índice de procrastinação e média dos trabalhos práticos recebem influência positiva da gamificação. Já as variáveis número de *logins* e média dos trabalho desafios não influenciaram no engajamento dos alunos.

Ao analisar as demais variáveis, por exemplo, tamanho de *logs*, testes e submissões executadas, erros de sintaxe e total de submissões, verificou-se que não tem diferença entre os dois grupos analisados. Além disso, foi apresentada uma análise comparativa entre 2019/2, último período letivo presencial, antes da pandemia de Covid-19, e o período letivo 2021/2 (ano civil 2022) em busca de analisar se essa melhoria nas notas e nos índices de procrastinação fazem parte do padrão dos cursos ou se reforça que a melhoria é uma consequência da intervenção da gamificação. A análise dos dados indicam que não há um padrão de perfil entre os cursos analisados e que a melhoria se deu em razão da gamificação utilizada.

Capítulo 9

Considerações Finais

Este trabalho de doutorado teve como objetivo aumentar o desempenho e engajamento de alunos de disciplinas de programação que fazem uso de sistemas juiz on-line, por meio da integração de uma plataforma de gamificação, que contém um jogo, ao mecanismo de *feedback* automático de tais sistemas, onde o avanço dos alunos nas fases do jogo é condicionado à resolução de exercícios de programação.

Para alcançar o objetivo definido, que inclui o desenvolvimento de um artefato, foi utilizado o método de pesquisa *Design Science Research* (DSR). A pesquisa foi aplicada ao contexto de disciplinas de Introdução à Programação de Computadores, que fazem uso de sistemas juiz on-line como apoio pedagógico para a resolução de exercícios práticos e atividades avaliativas.

Na proporção que os juízes on-line ajudam os alunos a terem *feedback* mais rápido, dá agilidade à correção e oferece a possibilidade de usar diferentes linguagens de programação, continuam os antigos problemas relacionados ao ensino de programação, entre eles a falta de engajamento e desempenho abaixo do esperado.

Na tentativa de incentivar os alunos a serem mais engajados e, por consequência melhorar o seu desempenho, nesta tese foi proposta uma plataforma de gamificação, denominada CodePlay, que possui um jogo RPG, denominado “Sob os domínios de Marduk”, que foi incorporada ao juiz on-line CodeBench. Entre as justificativas por incluir um jogo RPG na gamificação, podemos citar: (i) por ser um jogo baseado em enredo, permite a inclusão de diversos elementos de jogos, que podem atender diferentes perfis de jogador, (ii) permite a inclusão de elemen-

tos de jogos mais presentes em jogos de entretenimento, fugindo do tradicional sistema PBL, (iii) dá flexibilidade para desenvolver o enredo, independente de conteúdo curricular, e (iv) por oferecer muitos elementos e que atendam diferentes perfis de jogador, é possível analisar, com base nas escolhas feitas pelo jogador, as reais preferências por elementos de jogos de cada usuário, entre outras.

Com isso, o artefato desta pesquisa é a gamificação, descrita no Capítulo 4, que contém um jogo RPG *multiplayer*, desenvolvido utilizando a *engine* de jogos 2D chamada RPG Maker MV e possui sete fases, cada uma com enredo, missões, passagens secretas, personagens, edificações e seres mágicos próprios.

O artefato passou por três avaliações, duas delas descritas no Capítulo 5, realizadas por meio de dois estudos. O primeiro estudo foi com especialistas em desenvolvimento de jogos e teve como objetivo verificar se a gamificação tinha enredo e objetivo claros, se a combinação dos elementos de jogos estava atrativa o suficiente para atrair a atenção dos alunos naquele intervalo de tempo. Como resultado desse primeiro estudo foram levantadas cinco oportunidades de melhoria no jogo. São elas: (i) enredo com pouca ligação com a disciplina, (ii) falta de informações e *feedback* fazendo com que os alunos se sentissem perdidos, (iii) o número de missões no jogo era insuficiente para o tempo de cada fase, (iv) como os alunos eram obrigados a resgatar os prêmios após acertar a questão, eles relataram o sentimento de frustração por ter deixado para depois o resgate e ter perdido o prêmio, e (v) os participantes sentiram falta de mais atividades para serem realizadas no jogo.

Esses cinco pontos foram melhorados como resposta ao primeiro estudo, descrito na Seção 5.1.4. Na sequência foi realizado um novo estudo, desta vez com estudantes de programação. O objetivo do segundo estudo foi validar a gamificação com o público-alvo, uma vez que os resultados do primeiro estudo ajudaram na inclusão de novos elementos de jogos e reformulação do enredo do jogo. Em razão da pandemia de Covid-19, que obrigou que as aulas acontecessem no formato remoto, esse segundo estudo aconteceu em dois períodos distintos e foram importantes para fazer ajustes finos no jogo, ajudando a deixá-lo mais atrativo e jogável.

Por fim, a terceira avaliação é a verificação do desempenho e engajamento gerados pela gamificação. A partir dos dados gerados por esse estudo, foram

respondidas as duas questões de pesquisa definidas nesta tese e estão descritas a seguir.

9.1 Questão de Pesquisa 1 - QP1

A gamificação foi projetada para ter diferentes elementos de jogos, sendo a maioria deles de uso opcional. Dessa forma, espera-se que os jogadores utilizem somente os elementos mais compatíveis com seus interesses e tendências pessoais. Com base na efetiva utilização dos elementos de jogos pelos alunos, buscou-se responder a seguinte questão de pesquisa:

QP1: Um jogo, incorporado a uma plataforma de gamificação, pode conter uma variedade de elementos de jogos que, de acordo com as preferências dos usuários, podem ou não ser utilizados. Diante disso, quais são os elementos de jogos que o jogo deve possuir, de forma a atender as preferências de cada perfil de usuário?

Para responder essa questão de pesquisa, foram utilizados os dados dos *logs* de utilização da gamificação, no período de 2021/1, ministrado de forma remota devido a pandemia de Covid-19. Foram considerados os logs de todos os alunos que interagiram com pelo menos um elemento de jogo. Todos os alunos tiveram seu perfil de jogador identificado por meio do questionário Hexad. Dos 95 estudantes que responderam o questionário Hexad, 72 apresentaram um único perfil dominante, que foram considerados nas análises efetuadas para responder a QP1.

A análise foi realizada avaliando um conjunto de 22 variáveis oriundas dos *logs* de utilização da gamificação, que são: total de acesso à (i) barra de progresso, (ii) ao diário, (iii) ao ranking, (iv) ao menu equipar, (v) ao menu itens, (vi) ao menu jogadores, (vii) ao menu outras opções; total de vezes que o jogador (viii) ligou o som, (ix) deixou o minimapa visível, (x) recebeu o reconhecimento através dos óculos; somatório de (xi) XP e (xii) moedas, total de (xiii) interações realizadas com NPCs (*non-player characters*), mensagens (xiv) enviadas a colegas e (xv) recebidas; total de itens (xvi) doados e (xvii) recebidos, (xviii) missões secundárias e (xvix) passagens secretas concluídas, (xx) *easter eggs* encontrados, (xxi) escolhas

anarquistas e (xxii) vezes que passou o mouse sobre o avatar de outro aluno para obter informações sobre o mesmo (*infobox*).

No levantamento do perfil de jogador, observou-se que o tipo Conquistador teve o maior número de alunos, 32%, seguido por Filantropo com 23%, confirmando os achados de Bovermann e Bastiaens (2020). Espírito Livre e Jogador tiveram 19% e Socializador 7%. Não houve alunos com o tipo Disruptor como perfil dominante. A raridade do tipo Disruptor se repete em outras pesquisas, que apresentam baixa incidência para esse perfil (Chan et al., 2021; Aristana and Ardiana, 2021).

Ao analisar os elementos mais utilizados por cada um dos tipos, concluiu-se que o tipo Conquistador teve um comportamento uniforme no jogo, confirmando os achados de Altmeyer et al. (2021), uma vez que os jogadores utilizaram a maioria dos 22 elementos. Os elementos menos explorados foram doações efetuadas, doações recebidas e áreas secretas. Esses achados divergem de Hallifax et al. (2019b), onde o único elemento que não apresentou boa utilização nesse perfil foi pontos. Uma possível justificativa para essa diferença é que Hallifax et al. (2019b) não ofereceram a possibilidade de doações e áreas secretas.

O perfil Espírito Livre também explorou a maioria dos elementos de jogos. O elemento menos explorado foi "áreas secretas". Esses achados corroboram com os achados de Gabele et al. (2021), mas divergem de Santos et al. (2021), que não identificou relação positiva com os elementos analisados. Uma possível justificativa para essa divergência é que a natureza de um jogo RPG pode naturalmente favorecer as pessoas com perfil Espírito Livre. Um fato a registrar é o elevado número de interações que os jogadores desse perfil realizou com os NPCs, e o acesso às missões secundárias, que são encontradas através da exploração do jogo.

O perfil Filantropo teve um comportamento parecido com o perfil Conquistador, pois apresentou uma preferência uniforme à maioria dos elementos, só que com menor utilização, tendo mostrado mais preferência de uso por *easter eggs* e a ativação do som. Por outro lado, esperava-se que ele utilizasse mais o elemento doação de itens, entretanto, não foi utilizado por nenhum dos jogadores com esse perfil dominante, contrariando achados anteriores (Chan et al., 2021; Bovermann and Bastiaens, 2020). Lopez e Tucker (Lopez and Tucker (2019)) também apresenta menor relação entre os elementos de jogos analisados e o perfil Filantropo.

Para o perfil Jogador, os resultados confirmam a literatura no sentido de buscar recompensas (Tondello et al., 2016; Klock et al., 2020), esse fato foi evidenciado pela elevada utilização das áreas secretas, que trazem recompensas. Por outro lado, o número de acesso ao ranking foi abaixo do esperado. Uma possível justificativa para isso é porque esse perfil de jogador foi quem mais acessou o elemento infobox, que mostra informações equivalentes ao ranking, só que para aquele jogador específico.

Por último, a surpresa foi para o perfil Socializadores, que não fez uso de troca de mensagem, confirmando os achados de Chan et al. (2021), mas contrariando a descrição do tipo de jogador que diz que esse perfil gosta de interagir com os outros e criar conexões sociais (Tondello et al., 2016). Estranhamente esse perfil foi quem mais fez uso de doações e coleta de moedas.

9.2 Questão de Pesquisa 2 - QP2

O terceiro ciclo de avaliação da metodologia DSR é a verificação do desempenho e do engajamento gerados pelo artefato. Os resultados dessa avaliação buscaram responder a seguinte questão de pesquisa:

QP2: Tendo como cenário disciplinas de programação que utilizam sistemas juízes on-line, qual é o impacto no desempenho e no engajamento dos alunos causado pela integração de uma plataforma de gamificação, que contém um jogo RPG, ao mecanismo de *feedback* de tais sistemas, onde a progressão dos alunos nesse jogo é condicionada à conclusão das atividades de programação no juiz on-line?

Para responder a QP2, a análise foi dividida em dois conjuntos de variáveis (i) medida de desempenho, em que foi utilizada a média das avaliações, e (ii) as medidas de engajamento, que foram usadas quatro variáveis: número de logins, índice de procrastinação, média dos trabalhos práticos e média dos trabalhos desafios.

Os resultados indicam que os cursos que utilizaram a gamificação tiveram um desempenho médio melhor, quando comparados com os cursos que não usaram

a gamificação. Para avaliar se essa diferença foi estatisticamente relevante, foi utilizado o teste estatístico U de Mann-Whitney com $p = 0.002$, mostrando que é uma diferença estatisticamente significativa, mesmo que com o *effect size* pequeno ($ES = 0,291$), segundo o *Rank-Biserial Correlation*. Nesta tese foi utilizada as médias da avaliação como métrica de desempenho, a exemplo do que fez Morales-Trujillo e García-Mireles (2020), que utilizou as notas obtidas em duas provas. Além disso, nossos resultados confirmam os achados de uma meta-análise, que analisou 30 intervenções, e concluiu que a gamificação apresenta um tamanho de efeito significativamente maior do que a aprendizagem sem gamificação (Bai et al., 2020).

Em relação ao engajamento, das quatro variáveis avaliadas, em duas delas, número de *logins* e média dos trabalhos desafios, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de estudo. A hipótese para não haver diferença na média dos trabalhos desafios é que, se o aluno concluiu a resolução das listas de trabalhos práticos, ele consegue explorar todo o jogo, ficando como recompensa para os trabalhos desafios somente o acúmulo de moedas e XP. Dessa forma, não espera-se grande influência da gamificação nas notas dos trabalhos desafios. Já em relação ao *login*, uma análise que pode ser feita é sobre o tempo de permanência do aluno no juiz on-line, para verificar se o jogo, embora não tenha influenciado no número de vezes que o aluno entrou no sistema, tenha aumentado o tempo de permanência a cada *login*.

Das demais variáveis, duas, média dos trabalhos práticos e índice de procrastinação, apresentaram diferença estatisticamente relevante entre os dois grupos. Para a média dos trabalhos práticos, por não ter uma distribuição normal, foi utilizado o teste estatístico U de Mann-Whitney, com $p < 0.001$. O *effect size* foi de 0,395, que é considerado moderado, segundo o *Rank Biserial Correlation*. Já a variável índice de procrastinação, por ter uma distribuição normal, foi analisada usando o teste estatístico T-Student, com $p = 0,006$ e *effect size* considerado médio ($d = 0,482$), segundo o d de Cohen. Esses resultados corroboram com os achados anteriores no sentido de haver melhoria no engajamento do grupo que utilizou a gamificação (Ahmad et al., 2018; Ding et al., 2018; Chans and Portuguese Castro, 2021; Morales-Trujillo and García-Mireles, 2020), mas inova quando, ao contrário de basear as análises nas percepções dos jogadores, identificadas por

meio de questionários, utiliza dados dos *logs* de utilização do sistema para medir o engajamento. Além disso, apesar da duração do estudo ter sido de oito semanas, manteve um tamanho de efeito (*effect size*) médio em relação ao engajamento, contrariando Kim e Castelli (2021) que concluiu que gamificação com intervenções breves (em dias ou menos de uma semana) são significativamente mais eficazes do que intervenções com duração de até 20 semanas, que apresentaram *effect size* nulo.

9.3 Contribuições da Pesquisa

Por ser uma pesquisa que foge do padrão que se encontra na literatura, pois propõe uma gamificação que possui um jogo RPG, além de mais de vinte elementos de jogos, possibilitando a análise das preferências dos usuários baseadas nos dados de utilização da gamificação, a presente tese traz importantes contribuições para a área de pesquisas em gamificação, em especial aplicada à educação. Mais pontualmente podemos citar:

- Desenvolvimento de uma plataforma de gamificação baseada em jogos RPG, capaz de incorporar uma grande quantidade de elementos de jogos;
- Desenvolvimento de uma estratégia para incorporar plataformas de gamificação baseadas em jogos RPG em sistemas juízes on-line;
- Demonstração de que o uso de plataformas de gamificação que incorporam jogos RPG podem aumentar o engajamento dos usuários;
- Desenvolvimento de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) para consolidar as taxonomias de usuários adotadas em artigos que selecionam e/ou adaptam os elementos de jogos aos perfis de cada usuário;
- Proposta de uma estrutura de gamificação, que possui um jogo RPG composto por elementos tipicamente comuns em jogos de entretenimento, que pode ser usada em qualquer disciplina que possua questões com respostas do tipo lógica, independente do conteúdo, da disciplina ou do público-alvo;

- Desenvolvimento e avaliação de novos elementos de jogos para plataformas de gamificação, e apresentação de quais elementos de jogos são mais utilizados por cada perfil de jogador do modelo Hexad;
- Desenvolvimento de um *dataset* com os registros de utilização da plataforma de gamificação por turmas de Introdução à Programação de Computadores;
- Proposição de um conjunto de variáveis que podem ser extraídas dos *logs* de sistemas juízes on-line e que são capazes de mensurar o engajamento dos seus usuários.

9.4 Limitações da Pesquisa

Apesar da criteriosa análise empírica da utilização dos elementos de jogos, por meio dos *logs* de acesso, de acordo com o perfil do jogador, não foram realizados estudos estatísticos sobre os dados. Mesmo não tendo sido realizados tais estudos, essa análise subsidiou as melhorias na gamificação, através da percepção de como os jogadores se comportaram. Entretanto, a análise estatística será realizada, considerando os dados do período letivo 2021/2, ocorrido no segundo semestre de 2022, de forma presencial. Acredita-se que, com a análise sobre os dados da utilização da gamificação nas condições para as quais foi planejado, de forma presencial e nos laboratórios da UFAM, será mais fiel aos reais interesses do jogador.

Mesmo tendo sido realizadas avaliações sobre os perfis das turmas, devido a interrupção das atividades acadêmicas em razão da Covid-19, não se pode garantir ter havido, ou não, mudanças nos perfis dos alunos. Dessa forma, é possível que esteja desigual a comparação entre os anos de 2019 e 2022, embora o ano de 2022 seja correspondente ao período letivo de 2021/2. Para resultados mais fidedignos, se faz necessário fazer uma análise contínua, por, pelo menos, um ano após o retorno das aulas presenciais, para que seja minimizado o risco de ter turmas com perfis muito diferentes dos anos anteriores.

Não foi avaliado o perfil de jogador dos alunos, de forma a identificar as preferências e experiências pessoais em relação a jogos, em especial a jogos RPG. Essa ausência pode ter legislado contra as resultados, uma vez que, diferentes de

jogos casuais, que em sua maioria são capazes de atrair qualquer público, os jogos RPG exigem um pouco mais de experiência e preferência dos jogadores.

9.5 Perspectivas Futuras

Como perspectivas futuras pretende-se:

- Realizar análises estatísticas sobre a utilização dos elementos de jogos, de acordo com os perfis dos jogadores.
- Realizar análises sobre os perfis das turmas dos três períodos pós pandemia, com aulas presenciais;
- Construir uma base de dados substancial e suficiente para permitir a análise automática do perfil do jogador;
- Avaliar o impacto da gamificação no desempenho e no engajamento dos alunos, segundo cada um dos perfis de jogador;
- Utilizar e avaliar os dados dos *logs* de utilização da gamificação sob a ótica de uma tipologia de usuário diferente da que está sendo utilizada;
- Incluir novos elementos de jogos capazes de promover a competição entre turmas, de forma que os alunos possam se identificar com os seus cursos e se motivarem a avançar;
- Analisar se a gamificação influenciou no tempo de permanência do aluno no juiz on-line, já que não influenciou o número de vezes que o aluno fez login no sistema. Isso ajudará a entender se a gamificação motivou os alunos a se manterem mais tempo no juiz on-line a cada acesso;
- Analisar se há diferença no desempenho dos estudantes considerando outras métricas, como gênero, experiência em jogos, entre outras;
- Considerando que os perfis de jogadores têm diferentes elementos, que teoricamente atendem determinados perfis, analisar se o desempenho dos alunos que possuem perfis que o jogo oferece um maior número de elementos de jogos, tiveram desempenho e engajamento melhor.

Referências Bibliográficas

- Abt, C. C. (1987). *Serious games*. University press of America.
- Agapito, J. L. and Rodrigo, M. M. T. (2018). Investigating the impact of a meaningful gamification-based intervention on novice programmers' achievement. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education*, pages 3–16. Springer.
- Ahmad, S., Hashim, U. R., et al. (2018). The effectiveness of gamification technique for higher education students engagement in polytechnic muadzam shah pahang, malaysia. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1):1–16.
- Alahäivälä, T. and Oinas-Kukkonen, H. (2016). Understanding persuasion contexts in health gamification: A systematic analysis of gamified health behavior change support systems literature. *International journal of medical informatics*, 96:62–70.
- Aljabali, R., Ahmad, N., YUSOF, A. F., MISKON, S., ALI, N. M., and MUSA, S. (2020). An experimental study: Personalized gamified learning based on learning style. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 98(22).
- Altmeyer, M., Lessel, P., Jantwal, S., Muller, L., Daiber, F., and Krüger, A. (2021). Potential and effects of personalizing gameful fitness applications using behavior change intentions and hexad user types. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 31(4):675–712.
- Alves, F. (2015). *Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. DVS Editora.

- Amado, C. M. and Roleda, L. S. (2020). 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*, pages 261–267.
- Andrade, J. M. d. (2008). *Evidências de validade do inventário dos cinco grandes fatores de personalidade para o Brasil*. PhD thesis, Universidade de Brasília, Brasília - Brasil.
- Aristana, M. and Ardiana, D. (2021). Gamification design for high school student with unstable internet connection during covid-19 pandemic. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1810, page 012057. IOP Publishing.
- Ašeriškis, D. and Damaševičius, R. (2017). Player type simulation in gamified applications. In *CEUR Workshop Proceedings*, pages 1–7.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., et al. (2018). Insights into the factors influencing student motivation in augmented reality learning experiences in vocational education and training. *Frontiers in psychology*, 9:1486.
- Bai, S., Hew, K. F., and Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30:100322.
- Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, 1(1):19.
- Benet-Martínez, V. and John, O. P. (1998). Los cinco grandes across cultures and ethnic groups: Multitrait-multimethod analyses of the big five in spanish and english. *Journal of personality and social psychology*, 75(3):729.
- Bez, J. L., Ferreira, C. E., and Tonin, N. (2013). Uri online judge academic: A tool for professors. In *2013 International Conference on Advanced ICT and Education (ICAICTE-13)*, pages 744–747. Atlantis Press.
- Bez, J. L., Tonin, N. A., and Rodegheri, P. R. (2014). Uri online judge academic: A tool for algorithms and programming classes. In *2014 9th International Conference on Computer Science & Education*, pages 149–152. IEEE.

- Böckle, M., Novak, J., and Bick, M. (2017). Towards adaptive gamification: a synthesis of current developments. In *In Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*.
- Boller, S. and Kapp, K. (2018). *Jogar Para Aprender: Tudo o que Você Precisa Saber Sobre o Design de Jogos de Aprendizagem Eficazes*. DVS Editora.
- Bosse, Y. and Gerosa, M. A. (2017). Difficulties of programming learning from the point of view of students and instructors. *IEEE Latin America Transactions*, 15:2191–2199.
- Boulay, D. and Benedict (1986). Some difficulties of learning to program. *Journal of Educational Computing Research*, 2:57–73.
- Bovermann, K. and Bastiaens, T. J. (2020). Towards a motivational design? connecting gamification user types and online learning activities. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 15(1):1.
- Burke, B. (2015). *Gamificar: Como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias*. DVS Editora.
- Butler, C. (2013). The effect of leaderboard ranking on players’ perception of gaming fun. In *International Conference on Online Communities and Social Computing*, pages 129–136. Springer.
- Caillois, R. (2017). *Os jogos e os homens: A máscara e a vertigem*. Editora Vozes.
- Carlier, S., Coppens, D., De Backere, F., and De Turck, F. (2021). Investigating the influence of personalised gamification on mobile survey user experience. *Sustainability*, 13(18):10434.
- Carvalho, L. S., Gadelha, B. F., Nakamura, F. G., Oliveira, D. B., and Oliveira, E. H. (2016). Ensino de programação para futuros não-programadores: contextualizando os exercícios com as demais disciplinas de mesmo período letivo. In *Anais do XXIV Workshop sobre Educação em Computação*, pages 121–130. SBC.

- Chan, G., Arya, A., Orji, R., Zhao, Z., and Whitehead, A. (2021). Personalizing gameful elements in social exergames: An exploratory study. In *The 16th International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG) 2021*, pages 1–6.
- Chans, G. M. and Portuguese Castro, M. (2021). Gamification as a strategy to increase motivation and engagement in higher education chemistry students. *Computers*, 10(10):132.
- Chee, C.-M. and Wong, D. H.-T. (2017). Affluent gaming experience could fail gamification in education: a review. *IETE Technical Review*, 34(6):593–597.
- Chen, K.-C. and Jang, S.-J. (2010). Motivation in online learning: Testing a model of self-determination theory. *Computers in Human Behavior*, 26(4):741–752.
- Chtouka, E., Guezguez, W., and Amor, N. B. (2019). Reinforcement learning for new adaptive gamified lms. In *International Conference on Digital Economy*, pages 305–314. Springer.
- Codish, D. and Ravid, G. (2014). Personality based gamification: How different personalities perceive gamification.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K., Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K., et al. (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1):37–46.
- Costa, P. T. and McCrae, R. R. (1985). *The NEO personality inventory*. Psychological assessment resources Odessa, FL.
- Daghestani, L. F., Ibrahim, L. F., Al-Towirgi, R. S., and Salman, H. A. (2020). Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(3):568–589.

- Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., and Leone, D. R. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of personality*, 62(1):119–142.
- Denden, M., Tlili, A., Essalmi, F., and Jemni, M. (2017). Educational gamification based on personality. In *2017 IEEE/ACS 14th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA)*, pages 1399–1405. IEEE.
- Denden, M., Tlili, A., Essalmi, F., and Jemni, M. (2018). Implicit modeling of learners’ personalities in a game-based learning environment using their gaming behaviors. *Smart Learning Environments*, 5(1):1–19.
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O’Hara, K., and Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI ’11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA ’11, page 2425–2428, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Ding, L., Er, E., and Orey, M. (2018). An exploratory study of student engagement in gamified online discussions. *Computers Education*, 120:213–226.
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P., and Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games. In *Serious games and edutainment applications*, pages 25–43. Springer.
- dos Santos Silva, D., Tamayo, S. C., Pessoa, M., Pires, F., Oliveira, D. B. F., de Oliveira, E. H. T., and de Carvalho, L. S. G. (2020). Minerando dados de um juiz on-line para prever a evasão de estudantes em disciplinas introdutórias de programação. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1343–1352. SBC.
- Dresch, A., Lacerda, D., and Júnior, J. (2015). *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. Bookman Editora.
- Dwan, F., Oliveira, E., and Fernandes, D. (2017). Predição de zona de aprendizagem de alunos de introdução à programação em ambientes de correção automática de código. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 1507.

- Elliot, A. J. and Murayama, K. (2008). On the measurement of achievement goals: Critique, illustration, and application. *Journal of Educational Psychology*, 100(3):613–628.
- Felder, R. M., Silverman, L. K., et al. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, 78(7):674–681.
- Felder, R. M. and Spurlin, J. (2005). Applications, reliability and validity of the index of learning styles. *International journal of engineering education*, 21(1):103–112.
- Fortes Tondello, G., Valtchanov, D., Reetz, A., Wehbe, R. R., Orji, R., and Nacke, L. E. (2018). Towards a trait model of video game preferences. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 34(8):732–748.
- Francisco, R. E., Ambrósio, A. P. L., Junior, C. X. P., and Fernandes, M. A. (2018). Juiz online no ensino de cs1-lições aprendidas e proposta de uma ferramenta. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(03):163.
- Gabele, M., Weicker, J., Wagner, S., Thoms, A., Hußlein, S., and Hansen, C. (2021). Effects and ways of tailored gamification in software-based training in cognitive rehabilitation. In *Proceedings of the 29th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, pages 158–168.
- Galvão, L., Fernandes, D., and Gadelha, B. (2016). 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)*, volume 27, page 140.
- Goldberg, L. R. (1981). Language and individual differences: The search for universals in personality lexicons. *Review of personality and social psychology*, 2(1):141–165.
- Gosling, S. D., Rentfrow, P. J., and Swann Jr, W. B. (2003). A very brief measure of the big-five personality domains. *Journal of Research in personality*, 37(6):504–528.

- Hallifax, S., Lavoué, E., and Serna, A. (2020). To tailor or not to tailor gamification? an analysis of the impact of tailored game elements on learners' behaviours and motivation. In *Artificial Intelligence in Education*, pages 216–227, Cham. Springer, Springer International Publishing.
- Hallifax, S., Serna, A., Marty, J.-C., and Lavoué, E. (2019a). Adaptive gamification in education: A literature review of current trends and developments. In *European Conference on Technology Enhanced Learning*, pages 294–307. Springer.
- Hallifax, S., Serna, A., Marty, J.-C., Lavoué, G., and Lavoué, E. (2019b). Factors to consider for tailored gamification. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pages 559–572.
- Hamari, J. and Tuunanen, J. (2014). Player types: A meta-synthesis.
- Handelsman, M. M., Briggs, W. L., Sullivan, N., and Towler, A. (2005). A measure of college student course engagement. *The Journal of Educational Research*, 98(3):184–192.
- Hassan, M. A., Habiba, U., Khalid, H., Shoaib, M., and Arshad, S. (2019a). An adaptive feedback system to improve student performance based on collaborative behavior. *IEEE Access*, 7:107171–107178.
- Hassan, M. A., Habiba, U., Majeed, F., and Shoaib, M. (2019b). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, pages 1–21.
- Herbert, B., Charles, D., Moore, A., and Charles, T. (2014). An investigation of gamification typologies for enhancing learner motivation. In *2014 International Conference on Interactive Technologies and Games*, pages 71–78. IEEE.
- Hevner, A. R. (2007). A three cycle view of design science research. *Scandinavian journal of information systems*, 19(2):4.
- Hung, K.-H., Kinzer, C., and Chen, C.-L. (2009). Motivational factors in educational mmorpgs: Some implications for education. In *Learning by Playing*.

- Game-based Education System Design and Development*, volume 3, pages 93–104.
- Jamaludin, N. F., Wook, T. S. M. T., Noor, S. F. M., and Qamar, F. (2021). Gamification design elements to enhance adolescent motivation in diagnosing depression. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(10).
- Jia, Y., Liu, Y., Yu, X., and Volda, S. (2017). Designing leaderboards for gamification: Perceived differences based on user ranking, application domain, and personality traits. In *Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems*, pages 1949–1960.
- John, O. P., Donahue, E., and Kentle, R. (1991). The big five inventory: Versions 4a and 54 [technical report]. *Berkeley: University of California, Institute of Personality and Social Research*.
- John, O. P., Srivastava, S., et al. (1999). The big five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. *Handbook of personality: Theory and research*, 2(1999):102–138.
- Jung, C. (2014). *Psychological Types*. Collected Works of C. G. Jung. Taylor & Francis.
- Kapp, K. M. (2013). *The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice*. John Wiley & Sons.
- Kasahara, R., Sakamoto, K., Washizaki, H., and Fukazawa, Y. (2019). Applying gamification to motivate students to write high-quality code in programming assignments. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 92–98.
- Keefe, J. W. (1979). Learning style: An overview. *Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs*, 1(1):1–17.
- Keirsey, D. (1998). *Please understand me II: Temperament, character, intelligence*. Prometheus Nemesis Book Company.

- Kerby, D. S. (2014). The simple difference formula: An approach to teaching nonparametric correlation. *Comprehensive Psychology*, 3:11.IT.3.1.
- Kim, J. and Castelli, D. M. (2021). Effects of gamification on behavioral change in education: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7):3550.
- Kim, J., Lee, A., and Ryu, H. (2013). Personality and its effects on learning performance: Design guidelines for an adaptive e-learning system based on a user model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(5):450–461.
- Kitchenham, B. A., Budgen, D., and Brereton, P. (2015). *Evidence-based software engineering and systematic reviews*, volume 4. CRC press.
- Klock, A. C. T., de Carvalho, M. F., Rosa, B. E., and Gasparini, I. (2014). Análise das técnicas de gamificação em ambientes virtuais de aprendizagem. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, 12(2).
- Klock, A. C. T., Gasparini, I., Pimenta, M. S., and Hamari, J. (2020). Tailored gamification: A review of literature. *International Journal of Human-Computer Studies*, page 102495.
- Koivisto, J. and Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, 45:191–210.
- Kolb, D. A. (1999). *Learning style inventory*. McBer and Company Boston, MA.
- Kurnia, A., Lim, A., and Cheang, B. (2001). Online judge. *Computers Education*, 36(4):299–315.
- Laine, T. H. and Lindberg, R. S. N. (2020). Designing engaging games for education: A systematic literature review on game motivators and design principles. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4):804–821.
- Landers, R. N., Auer, E. M., Collmus, A. B., and Armstrong, M. B. (2018). Gamification science, its history and future: Definitions and a research agenda. *Simulation & Gaming*, 49(3):315–337.

- Larsen, L. H., Schou, L., Lund, H. H., and Langberg, H. (2013). The physical effect of exergames in healthy elderly—a systematic review. *GAMES FOR HEALTH: Research, Development, and Clinical Applications*, 2(4):205–212.
- Lavoué, E., Monterrat, B., Desmarais, M., and George, S. (2018). Adaptive gamification for learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(1):16–28.
- Leong, C., Liesaputra, V., Morrison, C., Parameswaran, P., Grace, D., Healey, D., Ware, L., Palmer, O., Goddard, E., and Houghton, L. A. (2021). Designing video games for nutrition education: A participatory approach. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 53(10):832–842.
- Lopez, C. E. and Tucker, C. S. (2019). The effects of player type on performance: A gamification case study. *Computers in Human Behavior*, 91:333–345.
- Lopez, C. E. and Tucker, C. S. (2021). Adaptive gamification and its impact on performance. In *International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 327–341. Springer.
- Lowry, P. B., Gaskin, J., Twyman, N., Hammer, B., and Roberts, T. (2012). Taking ‘fun and games’ seriously: Proposing the hedonic-motivation system adoption model (hmsam). *Journal of the association for information systems*, 14(11):617–671.
- Mann, H. B. and Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The annals of mathematical statistics*, pages 50–60.
- Marczewski, A. (2015). Even ninja monkeys like to play. *CreateSpace Indep. Publish Platform, Charleston, Chapter User Types*, pages 69–84.
- Matallaoui, A., Koivisto, J., Hamari, J., and Zarnekow, R. (2017). How effective is “exergamification”? a systematic review on the effectiveness of gamification features in exergames. In *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*.

- McCabe, A. (1976). Complexity measure. *IEEE Transaction on Software Engineering*, pages 308–320.
- Miljanovic, M. A. and Bradbury, J. S. (2018). A review of serious games for programming. In *Joint International Conference on Serious Games*, pages 204–216. Springer.
- Monterrat, B., Lavoué, E., and George, S. (2017). Adaptation of gaming features for motivating learners. *Simulation & Gaming*, 48(5):625–656.
- Morales-Trujillo, M. E. and García-Mireles, G. A. (2020). Gamification and sql: an empirical study on student performance in a database course. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 21(1):1–29.
- Myers, I. B. (1998). *MBTI manual: A guide to the development and use of the Myers-Briggs Type Indicator*. Consulting Psychologists Press.
- Nacke, L. E., Bateman, C., and Mandryk, R. L. (2011). Brainhex: preliminary results from a neurobiological gamer typology survey. In *International conference on entertainment computing*, pages 288–293. Springer.
- Nacke, L. E., Bateman, C., and Mandryk, R. L. (2014). Brainhex: A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment computing*, 5(1):55–62.
- Nousiainen, T., Vesisenaho, M., Ahlstrom, E., Peltonen, M., Fort, S., and Gómez, S. (2020). Gamifying teacher students’ learning platform: Information and communication technology in teacher education courses. In *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pages 688–693.
- Oliveira, E., Viana, D., Cristo, M., and Conte, T. (2017). How have software engineering researchers been measuring software productivity?-a systematic mapping study. In *International Conference on Enterprise Information Systems*, volume 2, pages 76–87. SCITEPRESS.
- Oliveira, W., Toda, A., Toledo, P., Shi, L., Vassileva, J., Bittencourt, I. I., and Isotani, S. (2020). Does tailoring gamified educational systems matter? the impact on students’ flow experience.

- O'Malley, C. (2020). How do non-majors approach a cs1 course? In *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 1425–1425.
- Orji, R., Vassileva, J., and Mandryk, R. L. (2014). Modeling the efficacy of persuasive strategies for different gamer types in serious games for health. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 24(5):453–498.
- Papadakis, S. and Kalogiannakis, M. (2017). Using gamification for supporting an introductory programming course. In *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation*, pages 366–375. Springer.
- Pereira, F., Oliveira, E., Fernandes, D., de Carvalho, L. S. G., and Junior, H. (2019). Otimização e automação da predição precoce do desempenho de alunos que utilizam juízes online: uma abordagem com algoritmo genético. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 30, page 1451.
- Pereira, F. D., Fonseca, S. C., Oliveira, E. H., Oliveira, D. B., Cristea, A. I., and Carvalho, L. S. (2020a). Deep learning for early performance prediction of introductory programming students: a comparative and explanatory study. *Brazilian journal of computers in education.*, 28:723–749.
- Pereira, F. D., Oliveira, E. H., Oliveira, D. B., Cristea, A. I., Carvalho, L. S., Fonseca, S. C., Toda, A., and Isotani, S. (2020b). Using learning analytics in the amazonas: understanding students' behaviour in introductory programming. *British journal of educational technology*, 51(4):955–972.
- Petit, J., Roura, S., Carmona, J., Cortadella, J., Duch, J., Gimnez, O., Mani, A., Mas, J., Rodriguez-Carbonell, E., Rubio, E., et al. (2017). Jutge. org: Characteristics and experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(3):321–333.
- Qian, Y. and Lehman, J. (2017). Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 18(1):1–24.

- Raccanello, D., Brondino, M., Pasini, M., and De Bernardi, B. (2014). The assessment of motivation in technology based learning environments: The italian version of the achievement goal questionnaire-revised. In *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning*, pages 37–44. Springer.
- Rammstedt, B. and John, O. P. (2007). Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the big five inventory in english and german. *Journal of research in Personality*, 41(1):203–212.
- Ribeiro, R. B., Fernandes, D., de Carvalho, L. S. G., and Oliveira, E. (2018). Gamificação de um sistema de juiz online para motivar alunos em disciplina de programação introdutória. In *Brazilian Symposium on Computers in Education - SBIE*, page 805.
- Ribeiro, R. B. S., de Carvalho, L. S. G., de Oliveira, E. H. T., de Oliveira, D. B. F., and Pessoa, M. S. P. (2020). Investigação empírica sobre os efeitos da gamificação de um juiz online em uma disciplina de introdução à programação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28:461–490.
- Roberts, B. W. and Mroczek, D. (2008). Personality trait change in adulthood. *Current directions in psychological science*, 17(1):31–35.
- Rodrigues, L., Palomino, P. T., Toda, A. M., Klock, A. C., Oliveira, W., Avila-Santos, A. P., Gasparini, I., and Isotani, S. (2021). Personalization improves gamification: Evidence from a mixed-methods study. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5(CHI PLAY):1–25.
- Rodrigues, L., Toda, A. M., Oliveira, W., Palomino, P. T., Vassileva, J., and Isotani, S. (2022). Automating gamification personalization to the user and beyond. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(2):199–212.
- Rodrigues, P., Souza, M., and Figueiredo, E. (2018). Games and gamification in software engineering education: A survey with educators. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–9.
- Rogers, M., Yao, W., Luxton-Reilly, A., Leinonen, J., Lottridge, D., and Denny, P. (2021). Exploring personalization of gamification in an introductory pro-

- programming course. In *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 1121–1127.
- Rogers, S. (2013). *Level UP: um guia para o design de grandes jogos*. Editora Blucher.
- Roosta, F., Taghiyareh, F., and Mosharraf, M. (2016). Personalization of gamification-elements in an e-learning environment based on learners' motivation. In *2016 8th International Symposium on Telecommunications (IST)*, pages 637–642. IEEE.
- Ryan, R. M. and Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1):54–67.
- Ryan, R. M. and Deci, E. L. (2000b). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1):68.
- Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M., and Zwaneveld, B. (2011). Teaching programming in secondary school: A pedagogical content knowledge perspective. *Informatics in Education*, 10(1):73–88.
- Salen, K. and Zimmerman, E. (2012). *Regras do jogo: fundamentos do design de jogos (vol.1)*. Principais conceitos. Blucher.
- Sanders, B. and Marchang, J. (2016). A novel taxonomy of opportunities and risks in massively multiplayer online role playing games. In *Proceedings of the 8th International Conference on Management of Digital EcoSystems*, pages 90–98.
- Santos, A. C. G., Oliveira, W., Hamari, J., Rodrigues, L., Toda, A. M., Palomino, P. T., and Isotani, S. (2021). The relationship between user types and gamification designs. *User modeling and user-adapted interaction*, 31(5):907–940.
- Sarkar, A. and Cooper, S. (2019). Using rating arrays to estimate score distributions for player-versus-level matchmaking. In *Proceedings of the 14th International Conference on the Foundations of Digital Games*, pages 1–8.

- Sarkar, A., Williams, M., Deterding, S., and Cooper, S. (2017). Engagement effects of player rating system-based matchmaking for level ordering in human computation games. In *Proceedings of the 12th International Conference on the Foundations of Digital Games*, pages 1–10.
- Schöbel, S., Söllner, M., and Mishra, A. N. (2017). Does the winner take it all? towards an understanding of why there might be no one-size-fits-all gamification design. In *European Conference on Information Systems (ECIS)*.
- Scott, A. and Barlowe, S. (2016). How software works: Computational thinking and ethics before cs1. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–9. IEEE.
- Shabihi, N. and Taghiyareh, F. (2017). Toward a personalized game-based learning environment using personality type indicators. In *European Conference on e-Learning*, pages 476–483. Academic Conferences International Limited.
- Shabihi, N., Taghiyareh, F., and Abdoli, M. H. (2016). Analyzing the effect of game-elements in e-learning environments through mbti-based personalization. In *2016 8th International Symposium on Telecommunications (IST)*, pages 612–618. IEEE.
- Shabihi, N., Taghiyareh, F., and Faridi, M. H. (2018). The relationship between gender and game dynamics in e-learning environment: An empirical investigation. In *European Conference on Games Based Learning*, pages 574–XXIII. Academic Conferences International Limited.
- Shapiro, S. S. and Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4):591–611.
- Sienel, N., Münster, P., and Zimmermann, G. (2021). Player-type-based personalization of gamification in fitness apps. In *HEALTHINF*, pages 361–368.
- Sinly, C., Rusli, A., and Winarno, P. (2018). Utilizing gamification to improve user participation in online judge. In *2018 Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS)*, pages 543–547. IEEE.

- Smiderle, R., Rigo, S. J., Marques, L. B., de Miranda Coelho, J. A. P., and Jaques, P. A. (2020). The impact of gamification on students' learning, engagement and behavior based on their personality traits. *Smart Learning Environments*, 7(1):1–11.
- Soloman, B. A. and Felder, R. M. (1999). Index of learning styles. *Raleigh, NC: North Carolina State University. Available online.*
- Storey, M.-A., Engstrom, E., Höst, M., Runeson, P., and Bjarnason, E. (2017). Using a visual abstract as a lens for communicating and promoting design science research in software engineering. In *2017 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM)*, pages 181–186. IEEE.
- Tlili, A., Essalmi, F., Jemni, M., Chen, N.-S., et al. (2016). Role of personality in computer based learning. *Computers in Human Behavior*, 64:805–813.
- Tondello, G. F., Arrambide, K., Ribeiro, G., Cen, A. J.-l., and Nacke, L. E. (2019). “i don’t fit into a single type”: A trait model and scale of game playing preferences. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, pages 375–395. Springer.
- Tondello, G. F. and Nacke, L. E. (2020). Validation of user preferences and effects of personalized gamification on task performance. *Frontiers in Computer Science*, page 29.
- Tondello, G. F., Wehbe, R. R., Diamond, L., Busch, M., Marczewski, A., and Nacke, L. E. (2016). The gamification user types hexad scale. In *Proceedings of the 2016 annual symposium on computer-human interaction in play*, pages 229–243.
- Tychsen, A., Hitchens, M., and Brolund, T. (2008). Motivations for play in computer role-playing games. In *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share, Future Play '08*, pages 57–64, New York, NY, USA. ACM.

- Van Houdt, L., Millecamp, M., Verbert, K., and Vanden Abeele, V. (2020). Disambiguating preferences for gamification strategies to motivate pro-environmental behaviour. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pages 241–253.
- Vinutha, H., Poornima, B., and Sagar, B. (2018). Detection of outliers using inter-quartile range technique from intrusion dataset. In *Information and decision sciences*, pages 511–518. Springer.
- Wasik, S., Antczak, M., Badura, J., Laskowski, A., and Sternal, T. (2018). A survey on online judge systems and their applications. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(1):1–34.
- Werbach, K. (2020). Gamification.
- Werbach, K. and Hunter, D. (2015). *The gamification toolkit: dynamics, mechanics, and components for the win*. Wharton School Press.
- Wiemeyer, J., Nacke, L., Moser, C., et al. (2016). Player experience. In *Serious Games*, pages 243–271. Springer.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., and Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.
- Zaric, N., Lukarov, V., and Schroder, U. (2020a). A fundamental study for gamification design: Exploring learning tendencies’ effects. *International Journal of Serious Games*, 7(4):3–25.
- Zaric, N., Lukarov, V., and Schroeder, U. (2020b). The empirical investigation of the gamified learning theory. In *International Conference on Games and Learning Alliance*, pages 135–145. Springer.
- Zichermann, G. and Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. "O'Reilly Media, Inc.".
- Apêndice(s)

Apêndice A

Armas usadas no jogo

Tabela A.1: Armas do Jogo

Elemento	Nome	Função
	Cenoura	Arma inicial do aluno
	Estilingue	Básica e com poucos poderes
	Adaga	Para guerreiros iniciantes
	Espada	Utilizada para treinamento, com alto poder letal
	Chicote	Deve ser usada por guerreiros experientes
	Martelo	A batida ecoa com leve poder sísmico
	Lança	Por ser fina, é capaz de passar por armaduras e defesas mágicas
	Arco e flecha	Arma impulsora capaz de disparar flechas sobre qualquer alvo
	Estrela da manhã	Ou mangal, possui uma extremidade protuberante com espinhos, pregos ou cravos de ferro
	Varinha mágica	As energias invisíveis manipuladas disparam com poder mortal
	Espada bastarda	Requer destreza, mas as chances de acertar um golpe letal é maior
	Espada nobre	Simboliza a presença de um guerreiro nobre, cuja identificação é mantida na espada
	Varinha de vanguarda	As energias invisíveis manipuladas disparam com poder mortal
	Espada invasiva	É talhada por poderes sobrenaturais
	Arco flamejante	O poder mágico é mais devastador que qualquer outra arma
	Martelo de fogo	Uma das armas mais terríveis, capaz de aplanar montanhas
	Lança de energia	É usada para a linha de frente e para magias que derrubam e arrastam os inimigos
	Cajado supremo	O guerreiro detém o poder e a fúria de uma tempestade elétrica
	Magia arcana do sol	Manipulas as energias mágicas do mundo, permitindo a violação das leis naturais e da realidade

Apêndice B

Questionário sobre a percepção do estudante em relação aos recursos do jogo

Gostaríamos que você respondesse as questões a seguir sobre a sua percepção em relação ao jogo para nos ajudar a melhorá-lo. Todos os dados são coletados anonimamente e serão utilizados somente no contexto desta pesquisa.

1. Qual a sua missão no jogo?
 - (a) Realizar uma caça ao tesouro
 - (b) Capturar um navio pirata
 - (c) Fazer um treinamento em programação para ajudar a libertar o mundo dos vilões que aprisionam o povo
 - (d) Salvar a princesa que está no castelo da maldição
 - (e) Não sei, só vou jogando
2. Entre as alternativas a seguir, qual NÃO é verdade no jogo?
 - (a) A Alexia está presa em um poço
 - (b) O sacerdote da segunda fase é amigo e aliado do Nashao
 - (c) A Quimera é uma das vilãs do jogo

- (d) O Nashao é o mestre
 - (e) Não sei
3. No jogo, o personagem Marduk é:
- (a) Controlado por Nashao
 - (b) Amado por todos aldeões
 - (c) Inimigo da Quimera
 - (d) O criador do mundo virtual
 - (e) Não sei
4. Qual o seu grau de concordância com a afirmação: “Eu me sinto perdido no jogo”?
- (a) Discordo totalmente
 - (b) Discordo parcialmente
 - (c) Neutro
 - (d) Concordo parcialmente
 - (e) Concordo totalmente
5. Quando você se sente perdido no jogo, o que você faz? Você pode marcar mais de uma opção, se desejar.
- (a) Eu nunca me senti perdido
 - (b) Eu busco informações com aldeões, Nashao ou colegas
 - (c) Eu consulto o diário de missões ou minimapa
 - (d) Eu exploro o ambiente até me encontrar Eu desisto de jogar
6. Na sua opinião os diálogos do jogo:
- (a) Atrapalham
 - (b) Não ajudam
 - (c) São indiferentes

(d) Ajudam

(e) São essenciais para o entendimento do jogo

7. Qual o seu grau de concordância com a afirmação: “A dinâmica do jogo é estimulante (eu quero jogar para ver os próximos passos)”?

(a) Discordo totalmente

(b) Discordo parcialmente

(c) Neutro

(d) Concordo parcialmente

(e) Concordo totalmente

8. Você já percebeu no jogo a existência dos recursos listados a seguir?

(a) Troca de mensagens entre o jogadores.

i. Não

ii. Sim

(b) Áreas secretas.

i. Não

ii. Sim

(c) Easter eggs.

i. Não

ii. Sim

(d) Diário de missões.

i. Não

ii. Sim

(e) Compra e venda de equipamentos (armas, armaduras e acessórios).

i. Não

ii. Sim

(f) Doar presentes a outros jogadores.

- i. Não
 - ii. Sim
 - (g) Se reposicionar instantaneamente no mapa.
 - i. Não
 - ii. Sim
 - (h) De um minimapa indicando a posição do jogador, Nashao e o local de descanso.
 - i. Não
 - ii. Sim
 - (i) Que, ao tomar café na casa de descanso, recupera a sua vida.
 - i. Não
 - ii. Sim
9. O que você mais gostou no jogo?
10. O que você menos gostou no jogo?
11. Você se sentiu frustrado quando?
12. Você se sentiu motivado quando?