

**RENAN VINICIUS ARANHA**

**ADAPTAÇÃO AUTOMÁTICA DE JOGOS SÉRIOS A  
PARTIR DE EMOÇÕES E TRAÇOS DE  
PERSONALIDADE**

São Paulo  
2022

**RENAN VINICIUS ARANHA**

**ADAPTAÇÃO AUTOMÁTICA DE JOGOS SÉRIOS A  
PARTIR DE EMOÇÕES E TRAÇOS DE  
PERSONALIDADE**

Tese apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção  
do Título de Doutor em Ciências.

São Paulo  
2022

**RENAN VINICIUS ARANHA**

**ADAPTAÇÃO AUTOMÁTICA DE JOGOS SÉRIOS A  
PARTIR DE EMOÇÕES E TRAÇOS DE  
PERSONALIDADE**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção  
do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração:  
Engenharia de Computação

Orientador:  
Fátima de Lourdes dos Santos Nu-  
nes Marques

São Paulo  
2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 15 de setembro de 2022

Assinatura do autor: Renan Vinicius Aranha

Assinatura do orientador: [Assinatura]

#### Catálogo-na-publicação

Aranha, Renan Vinicius

Adaptação automática de jogos sérios a partir de emoções e traços de personalidade / R. V. Aranha -- versão corr. -- São Paulo, 2022.

173 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.  
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1.Jogos Eletrônicos 2.Traços de Personalidade 3.Adaptação de software  
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de  
Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.



Dedico este trabalho a Josefa  
Maria da Conceição Pinto (*in me-  
moriam*).

# AGRADECIMENTOS

Estêvão Queiroga disse na canção “A Partida e o Norte” que “eu, caminhante, quero o trajeto terminado mas, no caminho, mais importa o durante”. Ao concluir esta importante etapa, não posso deixar de registrar o meu agradecimento aos que foram fundamentais em minha vida durante todo este trajeto.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus que com sua infinita graça, misericórdia e amor possibilitou que eu chegasse até aqui, me guiando em todos os momentos e me dando forças para prosseguir diante dos desafios.

À minha família, agradeço pelo amor, apoio e encorajamento constante. Sem vocês, nada disso seria possível. Obrigado por tanto.

À professora Fátima Nunes, com quem tive o privilégio de aprender e trabalhar durante o mestrado e o doutorado, o meu agradecimento por tanto aprendizado. Sua competência, seriedade e profissionalismo dividem espaço com um ser humano generoso e incansável, que tem sido referência para mim desde a graduação.

Aos estudantes que, atuando como pesquisadores de iniciação científica, tanto contribuíram com esta pesquisa. André Biondi Casaes, Leonardo Nogueira Cordeiro e Lucas Mendes Sales: muito obrigado.

Aos companheiros de laboratório, em especial ao Cléber Gimenez, Leonardo Silva, Leila Bergamasco, Matheus Alberto, Rafael Testa, Antônio Júnior e Daniel Tsuha, minha gratidão pelas conversas, reflexões, contribuições e tantos momentos agradáveis.

Aos colegas da Superintendência de Tecnologia da Informação (STI) da USP, em especial ao Yuri Dirickson, Leandro Fregnani e Prof. Dr. João Eduardo Ferreira, meus agradecimentos pelas oportunidades de aprendizado que enriqueceram a abordagem desenvolvida nesta pesquisa.

Aos amigos Pedro Valle, Willian Garcias, Guilherme Cardoso, Pedro Moraes, Luciana Ferreira, Laura Ferreira e Jéftha Karoline: obrigado pelo apoio e encorajamento ao longo de todos esses anos.

Aos queridos que, para além dos limites da universidade, mostraram que existe sim amor em São Paulo. Irene Oliveira, Mateus Costa, Júlia Pinheiro, Aline Almeida, Roseni Welmerink, Douglas Sciola, André Alves, Daniel Peterlevitz, Gilliard Moraes, Elias Santos, Lucas Verdi e Vinicius Ricci: muito obrigado pelo companheirismo, pelas conversas profundas e pelas memórias que juntos construímos.

Agradeço, por fim, às agências de financiamento que contribuíram com a condução desta pesquisa: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 157535/2017-7); e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processos 14/50889-7): Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC).

“Acreditar é fazer acontecer.”

Autor desconhecido.

# RESUMO

O desenvolvimento e a avaliação de jogos sérios é um tópico que envolve diferentes áreas, tanto internas à Ciência da Computação quanto fora dela. O potencial que este tipo de aplicação apresenta tem motivado seu aperfeiçoamento constante, tanto pela academia quanto pela indústria. Neste sentido, este trabalho aborda um dos principais desafios relacionados aos jogos sérios: torná-los mais atrativos aos jogadores. O objetivo desta tese é a proposta de uma abordagem que favorece o desenvolvimento de jogos sérios providos de adaptação automática, considerando as emoções e os traços de personalidade do jogador. A partir de revisões de literatura, não foram identificados estudos que englobassem tais aspectos em uma abordagem para a adaptação automática de diferentes jogos sérios. Com a proposta, a adaptação do jogo acontece em tempo de execução, com o intuito de oferecer uma melhor experiência aos jogadores. Para validar a abordagem, foi implementado um *framework* que usa reconhecimento de emoções a partir da análise de expressões faciais e traços predominantes de personalidade a partir de um inventário preenchido pelo jogador. Foram realizados experimentos com usuários visando a validar: i) o uso de expressões faciais como instrumento de avaliação da experiência do jogador; ii) o estabelecimento de versões adequadas ou inadequadas para cada traço de personalidade; iii) a efetividade da abordagem proposta em oferecer melhor experiência aos jogadores; e iv) um novo instrumento para a avaliação da experiência do jogador. Os resultados indicam que a abordagem é promissora, apresentando indicadores positivos para usuários com traços de personalidade específicos. Conclui-se, a partir da análise dos resultados, a viabilidade da utilização da análise de expressões faciais para a avaliação da experiência do jogador, a possibilidade de se definir versões adequadas e inadequadas de um jogo para cada traço de personalidade, bem como a eficácia da adaptação automática de jogos sérios considerando as emoções e os traços de personalidade do jogador.

**Palavras-Chave** – Jogos sérios, Computação Afetiva, Personalidade, Adaptação Automática, Experiência do Jogador

# ABSTRACT

The development and evaluation of serious games is a topic that involves different areas, both internal to Computer Science and outside it. The potential that this type of application presents has motivated its constant improvement, both by academia and industry. In this sense, this work addresses one of the main challenges related to serious games: making them more attractive to players. The main goal of this thesis is to propose an approach that favors the development of serious games provided with automatic adaptation, considering the player's emotions and personality traits. In literature reviews, no studies that encompasses such aspects in an approach for the automatic adaptation of different serious games were identified. With the proposal, the adaptation of the game happens at runtime, in order to offer a better experience to the players. To validate the approach, a framework was implemented using emotion recognition from the analysis of facial expressions and predominant personality traits from an inventory filled in by the player. Experiments were realized with users in order to validate: i) the use of facial expressions as a tool to evaluate the player's experience; ii) the establishment of adequate or inadequate versions for each personality trait; iii) the effectiveness of the proposed approach in offering a better experience to players; and iv) a new instrument for evaluating player experience. The results indicate that the approach is promising, presenting positive indicators for users with specific personality traits. It is concluded, from the analysis of the results, the feasibility of using facial expression analysis to evaluate the player's experience, the possibility of defining adequate and inadequate versions of a game for each personality trait, as well as the effectiveness automatic adaptation of serious games considering the player's emotions and personality traits.

**Keywords** – Serious Games, Affective Computing, Personality, Automatic Adaptation, Player Experience

## LISTA DE FIGURAS

1	Visão geral do processo de reconhecimento de expressões faciais. . . .	33
2	Representação gráfica de uma CNN. . . . .	33
3	Representação gráfica dos 68 marcadores faciais gerados pela biblioteca <i>DLib</i> (KING, 2009), na imagem sintética de dois indivíduos gerados pelo <i>This Person Does Not Exist</i> (KARRAS et al., 2020). Os retângulos em amarelo indicam a região da face identificada pelo algoritmo. . . .	34
4	Expressões faciais associadas a emoções discretas: alegria, medo, nojo, raiva, tristeza, surpresa e face neutra. . . . .	35
5	Visão geral do processo de revisão sistemática. . . . .	41
6	Visão geral sobre as teorias de personalidade e métodos usados para avaliar a personalidade do usuário. . . . .	43
7	Relações entre Teorias da Personalidade e aspectos de adaptação. . .	59
8	Visão geral da metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa. . . . .	63
9	Ilustração da abordagem conceitual. . . . .	68
10	Visão geral do protocolo adotado para o desenvolvimento do novo instrumento de avaliação da experiência do jogador. . . . .	73
11	Exemplo de composição de um jogo adaptável: cada versão é composta por uma parametrização diferente de elementos adaptáveis. Neste exemplo de um jogo de corrida, os elementos adaptáveis Dificuldade e Trilha Sonora recebem diferentes valores em cada uma das versões apresentadas. . . . .	78
12	Visão geral da implementação do <i>framework</i> . . . . .	80
13	Interface gráfica da tela inicial do <i>PersonID</i> . . . . .	82
14	Visão geral da acurácia de cada <i>software</i> nas diferentes situações consideradas. O tamanho das bolhas indica a porcentagem de precisão obtida em cada situação. . . . .	84

15	Exemplos de interfaces dos jogos desenvolvidos. . . . .	87
16	Visão geral do protocolo do experimento. . . . .	93
17	Interface da tela inicial da plataforma desenvolvida para o experimento.	94
18	Experiência do jogador nas diferentes versões desenvolvidas para os jogos sérios. . . . .	97
19	Protocolo da avaliação experimental. . . . .	104
20	Análise do impacto das regras de adaptação definidas no experimento anterior em uma nova avaliação experimental com usuários. . . . .	108
21	Impacto da abordagem adaptativa na experiência do jogador, a partir da análise dos indicadores IPXV e do IPXVG. . . . .	110

## LISTA DE TABELAS

1	Comparação dos estudos de inventários de personalidade utilizados para avaliar a personalidade do usuário. Além do número e tipo de perguntas, são descritas as restrições de uso e direitos de propriedade.	45
2	Descrição dos estudos e conjuntos de dados utilizados para a análise de correlação entre uma medida de engajamento, expressões faciais (em ambos os estudos) e <i>logs</i> (apenas no segundo estudo).	71
3	Coeficientes de correlação entre expressões faciais associadas a emoções e o engajamento, ambos analisados por <i>software</i> . Em todos os casos, obteve-se correlações significativas ( $p < 0,05$ ).	71
4	Coeficientes de correlação entre engajamento autoavaliado pelos usuários com o <i>User Engagement Scale</i> (UES) e as expressões faciais analisadas por <i>software</i> . Em grande parte dos casos, as correlações encontradas são significativas ( $p < 0,05$ ).	71
5	Parâmetros e valores testados na etapa de calibração.	77
6	Traços de personalidade e versões dos jogos.	89
7	Versões adequadas e inadequadas, por jogo, para cada traço de personalidade.	103
8	Comparação de desempenho entre o classificador e o instrumento (binarizado).	112
9	Comparação do presente trabalho com estudos similares da literatura.	114
9	Comparação do presente trabalho com estudos similares da literatura.	115
10	<i>Strings</i> de busca usadas em cada base de dados científica.	139
11	Critérios de inclusão e exclusão.	139
12	Artigos aceitos na revisão sistemática de literatura apresentada no Capítulo 3.	142
12	Artigos aceitos na revisão sistemática de literatura apresentada no Capítulo 3.	143



13	Adaptações realizadas no <i>software</i> de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do <i>software</i> . A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação. . . . .	144
13	Adaptações realizadas no <i>software</i> de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do <i>software</i> . A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação. . . . .	145
13	Adaptações realizadas no <i>software</i> de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do <i>software</i> . A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação. . . . .	146
13	Adaptações realizadas no <i>software</i> de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do <i>software</i> . A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação. . . . .	147
13	Adaptações realizadas no <i>software</i> de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do <i>software</i> . A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação. . . . .	148
13	Adaptações realizadas no <i>software</i> de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do <i>software</i> . A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação. . . . .	149

- 14 Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada tipo de personalidade da Psicologia Analítica. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares apresentadas que não estão incluídas na categoria de adaptação. . . . . 150
- 15 Esta tabela apresenta as adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade da Teoria da Personalidade de Eysenck.152

# SIGLAS

**ACM** *Association for Computing Machinery.* 139

**ADFES** *Amsterdam Dynamic Facial Expression Set.* 35

**CGFP** *Cinco Grandes Fatores da Personalidade.* 36, 40, 42, 43, 44, 45, 57, 58, 64, 66, 96, 102, 142, 143

**CSS** *Cascading Style Sheets.* 81

**FN** *Falso Negativo.* 75

**FP** *Falso Positivo.* 75

**GEQ** *Game Engagement Questionnaire.* 38, 73

**GUR** *Games User Research.* 37, 38, 64

**HTML** *Hypertext Markup Language.* 81

**HTTP** *Hypertext Transfer Protocol.* 83, 85

**IEEE** *Institute of Electrical and Electronic Engineers.* 139

**IEQ** *Immersive Experience Questionnaire.* 38, 73

**IHC** *Interação Humano-Computador.* 30, 37, 73

**IHC** *Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais.* 65

**JSON** *JavaScript Object Notation.* 88

**kNN** *K-nearest neighbors.* 76

**MBTI** *Myers-Briggs Type Indicator.* 45, 56, 57, 142, 143

**PHP** *PHP Hypertext Preprocessor.* 81

**PIBIC** Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. 79

**PX** Experiência do Jogador. 25, 37, 39, 72, 73, 75, 77, 98, 101, 105, 106, 107, 109, 111, 113

**PX-BR** Player Experience - Brazilian Inventory. 72, 75, 84, 86, 102, 105, 112, 121, 126

**RV** Realidade Virtual. 64

**SBC** Sociedade Brasileira de Computação. 65, 73

**SVM** *Support Vector Machine*. 76

**SVR** *Symposium on Virtual and Augmented Reality*. 65

**TCLE** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. 92, 103

**UES** *User Engagement Scale*. , 38, 70, 71, 72, 73, 84

**UX** Experiência do Usuário. 37

**VN** Verdadeiro Negativo. 75

**VP** Verdadeiro Positivo. 75

# SUMÁRIO

<b>Parte I: INTRODUÇÃO E DEFINIÇÕES</b>	<b>21</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>22</b>
1.1 Contextualização . . . . .	22
1.2 Motivação . . . . .	23
1.3 Hipótese . . . . .	24
1.4 Objetivos . . . . .	24
1.5 Contribuições . . . . .	25
1.6 Organização do texto . . . . .	26
<b>2 Conceitos fundamentais</b>	<b>27</b>
2.1 Adaptação de <i>software</i> . . . . .	27
2.2 Aspectos afetivos e emocionais . . . . .	28
2.2.1 Computação Afetiva . . . . .	30
2.2.2 Reconhecimento de emoções . . . . .	30
2.2.2.1 Análise de expressões faciais . . . . .	31
2.3 Personalidade . . . . .	34
2.3.1 Cinco Grandes Fatores da Personalidade . . . . .	36
2.4 Experiência do jogador . . . . .	37
2.4.1 Definições . . . . .	37
2.4.2 Avaliação da experiência do jogador . . . . .	38
2.5 Considerações finais . . . . .	39
<b>3 Revisão sistemática de literatura</b>	<b>41</b>
3.1 Materiais e métodos . . . . .	41

3.2	Teorias da personalidade . . . . .	42
3.2.1	Cinco Grandes Fatores da Personalidade . . . . .	42
3.2.2	Psicologia Analítica . . . . .	43
3.2.3	Outros modelos . . . . .	44
3.3	Avaliação da personalidade do usuário . . . . .	44
3.3.1	Inventários . . . . .	44
3.3.2	Outras abordagens . . . . .	46
3.4	Adaptação de software . . . . .	47
3.4.1	Abordagens de definição de regras de adaptação . . . . .	47
3.4.2	Técnicas de implementação das regras de adaptação . . . . .	47
3.4.2.1	Relação direta . . . . .	48
3.4.2.2	Inteligência artificial . . . . .	48
3.4.2.3	Modelos matemáticos . . . . .	50
3.4.3	Elementos adaptados no <i>software</i> . . . . .	50
3.4.3.1	Conteúdo . . . . .	50
3.4.3.2	Visual . . . . .	51
3.4.3.3	Jogabilidade . . . . .	52
3.4.3.4	Comportamento . . . . .	53
3.4.3.5	Outros elementos . . . . .	53
3.4.4	Avaliação do impacto das adaptações . . . . .	54
3.4.4.1	Avaliação centrada no usuário . . . . .	54
3.4.4.2	Avaliação centrada no <i>software</i> . . . . .	55
3.5	Desafios e oportunidades . . . . .	55
3.5.1	Modelos de personalidade . . . . .	55
3.5.2	Avaliação de personalidade . . . . .	56
3.5.3	Regras de adaptação . . . . .	57

3.5.4	Elementos adaptados . . . . .	58
3.5.5	Avaliação . . . . .	58
3.6	Abordagens recentes . . . . .	59
3.7	Considerações finais do capítulo . . . . .	61
<b>Parte II: DESENVOLVIMENTO</b>		<b>62</b>
<b>4</b>	<b> Materiais e métodos</b>	<b>63</b>
4.1	Aprofundamento conceitual . . . . .	64
4.2	Definição da proposta . . . . .	64
4.3	Implementação da proposta . . . . .	66
4.4	Validação . . . . .	66
<b>5</b>	<b> Adaptação automática de jogos sérios</b>	<b>67</b>
5.1	Abordagem conceitual . . . . .	67
5.2	Definições para prova de conceito . . . . .	69
5.2.1	Identificação do momento de adaptação do jogo . . . . .	69
5.2.1.1	Correlação entre engajamento e emoções associadas a expressões faciais . . . . .	70
5.2.1.2	Proposição de um novo instrumento para a avaliação da experiência do jogador . . . . .	72
5.2.1.3	Classificador para a avaliação da experiência do jogador	74
	Construção do dataset . . . . .	75
	Treinamento dos classificadores. . . . .	76
	Estimação das métricas. . . . .	76
5.2.2	Jogos sérios adaptáveis . . . . .	78
5.2.3	Regras de adaptação . . . . .	79
5.3	Implementação do <i>framework</i> . . . . .	79
5.3.1	Definições de tecnologia . . . . .	80

5.3.2	<i>PersonID</i>	81
5.3.2.1	Analisar personalidade	81
5.3.2.2	Reconhecer emoções	82
5.3.2.3	Controlar atividades	83
5.3.2.4	Avaliar experiência	84
5.3.2.5	Compartilhamento de dados	85
5.3.3	Arena	85
5.3.4	Jogos sérios adaptáveis	86
5.3.4.1	Versões	88
5.4	Considerações finais	89
<b>Parte III: EXPERIMENTOS</b>		<b>90</b>
<b>6</b>	<b>Experimento E1 - Definição dos elementos adaptativos</b>	<b>91</b>
6.1	Materiais e métodos	91
6.1.1	Protocolo	92
6.1.2	Participantes	94
6.1.3	Processamento dos dados	96
6.2	Resultados e implicações	97
6.3	Considerações finais	101
<b>7</b>	<b>Experimento E2: Validação da abordagem</b>	<b>102</b>
7.1	Materiais e métodos	102
7.1.1	Protocolo	103
7.1.2	Participantes	106
7.1.3	Análise dos dados	106
7.2	Resultados e discussões	107
7.2.1	Regras de adaptação	107



7.2.2	Definição da adaptação . . . . .	109
7.2.3	Avaliação do classificador . . . . .	112
7.3	Comparação com a literatura . . . . .	113
7.4	Considerações finais do capítulo . . . . .	117
<b>Parte IV: CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>		<b>119</b>
<b>8</b>	<b>Conclusões</b>	<b>120</b>
8.1	Limitações . . . . .	121
8.2	Trabalhos futuros . . . . .	122
8.3	Vantagens da abordagem proposta . . . . .	123
8.4	Publicações . . . . .	124
8.5	Prêmios e reconhecimentos . . . . .	125
<b>Referências</b>		<b>127</b>
<b>Apêndice A – Protocolo da Revisão Sistemática</b>		<b>138</b>
A.1	Método de busca . . . . .	138
<b>Apêndice B – Tabelas da revisão sistemática</b>		<b>141</b>
B.1	Artigos aceitos para extração de dados . . . . .	142
B.2	Uso do CGFP na adaptação de <i>software</i> . . . . .	144
B.3	Uso da Psicologia Analítica na adaptação de <i>software</i> . . . . .	150
B.4	Uso da Teoria de Eysenck na adaptação de <i>software</i> . . . . .	152
<b>Apêndice C – Métricas do classificador</b>		<b>153</b>
C.1	Desempenho do classificador para o componente de diversão na fase de construção . . . . .	154
C.2	Desempenho do classificador para o componente de imersão/presença na fase de construção . . . . .	156

C.3	Desempenho do classificador para o componente de jogabilidade na fase de construção . . . . .	158
C.4	Desempenho do classificador por usuário na avaliação experimental . .	160
<b>Apêndice D – Reúso de <i>software</i></b>		<b>162</b>
<b>Apêndice E – Versões e traços de personalidade: testes estatísticos</b>		<b>164</b>
<b>Anexo A – Parecer do Comitê de Ética</b>		<b>167</b>
<b>Anexo B – Inventário de Personalidade</b>		<b>170</b>

# **PARTE I**

## **INTRODUÇÃO E DEFINIÇÕES**

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Jogos sérios, também conhecidos como jogos com propósito, constituem uma categoria de jogos que visam não apenas a oferecer entretenimento, mas também a possibilitar que seus usuários aprendam alguma atividade ou desenvolvam novas habilidades (DÖRNER et al., 2016; HOOKHAM; NESBITT, 2019). Aplicações desta natureza têm recebido grande atenção dentro e fora da área de Computação, uma vez que seus benefícios em diferentes processos têm sido percebidos tanto na academia quanto na indústria, possibilitando aplicações em áreas como educação e saúde (SAKUDA; FORTIM, 2018; YOUSEFI; MIRKHEZRI, 2019; HOCINE, 2019). Assim como é promissor, um jogo sério é também desafiador. Sua concepção deve ser feita de modo que as características de diversão sejam equilibradas com as atividades de treinamento/aprendizado da área a qual se aplica. Há, ainda, diferentes critérios acerca de como as atividades são distribuídas ao longo do jogo, além de requisitos sobre mensagens e penalidades, que devem ser cuidadosamente elaboradas para não desmotivar os usuários.

Os jogos sérios mesclam características e complexidades de dois tipos de *software* que usualmente têm sido tratados de modo distinto: as aplicações de produtividade e os jogos focados em entretenimento. Ao mesmo tempo em que devem oferecer diversão e prazer ao usuário, os jogos sérios também devem possibilitar a realização de atividades que, em geral, visam ao cumprimento de metas por parte do jogador (ALMEIDA; MACHADO, 2021). Evidencia-se, portanto, a complexidade de se desenvolver um *software* desta natureza que seja eficaz em seu mútuo propósito: entreter e apoiar a execução de tarefas.

Conhecido na literatura, este desafio tem sido investigado sob diferentes aspectos. Dentre eles, destaca-se a adaptação automática destas aplicações, que pode considerar o desempenho do usuário na realização das atividades, além de suas característi-

cas individuais, como preferências, personalidade e estados emocionais (MOSTEFAI; BALLA; TRIGANO, 2019; SAJJADI; EWAI; De Troyer, 2022). Há, portanto, diferentes aspectos e desafios a serem superados.

## 1.2 Motivação

Durante a pesquisa de mestrado do autor, foi proposto um *framework* para possibilitar a adaptação automática de jogos sérios voltados ao processo de reabilitação motora (ARANHA, 2017). O *framework* foi desenvolvido como prova de conceito com o intuito de facilitar ao programador o desenvolvimento de jogos com adaptação afetiva por meio de uma arquitetura com baixo acoplamento e alta coesão entre seus componentes. Simultaneamente, habilitava o fisioterapeuta a configurar as adaptações que deveriam acontecer no jogo. Especificamente, cabia ao fisioterapeuta: i) classificar, para cada jogo, quais estados emocionais (referentes às expressões faciais de alegria, medo, nojo, raiva, surpresa, tristeza) eram desejáveis ou indesejáveis; e ii) agrupar os pacientes em grupos, definindo para cada grupo quais ações deveriam ocorrer quando os pacientes que o integram estiverem com estados emocionais desejáveis ou indesejáveis.

Nota-se, portanto, que há duas importantes tomadas de decisão que influenciam o mecanismo de adaptação automática. A primeira consiste em identificar **quando** uma adaptação deve ser efetuada na aplicação. Resolvida a primeira questão, depara-se com a segunda importante tomada de decisão: definir **qual** adaptação é adequada para um determinado jogador. Durante a pesquisa de mestrado, conforme evidenciou-se, ambas as decisões levaram em consideração o conhecimento do profissional da área de aplicação. No entanto, a classificação manual dos usuários torna-se inviável em várias situações, tais como a existência de um grande número de usuários, a ausência de profissional disponível ou a ausência de interfaces apropriadas para configuração. Adicionalmente, o conhecimento do perfil do usuário é importante para o aprimoramento da experiência de uso em aplicações adaptativas.

Uma das abordagens que pode contribuir com este cenário consiste na automação destes processos. Para se estabelecer o momento adequado para se efetuar uma adaptação no *software*, pode-se continuar investigando a adoção de técnicas de Computação Afetiva, porém com o estabelecimento de parâmetros que independam do profissional da área de aplicação. Em complemento, o conhecimento de caracterís-

tics individuais dos usuários pode ser utilizado para a definição das adaptações que serão efetuadas no jogo. Neste sentido, optou-se por adotar a personalidade humana como abordagem de identificação das características e comportamentos associados a cada usuário. Para tanto, faz-se uso de conceitos e técnicas da Teoria dos Traços de Personalidade, campo de estudo da Psicologia que busca representar a personalidade humana por meio de traços - como, por exemplo, extroversão e abertura a experiências (SCHULTZ; SCHULTZ, 2016).

A partir de uma revisão sistemática de literatura (apresentada no Capítulo 3), não identificou-se trabalhos que definissem uma abordagem computacional para possibilitar a adaptação automática de diferentes jogos sérios, especificamente considerando-se as emoções para identificar quando adaptá-los e os traços de personalidade para definir o que será adaptado. Portanto, esta pesquisa apresenta ineditismo ao propor a concepção de uma abordagem conceitual acompanhada da implementação de um arcabouço tecnológico que integra emoções e traços de personalidade dos usuários para a adaptação de múltiplos jogos sérios por meio do reúso de *software*.

### 1.3 Hipótese

Esta pesquisa fundamenta-se na hipótese de que: **a adaptação automática de jogos sérios com base nas emoções e nos traços de personalidade do jogador, pode oferecer uma melhor experiência aos jogadores.**

### 1.4 Objetivos

Em face às motivações e hipótese previamente apresentadas, este trabalho tem como objetivo geral propor e implementar uma abordagem para propiciar a adaptação automática de jogos sérios a partir de emoções e traços de personalidade do usuário. Além da abordagem conceitual, métodos e técnicas foram desenvolvidos para compor um *framework* que viabilizará o desenvolvimento de jogos sérios utilizando esta abordagem. Embora a abordagem possa ser utilizada em qualquer tipo de *software*, como aplicações computacionais de propósito geral e jogos voltados ao entretenimento, a prova de conceito no contexto desta pesquisa se dará no contexto de jogos sérios, considerando-se a importância de se oferecer uma boa experiência ao usuário deste tipo de aplicação. Para que tal objetivo seja alcançado, os seguintes objetivos especí-

ficos foram definidos:

- desenvolver uma estratégia que possibilite definir a adaptação do *software* a partir dos traços de personalidade do usuário;
- propor um modelo que identifique, a partir do reconhecimento de emoções do jogador, o momento em que uma adaptação deve ser efetuada no jogo;
- implementar um *framework* computacional para apoiar a validação da abordagem proposta;
- propor um modelo de validação da abordagem, analisando-se os impactos na experiência do jogador.

## 1.5 Contribuições

O presente trabalho apresenta as seguintes contribuições:

- levantamento e análise crítica, por meio de revisões sistemáticas de literatura, sobre a utilização de emoções e de traços de personalidade para a adaptação de *software*;
- comparação de bibliotecas de código aberto que possibilitam o reconhecimento automático de emoções a partir da análise de expressões faciais;
- investigações sobre a utilização de *logs* e expressões faciais associadas a emoções discretas para a avaliação do engajamento do jogador;
- desenvolvimento e validação de um novo instrumento para a avaliação da Experiência do Jogador (PX), considerando o contexto brasileiro e as necessidades de aplicações adaptativas;
- implementação do arcabouço tecnológico proposto como prova de conceito para a validação da abordagem;
- definição de indicadores para a avaliação do impacto de diferentes versões de um jogo sério na experiência do jogador, conforme o traço de personalidade predominante do usuário;

Em complemento às contribuições acima mencionadas, destacam-se potenciais contribuições socioeconômicas decorrentes do desenvolvimento desta pesquisa:

- educacional: o arcabouço tecnológico aqui proposto pode ser aplicado em contextos educacionais, otimizando o processo de ensino-aprendizagem intermediado por jogos digitais;
- econômico: a abordagem proposta para o desenvolvimento de jogos sérios pode reduzir o custo de implementação de jogos sérios adaptativos, auxiliando desenvolvedores na criação de novas soluções;
- social: embora o arcabouço proposto ofereça também vantagens a desenvolvedores de *software*, os principais beneficiários consistem em usuários de jogos sérios nas diversas áreas de aplicação, tais como pacientes em terapias ou estudantes.

## 1.6 Organização do texto

O conteúdo restante deste documento está organizado em quatro partes, compostas por diferentes capítulos:

- na Parte I, além deste capítulo de Introdução, são apresentados conceitos fundamentais sobre a adaptação de *software* (Seção 2.1), afeto, emoções e sentimentos (Seção 2.2), estudo da personalidade humana (Seção 2.3) e, finalmente, experiência do jogador (Seção 2.4);
- na Parte II, são apresentados os capítulos que tratam do desenvolvimento da pesquisa, incluindo: uma revisão sistemática de literatura (Capítulo 3), os materiais e métodos no Capítulo 4, bem como a definição e a implementação do *framework* proposto (Capítulo 5);
- na Parte III, concentram-se os capítulos que tratam da realização de avaliações experimentais, como: o estabelecimento de regras de adaptação para cada traço de personalidade (Capítulo 6); e a validação da abordagem proposta (Capítulo 7);
- finalmente, na Parte IV, são apresentadas as considerações finais desta tese de doutorado.



## 2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

### 2.1 Adaptação de *software*

Embora os termos adaptação, adaptatividade, customização e personalização sejam comumente adotados como sinônimos, estes referem-se a diferentes tipos de intervenções no âmbito de desenvolvimento e uso de *software*. Barbosa e Silva (2010) indicam que sistemas adaptáveis, customizáveis ou extensíveis são aqueles em que o usuário tem a liberdade de configurar o sistema para que o mesmo possa apresentar determinadas características. Em contraponto, os sistemas adaptativos são aqueles que se adaptam automaticamente ao usuário.

Caya e Neto (2016) oferecem outra abordagem de análise de compreensão destas nomenclaturas, que se complementa à apresentada por Barbosa e Silva (2010). Analisando a etimologia e as definições apresentadas por diferentes dicionários, Caya e Neto (2016) ressaltam que existem diferenças significativas entre os termos “personalização”, “customização”, “adaptabilidade” e “adaptatividade”. Para evidenciar tais diferenças, os autores destacam não apenas o significado do termo, mas também a entidade responsável pela ação de alterar o *software*. Mesmo que apresentem características semânticas muito similares, os termos “personalização” e “customização” tornam-se distintos ao analisar-se a entidade que age em prol da adaptação. Ambos descrevem a ação de tornar algo mais adequado às características de uma entidade em particular. Caya e Neto (2016) reforçam que, enquanto a customização é uma ação feita explicitamente pelo próprio usuário, a personalização pode ser realizada por uma outra entidade. Em um exemplo prático do cotidiano, um fornecedor pode personalizar um produto para um cliente, mas é do cliente a prerrogativa de customizar o produto conforme suas preferências.

Enquanto customização e personalização referem-se a uma ação, os termos “adaptativo” (ou adaptatividade) e “adaptável” (ou adaptabilidade) representam a característica de uma entidade, que pode adaptar-se a uma nova situação. Ao discuti-

rem as definições apresentadas pelos dicionários considerados, Caya e Neto (2016) reforçam que em nenhum momento a definição do termo “adaptabilidade” faz menção à entidade que age em prol da adaptação. Portanto, compreende-se que um sistema adaptável pode adaptar-se por sua própria decisão ou, ainda, pela decisão de uma entidade externa. O termo **adaptativo**, por outro lado, apresenta significado um pouco distinto. Neste caso, refere-se a uma entidade capaz de se adequar às mudanças em seu entorno. Evidencia-se, portanto, que a decisão de efetuar uma adaptação é da própria entidade. Como exemplo, Caya e Neto (2016) reforçam que a customização é uma ação possível apenas possível em uma aplicação adaptável, já que parte de requisitos do usuário (o que não é praticável em um sistema adaptativo).

Barbosa e Silva (2010) ressaltam que tanto os sistemas adaptáveis quanto os adaptativos implicam em grandes desafios. Dentre eles, destacam-se a identificação das necessidades do usuário, bem como das oportunidades de se efetuar uma adaptação – manual ou automática – na aplicação. Além de englobar uma abordagem de desenvolvimento que envolva soluções flexíveis e que possam aprender com o usuário, os sistemas adaptativos ou adaptáveis também implicam em desafios no que diz respeito às avaliações.

No escopo desta pesquisa, serão adotados os termos **jogo adaptável** e **jogo adaptativo**. Isto deve-se ao fato de que, conforme os conceitos apresentados, enquanto no jogo adaptável não se evidencia a entidade que age em prol da adaptação, no jogo adaptativo a adaptação é definida pela própria aplicação. A abordagem proposta, aprofundada no Capítulo 5, pressupõe que os jogos sérios a serem integrados à abordagem devem ter elementos adaptáveis. Quando acoplados à abordagem proposta, estas aplicações tornam-se adaptativas, uma vez que a entidade que define a adaptação provém da abordagem.

## 2.2 Aspectos afetivos e emocionais

As emoções humanas desempenham grande importância no comportamento de um indivíduo, envolvendo também a interação usuário-sistema (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Embora comumente os termos afeto, emoção e sentimento sejam utilizados como sinônimos, pesquisadores da Psicologia compreendem que estes termos correspondem a diferentes fenômenos (BATSON; SHAW; OLESON, 1992; EK-KEKAKIS; RUSSELL, 2013; MUNEZERO et al., 2014; ROBBINS, 2017). O afeto é de-

finido por Tomkins (1984) como “o principal mecanismo de motivação biológica inata”. Russell (2009), mais recentemente, define o afeto (“*Core Affect*”, em inglês) como “um estado neurofisiológico, acessível à consciência como um simples sentimento não reflexivo: sentir-se bem ou mal, letárgico ou energizado”. O afeto é considerado um conceito amplo, que engloba as emoções e os sentimentos (EKKEKAKIS; RUSSELL, 2013; ROBBINS, 2017). Em geral, entende-se que o afeto pode ser experienciado por emoções e sentimentos, porém não sendo exclusivamente a causa destes (EKKEKAKIS; RUSSELL, 2013).

A emoção, por sua vez, é definida por Scherer (1987) como “um episódio de mudanças sincronizadas e inter-relacionadas nos estados de todos ou na maioria dos cinco subsistemas orgânicos em resposta à avaliação de um evento de estímulo externo ou interno como relevante para as principais preocupações do organismo”. Além dos cinco subsistemas relacionados ao sistema nervoso, Scherer (2005) compreende que a emoção envolve cinco componentes: expressões motoras, cognição, reações fisiológicas, experiências subjetivas e uma reação comportamental. Finalmente, o sentimento é compreendido por Cattell (1940) como “uma disposição neuropsíquica principal adquirida e relativamente permanente para reagir emocional, cognitiva e conativamente a um determinado objeto (ou situação) de certa forma estável, com consciência do objeto e da maneira de reagir”. Em outras palavras, o sentimento pode ser entendido como uma resposta subjetiva e duradora (EKMAN, 1992; EKKEKAKIS; RUSSELL, 2013).

Similarmente à ausência de um consenso acerca da definição dos termos, a classificação das emoções é um assunto que também divide os pesquisadores e especialistas na área, uma vez que há diferentes compreensões sobre os aspectos emocionais (SCHERER, 2005; EKMAN, 2016). Embora alguns autores afirmem que enquanto o afeto é analisado de modo dimensional e as emoções são analisadas de modo discreto, há estudos que tratam como possível a análise emocional de modo discreto ou dimensional. Portanto, enquanto alguns pesquisadores analisam as emoções sob uma categorização discreta, seguindo uma abordagem proposta por Darwin (1998), outros pesquisadores analisam as emoções por meio de uma abordagem dimensional, proposta por Wundt (1896).

A abordagem de Darwin (1998) compreende as emoções como estados discretos ou modulares, representáveis por termos como “alegria”, “medo” e “nojo”, por exemplo. Em contraponto, Wundt (1896) considera que experiências afetivas podem ser descritas a partir de suas posições em um espaço tridimensional composto pelas dimensões

de valência (positiva-negativa), excitação (calmo-ativo) e tensão (tenso-relaxado). Todavia, por conta da complexidade de mensuração de tensão, os teóricos modernos têm adotado apenas dois eixos, de excitação e valência (RUSSELL, 2009).

### **2.2.1 Computação Afetiva**

No contexto da Ciência da Computação, o campo de estudo que investiga as relações entre emoções humanas e artefatos computacionais tem sido denominado “Computação Afetiva”. Definido por Rosalind Picard, este termo representa uma área na qual a computação “se relaciona, surge ou é influenciada por emoções” (PICARD, 1995). Por esta razão, a Computação Afetiva apresenta caráter interdisciplinar, envolvendo a compreensão de aspectos e conceitos de áreas como a Psicologia e a Sociologia.

Os desafios inerentes às aplicações de Computação Afetiva envolvem: i) o reconhecimento de emoções; ii) a modelagem dos estados emocionais; iii) a expressão de emoções em sistemas computacionais; e, finalmente, iv) o aprimoramento de aplicações computacionais considerando-se os estados emocionais dos usuários (PICARD, 2003). Especificamente em relação a esta última possibilidade de aplicação, destacam-se os potenciais benefícios para a área de Interação Humano-Computador (IHC). Na Computação Afetiva há a premissa de que a capacidade de um sistema computacional reconhecer o estado emocional do usuário implica na capacidade de este sistema também reagir a este estado emocional. Tal característica pode ser de fundamental importância para o aprimoramento da experiência de uso de sistemas computacionais, especialmente no escopo de aplicações interativas. De acordo com Reeves e Nass (1996), é comum que usuários interajam com dispositivos computacionais considerando que tais dispositivos são capazes de reconhecer suas emoções.

Ressalta-se que, na Computação Afetiva, são considerados trabalhos que envolvem afeto, emoção e sentimento. Em geral, a literatura computacional não aplica uma diferenciação destes termos, tratando-os como sinônimos. Entretanto, diferentes técnicas com diferentes abordagens de análises emocionais são encontradas.

### **2.2.2 Reconhecimento de emoções**

Em uma revisão sistemática de literatura, que incluiu 58 artigos científicos, Aranha, Correa e Nunes (2019) analisaram estudos primários que envolviam a adaptação de

*software* a partir do estado emocional do usuário. Foram categorizadas as técnicas utilizadas para o reconhecimento do estado emocional dos usuários, bem como os elementos que foram adaptados nos sistemas computacionais analisados. As técnicas para o reconhecimento de emoções foram classificadas considerando o tipo de coleta de dados. Técnicas que demandam o acoplamento de sensores ao corpo do usuário para a análise de sinais foram classificadas como “técnicas baseadas em entradas não-visíveis”, enquanto técnicas que coletam dados sem a necessidade de acoplamento de sensores foram classificadas como “técnicas baseadas em entradas visíveis” (ARANHA; CORREA; NUNES, 2019). Há, no entanto, outras categorizações possíveis para tais técnicas que podem considerar, por exemplo, o modelo afetivo comumente adotado.

Dentre as técnicas baseadas em entradas não-visíveis, pode-se citar análises de eletroencefalograma, eletrocardiograma e da atividade eletrodérmica. Por outro lado, pode-se exemplificar como técnicas baseadas em entradas visíveis as análises de expressões faciais do usuário, de interações com *mouse* e teclado, voz, entre outras. As diferentes técnicas podem apresentar variação de acurácia conforme os dispositivos e condições ambientais. Embora não exista um consenso na literatura sobre técnicas mais adequadas, entende-se que as técnicas baseadas em entradas não-visíveis podem provocar desconforto no usuário a depender do sensor ou dispositivo utilizado. Em contraponto, técnicas baseadas em entradas visíveis podem facilitar a coleta de dados ao usar dispositivos que não envolvem contato físico com o corpo do usuário e que estão presentes de forma mais comum no cotidiano dos usuários. Como exemplo, espera-se que mais usuários tenham dispositivos com câmeras (como *smartphones* ou *notebooks*) do que sensores de eletroencefalograma.

### **2.2.2.1 Análise de expressões faciais**

Comumente a análise de expressões faciais ocorre por meio da utilização de duas técnicas distintas (PERUSQUÍA-HERNÁNDEZ et al., 2019; KULKE; FEYERABEND; SCHACHT, 2020). A primeira baseia-se na coleta de dados com o uso de sensores fisiológicos acoplados à face do usuário, que possibilitam a realização da eletromiografia facial (SATO et al., 2021). Em contraponto, a segunda técnica baseia-se na utilização de técnicas de Processamento de Imagens e Aprendizado de Máquina para o reconhecimento de expressões faciais em imagens (MARTINEZ et al., 2019; LI; DENG, 2020).

Embora apresentem diferenças com relação à abordagem de coleta de dados, ambas as técnicas apresentam boa precisão. Perusquía-Hernández et al. (2019) conduziram uma comparação entre as duas técnicas concluindo que, embora a eletromiografia facial apresente a vantagem de detectar movimentos musculares não visíveis, as duas técnicas são complementares e apresentam desempenho similar em determinadas condições. Em uma comparação conduzida por Li e Deng (2020), observou-se que ambas as técnicas foram eficientes na análise das expressões faciais, apresentando desempenhos equivalentes.

No desenvolvimento de uma aplicação de Computação Afetiva, a escolha da técnica deve considerar diferentes fatores. Uma vez que a eletromiografia envolve a utilização de sensores e manuseio adequado, sua adoção pode apresentar maior complexidade especialmente ao considerar-se aplicações remotas e assíncronas. Adicionalmente, exigem a disponibilidade de dispositivos específicos para a coleta de dados. A análise de expressões faciais em imagens, em contraponto, apresenta como principal facilidade a utilização de recursos mais comumente disponíveis, como câmeras de *smartphones* e *notebooks*, estando porém mais suscetível ao poder de processamento do dispositivo e às características do ambiente. Neste sentido, uma análise comparativa conduzida por Aranha, Casaes e Nunes (2020) envolvendo duas ferramentas de código-aberto para análise de expressões faciais a partir de imagens, indicou que ambas as soluções computacionais apresentaram desempenho estável mesmo em diferentes condições de iluminação e distância, reforçando a viabilidade de utilização deste tipo de técnica.

As técnicas de análise de expressões faciais em imagens, segundo Huang et al. (2019), podem ser categorizadas em duas abordagens: processamento de imagens convencional e baseada em Aprendizado Profundo (*Deep Learning*).

A abordagem convencional, ilustrada pela Figura 1, compreende três etapas: pré-processamento, extração de características e a classificação da expressão (HUANG et al., 2019). Na primeira etapa, são aplicados filtros à imagem, que envolvem aspectos como redução de ruídos e normalização das imagens. Esta etapa também inclui algoritmos para identificar a região da imagem em que se encontra a face humana. Em seguida, é iniciada a etapa de extração de características, que visa ao reconhecimento dos componentes faciais. Neste processo, diferentes algoritmos ou estratégias podem ser adotados, considerando o reconhecimento de *landmarks* faciais ou movimentos dos componentes, como levantar a sobrancelha. Finalmente, na classificação da expressão, identifica-se qual expressão facial é representada na imagem. Nesta etapa,

classificadores como *kNN* (*k-Nearest Neighbours*) e *SVM* (*Support Vector Machine*) são usualmente adotados (HUANG et al., 2019).

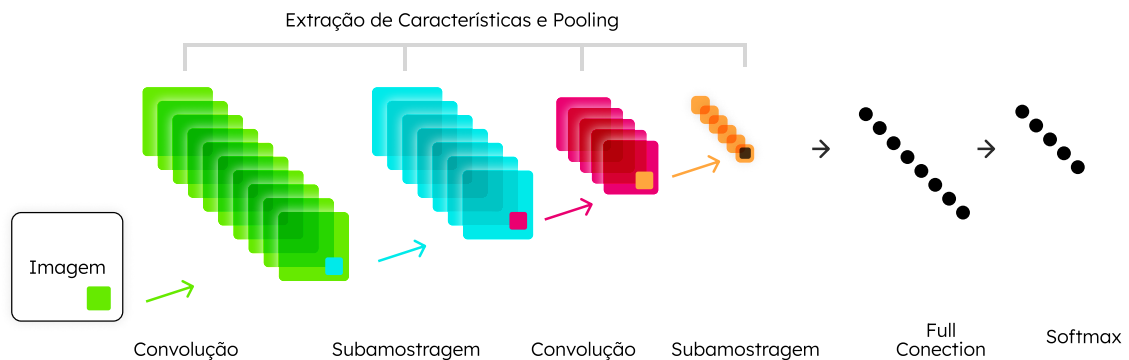
Figura 1: Visão geral do processo de reconhecimento de expressões faciais.



Fonte: O autor, baseado em Huang et al. (2019).

A segunda abordagem, que envolve Aprendizado Profundo, tem apresentado robustez na análise de expressões faciais em imagens coletadas sob diferentes condições ambientais, como variações de iluminação e oclusões (HUANG et al., 2019). Neste escopo, encontram-se diferentes modelos ou abordagens, como as Redes Neurais Convolucionais (*Convolutional Neural Network - CNN*, em inglês). A Figura 2 ilustra o funcionamento desta rede neural.

Figura 2: Representação gráfica de uma CNN.

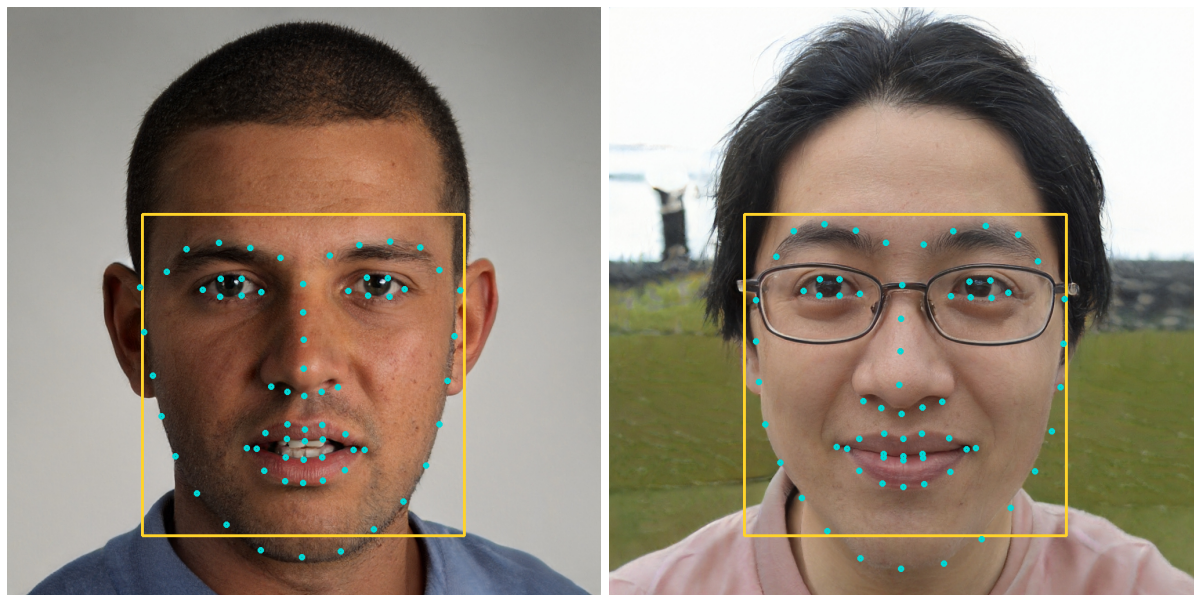


Fonte: O autor, baseado em Huang et al. (2019).

Existem diversos algoritmos ou bibliotecas que podem ser utilizados tanto para a aquisição da face em imagens quanto para a análise de expressões faciais. Neste contexto, pode-se mencionar a biblioteca de código-aberto *Dlib* (KING, 2009). Contendo algoritmos de aprendizado de máquina, esta biblioteca possibilita entre outras funcionalidades, a implementação de reconhecimento facial. A Figura 3 exemplifica imagens de dois indivíduos após o processamento pela biblioteca *Dlib*. Em cada imagem, o retângulo com contorno amarelo indica a região da face, enquanto os círculos

azuis representam os 68 pontos fiduciais da face.

Figura 3: Representação gráfica dos 68 marcadores faciais gerados pela biblioteca *DLib* (KING, 2009), na imagem sintética de dois indivíduos gerados pelo *This Person Does Not Exist* (KARRAS et al., 2020). Os retângulos em amarelo indicam a região da face identificada pelo algoritmo.



(a) Imagem 01.

(b) Imagem 02.

Fonte: O autor, com imagens sintéticas geradas pelo *This Person Does Not Exist* (KARRAS et al., 2020).

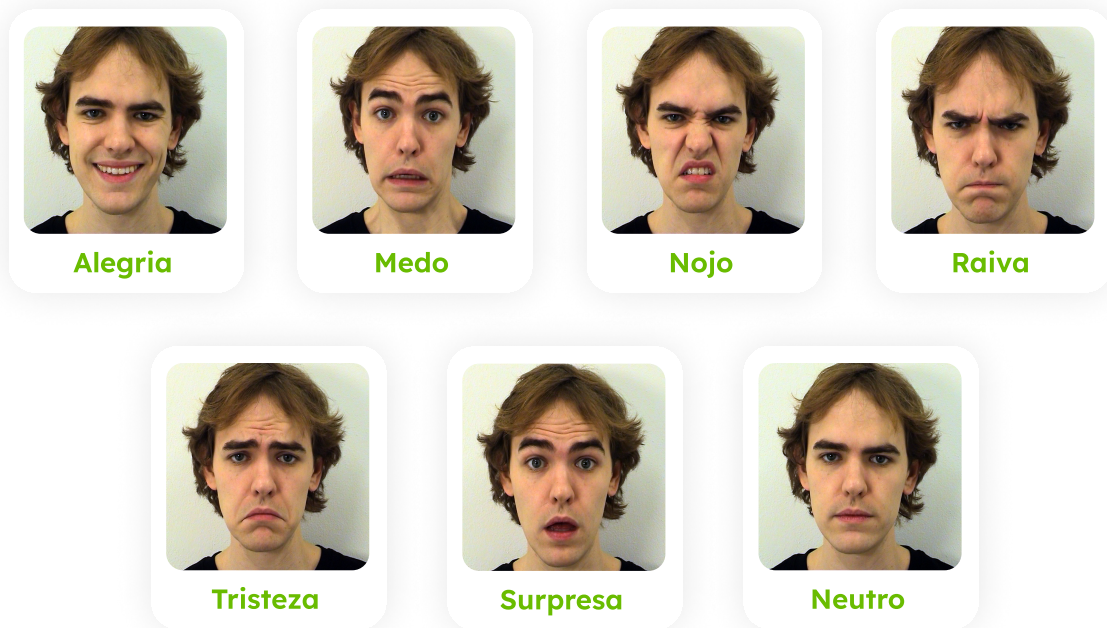
As bibliotecas para análise de expressões faciais reconhecem, em geral, seis expressões faciais associadas a emoções discretas – além da face neutra. A Figura 4 apresenta exemplos destas expressões faciais.

## 2.3 Personalidade

O dicionário Oxford define personalidade como “a combinação de características ou qualidades que formam o caráter distinto de um indivíduo”. Embora não seja técnica, essa definição captura a essência do conceito de personalidade. A palavra vem do latim (*personalis* “de uma pessoa”), contrastando com animais e coisas. Este termo também está relacionado à palavra “persona”, usada para definir a máscara ou personagem de um ator em peças do antigo teatro grego-romano. À medida que os personagens se apresentavam com essas máscaras, cada pessoa tinha suas características, sua forma de agir, sentir e pensar. A maioria dos teóricos tende a concordar



Figura 4: Expressões faciais associadas a emoções discretas: alegria, medo, nojo, raiva, tristeza, surpresa e face neutra.



Fonte: O autor, com fotografias obtidas do conjunto de dados *Amsterdam Dynamic Facial Expression Set* (ADFES) (SCHALK et al., 2011).

que personalidade é um termo usado para se referir a características psicológicas razoavelmente estáveis e padrões de sentimento, pensamento e comportamento dos seres humanos (FUNDER, 1997; CERVONE; PERVIN, 2013).

Embora haja algum nível de consenso sobre esses aspectos gerais da definição, o conceito também apresenta grande divergência entre os teóricos. Algumas teorias foram baseadas, por exemplo, em construções psicanalíticas e neo-psicanalíticas, perspectivas de vida, genética, neurobiológicas, humanísticas, cognitivas, comportamentais e de aprendizagem social (SCHULTZ; SCHULTZ, 2012). Dentro de cada abordagem deste amplo campo da Psicologia, pode-se encontrar diferentes métodos ou teorias para compreender e avaliar a personalidade humana (SCHULTZ; SCHULTZ, 2012; CERVONE; PERVIN, 2013; MATTHEWS; CORR, 2020).

A literatura científica apresenta diversas abordagens que possibilitam avaliar a personalidade de um indivíduo. Tradicionalmente, os psicólogos têm tomado os inventários como seu principal recurso. Um inventário consiste em um formulário ou teste com um número específico de questões, o qual o indivíduo deve responder considerando seu comportamento ou sentimentos (SCHULTZ; SCHULTZ, 2016). Para cada modelo ou teoria de personalidade, há uma diversidade de inventários que podem ser

usados. Um aspecto interessante dos inventários é que, por se caracterizarem como instrumentos pela Psicologia, podem ser aplicados sem a presença ou envolvimento de um psicólogo - o que não é o caso dos testes psicológicos, por exemplo.

Muitas teorias da personalidade são conhecidas atualmente. Discussões mais aprofundadas sobre esse referencial teórico fogem ao escopo da presente pesquisa. Em uma revisão sistemática de literatura apresentada no Capítulo 3, pretende-se abordar as teorias da personalidade mais utilizadas no âmbito da Ciência da Computação, com foco na adaptação de *software*. Ressalta-se, porém, que a abordagem comumente adotada no contexto da Computação compreende a Teoria dos Cinco Grandes Fatores da Personalidade, apresentada a seguir.

### 2.3.1 Cinco Grandes Fatores da Personalidade

O modelo dos Cinco Grandes Fatores da Personalidade (CGFP), também conhecido como “*Big-Five*”, foi elaborado por McCrae e Costa (1987). O nome vem da proposição de que a personalidade pode ser descrita em termos de cinco fatores ou traços. Neste modelo, cada pessoa tem cinco características, mas em intensidades diferentes. Ainda, cada traço de personalidade possui características ou comportamentos associados (SCHULTZ; SCHULTZ, 2016), a saber:

- Neuroticismo ou Instabilidade Emocional: indivíduos com alto índice nesta escala tendem a ser ansiosos, auto-piedosos, sensíveis, tímidos, instáveis e preocupados.
- Extroversão: a predominância deste traço é percebida em indivíduos com comportamentos ativos e assertivos, sendo conhecidos também como energéticos, extrovertidos e falantes.
- Amabilidade: a maior intensidade neste traço é relacionada a indivíduos percebidos como amáveis, generosos e simpáticos.
- Consciencialidade: é o traço predominante em indivíduos com grande capacidade de concentração, eficiência, organização, confiabilidade e responsabilidade.
- Abertura para a experiência: indica indivíduos que têm interesses artísticos, são curiosos e criativos, entre outros.

Para desenvolver este modelo, McCrae e Costa (1987) conduziram uma série de experimentos. Durante as avaliações, os voluntários foram solicitados a se auto-avaliarem e aos demais participantes por meio de adjetivos. Esses adjetivos foram agrupados, formando os traços que compõem esse modelo de personalidade. Por sua consistência e restrição de uso não comercial, o modelo está entre os mais utilizados em todo o mundo, principalmente no meio acadêmico. Esse modelo também utiliza a aplicação de inventários, que consistem em um questionário com protocolo de pontuação pré-definido. Entre eles, podemos citar o *NEO Personality Inventory*, desenvolvido pelos pesquisadores Costa e McCrae (1985).

## 2.4 Experiência do jogador

Identificar se o jogador está desfrutando de uma boa experiência é um processo fundamental para o desenvolvimento de jogos sérios adaptativos. Todavia, a avaliação da experiência de uso de jogos é um tema complexo, que persiste sob discussão na literatura científica, por envolver diferentes compreensões e aspectos. A seguir, são apresentados conceitos, técnicas, desafios e oportunidades relacionados a este tópico.

### 2.4.1 Definições

Embora no contexto da IHC o termo Experiência do Usuário (UX) seja utilizado para se referir à qualidade da interação em sistemas computacionais, no contexto de jogos há uma nomenclatura específica para este aspecto. Isso se deve ao fato de que os jogos apresentam características e desafios que os diferenciam dos sistemas computacionais tradicionais, que usualmente visam à produtividade (NACKE, 2018; PAAVILAINEN et al., 2018). O termo PX (de *Player eXperience*, em Inglês), portanto, é utilizado para definir a qualidade das interações entre o jogador e o jogo durante e após o processo de interação (BORGES et al., 2019).

Este termo é adotado especialmente por pesquisadores de *Games User Research* (GUR), um campo interdisciplinar que visa a garantir não apenas usabilidade, mas também boa experiência ao usuário em jogos (DRACHEN; MIRZA-BABAEI; NACKE, 2018). Entre seus métodos, a GUR envolve a observação dos jogadores, incluindo a interação destes com o jogo e seus elementos, bem como a análise dos dados gerados (DRACHEN; MIRZA-BABAEI; NACKE, 2018). Medlock (2018) complementa ainda

que os métodos ou métricas da GUR podem variar conforme o estágio de desenvolvimento do jogo, abrangendo desde a concepção até o pós-lançamento do mesmo.

Historicamente, diversos termos têm sido utilizados para se referir a qualidades ou componentes da experiência do jogador. Em uma revisão sistemática de literatura, Borges et al. (2020) observaram que os principais instrumentos de avaliação da experiência do jogador consideram, ao todo, cerca de 70 componentes. Dentre eles, destacam-se os componentes de imersão, presença, desafio, *flow* e diversão, que figuram entre os mais adotados pelos instrumentos analisados. Deve-se ressaltar ainda que um componente é composto por diferentes dimensões. Assim, o componente de imersão, por exemplo, pode ser considerado como uma conjunção de diversas dimensões, abrangendo curiosidade, controle, desassociação do mundo real e engajamento (BORGES et al., 2020).

## 2.4.2 Avaliação da experiência do jogador

Por ser um conceito amplo, que abrange diferentes componentes, a avaliação da experiência do jogador pode ser um processo de grande complexidade. De acordo com Wiemeyer et al. (2016), esta experiência ocorre em três níveis distintos: i) (sócio) psicológico, que se refere à experiência individual; ii) comportamental; e iii) fisiológico. Para cada nível, há métodos que podem ser usados para sua mensuração:

- fisiológico: eletroencefalograma (EEG), eletromiografia (EMG), atividade eletrodermal (EDA), frequência cardíaca;
- psicológico: modelos de persona, modelos de jogadores, pesquisas e questionários, descrições verbais, entrevistas, uso do método *think aloud*;
- comportamental: rastreamento de olhar, registros de interação (*logs*), tempo de reação e qualidade, observação, gravações de vídeo;

Borges et al. (2019) apresentam uma análise de literatura que identificou 58 métricas de avaliação da experiência do usuário em jogos digitais. Deste total, 48 métricas envolvem a aplicação de questionários ao usuário. Dentre eles, pode-se citar: i) *Immersive Experience Questionnaire* (IEQ) (JENNETT et al., 2008), contendo 33 afirmações; ii) *Game Engagement Questionnaire* (GEQ) (BROCKMYER et al., 2009), contendo 18 afirmações; and iii) *UES - Short Form* (O'BRIEN; CAIRNS; HALL, 2018). Apesar de serem amplamente validados, a aplicação de questionários pode ser uma

barreira ao processo de interação (NACKE, 2018; PAAVILAINEN et al., 2018). Especificamente no contexto de jogos adaptativos, a adoção de questionários para a avaliação da PX pode não ser a abordagem mais adequada, uma vez que constantes interrupções podem causar fadiga no usuário e prejudicar a experiência com o jogo.

Como alternativa, Nacke (2018) observa que as técnicas que analisam a fisiologia do jogador podem ser utilizadas tanto para fornecer um novo paradigma de interação (caso dos jogos afetivos), quanto para a avaliação da experiência do jogador. Nestes casos, é comum que informações sobre estados afetivos como excitação e valência do jogador (apresentados na Seção 2.2) sejam considerados para definir o momento em que uma adaptação deve ser efetuada nos jogos. Apesar do crescente interesse neste tipo de jogo, há ainda muitas lacunas a serem superadas. Em uma revisão de literatura acerca do assunto, Robinson et al. (2020) indicam que, em geral, os jogos afetivos são desenvolvidos com o intuito principal de engajar os usuários. Nestes casos, a avaliação deste tipo de jogo usualmente envolve aspectos como *flow*, diversão e imersão. Todavia, os autores observam que este campo ainda encontra-se em seu estágio inicial, uma vez que as avaliações são raramente conduzidas e, adicionalmente, visam a repetir resultados obtidos em estudos anteriores.

Finalmente, embora o estudo de Robinson et al. (2020) não mencione especificamente os instrumentos avaliativos adotados pelos 162 artigos analisados, no estudo de Borges et al. (2019) foram identificadas apenas nove abordagens alternativas aos questionários. Todavia, mesmo envolvendo a análise automática de dados, algumas das abordagens identificadas podem ser adotadas apenas após o fim da interação do usuário com o jogo, não fornecendo indicadores em tempo real que pudessem ser utilizados para definir a adaptação dos jogos. Conclui-se, portanto, que a avaliação da experiência do jogador permanece um processo desafiador, em especial no desenvolvimento de jogos afetivos.

## 2.5 Considerações finais

Neste Capítulo, foram apresentados os conceitos e áreas que fundamentam o desenvolvimento desta pesquisa. No escopo da adaptação de *software*, foram apresentados na Seção 2.1 os diferentes termos utilizados para se referenciar aplicações ajustáveis ao usuário, concluindo-se que o *framework* proposto compreende jogos sérios adaptáveis. Em seguida, na Seção 2.2, foram apresentados conceitos sobre

aspectos afetivos humanos, bem como técnicas de Computação Afetiva e de reconhecimento de emoções, com enfoque na análise de expressões faciais.

Ainda envolvendo características humanas, introduziu-se na Seção 2.3 o estudo da personalidade humana, além de uma apresentação do modelo CGFP. Finalmente, foram apresentados e discutidos os principais aspectos relacionados à avaliação da experiência do jogador. Em seguida, no Capítulo 3, são apresentados os resultados de uma revisão sistemática de literatura acerca da adaptação automática de *software* a partir da personalidade do usuário.

## 3 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

### 3.1 Materiais e métodos

A Figura 5 apresenta o processo de revisão sistemática da literatura apresentada neste capítulo. Foram adotados os procedimentos propostos por Kitchenham (2004), que incluem as seguintes etapas: i) planejamento; ii) seleção; e iii) análise crítica dos estudos. Na etapa de planejamento, foi definido um protocolo (apresentado no Apêndice A) contendo as especificações das questões de pesquisa, critérios de seleção e exclusão, palavras-chave e strings de busca, entre outras informações. A seguir estão as questões de pesquisa que nortearam a elaboração deste estudo secundário:

Figura 5: Visão geral do processo de revisão sistemática.



Fonte: O autor.

- **RSQP1:** Quais são os modelos de personalidade adotados para intervenção de

software?

- **RSQP2:** Quais técnicas são usadas para coletar dados e classificar os usuários de acordo com seus traços de personalidade?
- **RSQP3:** Quais técnicas ou métodos são usados para relacionar o traço de personalidade à intervenção a ser realizada?
- **RSQP4:** Quais são as intervenções de software com base em traços de personalidade?
- **RSQP5:** Quais são os objetivos da intervenção de software com base em traços de personalidade?
- **RSQP6:** Quais são as métricas de avaliação usadas para avaliar a eficácia da intervenção do software?
- **RSQP7:** Em que área do conhecimento é realizada uma aplicação?

Conforme apresentado na Figura 5, após a aplicação dos critérios de seleção, 62 artigos foram aceitos para leitura na íntegra. Desse total, após aplicação dos critérios de qualidade foram selecionados 36 artigos, os quais tiveram seus dados extraídos. Os artigos aceitos são apresentados no Apêndice B, juntamente com tabelas que referenciam os percentuais a serem discutidos neste Capítulo.

## 3.2 Teorias da personalidade

Os estudos encontrados na literatura consideravam diferentes teorias que tratam da personalidade humana, como revela a Figura 6. Esta Figura apresenta ainda, para cada teoria, a abordagem utilizada pelos autores para a coleta de dados que possibilitam a análise da personalidade. Nesta seção são apresentadas as principais teorias identificadas, bem como os estudos que as adotaram.

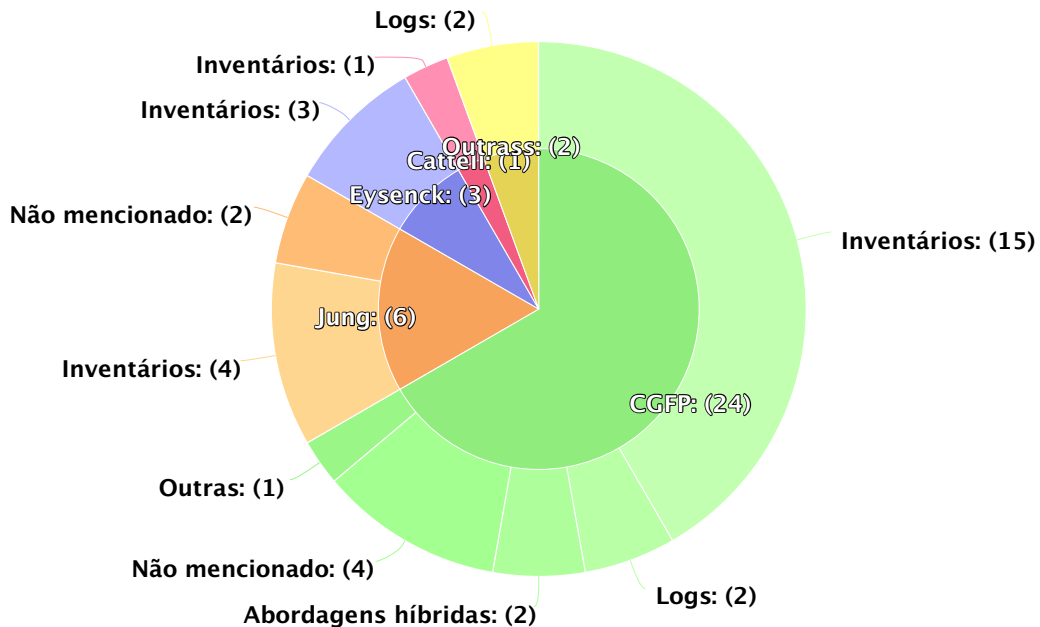
### 3.2.1 Cinco Grandes Fatores da Personalidade

Dentre os estudos analisados, 24 (67%) adotaram o modelo CGFP para analisar os traços de personalidade do usuário. No entanto, nem todos os estudos analisados



Figura 6: Visão geral sobre as teorias de personalidade e métodos usados para avaliar a personalidade do usuário.

## Teorias da Personalidade e Métodos de Análise



Fonte: O autor.

consideraram os cinco traços de personalidade descritos neste modelo. Como exemplo, três estudos consideraram exclusivamente o traço de Extroversão (VAIL; BOYER, 2014; TLILI et al., 2019; KAZEMINIA; KAEDI; GANJI, 2019). Houve também estudos que não mencionaram quais traços deste modelo foram adotados (KONSTANTOPOULOS; KARKALETSIS, 2013; ZHAO et al., 2019). Finalmente, embora nem todos os autores descrevam as razões para a utilização desse modelo, uma característica comumente apresentada em favor do CGFP é sua popularidade.

### 3.2.2 Psicologia Analítica

A Psicologia Analítica, outra abordagem teórica para a análise da personalidade, foi adotada por apenas seis estudos (17%). Neste escopo, Dias e Martinho (2011) justificaram sua escolha por esta teoria pela sua popularidade, e também por ser um dos modelos tradicional e mais comumente usados para classificação de personalidade em contextos mais amplos (não considerando apenas a adaptação do *software*). A adoção desta teoria por Supli e Shiratuddin (2015) e Shabihi, Taghiyareh e Abdoli (2016) ocorre, segundo os autores, justamente porque estudos anteriores com objeti-

vos de adaptação semelhantes também utilizaram esta teoria.

Assim como no modelo CGFP, os estudos não implementaram todos os traços dessa teoria. Em Shabihi, Taghiyareh e Abdoli (2016) e Shabihi e Taghiyareh (2017), os autores implementaram as quatro dimensões da personalidade, mas as agruparam de acordo com o *Keirseley Temperament Sorter*, um instrumento que analisa a personalidade por meio de temperamentos. Em seguida, os autores consideraram o tipo Racional (Intuição e Pensamento), Tipo Idealista (Intuição e Sentimento), Tipo Artesão (Sentindo e Percebendo), Tipo Guardião (Sentindo e Julgando) para definir adaptação.

### 3.2.3 Outros modelos

Além do CGFP e da Psicologia Analítica, outras teorias foram identificadas nos estudos analisados. A Teoria da Personalidade de Eysenck, por exemplo, foi a teoria escolhida pelos autores de três artigos (8%) (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2007; TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2008; LIEW; TAN, 2016) – que investigaram apenas a dimensão Extroversão/Introversão da personalidade. Um estudo empregou a abordagem de Cattell para a personalidade (ZHOU et al., 2007), mas não descreveu os traços usados. Em dois artigos (HU; ZHAO, 2008; MARAFIE et al., 2019) o modelo de personalidade empregado não foi mencionado. Dentre estes estudos, Hu e Zhao (2008) não mencionaram os traços empregados, enquanto Marafie et al. (2019) compreenderam a personalidade do usuário em quatro traços: zangado, hostil, paciente e cuidadoso.

## 3.3 Avaliação da personalidade do usuário

### 3.3.1 Inventários

A maioria dos estudos incluídos (69%) considerou a aplicação de inventários para a classificação dos traços de personalidade do usuário. Dentro desse escopo, em 10 estudos os inventários adotados não foram mencionados. A Tabela 1 mostra uma análise comparativa dos inventários mencionados.

O modelo CGFP possui uma variedade de inventários que podem ser usados na classificação da personalidade. Quatro inventários diferentes foram identificados para a classificação de traços de personalidade de acordo com o modelo CGFP: *Ten Item Personality Measure* (TIPI) (NAGLE; WOLF; RIENER, 2016; NAGLE; RIENER; WOLF,

Tabela 1: Comparação dos estudos de inventários de personalidade utilizados para avaliar a personalidade do usuário. Além do número e tipo de perguntas, são descritas as restrições de uso e direitos de propriedade.

Teoria	Inventário	Número de afirmações	Tipo	Uso	Direitos
CGFP	BFI	44	Escala de Likert	Disponível para fins de pesquisa ou uso não comercial	Berkeley University
	IPIP	3.320 (ao todo)	Escala de Likert	-	Domínio público
	IPIP-NEO	120 a 300	Escala de Likert	-	-
	TIPI	10	Escala de Likert	-	-
Jung	MBTI	93	Escala de Likert	Uso restrito, com necessidade de certificação.	Myers & Briggs Foundation
Eysenck	EPI	57	Sim/Não	-	-

2018; CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b), *Big Five Inventory* (BFI) (VAIL; BOYER, 2014; SCHEDL et al., 2016; LIMA et al., 2018), *International Personality Item Pool* (IPIP) (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018), e *International Personality Item Pool - Neuroticism, Extroversion & Openness* (IPIP-NEO) (DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015). Uma diferença importante entre esses inventários é o número de questões utilizadas no instrumento, conforme mostrado na Tabela 1.

Por outro lado, seis artigos (17%) adotaram a Teoria dos Tipos Psicológicos de Jung. Esses trabalhos unanimemente utilizaram o *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI) como ferramenta para coletar dados do usuário e classificar sua personalidade (KOSTOV; FUKUDA, 2001; DIAS; MARTINHO, 2011; SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015; SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017; YAHYA; SHAFZAND, 2018). Apenas três estudos (8%) adotaram a Teoria da Personalidade de Eysenck e, conseqüentemente, o *Eysenck Personality Inventory* (EPI) para classificar a personalidade do usuário (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2007; TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2008; LIEW; TAN, 2016). O EPI consiste em 57 declarações, as quais o usuário deve responder com “ Sim” ou “Não”. Destas, 48 questões foram utilizadas para identificar aspectos diretamente relacionados aos traços, e as outras nove questões foram utilizadas para analisar a consistência do usuário em suas respostas. Finalmente,

para avaliar a personalidade do usuário de acordo com a abordagem de Cattell, Zhou et al. (2007) empregaram o “*Sixteen Personality Factor Questionnaire (16PF)*”.

### 3.3.2 Outras abordagens

Outras abordagens para avaliar a personalidade do usuário foram identificadas em sete estudos (19%), como em Mairesse e Walker (2010) e Siddique et al. (2017), em que os autores adotaram inventários em conjunto com outras abordagens. Siddique et al. (2017) utilizaram ainda a análise de áudio e um classificador para avaliar a personalidade, enquanto Mairesse e Walker (2010) também consideram análise textual por feita especialistas em conjunto com o inventário.

Quatro estudos (HU; ZHAO, 2008; TLILI et al., 2019; MARAFIE et al., 2019; LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020) adotaram a avaliação da personalidade por meio da análise das interações registradas durante o uso do *software*. Tlili et al. (2019) e Lima, Feijó e Furtado (2020) descreveram estudos com procedimentos semelhantes. Em vez de pedir aos usuários que respondessem a um inventário, os pesquisadores desenvolveram situações nas quais as reações dos usuários indicavam sua personalidade. Em ambos os casos, as situações foram baseadas em inventários de personalidade. Enquanto Tlili et al. (2019) basearam a abordagem no *Big-Five Inventory (BFI)*, Lima, Feijó e Furtado (2020) usaram o *Big Five Game Inventory (BFGI-10)*. De forma complementar, Marafie et al. (2019) analisaram o comportamento dos usuários para identificar sua personalidade, com foco nos aspectos de condução veicular. De acordo com suas interações com o *software*, a personalidade dos usuários foi classificada nos seguintes traços: imprudente, descuidado, ansioso, raivoso, hostil, paciente e cuidadoso. Em Guo et al. (2020), considerando as relações entre os traços de personalidade e os tipos de senhas, os autores identificaram a personalidade a partir da senha informada pelo usuário.

Por fim, seis estudos não especificaram a abordagem utilizada para a coleta de dados (KONSTANTOPOULOS; KARKALETSIS, 2013; CAPUANO et al., 2015; SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015; OKPO et al., 2017; YAHYA; SHAFAZAND, 2018; ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019), e 10 estudos não declararam o inventário empregado (MAIRESSE; WALKER, 2010; DIAS; MARTINHO, 2011; REDONDO-HERNÁNDEZ; PÉREZ-MARÍN, 2011; SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; NGUYEN, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017; THOMAS; MASTHOFF; OREN, 2017; SIDDIQUE et al., 2017; KAZEMINIA; KAEDI; GANJI, 2019; ZHAO et al., 2019).

## 3.4 Adaptação de software

Nesta seção, são apresentadas as abordagens utilizadas pelos estudos para estabelecer as regras de adaptação, que definem a relação entre os traços de personalidade do usuário e as adaptações do *software*, bem como uma categorização dos tipos de adaptações realizadas.

### 3.4.1 Abordagens de definição de regras de adaptação

A adaptação automática de *software* a partir dos traços de personalidade do usuário tem como fundamento a definição das regras de adaptação, que consistem em estratégias para associar um traço de personalidade a uma adaptação específica do *software*. Por se tratar de um problema combinatório, diferentes regras de adaptação podem ser geradas em um *software*. Em geral, cada regra tem sua efetividade analisada considerando o impacto gerado em uma métrica de interesse, como a experiência do usuário ou o engajamento, por exemplo. Embora nem todos os artigos descrevam a análise da efetividade das regras, o processo de definição das mesmas é conduzido sob diferentes procedimentos em diferentes trabalhos. De forma geral, as abordagens da literatura podem ser classificadas em duas categorias: estáticas e dinâmicas.

Na abordagem estática, as regras são definidas pelos próprios autores considerando aspectos como comportamentos associados aos traços de personalidade, bem como regras identificadas em estudos de terceiros na literatura. Esta abordagem recebe este nome pois, em sua adoção, as regras de adaptação não sofrem alterações. Em contraponto, na abordagem dinâmica, as regras de adaptação podem ser definidas: i) a partir de experimentos iniciais com usuários; ou ii) pelos pesquisadores com base na literatura, mas validadas e ajustadas após avaliações experimentais com usuários. Diferentemente da abordagem estática, nesta abordagem as regras são periodicamente reajustadas, conforme novos dados são coletados.

### 3.4.2 Técnicas de implementação das regras de adaptação

Devido à diversidade de contextos abrangidos nos estudos analisados, foram identificadas diferentes técnicas para implementar as regras de adaptação. Nesta seção, será apresentada uma categorização não exclusiva das abordagens implementadas,

em que um estudo pode se enquadrar em mais de uma categoria. Tal categorização considera quatro grupos: Relação Direta, Inteligência Artificial, Modelos Matemáticos e Outros. Um estudo, em que os autores propuseram uma abordagem para criar software adaptativo com base na personalidade do usuário usando o método *Kansei Engineering*, não se encaixou nas categorias anteriores (YAHYA; SHAFAZAND, 2018).

#### **3.4.2.1 Relação direta**

Uma técnica comum identificada nos estudos consiste em implementar as regras de adaptação pensando em uma relação direta entre um tipo ou traço de personalidade e um elemento adaptável. Observou-se que 20 estudos (56%) enquadram-se nesta categoria. Neste escopo, embora a maioria dos artigos não apresente detalhes técnicos de implementação, pode-se entender que esta técnica possibilita o uso de estratégias de programação simples, como as estruturas condicionais clássicas. Como exemplo, tem-se a pesquisa realizada por Alves, Martinho e Prada (2019), na qual havia um *feedback* específico para cada traço de personalidade. Se um paciente com alto grau do traço neuroticismo tivesse um desempenho ruim, o jogo iria “encorajar o paciente de forma amigável a tentar novamente”. Caso contrário, se um paciente com baixo grau neste traço apresentasse um desempenho ruim, o *feedback* iria “avisar o paciente que resultados ruins não vão ajudar no processo” (ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019).

Complementarmente, em Kostov e Fukuda (2001) os autores adaptaram uma interface do jogo Tetris mostrando diferentes faces de desenhos animados de acordo com a personalidade e desempenho do usuário no jogo. Para definir as regras de adaptação, os pesquisadores realizaram uma pesquisa via *web* para analisar a percepção dos sujeitos sobre 54 faces de desenhos animados. Em seguida, estabeleceram as regras de exibição dos rostos considerando a ordem de preferência do usuário. No geral, pode-se citar que, embora essa abordagem possa não envolver grandes esforços computacionais, ela exige uma melhor compreensão dos traços de personalidade e como eles se relacionam com os elementos adaptáveis.

#### **3.4.2.2 Inteligência artificial**

A implementação de mecanismos de adaptação usando técnicas de Inteligência Artificial (IA) pode ser uma abordagem promissora. Neste sentido, 16 estudos (44%) se enquadram nessa categorização. Com o objetivo de adaptar a interface gráfica do

*software*, Aktivia, Djatna e Nurhadryani (2014), Supli e Shiratuddin (2015), Sarsam e Al-Samarraie (2018) utilizaram técnicas baseadas em regras para identificar e selecionar os elementos que podem satisfazer as preferências dos usuários. Aktivia, Djatna e Nurhadryani (2014) usaram *Association Rule Mining* (Aprendizado Baseado em Regras) considerando “personalidades do usuário como antecedentes e designs de interface como consequentes”. Em Supli e Shiratuddin (2015), os autores implementaram um Sistema Baseado em Regras usando o método de encadeamento direto. Sarsam e Al-Samarraie (2018) também utilizaram um sistema de Mineração de Regras de Associação, mas usando o algoritmo Apriori. Apenas Sarsam e Al-Samarraie (2018) justificaram a implementação desta abordagem, afirmando que ela pode fornecer soluções de *design* eficientes, uma vez que esta técnica pode indicar a combinação de elementos mais preferida em uma página.

Por outro lado, em Lima et al. (2018) e Lima, Feijó e Furtado (2020), foram descritas investigações focadas em adaptar a narrativa. Nesta pesquisa, os autores desenvolveram uma “rede de histórias” (representada por um gráfico), aplicando redes neurais nos pontos de ramificação para prever a escolha que pode melhor satisfazer as preferências dos usuários. Embora os autores não tenham justificado o uso de redes neurais, explicaram o uso de redes neurais distintas, considerando que cada ponto de decisão possui escolhas específicas. Desenvolvendo um robô assistivo, Tapus, Tapus e Mataric (2007) e Tapus, Tapus e Mataric (2008) usaram a política de aprendizagem por reforço de gradiente para controlar o comportamento do robô. O robô iniciava a interação com o usuário considerando alguns parâmetros (como a distância que deve ser mantida do usuário) definidos pelos pesquisadores. Então, enquanto o robô interagia com o paciente, esses parâmetros eram atualizados até que os parâmetros adequados fossem identificados. Kazeminia, Kaedi e Ganji (2019) utilizaram programação genética considerando que esta técnica é eficiente para resolver problemas de otimização. Hu e Zhao (2008) implementaram um método de correspondência de grandes impactos para a indústria do entretenimento, fornecendo um algoritmo para definir as adaptações, mas nenhuma explicação sobre esta escolha foi apresentada. Por fim, Capuano et al. (2015) utilizaram um classificador de rede neural artificial afirmando que ele possibilitava inferir as regras diretamente dos dados coletados.

### 3.4.2.3 Modelos matemáticos

Nesta categoria, o desenvolvimento de modelos matemáticos é a chave para definir a adaptação com base no traço de personalidade do usuário. Ou seja: são equações que definem qual intervenção será realizada no *software*. Dentro dessa estratégia, pesos diferentes podem ser definidos para cada traço de personalidade, bem como informações adicionais coletadas do usuário.

Pode-se, por exemplo, reforçar a percepção de extroversão de um indivíduo, computando não apenas o índice obtido do instrumento de análise de personalidade, mas também as interações entre os indivíduos durante o uso do *software*. Neste contexto, destaca-se o trabalho de Marafie et al. (2019), que adotaram o método *Latent Dirichlet Allocation*. Complementarmente, Cong et al. (2020a) implementaram um algoritmo de agendamento com base na programação linear inteira para determinar o preço e a qualidade do serviço com base nos traços de personalidade do usuário. Na implementação desse tipo de abordagem, várias linguagens podem ser utilizadas, como R (FOUNDATION, 2021b) e Python (FOUNDATION, 2021a), que oferecem bibliotecas e suporte para diferentes tipos de operações e algoritmos.

### 3.4.3 Elementos adaptados no *software*

Os estudos analisados consideraram vários elementos a serem adaptados no processo de interação. Os elementos foram agrupados em cinco categorias: conteúdo, visual, jogabilidade, comportamento e outros. Salienta-se que um estudo pode adotar diferentes tipos de adaptação de software, podendo ser listado em várias categorias.

#### 3.4.3.1 Conteúdo

Nesta categoria foram incluídos 17 estudos (47%), que envolvem adaptações no conteúdo, na narrativa ou na história apresentada ao usuário. Durante a análise desses estudos, observou-se que existem vários objetivos relacionados à adaptação de conteúdo: enquanto alguns estudos buscavam tornar alguns produtos mais atrativos para os usuários, outros visavam a auxiliar no desempenho do usuário em alguma atividade ou processo.

Dentro deste escopo, um cenário comum consistia em adaptar as mensagens de texto enviadas ao usuário nos *chatbots* (HU; ZHAO, 2008; REDONDO-HERNÁNDEZ;



PÉREZ-MARÍN, 2011; VAIL; BOYER, 2014; SIDDIQUE et al., 2017). Esses estudos buscavam tornar os *chatbots* mais pessoais, oferecendo melhores diálogos e mais satisfação aos usuários. Da mesma forma, outros estudos adaptaram mensagens de texto, mas extrapolando contextos de *chatbots*. A abordagem adotada por Thomas, Masthoff e Oren (2017), por exemplo, consistia em customizar as mensagens de texto enviadas aos usuários sobre alimentação saudável, enquanto Nguyen (2016) adaptavam as mensagens de forma a melhorar a qualidade do sono dos universitários. Dennis, Masthoff e Mellish (2015), por outro lado, personalizaram as mensagens de *feedback* para os usuários em um contexto de aprendizagem, a fim de melhorar o engajamento.

Outra adaptação de conteúdo consistiu em mudanças na narrativa (LIMA et al., 2018; LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020). Essa abordagem buscou fornecer melhores experiências para os usuários quando eles estão lendo uma história ou assistindo a um filme, por exemplo, proporcionando experiências únicas enquanto o usuário assistia ou interagia com o conteúdo audiovisual. Com foco em contribuir com o contexto de aprendizagem, Okpo et al. (2017) propuseram uma seleção de exercícios adaptativos. Complementarmente, Redondo-Hernández e Pérez-Marín (2011) investigaram a geração de perguntas considerando a personalidade e os estilos dos alunos.

### 3.4.3.2 Visual

Essa categoria atende às mudanças na interface gráfica do *software*, identificadas em 11 estudos (31%). Kostov e Fukuda (2001) exploraram a adaptação visual em um jogo de Tetris, mudando as expressões faciais de desenhos animados no fundo do jogo. Neste estudo, o objetivo foi fornecer resposta de *feedback* emocional aos usuários.

Em Aktivia, Djatna e Nurhadryani (2014), o objetivo era melhorar o desenvolvimento de projetos de usabilidade visual no contexto de aplicativos móveis. Os autores analisaram como alguns elementos da interface, como cor de fundo e cor da fonte, podem ser usados para aprimorar a interface de acordo com os traços de personalidade. Em Supli e Shiratuddin (2015), o foco da pesquisa foi aprimorar o uso da nuvem de palavras, adaptando sua visualização de acordo com a personalidade dos usuários. Nesse caso, os autores consideraram cores e formas para a adaptação. Considerando diversos elementos da interface do usuário (como estrutura, navegação, *layout*, estilo da fonte e outros), Sarsam e Al-Samarraie (2018) tiveram como objetivo gerar interfa-

ces de aprendizagem móvel que atendam melhor às preferências dos usuários. Por outro lado, Schedl et al. (2016) descreveram um estudo que visa a oferecer melhores visualizações de execução de música clássica.

### 3.4.3.3 Jogabilidade

Em jogos digitais, há diferentes elementos que podem ser adaptados. Como exemplo, pode-se citar a alteração do nível de dificuldade do jogo, dos mecanismos de recompensa e de pontuação, entre outros. No contexto desta revisão de literatura, as diferentes adaptações possíveis em jogos digitais serão classificadas como adaptações de jogabilidade (adotada em 25% dos estudos). Estas adaptações, embora possam compartilhar características com outras categorias (como visual, por exemplo), provocam algum impacto no processo de interação do usuário com o jogo, afetando seu progresso ou experiência.

Em Zhou et al. (2007), a expressão facial de um avatar foi adaptada enquanto o usuário interagia com o jogo. Segundo os autores, o avatar atuava como um espelho, expressando o estado do jogador. Dias e Martinho (2011) conduziram uma pesquisa que envolveu a adaptação de vários elementos do jogo: história, gerenciamento de recursos e adaptação de dificuldade. Os autores tiveram como objetivo “melhorar a experiência do jogador”, a fim de obter resultados positivos em relação à diversão do usuário.

Shabihi, Taghiyareh e Abdoli (2016) e Shabihi e Taghiyareh (2017) descreveram investigações que envolviam a adaptação de vários elementos do jogo, como placar, tabela de classificação, distintivo, *feedback* e progresso. Esses estudos estavam focados no processo de aprendizagem, a fim de melhorar o desempenho dos alunos. Complementarmente, Nagle, Wolf e Riener (2016) exploraram a adaptação de jogos em dois estudos. Em Nagle, Wolf e Riener (2016), os autores investigaram uma adaptação de dificuldade em um jogo de tiro em primeira pessoa, enquanto em Nagle, Riener e Wolf (2018) foi analisada a adaptação de contingência de recompensas em um jogo sério.

Tlili et al. (2019) construíram um jogo com dois tipos de adaptação. No primeiro, ocorrem algumas adaptações envolvendo sons, partituras e elementos visuais. A segunda envolve adaptações relacionadas ao nível de dificuldade para diferentes aspectos do jogo. Por fim, em Alves, Martinho e Prada (2019) os autores descrevem a adaptação do *feedback* fornecido pelo jogo. Embora os autores descrevam como o

jogo irá reagir ao desempenho do usuário, não ficou claro quais elementos do jogo foram adaptados.

#### **3.4.3.4 Comportamento**

Assim como observado para a categoria de jogabilidade, existem trabalhos que envolvem adaptações similares às visuais e de conteúdo, porém com finalidade específica. Tal característica é observada especialmente em pesquisas que envolvem o desenvolvimento de agentes virtuais e robôs. Nestes casos, é necessário simular e adaptar ações que remetam ao comportamento humano como, por exemplo, a velocidade da fala e os movimentos corporais de um *avatar*. Seis estudos (17%) se encaixam nessa abordagem.

Em relação aos agentes virtuais, dois estudos investigaram a adaptação de mensagens em agentes conversacionais (KONSTANTOPOULOS; KARKALETSIS, 2013; DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015). Liew e Tan (2016) relacionaram o desenvolvimento de um agente virtual que adapta sua voz de acordo com a personalidade do usuário. Em Tapus, Tapus e Mataric (2007) e Tapus, Tapus e Mataric (2008), o foco foi adaptar o comportamento de um robô auxiliar que interage com os pacientes no processo de reabilitação pós-AVC. Nesse caso, a adaptação envolvia fatores como a distância que o robô deve manter do usuário e a velocidade dos movimentos. Por fim, atuando também como ferramenta de apoio ao ser humano, a abordagem descrita em Marafie et al. (2019) consistiu em dar *feedback* aos motoristas, incentivando boas práticas de direção.

#### **3.4.3.5 Outros elementos**

Em três estudos, os autores adaptaram diferentes elementos do *software*. Guo et al. (2020) adaptaram as políticas de senhas, visando auxiliar no processo de desenvolvimento de senhas pelos usuários com mais segurança e facilidade de memorização. A adaptação de preço e qualidade de serviço oferecido por provedores de nuvem com base nos traços de personalidade do usuário foram investigados em dois estudos (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b).

### 3.4.4 Avaliação do impacto das adaptações

Considerando que as adaptações geralmente são feitas para melhorar a experiência do usuário, um aspecto importante é avaliar a eficácia dessas adaptações. No escopo desta revisão, 30 estudos (83%) descreveram a execução de uma avaliação experimental. Em relação a esses estudos, também foi analisado se os procedimentos adotados enfocavam aspectos relacionados ao usuário ou ao próprio *software*, conforme segue.

#### 3.4.4.1 Avaliação centrada no usuário

Grande parte dos estudos incluídos (64%) realizaram avaliações considerando aspectos centrados no usuário. Diversão, tempo de interação, motivação e satisfação são exemplos de aspectos considerados nas avaliações apresentadas pelos autores. Para avaliar esses aspectos, a abordagem predominantemente utilizada foi a aplicação de questionários (44% dos estudos). Dentro dessa abordagem, é comum solicitar aos usuários que avaliem sua percepção sobre o uso do *software*, ou autoavaliações sobre suas experiências.

Muitos estudos não mencionam explicitamente se os questionários usados foram desenvolvidos pelos próprios autores. Por outro lado, Dias e Martinho (2011) descreveram o uso de um questionário baseado no modelo *GameFlow*, enquanto Supli e Shiratuddin (2015) criaram um questionário denominado “Q-SAFI”. Em Liew e Tan (2016), a Escala de Afeto Positivo (*Positive Affect Scale*) (WATSON; CLARK; TELLEGEN, 1988) foi utilizada para compor os questionários desenvolvidos pelos autores considerando estudos semelhantes. Nagle, Riener e Wolf (2018) adotaram o Inventário de Motivação Intrínseca (IMI) (RYAN, 1982). Em Kazeminia, Kaedi e Ganji (2019), os autores mencionaram a utilização de um questionário que desenvolveram. Lima, Feijó e Furtado (2020) adotaram um questionário baseado no *IRIS Evaluation Toolkit* (KLIMMT et al., 2010). Por fim, Tlili et al. (2019) declararam o uso de três questionários distintos: i) Questionário de Motivação; ii) Questionário de Carga Cognitiva; e iii) Modelo de Aceitação de Tecnologia.

Além disso, para analisar aspectos como tempo de interação, engajamento e desempenho do usuário, alguns estudos incluem a análise de interações, enquanto outros também consideraram a “pontuação” obtida pelo usuário durante o uso de um *software* (geralmente jogos). Conforme observado, as avaliações realizadas nos estu-

dos empregaram diversas métricas ou métodos. Enquanto alguns estudos avaliaram o impacto na experiência do usuário, outros estudos avaliaram os efeitos em outros aspectos, como o desempenho e a avaliação do usuário sob a perspectiva de aprendizagem.

#### **3.4.4.2 Avaliação centrada no *software***

Onze estudos (31%) descreveram avaliações focadas em aspectos de *software*, considerando diversos métodos de avaliação, bem como diferentes objetivos específicos. Mairesse e Walker (2010) relataram uma avaliação experimental com especialistas para analisar a linguagem estilística gerada. Por outro lado, Lima et al. (2018) se concentraram em avaliar a precisão dos classificadores implementados para definir os caminhos da história. Em um estudo mais recente, Lima, Feijó e Furtado (2020) também avaliaram os algoritmos implementados para analisar a personalidade do usuário. Da mesma forma, Zhao et al. (2019) analisaram a precisão do método de reconhecimento de emoção proposto, que considera a personalidade do usuário para identificar a emoção. Com foco nas percepções do usuário e do *software*, foram realizadas simulações para avaliar a abordagem proposta pelos autores em dois estudos (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b).

### **3.5 Desafios e oportunidades**

Com base nos dados obtidos nos artigos analisados e na reflexão crítica dos autores, as limitações encontradas em relação à adaptação do *software* a partir dos traços de personalidade do usuário são apresentadas e discutidas nesta seção. Destacam-se também os desafios e lacunas a serem investigados em estudos futuros, a fim de contribuir com aplicações computacionais que envolvem aspectos da personalidade humana.

#### **3.5.1 Modelos de personalidade**

Um aspecto positivo identificado nos estudos analisados é a utilização de teorias e modelos de personalidade já consagrados e validados por pesquisadores da área de Psicologia. Esse fato é importante porque indica que os autores buscaram identificar, na literatura científica, como a personalidade humana tem sido estudada.

Nesse ponto, vale ressaltar que, ao tratar de questões relacionadas à personalidade, alguns estudos apresentam pequenas falhas de nomenclatura. É comum encontrar, por exemplo, o MBTI sendo indicado como modelo de personalidade, quando na realidade é um inventário elaborado de acordo com a Teoria dos Tipos Psicológicos de Carl Jung.

Por outro lado, os estudos analisados não apresentam grandes reflexões críticas sobre os modelos de personalidade implementados. Conforme apresentado na Seção 3.2, as justificativas para a adoção de um determinado modelo geralmente levam em consideração fatores como a popularidade ou a adoção por estudos semelhantes. Como os estudos analisados geralmente são escritos por pesquisadores da área de Ciência da Computação, é compreensível a ausência de uma criticidade particular em relação aos modelos de personalidade, mas é um aspecto a ser aprimorado em investigações futuras. Como exemplo, a pesquisa apontou que os Cinco Grandes são o modelo de personalidade mais usado no contexto desta revisão, mas resta a questão: é o mais apropriado?

### **3.5.2 Avaliação de personalidade**

Conforme apresentado na Seção 3.3, existem várias abordagens que possibilitam analisar a personalidade. Nos trabalhos analisados, a abordagem mais comum foi a aplicação de inventários. Embora esse resultado seja esperado, uma vez que os inventários são uma abordagem comumente utilizada por psicólogos, o uso de recursos computacionais nesta fase foi incipiente. Os inventários são, de fato, instrumentos amplamente validados e confiáveis. No entanto, em alguns contextos, pedir ao usuário para responder a um longo questionário pode não ser uma abordagem interessante ou eficaz. Além disso, como afirmado anteriormente, os resultados dependem da honestidade dos usuários. Testes adicionais não são comumente aplicados como ferramenta de confirmação das respostas, tornando o resultado subjetivo e dependente somente do usuário.

Novamente considerando o escopo dos trabalhos analisados, o uso de técnicas computacionais no processo de análise de personalidade é uma abordagem que poderia ter sido mais explorada nos estudos. Um exemplo interessante de utilização de recursos computacionais é a pesquisa desenvolvida por Lima, Feijó e Furtado (2020), em que a personalidade do usuário foi identificada a partir de interações com o software, em uma situação desenvolvida especificamente para esse fim – e elaborada a

partir de um inventário de personalidade.

Especificamente em relação aos inventários, os trabalhos analisados também não apresentam grandes reflexões críticas. Normalmente, os autores se limitam a informar qual inventário foi utilizado. Em alguns estudos, há menções mais específicas sobre determinados inventários, como restrições ao uso de MBTI (descritas na Tabela 1), que podem dificultar e complicar seu uso. Em contraponto, alguns autores relatam dificuldades com relação ao TIPI do CGFP, devido ao pequeno número de questões.

Neste contexto, existem trabalhos que, embora mencionem o modelo de personalidade implementado, não mencionam qual a abordagem utilizada para analisar a personalidade do utilizador. Considera-se que a ausência desta informação é prejudicial, visto que a análise de personalidade é um aspecto importante para o tipo de software analisado.

### 3.5.3 Regras de adaptação

A definição de regras de adaptação de *software* é um fator complexo, especialmente considerando a grande variabilidade de elementos adaptáveis e as diferentes abordagens que podem ser utilizadas para analisar a personalidade humana. Como esperado, os artigos analisados apresentaram diferentes estratégias metodológicas, incluindo diferentes formas de definir e implementar as regras de adaptação. Conforme já mencionado na Seção 3.4, as regras de adaptação podem ser fixas ou podem ser alteradas ao longo do tempo.

Identificou-se que a implementação pode ocorrer de diferentes formas: por meio de relação direta, uso de técnicas de Inteligência Artificial ou modelos matemáticos. No conjunto de estudos analisados nesta revisão de literatura, as implementações envolvendo Relações Diretas e Inteligência Artificial foram predominantes, independentemente da teoria da personalidade, como revela a Figura 7a. A escolha por qualquer uma dessas formas de implementação, na percepção dos autores, deve levar em consideração as características do *software* e de sua aplicação. Se o *software* tiver poucos elementos de adaptação, a implementação de relacionamento direto pode ser uma abordagem interessante. No entanto, esse tipo de implementação tende a exigir um maior conhecimento teórico sobre os elementos adaptados e seus possíveis impactos de acordo com os traços de personalidade considerados. Por outro lado, quando existe um cenário mais amplo, com muitas possibilidades de adaptação e um maior número de características do usuário em análise, a implementação de técni-

cas de Inteligência Artificial pode tornar esse processo mais eficiente, embora possa envolver maior complexidade de implementação.

### 3.5.4 Elementos adaptados

Considerando que o objetivo da maioria desses estudos envolve o engajamento do usuário, os elementos que podem ser adaptados no *software* representam um aspecto crucial para a validação das abordagens propostas. A escolha dos elementos adaptativos nos estudos analisados foi consistente e envolveu principalmente mudanças no conteúdo apresentado e na interface gráfica. Embora a maioria dos autores nem sempre detalhe os motivos que os levaram a implementar adaptações em determinados elementos, os elementos adaptados foram descritos na maioria dos estudos.

A Figura 7b indica a relação entre as teorias da personalidade e os elementos adaptados nos estudos analisados. Observa-se que estudos envolvendo adaptação de conteúdo costumam adotar o modelo CGFP. O modelo proposto por McCrae e Costa (1987) também foi o mais utilizado em contextos de adaptação visual. Embora apenas adaptações de jogabilidade tenham sido observadas, tanto o CGFP quanto a Teoria de Jung foram igualmente usados. Em relação às adaptações de comportamento, a Teoria de Eysenck foi a mais utilizada, seguida da CGFP. Essas relações, entretanto, retratam o contexto dos estudos analisados, o que não significa que exista uma teoria da personalidade mais adequada para cada tipo de adaptação.

Na realização de novos estudos neste contexto, sugere-se o estabelecimento de parcerias com profissionais de outras áreas do conhecimento, como *design* e psicologia, a fim de definir quais elementos serão adaptados – e como essas adaptações podem ocorrer. Embora as parcerias interdisciplinares possam resultar em desafios de comunicação e a determinação de linguagens comuns que possibilitem entender os conceitos de cada área envolvida seja um processo desafiador, os benefícios certamente serão positivos.

### 3.5.5 Avaliação

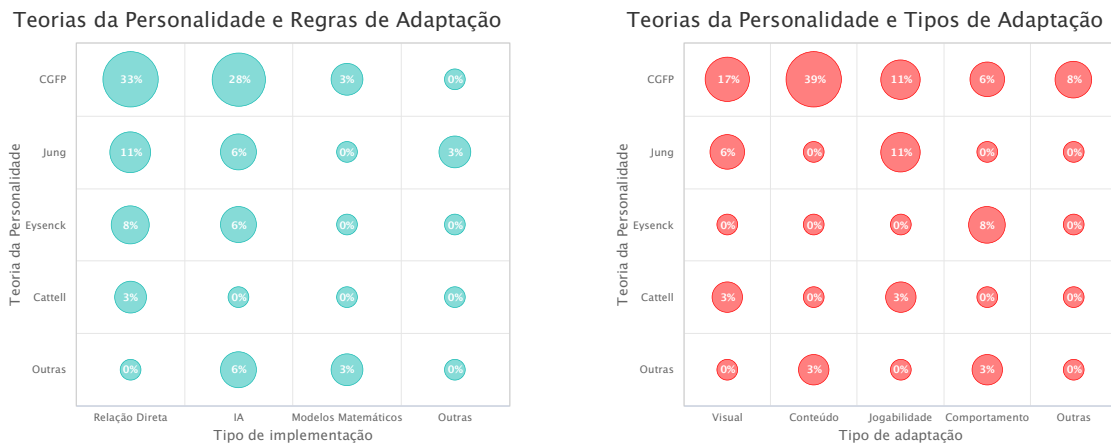
A maioria dos artigos analisados descreve o desempenho de avaliações experimentais de usuários, o que é um aspecto fundamental neste contexto. Nos casos em que foi utilizada uma abordagem computacional para analisar a personalidade, é necessário avaliar não apenas os impactos da adaptação feita, mas também o quão



preciso é o sistema de análise de personalidade. A realização dessas avaliações pode ser um processo complexo neste cenário, pois envolve uma ampla gama de situações.

Conforme mencionado na Seção 3.2, a abordagem mais comum para analisar o impacto das adaptações feitas foi a aplicação de questionários aos usuários, uma prática comumente utilizada na avaliação de aspectos da experiência do usuário. Em estudos futuros, uma diretriz interessante para definir as métricas de avaliação é um estudo desenvolvido por Darin, Coelho e Borges (2019), que compreende e categoriza diferentes métricas para avaliar software de acordo com fatores humanos. Outras abordagens, como analisar o desempenho do usuário ou as interações com o sistema, têm sido usadas com hesitação, mas são altamente promissoras.

Figura 7: Relações entre Teorias da Personalidade e aspectos de adaptação.



(a) Relação entre teorias da personalidade e tipos de implementações utilizadas para adaptação de *software*. Os tamanhos das bolhas indicam as porcentagens dos estudos.

(b) Relação entre teorias da personalidade e tipos de implementações utilizadas para adaptação de *software*. Os tamanhos das bolhas indicam as porcentagens dos estudos.

Fonte: O autor.

### 3.6 Abordagens recentes

Após a condução da revisão apresentada neste capítulo, foi verificado que poucos trabalhos recentes visam à adaptação de *software* a partir da personalidade. Muitos autores investigaram o comportamento do usuário considerando seus traços de personalidade, buscando-se identificar preferências ou estilos dos usuários. Denden et al. (2021), por exemplo, conduziram uma pesquisa para identificar associações entre

traços de personalidade e preferências de estudantes por elementos de *design* no processo de gamificação. Outros autores, como Palhano, Machado e Almeida (2020), investigaram a análise da personalidade do jogador a partir de interações do usuário com um jogo digital. Adicionalmente, parte significativa destes trabalhos aborda a personalização de *software*, com especial foco em educação, sem considerar traços de personalidade. No contexto de jogos e personalidade, destaca-se o trabalho conduzido por Sajjadi, Ewais e De Troyer (2022), que enriquecem a discussão apresentando uma revisão sistemática de literatura sobre a individualização em jogos sérios, destacando importantes aspectos relacionados à adaptação destas aplicações.

Outra pesquisa, desenvolvida por Mostefai, Balla e Trigano (2019), destaca-se ao envolver emoções e traços de personalidade na adaptação de jogos sérios. Embora compartilhe semelhanças com esta pesquisa de doutorado, o trabalho de Mostefai, Balla e Trigano (2019) apresenta algumas particularidades. Especificamente, as emoções do jogador são reconhecidas a partir das interações com o jogo. No estudo, entende-se que os eventos do jogo podem afetar o estado emocional do usuário e, da mesma forma, o estado emocional do usuário afetará suas próximas ações na aplicação. Como o intuito da pesquisa consiste em oferecer ao usuário vivências de emoções positivas, os eventos do jogo são manipulados para influenciar o estado emocional do jogador. Em recomendações a desenvolvedores de jogos afetivos, os autores também sugeriram que, tanto o reconhecimento de emoções quanto a definição das adaptações, levem em consideração algumas características do usuário, como sua personalidade e seu perfil. Para tanto, devem ser desenvolvidas matrizes de transição que associem, para cada tipo de personalidade e perfil, eventos do jogo – e emoções associadas a eles. Embora o reconhecimento de emoções possa ser desenvolvido como um módulo a ser utilizado por diferentes jogos, os autores apresentam como requisitos: i) que se identifique, para cada jogo, quais emoções ele provocar nos usuários; ii) o estabelecimento de um mapeamento relacional entre as emoções, as ações do jogador e seu estado no jogo; iii) a criação, pelos desenvolvedores, de matrizes de transição que indiquem, a partir de eventos do jogo, prováveis de estados emocionais do usuário. Deste modo, a cada evento do jogo é preciso consultar os estados emocionais e o estágio do jogador na partida para identificar os possíveis estados emocionais futuros e também as ações que podem ser desempenhadas pelo jogador.

Como apresentado no Capítulo 5, a abordagem proposta nesta pesquisa de doutorado distingue-se das iniciativas encontradas na literatura. Especificamente, a abor-

dagem visa a adaptação automática de múltiplos jogos sérios utilizando-se o mesmo arcabouço computacional. Além disso, as emoções do jogador são analisadas para definir quando uma adaptação será efetuada, bem como os traços de personalidade para identificar o que será adaptado. A abordagem também prevê que qualquer jogo desenvolvido com aspectos adaptáveis poderá ser integrado a ela, sem grandes esforços ou atividades por parte dos programadores.

### **3.7 Considerações finais do capítulo**

Considerando a relevância do assunto e o crescente interesse da comunidade científica pelo tema nos últimos anos, este Capítulo apresentou uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de traços de personalidade para realizar adaptação de *software*. Seguindo um protocolo rigoroso, esta revisão sistemática envolveu a análise de 836 artigos, dos quais 36 foram incluídos na análise final.

Os resultados e discussões revelam que adaptação automática de jogos com base na personalidade ainda encontra-se em estágio inicial, com investigações visando a identificar benefícios e oportunidades. Finalmente, evidencia-se que a abordagem proposta neste estudo apresenta contribuições ainda não observadas na literatura.

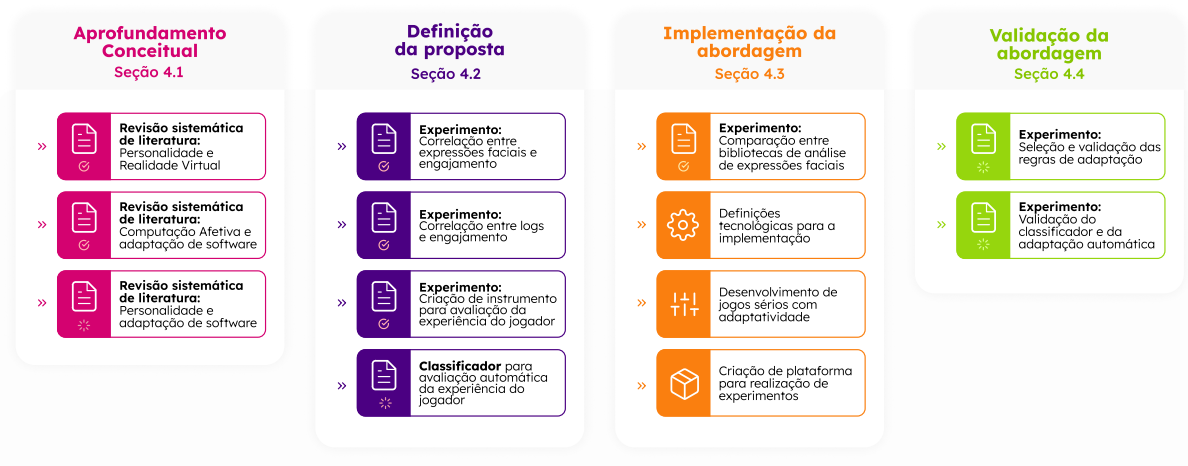
# **PARTE II**

## **DESENVOLVIMENTO**

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são introduzidos os materiais e métodos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa, a serem aprofundados em capítulos posteriores. Os processos foram organizados em quatro fases: i) aprofundamento conceitual; ii) definição da proposta; iii) implementação da abordagem; e, finalmente, iv) validação da abordagem. Na condução dos processos foram gerados resultados parciais que possibilitaram a escrita e publicação de artigos científicos. A Figura 8 apresenta uma visão geral de cada fase, incluindo as ações e produtos gerados no decorrer de cada uma delas. Na mesma figura, são apresentadas as etapas que resultaram na publicação de artigos com resultados parciais desta pesquisa. A seguir, são apresentados aspectos introdutórios relacionados a cada fase.

Figura 8: Visão geral da metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa.



Fonte: O autor.

## 4.1 Aprofundamento conceitual

Como etapa inicial para desenvolvimento desta pesquisa, foram realizadas diversas revisões de literatura. Nos primeiros semestres, uma revisão sistemática de literatura sobre a utilização de técnicas de Computação Afetiva para a adaptação automática de *software*, iniciada durante a pesquisa de mestrado do autor, foi aprimorada e publicada em Aranha, Correa e Nunes (2019). Esta revisão sistemática trouxe importantes contribuições para esta pesquisa de doutorado, apoiando o processo de tomada de decisão em relação ao uso de Computação Afetiva. Em seguida, iniciaram-se duas revisões sistemáticas de literatura: a primeira, sobre o impacto da personalidade do jogador na experiência de uso de aplicações de Realidade Virtual (RV); a segunda sobre a adaptação automática de *software* com base na personalidade do usuário. A primeira revisão foi publicada em Aranha et al. (2018), enquanto a segunda (apresentada no Capítulo 3) encontra-se, até o momento de depósito deste documento, em processo de submissão a periódico.

Esta fase compreendeu ainda o aprofundamento conceitual em aspectos relacionados a emoções e a personalidade humana, por meio da consulta a materiais bibliográficos da área da Psicologia e de GUR (Seção 2.4). Além da manutenção da análise de expressões faciais como potencial técnica para a avaliação da experiência do jogador, definiu-se a adoção da Teoria dos Traços de Personalidade, em especial do modelo CGFP (Seção 2.3). Um instrumento deste modelo, já validado para a Língua Portuguesa, foi selecionado para a análise da personalidade dos usuários.

## 4.2 Definição da proposta

Conforme relatado no Capítulo 1, a pesquisa de mestrado do autor envolveu a elaboração de um *framework* para a adaptação automática de jogos sérios voltados ao processo de reabilitação motora com o uso de técnicas de Computação Afetiva. Embora tal pesquisa apresente certa similaridade com esta pesquisa de doutorado, optou-se por adotar uma nova abordagem de definição da proposta. Deste modo, o *framework* proposto nesta pesquisa considera aspectos importantes relatados em Aranha et al. (2017), mas não se limita à arquitetura ou aspectos tecnológicos definidos na ocasião.

A inclusão da análise da personalidade e a definição automática da adaptação a

ser efetuada no jogo trazem, por si só, diferentes características a serem abordadas pelo novo *framework*. Com tal particularidade em mente, foi proposta uma nova arquitetura para o desenvolvimento de jogos sérios adaptativos. Adicionalmente, para embasar as tomadas de decisão deste processo, foram desenvolvidos diferentes estudos que visavam a validar parcialmente a proposta. Estes estudos compreendem:

- uma investigação sobre a correlação entre expressões faciais associadas a emoções discretas e o engajamento do jogador (ARANHA et al., 2021), visando a utilização de tais dados para a avaliação automática do engajamento;
- análise de correlação entre *logs* e o engajamento do jogador, também visando a utilização de tais dados para a avaliação automática do engajamento;
- desenvolvimento e validação inicial de um instrumento resumido para a avaliação da experiência do jogador, com foco na população falante de português brasileiro;
- treinamento de um classificador para a avaliação automática da experiência do jogador.

Para a condução dos experimentos, contou-se com a parceria de três estudantes de graduação participantes de programas de iniciação científica. Os resultados de parte destes estudos geraram artigos submetidos a conferências científicas, referenciados acima, enquanto os demais englobam artigos em processo de submissão. Em complemento, a pesquisa de doutorado foi submetida, ao longo dos anos, a Workshops de Teses e Dissertações de duas conferências promovidas pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) que abordam temáticas relacionadas: o Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC) (ARANHA; NUNES, 2019) e o *Symposium on Virtual and Augmented Reality* (SVR) (ARANHA; NUNES, 2020; ARANHA; NUNES, 2021). Esta abordagem revela que as decisões que embasam esta pesquisa de doutorado foram parcialmente validadas pelas comunidades científicas de diferentes áreas do conhecimento durante todo o processo.

Na Seção 5.1, a proposta do *framework* é apresentada em detalhes, incluindo os processos de tomada de decisão e as publicações que propiciaram embasamento para as definições realizadas.

### 4.3 Implementação da proposta

Em processo paralelo à definição da proposta, iniciou-se a implementação do *framework*. Para tanto, foram avaliados aspectos como o desempenho de ferramentas de Computação Afetiva, além das tecnologias a serem adotadas durante a implementação do *framework*. Assim como na fase de definição, algumas decisões foram tomadas considerando-se resultados de estudos científicos, incluindo novamente a participação de estudantes de graduação integrantes de programa de iniciação científica. Destaca-se nesse sentido uma análise comparativa sobre o desempenho, em diferentes condições de iluminação e distância, de bibliotecas de código aberto para o reconhecimento de expressões faciais (ARANHA; CASAES; NUNES, 2020).

Conjuntamente, foram definidas as tecnologias a serem utilizadas na implementação do *framework*. Neste escopo, um fato relevante a ser mencionado é que, conforme componentes do *framework* foram sendo implementados, os mesmos já passaram a ser utilizados em avaliações experimentais, incluindo aquelas conduzidas para o aperfeiçoamento da proposta. No Capítulo 5, em complemento à conceituação do *framework*, é descrito na Seção 5.3 o processo de implementação do mesmo, incluindo-se as funcionalidades e recursos previstos, além de potenciais aprimoramentos que podem ser realizados ao longo do tempo.

### 4.4 Validação

Concluindo-se a definição da abordagem e sua implementação, conduziu-se duas avaliações experimentais. A primeira, apresentada no Capítulo 6, buscou estabelecer regras de adaptação para os traços de personalidade do CGFP. Estas regras de adaptação foram aplicadas pelo *framework* para a adaptação automática de jogos sérios considerando as emoções e a personalidade do jogador, conforme previsto na abordagem proposta. Em seguida, uma nova avaliação experimental foi conduzida para se analisar a efetividade da abordagem proposta, especialmente considerando-se as regras de adaptação previamente definidas, em oferecer melhor experiência aos jogadores. A metodologia adotada para tal avaliação, bem como seus resultados e discussões, são apresentados no Capítulo 7.



## 5 ADAPTAÇÃO AUTOMÁTICA DE JOGOS SÉRIOS

No escopo do presente trabalho, a adaptação automática de aplicações computacionais, incluindo os jogos sérios, envolve duas ações fundamentais. A primeira consiste em **identificar quando** uma adaptação deve ser efetuada. A segunda, em **definir qual** intervenção será executada na aplicação para se chegar a determinado objetivo. Conforme introduzido no Capítulo 1, a abordagem proposta visa a oferecer uma melhor experiência aos jogadores, utilizando-se como ferramenta o recurso de adaptação automática. Por adaptação automática entende-se que as duas ações mencionadas devem ocorrer de forma automática, sem a intervenção do usuário final (jogador) ou do profissional da área de aplicação do jogo sério.

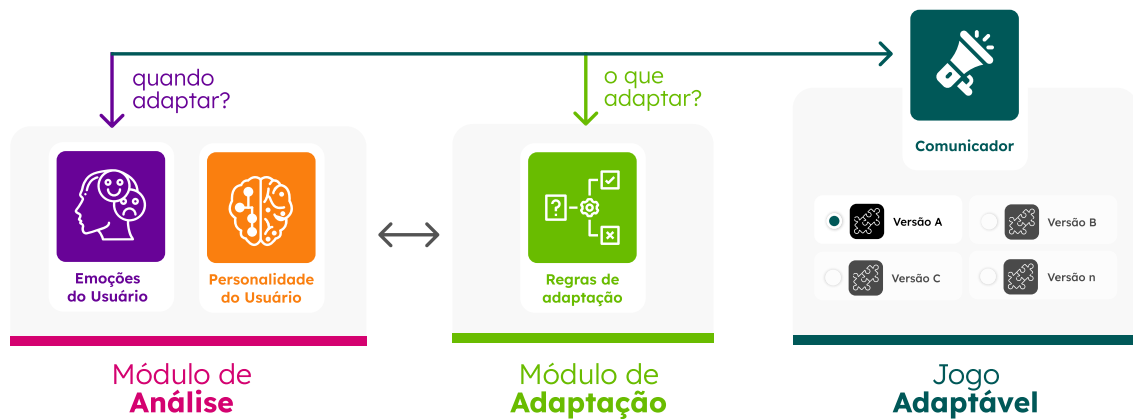
Neste Capítulo, são introduzidos na Seção 5.1 os princípios que fundamentam a abordagem de adaptação automática proposta, bem como os processos envolvidos em sua concepção. Em seguida, são discutidas na Seção 5.2 as definições estratégicas que possibilitam a aplicação da abordagem conceitual na implementação de um arcabouço tecnológico. Finalmente, na Seção 5.3, é apresentado o escopo tecnológico de uma implementação da abordagem proposta – em caráter de prova de conceito.

### 5.1 Abordagem conceitual

Na abordagem proposta nesta pesquisa, as duas ações relacionadas à adaptação automática são definidas considerando-se: i) características individuais dos jogadores, especificamente seus traços de personalidade, para a definição das regras de adaptação (o que será adaptado); ii) emoções vivenciadas durante o uso do jogo para a definição de quando uma adaptação deve ser efetuada. Como pode-se observar, as definições relacionadas a estas ações envolvem certa complexidade. Por esta razão, entende-se que a abordagem deve ser concebida de modo a facilitar o desenvolvimento de jogos sérios com adaptação automática, em especial propiciando o reuso

das soluções tecnológicas necessárias para coleta e tratamento de dados, bem como para tomada de decisão. Para tal finalidade foi proposta uma abordagem conceitual, ilustrada pela Figura 9, contendo três elementos.

Figura 9: Ilustração da abordagem conceitual.



Fonte: O autor.

O **Módulo de Análise** concentra todas as informações relativas a um jogador, incluindo funcionalidades como o reconhecimento de emoções e a análise da personalidade. Em termos práticos, este módulo trata-se de uma central de informações sobre o usuário.

Ao segundo módulo, denominado **Módulo de Adaptação**, compete definir qual adaptação será executada no jogo. Para tanto, são analisadas quais versões de um jogo podem oferecer melhor experiência aos usuários com predominância de determinado traço de personalidade. Neste processo, consultas devem ser realizadas ao Módulo de Análise para a obtenção de informações de determinado usuário.

O terceiro elemento da abordagem consiste no **Jogo Adaptável**, que compreende o jogo, suas versões e um mecanismo que possibilita a comunicação com o Módulo de Adaptação. Para tanto, o jogo sério deve ser desenvolvido de modo a contemplar diferentes versões, que poderão ser alternadas em tempo de execução. Caberá ao mecanismo comunicador identificar, por consulta ao Módulo de Análise, se uma adaptação deverá ser efetuada. Em caso positivo, consultará o Módulo de Adaptação qual versão deve ser executada para, em seguida, aplicar tal adaptação. Com esta abordagem conceitual, pode-se desenvolver diferentes jogos digitais adaptativos que fazem réuso de recursos computacionais comuns ao processo de adaptação automática.

## **5.2 Definições para prova de conceito**

A fim de viabilizar a implementação de uma prova de conceito, algumas escolhas e definições foram necessárias, conforme apresentado a seguir. A abordagem conceitual apresentada na Seção 5.1 enfatiza a utilização de dados acerca do estado emocional do usuário para a definição de quando uma adaptação deverá ser efetuada no jogo. Todavia, não há consenso sobre o uso de emoções como métrica de avaliação do envolvimento do usuário com o jogo. Portanto, fez-se necessário estabelecer um novo protocolo que, ao analisar as emoções vivenciadas pelos jogadores, seja capaz de definir automaticamente quando uma adaptação deve ou não ocorrer. Optou-se por explorar potenciais relações entre os estados emocionais com o engajamento e a experiência do jogador. Para esta etapa, foram conduzidas avaliações experimentais, cujos métodos e resultados são apresentados e discutidos na Seção 5.2.1.

Outra definição estratégica inerente à atual pesquisa diz respeito à concepção de jogos sérios adaptáveis. Compreendeu-se que, para a integração de diferentes jogos sérios com a abordagem, estes devem ser desenvolvidos considerando determinados aspectos. Estes aspectos são introduzidos na Seção 5.2.2. Finalmente, as regras de adaptação, que consistem na associação entre traços de personalidade e versões de um jogo, têm sua abordagem de proposição introduzida na Seção 5.2.3.

### **5.2.1 Identificação do momento de adaptação do jogo**

Para a definição do momento em que uma adaptação será realizada no jogo, foi analisada inicialmente a correlação entre expressões faciais do jogador e o engajamento do mesmo. Uma vez que os resultados encontrados não forneceram indícios de forte correlação entre as variáveis, optou-se por investigar a relação entre expressões faciais e um conceito mais amplo, o de experiência do jogador – que engloba diversos componentes, como o engajamento (conforme apresentado na Seção 2.4). Adicionalmente, identificou-se como necessário o desenvolvimento de um novo instrumento para a avaliação da experiência do jogador. Após o desenvolvimento e validação inicial deste novo instrumento, definiu-se o treinamento de um novo classificador para a avaliação automática da experiência do jogador a partir da análise de expressões faciais. Os processos e métodos são descritos a seguir.

### 5.2.1.1 Correlação entre engajamento e emoções associadas a expressões faciais

A Computação Afetiva é uma área de pesquisa que pode apresentar contribuições promissoras para as aplicações adaptativas, uma vez que dispõe de técnicas e recursos capazes de propiciar, de forma automática, indicadores acerca dos estados emocionais dos usuários – conforme apresentado na Seção 2.2. Neste sentido, a adoção de técnicas de Computação Afetiva foi a estratégia adotada nesta pesquisa para a definição do instante em que uma adaptação deve ser efetuada no jogo.

Considerando-se sua característica não-invasiva e buscando-se minimizar restrições para a participação de voluntários nos experimentos remotos, definiu-se como técnica de Computação Afetiva a análise de expressões faciais, abordagem que já havia sido utilizada em Aranha (2017) com o apoio de um *software* comercial. No presente estudo, optou-se por utilizar exclusivamente ferramentas de código aberto. Embora as expressões faciais tenham sido tradicionalmente usadas para o reconhecimento de emoções discretas universais (raiva, nojo, medo, alegria, tristeza e surpresa), sua adoção para a avaliação automática de aspectos relacionados à experiência do usuário ainda tem sido pouco explorada, especialmente no contexto de jogos. Apesar de estudos recentes tratarem desta temática, uma relação evidente entre emoções discretas universais e o engajamento ainda não foi estabelecida, especialmente considerando-se que o desenvolvimento de jogos afetivos encontra-se em estágio inicial (ROBINSON et al., 2020).

Com o intento de se analisar a adoção da análise de expressões faciais como métrica de avaliação da experiência do jogador, foram realizados estudos visando a identificar se existe correlação entre as expressões faciais do jogador e o engajamento. Para tanto, foram conduzidos dois estudos, cujas metodologias e resultados são detalhadamente apresentados em Aranha et al. (2021). O primeiro estudo baseou-se em dados coletados durante o uso de um jogo sério para reabilitação motora, em que tanto os indicadores de emoções discretas quanto os indicadores de engajamento eram providos por um *software* comercial de análise de expressões faciais. O conjunto de dados era composto por registros de expressões faciais e engajamento, coletados ao longo de 33 horas com 11 pacientes do processo de reabilitação motora.

O segundo estudo compreendeu dois jogos, em que as expressões faciais eram analisadas por um *software* gratuito, enquanto o engajamento era autoavaliado pelos jogadores por meio do questionário UES (O'BRIEN; CAIRNS; HALL, 2018). Devido à



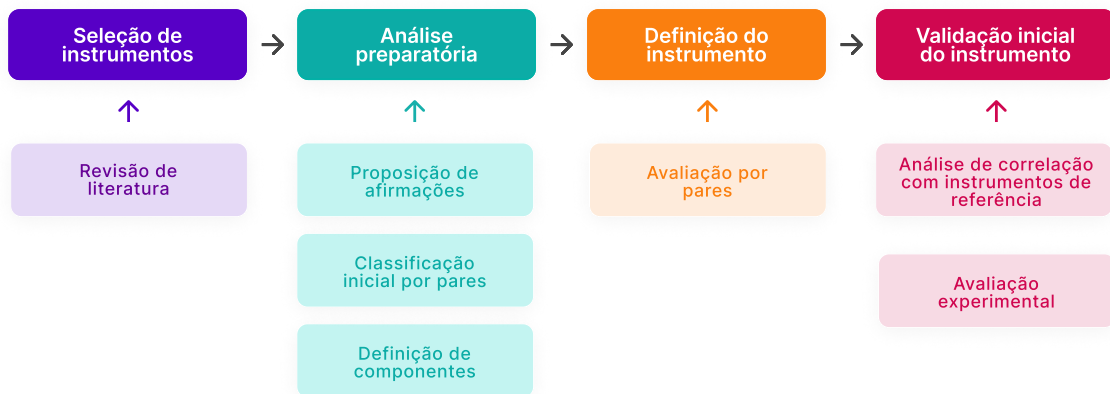
Considerando os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4, não foi possível estabelecer uma relação entre expressões faciais associadas a emoções discretas e o engajamento do jogador. Utilizando-se o mesmo conjunto de dados obtido no segundo estudo, Sales et al. (2022) investigaram a correlação entre *logs* (registros de interações e eventos que ocorrem no jogo) e o indicador de engajamento. Especificamente, foram identificados para cada jogo os *logs* que representavam a interação do usuário com o jogo. Isto incluiu, por exemplo, o número de erros e acertos do usuário em uma partida. Posteriormente, os *logs* foram agrupados em três categorias (positivos, neutros e negativos). Tal categorização dos levou em consideração o impacto de cada *log* na jogabilidade. Os *logs* foram considerados positivos quando aumentavam a pontuação ou contribuía para o progresso do jogador no contexto do jogo; negativos quando reduziam a pontuação, atrasavam ou bloqueavam o progresso do jogador; e neutros quando não afetavam diretamente a pontuação ou o progresso do jogador, englobando eventos como pausar o jogo ou caminhar com um personagem. Os coeficientes de correlação foram calculados para as duas abordagens de análise dos *logs*. Os resultados, entretanto, revelaram similarmente baixos índices de correlação. Adicionalmente, diversos participantes relataram dificuldades para compreender plenamente as afirmações que compunham o questionário UES, utilizado para a avaliação do engajamento. Como mencionado anteriormente, na ocasião do experimento, não havia tradução oficial ou validada para o português brasileiro, portanto a versão utilizada foi traduzida livremente pelo autor.

### **5.2.1.2 Proposição de um novo instrumento para a avaliação da experiência do jogador**

Juntamente com as dificuldades anteriormente mencionadas para a avaliação da PX, o instrumento UES apresentava 12 afirmações em sua versão reduzida. Portanto, sua adoção como métrica de avaliação da PX (em potencial substituição à análise de expressões faciais) foi considerada inviável, uma vez que interromperia o processo de interação do usuário com o jogo. Optou-se então pela criação de um novo instrumento de avaliação da experiência do jogador, denominado Player Experience - Brazilian Inventory (PX-BR). Na ocasião, definiu-se também que o novo instrumento deveria ser de tamanho reduzido, uma vez que deveria ser aplicado diversas vezes ao longo da utilização do jogo. Ilustrado pela Figura 10, um protocolo foi estabelecido para o desenvolvimento do novo instrumento, contando com a colaboração de outros pesquisadores do grupo de pesquisa, bem como das comunidades científicas

de áreas correlatas.

Figura 10: Visão geral do protocolo adotado para o desenvolvimento do novo instrumento de avaliação da experiência do jogador.



Fonte: O autor.

A partir de uma revisão de literatura, foram selecionados três instrumentos de referência: IEQ, GEQ e UES. Ainda em consideração aos dados levantados durante a revisão de literatura, foram definidos três componentes da PX a serem avaliados pelo novo instrumento: imersão/presença, diversão e jogabilidade. Pesquisadores do grupo de pesquisa com experiência em temas relacionados a jogos, excluindo-se os diretamente envolvidos com esta pesquisa, foram convidados a classificar as afirmações dos instrumentos de referência dentre estes três componentes. As afirmações que foram classificadas em um único componente por pelo menos 80% dos participantes foram selecionadas para a próxima fase, que envolveu a proposição de afirmações em Língua Portuguesa que sumarizavam o conteúdo das afirmações originais. Para cada componente, foram propostas quatro afirmações em Língua Portuguesa.

Em seguida, foi conduzida uma etapa de avaliação por pares. Nesta fase, para o recrutamento de participantes, além de divulgação interna e em redes sociais, foram enviadas mensagens para listas de e-mails de pesquisadores das áreas de Jogos e IHC da SBC, bem como a divulgação em listas de e-mails de grupos de pesquisa parceiros. Para cada componente, os participantes poderiam selecionar uma afirmação (dentre as propostas) ou propor uma nova sentença que avaliasse tal componente. Ao todo, 56 indivíduos participaram da avaliação. Os participantes também puderam compartilhar, durante o experimento, experiências e desafios relacionados à avaliação da experiência do jogador em seus projetos e pesquisas.

Para o componente de imersão/presença, a afirmação selecionada por 38% dos participantes foi: “Me desliguei do mundo real e fiquei atento apenas ao jogo, sem perceber o que acontecia ao meu redor”. Com relação ao componente diversão, a afirmação “Achei divertido/prazeroso utilizar o jogo” foi selecionada por 54% dos participantes. Finalmente, para o componente de jogabilidade, a afirmação selecionada majoritariamente (46%) foi “Gostei dos elementos visuais e sonoros, bem como da dinâmica do jogo.”

Após sua composição, o instrumento foi inicialmente validado com sua aplicação em uma avaliação experimental. Também realizada de modo remoto, tal avaliação compreendeu a utilização de até dois jogos de entretenimento digital por parte dos voluntários. Ao final da interação com cada jogo, o voluntário foi convidado a responder a um questionário contendo as afirmações do instrumento proposto e as afirmações extraídas dos instrumentos de referência. Foram analisadas, portanto, as correlações entre as afirmações do novo instrumento e as afirmações que dos instrumentos de referência que, conforme classificação dos pares, também avaliavam aquele componente.

O recrutamento de participantes para fase de validação se deu especialmente por meio de divulgação em redes sociais. O experimento registrou 57 respostas ao todo. Os resultados indicaram correlação moderada e forte em grande parte dos casos, com significância estatística, indicando que o instrumento apresenta dados condizentes com instrumentos de referência, amplamente adotados na literatura. O processo de desenvolvimento e validação do novo instrumento é relatado em artigo científico (ARANHA; NUNES, 2022).

### **5.2.1.3 Classificador para a avaliação da experiência do jogador**

Embora o novo instrumento apresentado na seção anterior tenha contribuído para o contexto da pesquisa, entendeu-se que a avaliação automática da experiência do jogador seria um recurso de grande importância para a adaptação automática dos jogos digitais. Assim, considerando-se um conjunto de dados coletado em uma avaliação experimental (relatada no Capítulo 6), que envolveu a análise de expressões faciais e a avaliação da experiência do jogador com o instrumento PX-BR, optou-se por utilizar técnicas de Inteligência Artificial para treinar um classificador com o objetivo de avaliar, para determinada utilização de um jogo, a experiência do jogador considerando-se diversos dados coletados, inclusive as expressões faciais.



**Construção do dataset** Optou-se pela utilização de algoritmos com classificação binária. Assim, fez-se necessário representar a PX a partir de uma medida binária. Para esta etapa, as seguintes condições foram testadas para obter-se uma classificação binária considerando as respostas do jogador aos três componentes do questionário PX-BR:

- Abordagem global: foi adotado como *threshold* a mediana de PX, considerando todos os registros de todos os jogadores;
- Abordagem PX individual: para cada jogador, foi calculada a mediana de PX. As atividades com PX superior ao *threshold* foram categorizadas com o valor 1 (um) (experiência boa), e as inferiores com o valor 0 (zero) (experiência ruim);
- Abordagem individual por componente: nesta versão, para cada jogador, foram calculados três *thresholds* (um para cada componente avaliado).

As abordagens mencionadas foram testadas, sendo o melhor resultado obtido com a última abordagem. Assim, optou-se pelo treinamento de três classificadores, um para cada componente da experiência do jogador. Ressalta-se, porém, que o processo de discretização resultou em um conjunto de dados desbalanceado. Para cada classificador, foram testados diferentes algoritmos de balanceamento, apresentando o *NearMiss* (MANI; ZHANG, 2003) o melhor desempenho nos testes realizados.

Com relação às expressões faciais, para cada atividade o *software* de análise de expressões armazena uma grande quantidade de informações. Do registro de emoções de cada atividade, pode-se extrair dois vetores de características: i) o vetor que considera o *score* médio de cada expressão facial; e ii) o vetor que considera o percentual de registros em que cada emoção teve o maior *score*. Após a realização de testes, observou-se que as diferentes abordagens implicavam em resultados fortemente similares, com a primeira abordagem apresentando leve vantagem em relação à métrica *f1-score*. Portanto, optou-se pela abordagem que consiste no *score* médio de cada expressão facial identificada.

No contexto deste estudo, foram consideradas as seguintes métricas: acurácia (Equação 5.1), precisão (Equação 5.2), revocação ou sensibilidade (Equação 5.3), *f1-score* (Equação 5.4), especificidade (Equação 5.5) e área sob a curva (Equação 5.6) (SOKOLOVA; LAPALME, 2009). Tais métricas são calculadas considerando-se indicadores de Verdadeiro Positivo (VP), Verdadeiro Negativo (VN), Falso Positivo (FP), Falso Negativo (FN).

$$\text{Acurácia} = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} \quad (5.1)$$

$$\text{Precisão} = \frac{VP}{VP + FP} \quad (5.2)$$

$$\text{Revocação ou sensibilidade} = \frac{VP}{VP + FN} \quad (5.3)$$

$$\text{f1-score} = \frac{(\beta^2 + 1)VP}{(\beta^2 + 1)VP + VP + \beta^2 FN + FP} \quad (5.4)$$

$$\text{Especificidade} = \frac{VN}{FP + VN} \quad (5.5)$$

$$\text{Área sob a curva} = \frac{1}{2} * \left( \frac{VP}{VP + FN} + \frac{VN}{VN + FP} \right) \quad (5.6)$$

No que concerne aos *logs*, seguindo o protocolo proposto por Sales et al. (2022), os eventos mapeados em cada jogo foram classificados em três categorias: negativos, positivos e neutros. Para cada atividade, o total de *logs* de cada categoria foi normalizado considerando-se o total de registros de interação naquela atividade.

**Treinamento dos classificadores.** Os algoritmos Árvore Binária, RandomForest, *K-nearest neighbors* (kNN), Regressão Logística, *Support Vector Machine* (SVM) e Rede Neural foram selecionados para a fase de treinamento dos classificadores. Durante o treinamento dos classificadores, foi realizada a etapa de calibração, visando a encontrar os parâmetros que propiciariam melhor desempenho aos algoritmos de aprendizado supervisionado. Esta etapa envolveu a utilização do método *GridSearchCV*, disponível na biblioteca *Scikit-Learn* para a linguagem de programação *Python* (PEDREGOSA et al., 2011). Neste escopo, após a realização de diversos testes preliminares, optou-se por maximizar a métrica **f1-score**, que possibilitou resultados satisfatórios e menos discrepantes entre as classes positivo e negativo. A Tabela 5 apresenta, para cada algoritmo, os parâmetros e valores testados.

**Estimação das métricas.** Considerando-se que no contexto de aplicação desta pesquisa deseja-se minimizar a ocorrências de situações que envolvam uma experi-

Tabela 5: Parâmetros e valores testados na etapa de calibração.

Algoritmo	Parâmetro	Valores testados
Árvore	<i>criterion</i>	['gini'; 'entropy']
	<i>splitter</i>	['best'; 'random']
	<i>min_samples_split</i>	[2; 5; 10]
	<i>min_samples_leaf</i>	[1; 5; 10]
Random Foresst	<i>criterion</i>	['gini'; 'entropy']
	<i>n_estimators</i>	[10; 40; 100; 150]
	<i>min_samples_split</i>	[2; 5; 10]
	<i>min_samples_leaf</i>	[1; 5; 10]
kNN	<i>n_neighbors</i>	[3; 5; 10; 20]
	<i>p</i>	[1; 2]
Regressão Logística	<i>tol</i>	[0, 0001; 0, 00001; 0, 000001]
	<i>C</i>	[0, 5; 1, 0; 1, 5; 2, 0]
	<i>solver</i>	['lbfgs'; 'sag'; 'saga']
SVM	<i>tol</i>	[0, 001; 0, 0001; 0, 00001]
	<i>C</i>	[0, 5; 1, 0; 1, 5; 2, 0]
	<i>kernel</i>	['rbf'; 'linear'; 'poly'; 'sigmoid']
Rede Neural	<i>activation</i>	['relu'; 'logistic'; 'tanh']
	<i>solver</i>	['adam'; 'sgd']
	<i>batch_size</i>	[10; 56]

ência ao jogador de baixa qualidade, entende-se a **especificidade** como a principal métrica de avaliação de desempenho dos algoritmos. Em seguida, para a estimação desta e das demais métricas, foi adotado o processo de validação cruzada, usando-se como parâmetro  $k = 4$ . Neste processo, o conjunto de dados é dividido em  $k$  partes. Após a divisão, uma parte é selecionada para teste, enquanto as demais são usadas como treinamento. Concluído o treinamento e o teste, o processo é repetido até que todo o conjunto de dados original tenha sido utilizado tanto para teste quanto para treinamento. Ao término do processo, são conhecidos os valores de cada métrica de avaliação definida.

Os resultados obtidos são detalhados no Apêndice C. Especificamente, apresenta-se a média de testes realizados em um processo de validação cruzada. O melhor desempenho foi observado para o algoritmo de regressão logística, com especificidade aproximada de 0,77; revocação média de 0,63; acurácia média de 0,70 e precisão média de 0,74. Estes resultados, especialmente em relação à especificidade, são interessantes e sugerem que a análise de expressões faciais pode ser uma abordagem interessante para a avaliação automática da PX – no contexto deste estudo. Neste sentido, para a avaliação automatizada da experiência do jogador relatado no Capítulo 7, foi definido que a mesma seria considerada como boa quando ao menos dois classificadores de cada componente a avaliassem como boa. Naquele mesmo Ca-

pítulo, discute-se o desempenho real do classificador quando aplicado em um novo conjunto de dados.

## 5.2.2 Jogos sérios adaptáveis

Conforme ilustrado pela Figura 11, entende-se que um jogo compreende diferentes elementos, que podem ou não ser adaptáveis. Utilizando-se um jogo de corrida como exemplo, a velocidade do carro e a pista em que a corrida ocorre são elementos com potencial de adaptabilidade. Um elemento adaptável poderá assumir diferentes comportamentos, alterando-se conforme os parâmetros recebidos.

Figura 11: Exemplo de composição de um jogo adaptável: cada versão é composta por uma parametrização diferente de elementos adaptáveis. Neste exemplo de um jogo de corrida, os elementos adaptáveis Dificuldade e Trilha Sonora recebem diferentes valores em cada uma das versões apresentadas.



Fonte: O autor.

No desenvolvimento de um novo jogo sério, portanto, deve-se definir quais são

os elementos adaptáveis a serem implementados. Após a definição e implementação destes elementos, pode-se criar diferentes versões de um mesmo jogo, considerando-se um ou mais elementos adaptados para cada versão. Novamente utilizando-se um jogo de corrida como exemplo, uma versão com alto nível de dificuldade pode envolver os elementos adaptáveis “velocidade do carro” e “pista” ajustados, respectivamente, para alta velocidade e pista com curvas sinuosas.

Deste modo, a adaptação do jogo pode compreender tanto a alteração de parâmetros de elementos adaptáveis, como a própria troca de versão do jogo. No contexto da presente pesquisa, definiu-se que a adaptação compreenderá a troca de versão do jogo. Assim, a criação de novas versões considerando os elementos adaptáveis existentes fica sob responsabilidade da equipe desenvolvedora do jogo. Esta abordagem de desenvolvimento de jogos sérios foi aprofundada em um estudo de iniciação científica, fomentado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) (CORDEIRO; ARANHA; NUNES, 2021).

### **5.2.3 Regras de adaptação**

Com a produção de diferentes versões para um mesmo jogo, o propósito da abordagem envolve a identificação de qual versão é mais adequada para usuários com determinado traço predominante de personalidade. Assim, sempre que usuários com tal traço estiverem vivenciando uma experiência ruim com determinado jogo, a versão com potencial de aprimorar sua experiência será ativada.

Na Seção 5.3.4 são apresentadas as regras de adaptação propostas inicialmente pelos autores. Adicionalmente, uma avaliação experimental com a participação de usuários é descrita no Capítulo 6, relatando o processo de estabelecimento das regras de adaptação que serão adotadas no contexto desta pesquisa de doutorado para a adaptação automática.

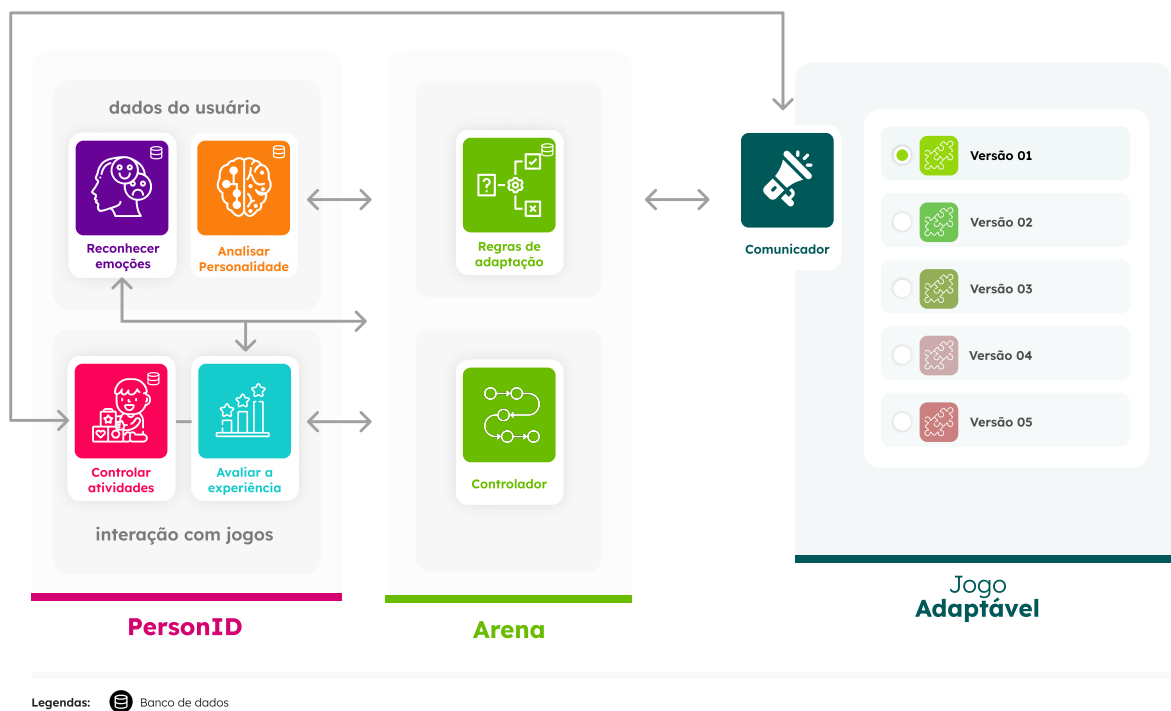
## **5.3 Implementação do *framework***

Como prova de conceito, uma implementação da abordagem proposta foi realizada, considerando tecnologias e plataformas específicas. A seguir são descritas as particularidades da implementação do *framework*, englobando as definições de tecnologia, a arquitetura e os componentes de *software* implementados.

### 5.3.1 Definições de tecnologia

A Figura 12 apresenta a arquitetura adotada para a implementação do *framework*, projetada para ser adotada por desenvolvedores de *software*. Embora criada com base na abordagem conceitual, a arquitetura apresenta particularidades. Os Módulos de Análise e de Adaptação da abordagem conceitual, por exemplo, foram implementados conjuntamente sob o nome de “PersonID”. O **PersonID** engloba todas as ações previstas para os módulos citados na abordagem conceitual, além de recursos cuja relevância foram identificadas no processo de implementação. Neste sentido, destaca-se a gestão das atividades do usuário em um jogo, bem como a experiência vivenciada pelo mesmo durante o processo de interação. Um novo componente, chamado de **Arena**, foi implementado para possibilitar a comunicação entre o *PersonID* e o jogo sério no contexto da prova de conceito. Finalmente, o **jogo adaptável** segue a proposição da abordagem conceitual: trata-se de uma aplicação com diferentes versões. O Comunicador é responsável por se comunicar com o *PersonID* para identificar qual adaptação deve ser efetuada no jogo.

Figura 12: Visão geral da implementação do *framework*.



Fonte: O autor.

Os módulos que integram a abordagem foram implementados em plataforma *web*,

utilizando-se as seguintes tecnologias: *Hypertext Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS), *JavaScript* e *Vue.js* no *front-end*; e *PHP Hypertext Preprocessor* (PHP) e *Laravel Framework* no *back-end*. Para o armazenamento dos dados, foi definido o sistema de gerenciamento de bancos de dados *MySQL*. Tal escolha teve como objetivo ampliar o potencial uso da ferramenta, uma vez que dispensa instalação de *software* específicos e pode ser executada em diferentes dispositivos. Adicionalmente, em face ao distanciamento social provocado pela pandemia de Covid-19, fez-se necessário realizar todas as avaliações experimentais em contexto remoto.

Para os jogos sérios não foi estabelecida uma definição restritiva acerca de sua plataforma, porém priorizou-se que os mesmos fossem desenvolvidos para plataforma *web*. Deste modo, jogos desenvolvidos por meio de diferentes ferramentas podem ser acoplados à abordagem, com o único requisito de que sejam capazes de receber parâmetros em tempo de execução por meio do formato JSON.

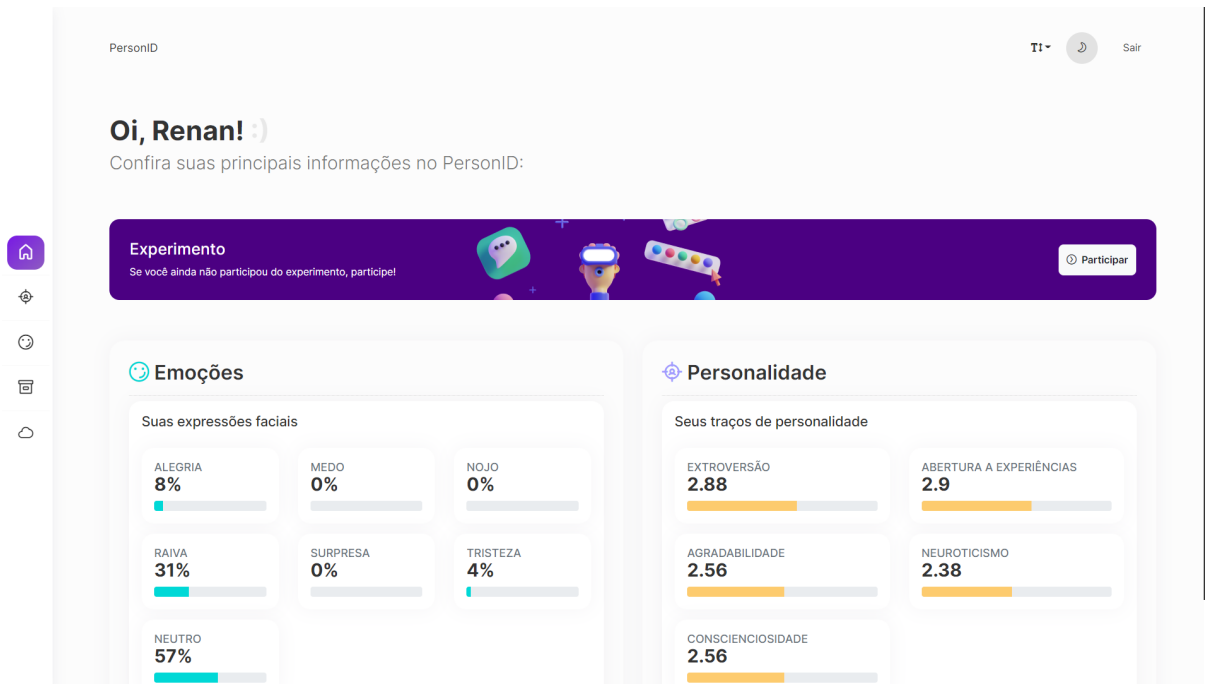
### 5.3.2 *PersonID*

A principal tarefa do componente *PersonID* é armazenar dados do usuário e disponibilizá-los para os demais componentes do *framework*. Além disso, o *PersonID* possibilita que os usuários analisem seus estados emocionais e traços de personalidade após a realização de um cadastro. Visando a facilitar a utilização por parte dos usuários, o componente foi desenvolvido em plataforma *web*, dispensando a instalação de *software* específicos e possibilitando sua utilização em diferentes dispositivos, como celulares, *tablets* e computadores. A Figura 13 apresenta a interface gráfica da tela inicial do *PersonID* após a autenticação do usuário. A seguir são descritas as funcionalidades do componente.

#### 5.3.2.1 Analisar personalidade

No *PersonID*, foi implementado um inventário para análise dos traços de personalidade. Considerando a maior utilização da teoria dos Cinco Grandes Fatores da personalidade nos estudos analisados na revisão sistemática apresentada no Capítulo 3, esta teoria também foi escolhida para este estudo como prova de conceito. Cabe ressaltar, no entanto, que o *PersonID* é extensível à implementação de outros instrumentos ou teorias da personalidade. Neste estudo, o instrumento implementado para analisar os traços do usuário é o Inventário dos Cinco Grandes Fatores de Perso-

Figura 13: Interface gráfica da tela inicial do *PersonID*.



Fonte: O autor.

nalidade – IGFP-5 (*Big Five Inventory*, em Inglês), que compreende 44 itens aos quais o usuário deve classificar sua concordância em uma escala de Likert de 1 a 5. Além de sua ampla adoção em estudos similares na literatura, este inventário foi escolhido por ter tradução validada para Língua Portuguesa no Brasil (ANDRADE, 2008) (Anexo B).

Assim que o usuário finaliza o preenchimento dos 44 itens, o sistema computa os traços de personalidade conforme as instruções disponíveis na documentação do inventário. Neste processo, uma intensidade é calculada para cada traço a partir das respostas do usuário. Ao término do processo, o usuário pode visualizar as intensidades dos traços de personalidade na interface do *PersonID*, como ilustra a Figura 13. O usuário pode responder o inventário de personalidade sempre que desejar.

### 5.3.2.2 Reconhecer emoções

Em relação ao reconhecimento de emoções associadas a expressões faciais, foi implementado um componente de código aberto que analisa, em tempo real, as expressões faciais do usuário. Também desenvolvido para plataforma *web*, o *software Face-api.js* (MÜHLER, 2022) foi escolhido por apresentar boa acurácia no reconhecimento de emoções em um estudo comparativo descrito em Aranha, Casaes e Nu-



nes (2020). No estudo, o *Face-api.js* teve seu desempenho comparado com o de outro *software* de código aberto, o *CLMTrackr* (OYGARD, 2020). Ambos foram testados sob 25 diferentes condições ambientais simuladas, com variações de distância e de iluminação. Conforme apresentado pela Figura 14, o desempenho do *Face-api.js* mostrou-se consideravelmente superior à outra solução encontrada. Todavia, o *Face-api.js* apresentou um menor quantitativo de *frames* efetivamente processados. Apesar desta limitação, concluiu-se que o *Face-api.js* era a ferramenta mais adequada por conta de seu desempenho no reconhecimento adequado das expressões faciais.

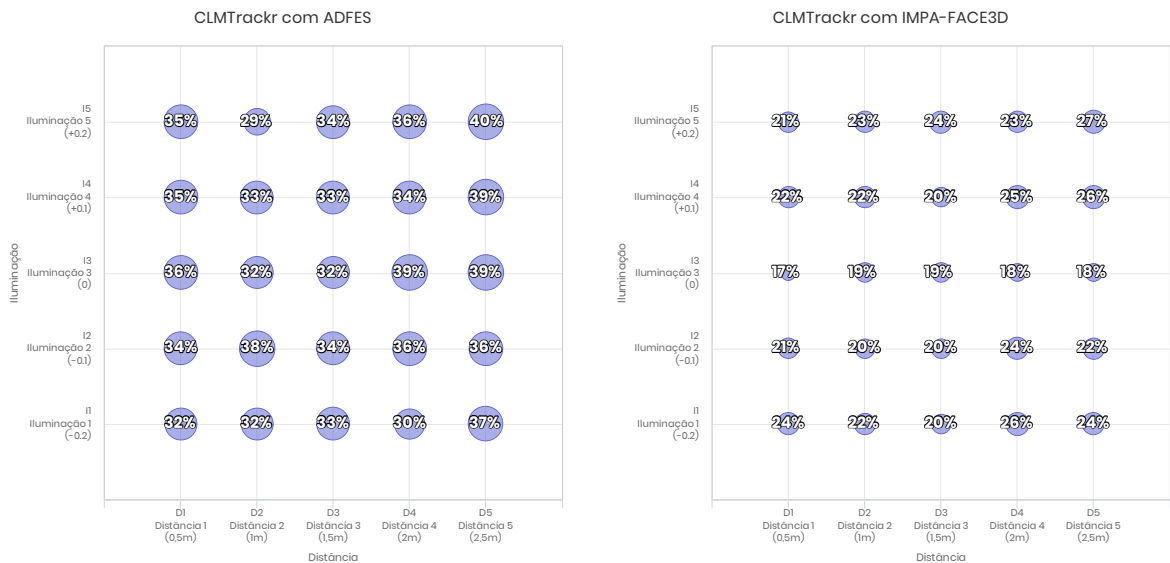
Para cada *frame* de vídeo processado, o *Face-api.js* retorna sete índices relativos a estados emocionais discretos: alegria, medo, nojo, raiva, surpresa, tristeza, além da expressão facial neutra. O *PersonID* armazena esses e outros dados relevantes para a tomada de decisão, a saber: i) o identificador do usuário; ii) o instante de tempo em que a emoção foi capturada; e iii) a expressão facial com maior intensidade naquele registro. Em caso de empate, a expressão facial de maior intensidade é selecionada por ordem alfabética. A funcionalidade de reconhecimento de emoções pode ser acessada manualmente pelo usuário no menu do *PersonID*, ou por meio da incorporação deste componente nas aplicações de terceiros – como os jogos adaptativos.

### 5.3.2.3 Controlar atividades

Durante a interação do usuário com os jogos sérios, são gerados diversos dados, que são armazenados no banco de dados do *PersonID*. Para facilitar o tratamento e a consulta destes dados, criou-se o conceito de **Atividade**, que compreende uma partida do jogo. Para cada atividade, são armazenados os seguintes atributos: horário inicial, horário final, título, identificador do usuário ao qual referem-se os dados e identificador do jogo ao qual a atividade se refere. Além destes atributos, uma atividade pode estar associada a registros emocionais e a avaliações de engajamento e experiência do jogador.

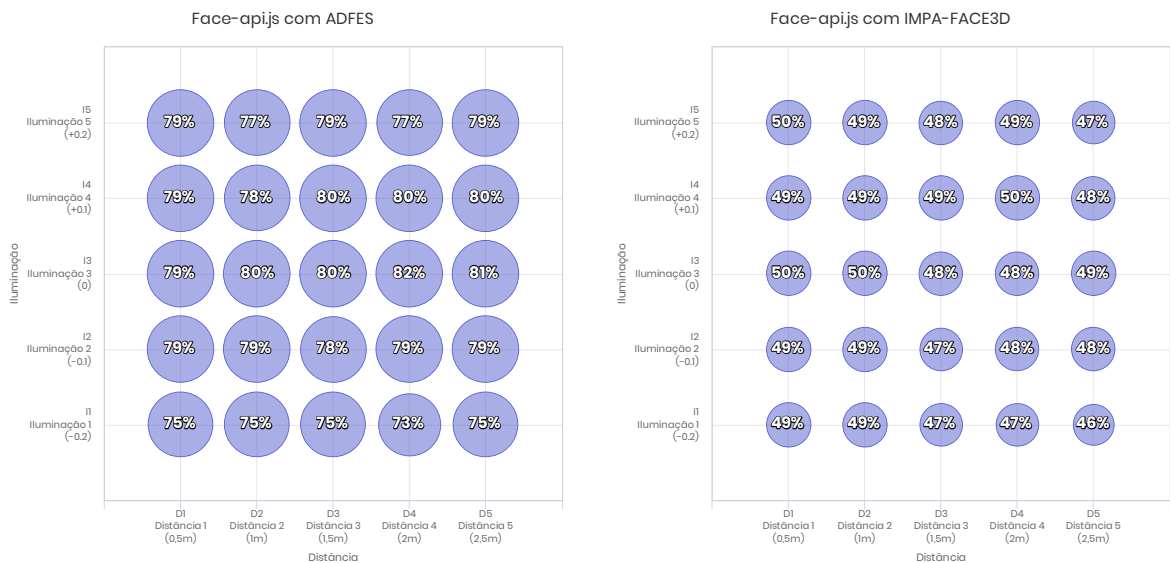
A criação de uma atividade é feita pelo jogo adaptável, por meio de requisição *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) enviada ao *PersonID*. No momento apropriado, o jogo pode solicitar ao *PersonID* o encerramento da atividade. Para tanto, será necessário informar o código da atividade a ser encerrada. O horário final da atividade também será definido pelo *PersonID* considerando o instante de execução.

Figura 14: Visão geral da acurácia de cada *software* nas diferentes situações consideradas. O tamanho das bolhas indica a porcentagem de precisão obtida em cada situação.



(a) Precisão de CLMTrackr com conjunto de dados ADFES nas 25 situações.

(b) Precisão do CLMTrackr com conjunto de dados IMPA nas 25 situações.



(c) Precisão de Face-api.js com conjunto de dados ADFES nas 25 situações.

(d) Precisão de Face-api.js com conjunto de dados IMPA nas 25 situações.

Fonte: O autor.

### 5.3.2.4 Avaliar experiência

A implementação do *PersonID* também possibilita que o usuário avalie, ao final de uma atividade, sua experiência durante o processo. Tal avaliação pode ocorrer por meio da utilização do UES (O'BRIEN; CAIRNS; HALL, 2018), bem como pelo PX-BR, instrumento criado no decorrer desta pesquisa para a avaliação da experiência do

jogador (Seção 5.2.1). Alternativamente, pode-se fazer uso de um classificador que, a partir da análise das expressões faciais (Seção 5.2.1.3) do usuário durante uma atividade, classifica a experiência do jogador – sem a necessidade de que o usuário responda a questionários.

### 5.3.2.5 Compartilhamento de dados

Dentre as premissas do PersonID, está a possibilidade de integração com outras aplicações. Para tanto, o componente *PersonID* dispõe de uma API (*Application Programming Interface*) que possibilita a consulta destes dados via requisições HTTP. Todavia, para que uma aplicação externa tenha acesso aos dados de um determinado usuário, é necessário que o usuário autorize o compartilhamento dos dados no *PersonID*. Neste sentido, foi implementado um componente de autenticação *OAuth* (HARDT, 2012), protocolo aberto que possibilita o acesso a recursos protegidos, sendo amplamente utilizado em aplicativos da *web*, móveis e *desktop*.

### 5.3.3 Arena

Para possibilitar a implementação da abordagem conceitual no escopo tecnológico definido, criou-se o componente denominado Arena. O componente recebe este nome pois é o espaço em que ocorre a interação do usuário com diferentes jogos adaptáveis, além de ser o principal ponto de contato entre os demais componentes do *framework*. É por meio deste componente que o jogador inicia o reconhecimento de expressões faciais, preenche o inventário de personalidade, interage com os jogos e avalia a experiência que teve em cada atividade. Tais ações ocorrem por meio de troca de mensagens entre os componentes do *framework*, incorporados ao componente por meio de *iframes*, além de requisições HTTP.

A implementação deste componente foi especialmente relevante para a condução de avaliações experimentais com usuários, reunindo as seguintes ações:

- verificar se o jogador já preencheu o inventário de personalidade e, em caso negativo, solicitar que o mesmo faça o preenchimento;
- iniciar o reconhecimento de emoções, armazenando os dados gerados no banco de dados do *PersonID*;
- autorizar o usuário a interagir com os jogos digitais;

- receber mensagens do jogo para solicitar que o usuário avalie a experiência, com o PX-BR, quando uma atividade foi encerrada;
- armazenar a avaliação experiência do jogador feita com o PX-BR no banco de dados do *PersonID*;
- requisitar ao *PersonID* a avaliação da experiência do jogador em determinada atividade conforme avaliação automática do classificador;
- analisar a experiência do jogador avaliada pelo classificador e identificar, a partir da consulta ao banco de dados de Regras de Adaptação, qual versão deve ser executada;
- enviar uma mensagem ao jogo indicando qual versão deve ser executada na próxima atividade.

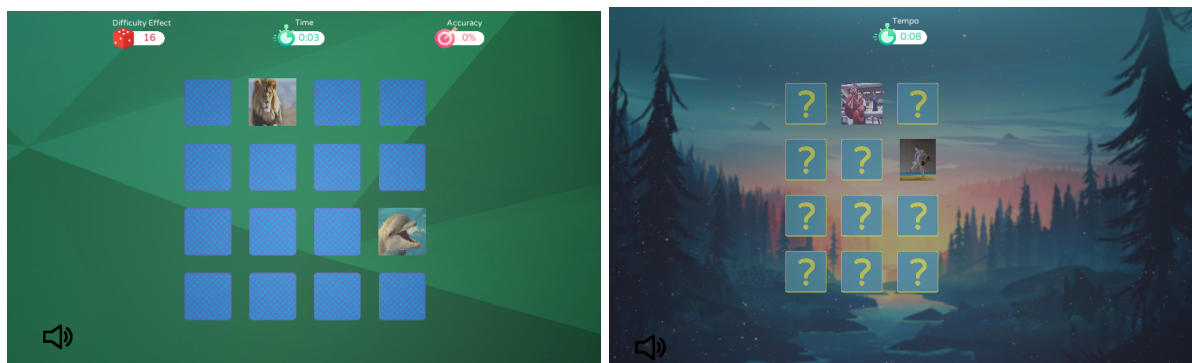
Este conjunto de ações, gerenciadas pelo Controlador, não apenas viabiliza o funcionamento do *framework* sem que o usuário necessite instalar recursos específicos em seu dispositivo, como também possibilita que diversos jogos possam ser disponibilizados ao usuário simultaneamente.

### 5.3.4 Jogos sérios adaptáveis

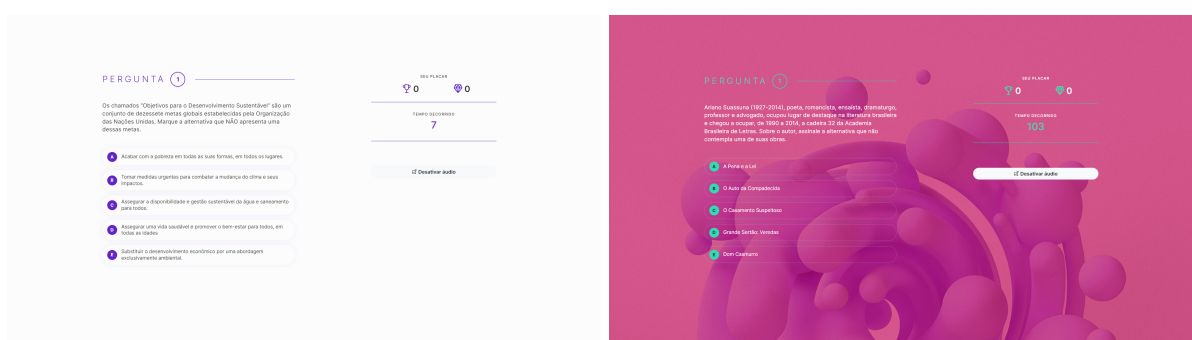
Foram desenvolvidos dois jogos sérios, apresentados na Figura 15: o **Jogo da Memória** (CORDEIRO; ARANHA; NUNES, 2021) e o **Jogo das Perguntas**. Ambos os jogos foram projetados pelos autores considerando-se a abordagem adaptativa, em que seus elementos podem assumir diferentes comportamentos ao longo do tempo. Esta abordagem possibilita que sejam desenvolvidas diferentes versões de um mesmo jogo, tornando possível a realização de adaptações em tempo de execução, consequentemente possibilitando a condução desta investigação.

O Jogo da Memória foi desenvolvido com base no clássico jogo homônimo. Nesta aplicação, a partida se inicia com um tabuleiro contendo determinado número de cartas. Embora todas as cartas tenham a mesma característica visual na parte traseira, a parte frontal está oculta e exibe uma imagem. O desafio do jogo está em encontrar um par de cartas que contenham, na parte frontal, a mesma imagem. A interface do jogo é ilustrada pela Figura 15a e seus elementos adaptativos compreendem: acurácia, imagem de fundo, imagem de fundo da carta, conteúdo da carta, ajuda, mecanismo

Figura 15: Exemplos de interfaces dos jogos desenvolvidos.



(a) Jogo da Memória com a interface gráfica padrão. (b) Jogo da Memória com adaptações nos elementos visuais e número de cartas.



(c) Jogo das Perguntas com a interface gráfica padrão. (d) Jogo das Perguntas com adaptações nos elementos visuais.

Fonte: O autor.

de mensagens, sistema de pontuação, rotação do tabuleiro e efeitos sonoros. Finalmente, o desempenho do usuário neste é calculado pela proporção temporal do número de acertos e número de erros. A Figura 15b apresenta a interface do Jogo da Memória após a adaptação de elementos visuais.

O Jogo das Perguntas (Figura 15c), por sua vez, tem a característica de um *quiz*. Cada partida compreende a interação do usuário com cinco perguntas. Em cada pergunta, há cinco potenciais alternativas de resposta. Ao acertar consecutivamente duas perguntas, o jogador é beneficiado com um diamante, que poderá ser utilizado no jogo caso mecânicas que o envolvam estejam habilitadas. Os seguintes elementos adaptativos foram projetados neste jogo: tema, mecanismo de mensagens, temporizador, indicador de progresso, mecanismo de troca de diamantes por dicas, randomização das questões, alteração da pontuação ganha ao acertar, comparação de desempenho, indicar qual a resposta correta ao jogador em caso de erro. A Figura 15d apresenta a interface do Jogo das Perguntas após a adaptação do tema.

Um aspecto relevante consiste no fato de que ambos os jogos sérios desenvolvidos

possuem características que possibilitam suas aplicações em processos de aprendizagem e treinamento de diferentes áreas do conhecimento. Adicionalmente, os componentes de adaptação implementados possibilitam a realização de ajustes em múltiplos aspectos inerentes aos jogos, como mecânicas de jogo e estética, viabilizando a adequação destas aplicações para diferentes temas e públicos.

#### 5.3.4.1 Versões

Considerando os comportamentos associados a cada traço de personalidade e os elementos adaptativos de cada jogo, os autores desta pesquisa propuseram (a partir de sua reflexão crítica, portanto, subjetiva), uma versão de cada jogo que pudesse oferecer uma melhor experiência aos indivíduos. Assim, foram projetadas diferentes versões de cada jogo, visando a garantir que houvesse pelo menos uma versão diferente para cada traço de personalidade. Além das cinco versões baseadas nos descritivos dos traços, duas outras versões foram desenvolvidas: uma versão neutra, contendo apenas elementos básicos para o funcionamento do jogo, e uma versão com maior nível de dificuldade (elemento que tem sido amplamente adaptado por estudos similares na literatura).

Cabe-se ressaltar que as versões propostas tenham objetivos similares, suas implementações tiveram algumas diferenças de um jogo para outro, uma vez que o contexto e a dinâmica de cada jogo são fatores que influenciavam a adaptação de determinados elementos. Na Tabela 6, são apresentados descritivos de cada versão, bem como sua implementação em cada um dos jogos utilizados. Detalhes das versões implementadas no Jogo da Memória e no Jogo das Perguntas são disponibilizados no site <<http://e.usp.br/lep>>.

No aspecto de implementação, uma versão consiste em um arquivo *JavaScript Object Notation* (JSON) com valores atribuídos a cada elemento adaptável. Para que a troca de versão possa ocorrer em tempo de execução, os jogos foram implementados para, em qualquer momento, receber e interpretar um arquivo deste formato. Os valores atribuídos a cada elemento são aplicados aos mesmos e, então, o jogo é recarregado para iniciar uma nova atividade.

Finalmente, é válido pontuar que os jogos e suas versões foram construídos para favorecer avaliações experimentais executadas de modo remoto durante o período de distanciamento social provocado pela pandemia de Covid-19. Assim, foram utilizadas tecnologias e abordagens que simplificassem a implementação, visando a viabilizar

Tabela 6: Traços de personalidade e versões dos jogos.

<b>Traço</b>	<b>Versão</b>	<b>Jogo da Memória</b>	<b>Jogo das Perguntas</b>
Abertura a experiências	Criativa	Mudança no visual do jogo.	Mudança no visual do jogo.
Agradabilidade	Ajuda	Indica para o usuário qual carta ele errou anteriormente, para reduzir a dificuldade.	Possibilita ao usuário trocar diamantes por dicas de respostas corretas.
Conscienciosidade	Progresso	Mostra o progresso do usuário no jogo.	Mostra o progresso do usuário no jogo.
Extroversão	Competitiva	Compara o desempenho do usuário com os demais jogadores	Compara o desempenho do usuário com os demais jogadores.
Neuroticismo	Motivacional	Exibe mensagens motivacionais durante a partida.	Exibe mensagens motivacionais durante a partida.
Não definido	Dificuldade	Periodicamente, rotaciona o tabuleiro do jogo.	Periodicamente, bagunça a ordem das alternativas, com efeitos especiais.

o uso dos dispositivos dos voluntários para a realização da avaliação, não havendo controle ou verificações acerca do *hardware* ou conexão com a Internet. Embora tal definição implique em limitação do escopo investigado, apresenta como fator positivo uma análise baseada em um cenário mais realista, em que os jogadores utilizam seus equipamentos em seus espaços de origem.

## 5.4 Considerações finais

Ao longo deste capítulo, foram introduzidos e discutidos os principais aspectos relacionados à proposição e desenvolvimento de uma abordagem de adaptação automática de jogos sérios a partir das emoções e dos traços de personalidade do jogador. Os métodos e processos aqui relatados têm seus efeitos investigados e analisados no conteúdo restante deste documento, por meio da realização de avaliações experimentais com usuários. No Apêndice D, discute-se como o conceito de reúso de *software* é aplicado na abordagem proposta. Recursos complementares são disponibilizados em <<http://e.usp.br/lep>>.

# **PARTE III**

## **EXPERIMENTOS**



## 6 EXPERIMENTO E1 - DEFINIÇÃO DOS ELEMENTOS ADAPTATIVOS

Em prosseguimento aos protocolos desta pesquisa, iniciou-se uma investigação acerca dos elementos adaptativos dos jogos. Conforme discutido na revisão de literatura apresentada no Capítulo 3, pesquisas que envolvem a adaptação de *software* em conformidade com os traços de personalidade dos usuários usualmente consideram duas abordagens: i) a definição das adaptações baseada em arquétipos acerca dos traços de personalidade; e ii) a definição das adaptações baseada nas preferências dos usuários, obtidas após a realização de entrevistas ou experimentos, com posterior agrupamento dos dados em conformidade com os traços de personalidade dos participantes.

No contexto desta pesquisa de doutorado, é investigado se o traço de personalidade predominante do usuário pode influenciar sua preferência por um elemento adaptativo do jogo, utilizando-se como métrica a experiência do jogador. Para tanto, foram consideradas as duas abordagens acima mencionadas. Inicialmente, considerando as descrições dos comportamentos associados a cada traço de personalidade, foram definidas regras de adaptação, que associam versões de um jogo a cada traço de personalidade (Seção 5.3.4). Em seguida, os dados foram analisados para validar as regras propostas, bem como identificar se há outras relações entre os traços de personalidade e os elementos adaptativos não previstos nas regras consideradas.

### 6.1 Materiais e métodos

Uma avaliação experimental com a participação de usuários foi projetada, sendo definidas as seguintes questões de pesquisa para este experimento:

- **E1QP1:** É possível identificar, considerando os traços de personalidade, qual elemento adaptativo oferece uma melhor experiência ao jogador?

- **E1QP2:** É possível estabelecer relacionamentos diretos entre as características predominantes de cada traço de personalidade e os elementos de jogos?

Para responder essas questões foram desenvolvidos dois jogos adaptativos. Diferentes versões dos jogos foram testadas a partir de dados obtidos por um protocolo experimental com participação de jogadores com diferentes traços predominantes de personalidade. A experiência dos voluntários foi mensurada pelo instrumento de avaliação PX-BR (ARANHA; NUNES, 2022).

### 6.1.1 Protocolo

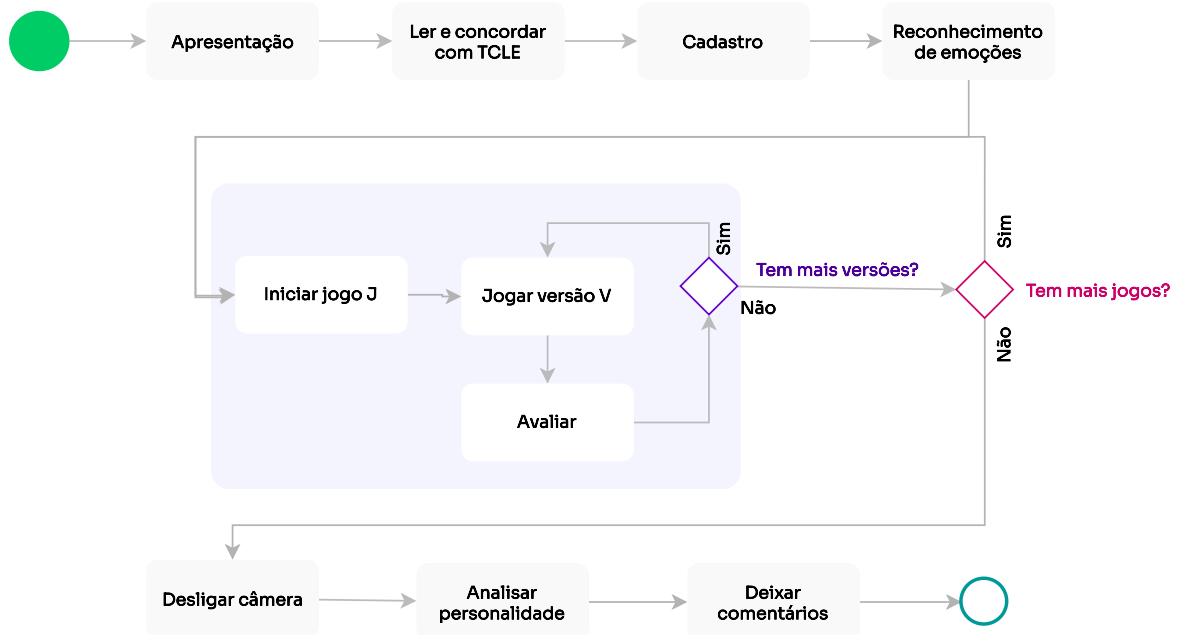
A Figura 16 apresenta uma visão geral das etapas do experimento, cujo protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (CEP/EACH/USP) – parecer apresentado no Anexo A. Neste experimento, os participantes poderiam interagir com diferentes versões de dois jogos digitais. Além de terem suas expressões faciais analisadas durante o processo de interação, os participantes avaliaram sua experiência após o uso de cada versão por meio do instrumento PX-BR. Enquanto a avaliação da experiência do jogador propiciada pela adoção do PX-BR será usada para a identificação das regras de adaptação, os dados referentes às expressões faciais dos jogadores foram adotados para o treinamento do classificador apresentado na Seção 5.2.1.3.

A avaliação experimental realizou-se exclusivamente on-line, em plataforma *web* desenvolvida para esta finalidade, ilustrada pela Figura 17. O recrutamento de participantes ocorreu por meio de postagens em redes sociais e mensagens em listas de *e-mails* contendo uma breve descrição da atividade, bem como um *link* de acesso a uma plataforma (o componente Arena apresentado na Seção 5.3.4). O experimento foi divulgado pelo período de três meses.

Ao acessarem a plataforma do experimento, os potenciais participantes eram apresentados a uma página descrevendo as etapas do experimento. Manifestando interesse em prosseguir, os usuários eram convidados a ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e, em caso de concordância, deveriam fazer um cadastro ou efetuar *login* via *PersonID* (Seção 5.3.4). Em seguida, os participantes também preencheram o formulário de caracterização de perfil.

Na etapa seguinte, os voluntários foram solicitados a ligar a câmera acoplada ao

Figura 16: Visão geral do protocolo do experimento.



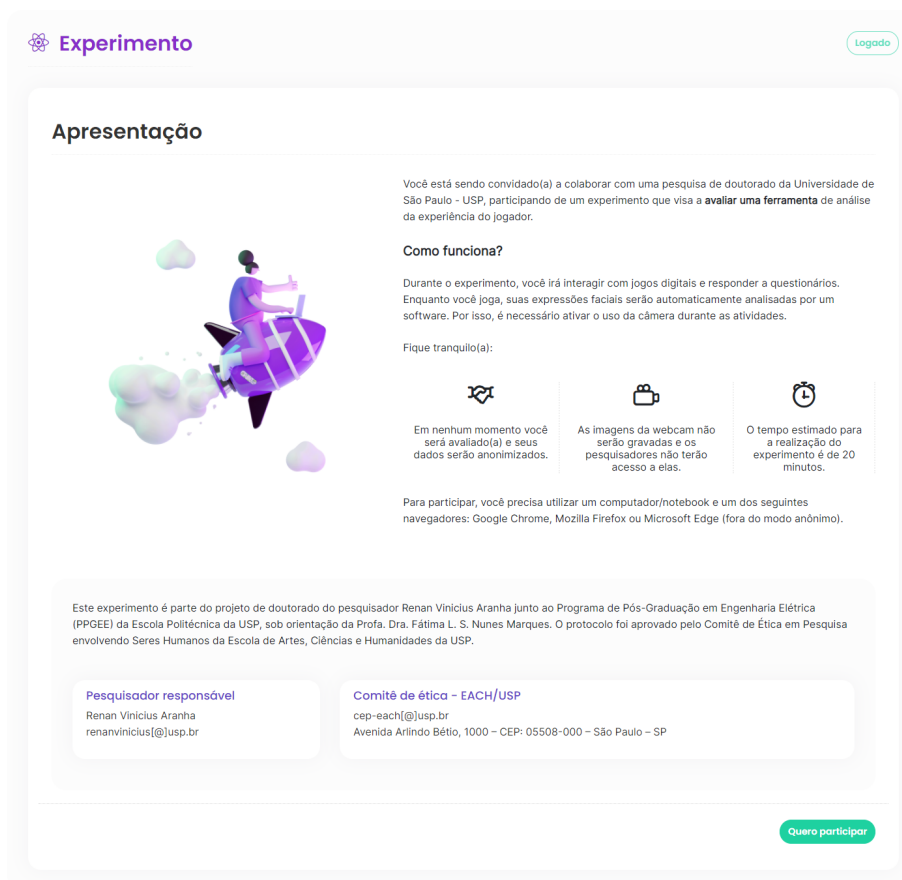
Fonte: O autor.

dispositivo e aguardar o reconhecimento, pelo *software*, da face do participante. Prontamente, o participante poderia prosseguir, iniciando a utilização do primeiro jogo. A plataforma foi configurada para que a ordem de exibição dos jogos aos participantes fosse randômica, pretendendo-se evitar possíveis vieses.

Durante a interação com cada jogo, o participante poderia participar de até sete partidas. Cada partida apresentava uma versão diferente do jogo, conforme descrito na Seção 5.2.3. A ordem de exibição das versões do jogo para cada participante também foi controlada pela plataforma do experimento. Para cada partida, foram armazenados: i) os registros das expressões faciais do participante; ii) os registros de interação; e iii) a resposta ao PX-BR, instrumento de avaliação da experiência do jogador.

Concluída a interação com as sete versões do primeiro jogo, o voluntário era convidado a interagir com um outro jogo ou avançar para a próxima etapa do experimento. Optando por interagir com o segundo jogo, o participante utilizaria as sete versões do segundo jogo seguindo os critérios anteriormente mencionados para o primeiro jogo. Concluindo a fase de interações com jogos, o participante era convidado a preencher o inventário de personalidade. Aos participantes que já haviam respondido o inventário em um experimento anterior, foi exibida a possibilidade de não executar esta etapa.

Figura 17: Interface da tela inicial da plataforma desenvolvida para o experimento.



Fonte: O autor.

Finalmente, em uma etapa não obrigatória, o voluntário poderia descrever suas opiniões, sugestões, críticas ou demais percepções em um campo de texto livre. Então, o experimento era finalizado com uma mensagem de agradecimento pela participação.

## 6.1.2 Participantes

Para o recrutamento de participantes, foram definidos os seguintes critérios:

- Critério de Inclusão 1: o participante deve ter disponibilidade para participar, voluntariamente, das diferentes fases de cada experimento;
- Critério de Inclusão 2: o participante deve possuir conexão com a Internet durante todo o tempo de realização do experimento;

- Critério de Inclusão 3: o participante deve ter acesso a computador com câmera para uso durante a realização das atividades que integram o experimento;
- Critério de Inclusão 4: o participante deve ter habilidades de leitura e compreensão de texto, para compreender as instruções e conteúdo do TCLE;
- Critério de Inclusão 5: o participante deve possuir habilidade de interação com jogos digitais;
- Critério de Exclusão 1: o participante não deve possuir limitações que comprometam a compreensão das instruções e a interação com os jogos, uma vez que os recursos de acessibilidade disponibilizados são limitados.

Ao todo, 54 indivíduos participaram do experimento, resultando em 542 atividades armazenadas (o conceito de atividade é apresentado na Seção 5.3.2.3). Os voluntários do experimento eram majoritariamente da área de Ciência da Computação (69%) e Engenharias (6%). Outras áreas do conhecimento registraram participantes, embora em número menor, como Administração, Recursos Humanos, Ciências Sociais Aplicadas, Design, Enfermagem, entre outras.

Considerando o hábito de utilizar jogos digitais em suas rotinas, 33% dos participantes relataram não ter o hábito de utilizar jogos digitais, enquanto 31% dos voluntários afirmaram jogar esporadicamente, totalizando até duas horas semanais de interação. Em seguida, 15% dos participantes afirmaram jogar mais de dez horas por semana; 7% relataram jogar até cinco horas semanais e 4% jogam entre cinco a dez horas por semana.

De forma complementar, 48% dos voluntários afirmaram não ter tido contato prévio com jogos sérios. Em contraponto, 30% dos participantes relataram interações com jogos sérios, enquanto 13% não tinham certeza se já haviam interagido com tais jogos. Para estes dois últimos grupos de usuários, foi solicitada uma nota de 0 a 10 que avaliasse os potenciais jogos sérios com os quais tiveram contato. A mediana da nota fornecida foi sete (7,0).

A distribuição dos participantes com relação ao traço de personalidade predominante não foi uniforme: agradabilidade (24% dos participantes); conscienciosidade (17% dos participantes); extroversão (9% dos participantes); neuroticismo (13% dos participantes) e abertura a experiências (37% dos participantes). Nota-se, em especial, uma baixa quantidade de indivíduos com os traços predominantes de extroversão

e neuroticismo. Tal característica pode-se ser resultante da característica dos participantes do experimento, majoritariamente profissionais e estudantes de Ciências Exatas. Estudos similares realizados com participantes brasileiros relataram resultados similares (ANDRADE, 2008; SILVA, 2018; CHIM, 2018; MIURA et al., 2019).

### 6.1.3 Processamento dos dados

Após cada atividade, o jogador avaliou sua experiência usando o instrumento PX-BR (ARANHA; NUNES, 2022). Este instrumento é composto de somente três perguntas, cujas respostas são fornecidas em uma escala de Likert com 10 níveis, considerando três componentes da experiência: imersão/presença, diversão e jogabilidade.

Para cada atividade, foi calculado o Indicador de Experiência do Jogador (IPX), que consiste na soma dos indicadores de cada componente. A Equação 6.1 indica o cálculo de IPX, em que  $I_{ip}$  representa o indicador de imersão e presença,  $I_f$  representa o indicador de diversão e  $I_g$  compreende o indicador de jogabilidade.

$$IPX = I_{ip} + I_f + I_g \quad (6.1)$$

Considerando-se que os traços de personalidade do CGFP não são mutuamente exclusivos, os participantes foram agrupados conforme seu traço de personalidade predominante (aquele que apresenta maior intensidade em cada indivíduo). Para identificar qual versão ofereceu melhor experiência aos jogadores de determinado traço de personalidade, calculou-se o *Player Experience Indicator of Version* ( $IPXV$ ), apresentado na Equação 6.2. Este indicador consiste na mediana (M) de  $IPX$  de todas as atividades daquela versão ( $v$ ) que foram registradas pelos usuários de determinado grupo relativo ao traço  $t$ . Nota-se que, neste indicador, não se diferencia o jogo utilizado.

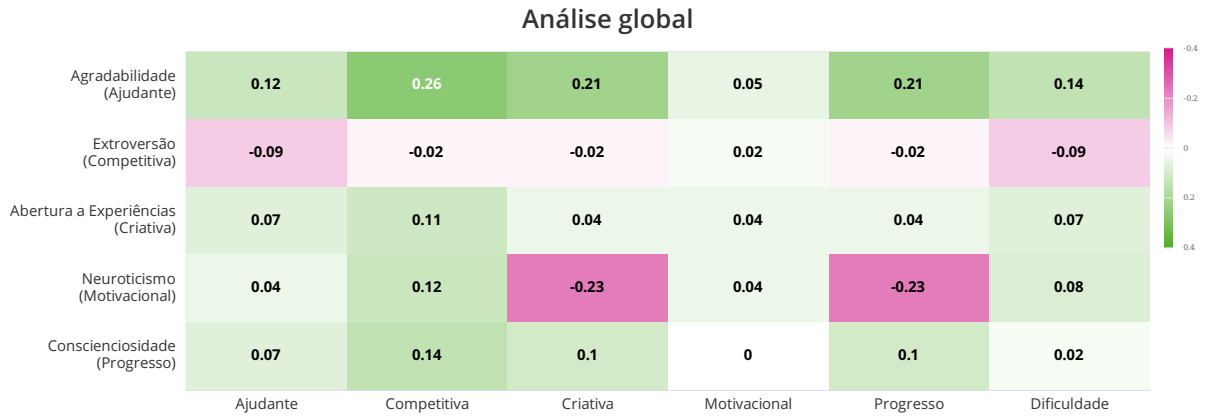
$$IPXV_{v,t} = M(IPX_{v,t}) \quad (6.2)$$

Uma vez que no experimento foram adotados dois jogos, foi computado também o  $IPXVG$  (Equação 6.3), similar ao  $IPXV$ , porém considerando o contexto de cada jogo ( $ga$ ) separadamente.

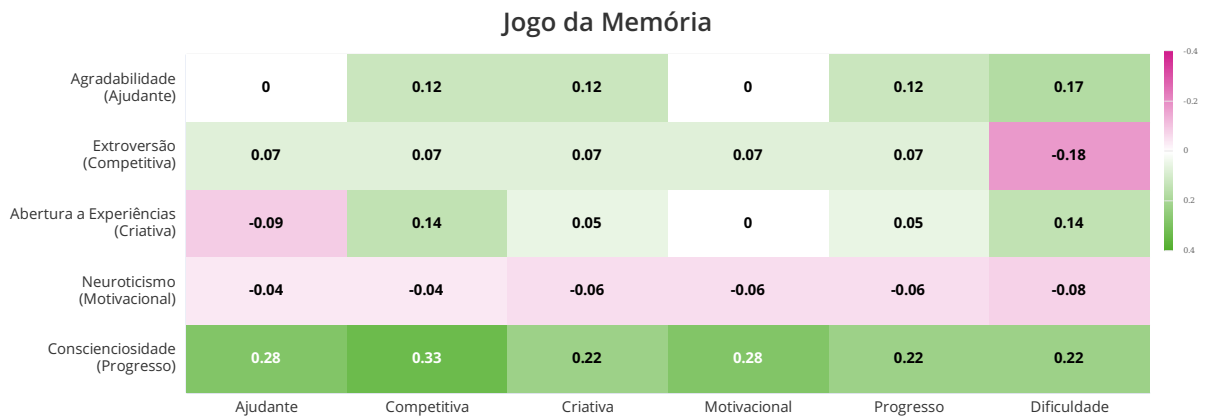
$$IPXVG_{v,t,ga} = M(IPX_{v,t,ga}) \quad (6.3)$$

## 6.2 Resultados e implicações

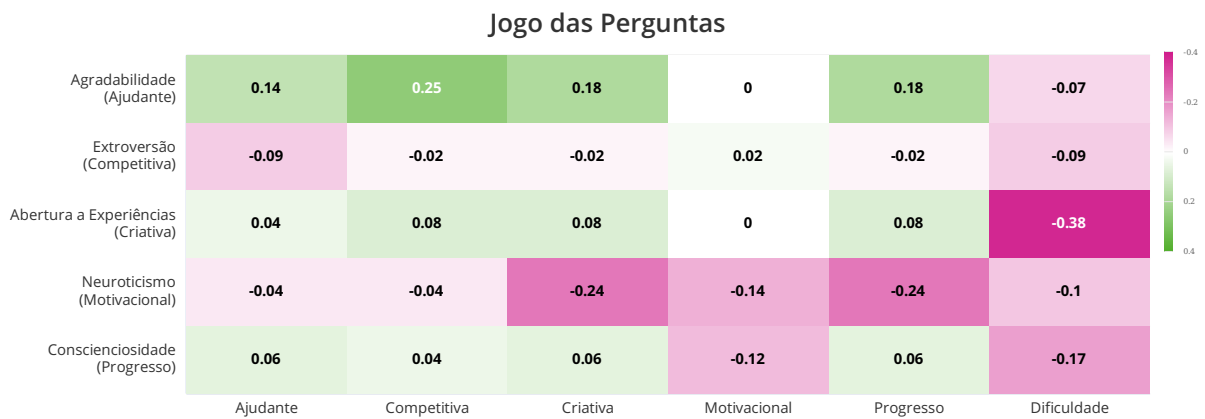
Figura 18: Experiência do jogador nas diferentes versões desenvolvidas para os jogos sérios.



(a) Análise global (IPXV).



(b) Jogo da Memória (IPXVG).



(c) Jogo das Perguntas (IPXVG).

Fonte: O autor.

A Figura 18a apresenta, para cada versão e para cada traço de personalidade predominante, o  $IPXV_{v,t}$ . Em complemento, nas Figuras 18b e 18c, são apresentados o  $IPXVG_{v,t,ga}$  do Jogo da Memória e o  $IPXVG_{v,t,ga}$  do Jogo das Perguntas, respectivamente. Os valores apresentados indicam o percentual de variação dos indicadores de determinada versão em relação à versão neutra. Os casos em que a variação do indicador é positiva são realçados na cor verde, enquanto os indicadores que tiveram variação negativa são destacados em vermelho. Adicionalmente, a intensidade das cores acompanha o valor do indicador. Deste modo, valores mais próximos de zero são representados em tons mais claros, enquanto valores próximos de 1 são apresentados em tons mais escuros.

A análise global dos dados (Figura 18a) revela que, para três dos cinco traços de personalidade (abertura a experiências, agradabilidade e conscienciosidade), todas as versões desenvolvidas propiciaram melhores indicadores de PX que a versão neutra, já que apresentam  $IPXV_{v,t}$  positivo. Complementarmente, a análise por jogo (Figuras 18b e 18c) enriquece a discussão apontando que há diferenças contextuais do jogo que podem influenciar o impacto de cada versão na experiência do jogador.

No contexto do Jogo da Memória (Figura 18b), nota-se que, para três traços (extroversão, abertura a experiências e conscienciosidade), as versões sugeridas pelos autores (conforme descrito na Seção 5.3.4) de fato ofereceram melhor experiência aos usuários. Todavia, outras versões propiciaram maior incremento no  $IPXVG_{v,t,ga}$ . Isto é evidenciado no traço de personalidade conscienciosidade, em que a versão sugerida (Progresso) provocou crescimento de 0,22 no  $IPXVG_{v,t,ga}$ , enquanto a versão Competitiva apresentou crescimento ainda maior (0,33). Outra situação a ser destacada compreende o traço de Extroversão, em que quatro versões incrementaram igualmente o indicador.

Ainda no contexto do Jogo da Memória, merecem destaque os dados encontrados para dois traços de personalidade. Para os jogadores com traço de personalidade predominante neuroticismo, nenhuma versão deste jogo foi capaz de oferecer melhor experiência que a versão neutra. Em contraponto, para os jogadores que têm conscienciosidade como traço de personalidade predominante todas as versões implicaram em  $IPXVG_{v,t,ga}$  positivo. Estes jogadores representam o grupo com maior percentual de crescimento do indicador, chegando até o percentual de 33%.

Ao analisar-se o contexto do Jogo das Perguntas (Figura 18c), um cenário similar pode ser observado. Novamente, para três traços de personalidade (agradabili-



dade, abertura a experiências e conscienciosidade) as versões sugeridas propiciaram  $IPXVG_{v,t,ga}$  positivo. Tais versões, entretanto, não foram as que apresentaram maior crescimento do indicador, como pode ser observado no traço de personalidade agradabilidade, ou apresentaram percentuais similares ao de outras versões, como ocorrido com o traço de personalidade conscienciosidade.

Os usuários que têm neuroticismo como traço de personalidade predominante também não vivenciaram melhor experiência com as diferentes versões do Jogo das Perguntas. Na realidade, algumas versões chegaram a apresentar  $IPXVG_{v,t,ga}$  negativo. Ainda neste jogo, merece destaque a versão Dificuldade (Seção 5.2.3), que apresentou  $IPXVG_{v,t,ga}$  negativo para todos os traços de personalidade, indicando que esta versão do jogo não apresentou-se adequada para nenhum traço de personalidade.

A análise conduzida tem como premissa o fato de que seria possível identificar, para cada traço de personalidade, uma versão que pudesse oferecer melhor experiência aos jogadores com tal traço predominante. Embora esta característica tenha sido parcialmente observada nos dados obtidos neste estudo, não é possível afirmar que as todas as versões sugeridas cumpriram seu objetivo para todos os traços de personalidade.

As hipóteses de versões adequadas para cada traço de personalidade foram desenvolvidas pelos autores, a partir de suas compreensões sobre os comportamentos associados a cada traço de personalidade. Portanto, podem não representar devidamente a realidade, uma vez que há características subjetivas envolvidas em suas interpretações. As versões sugeridas pelos autores comumente estavam entre as que ofereceram melhor experiência aos jogadores, mas elas não necessariamente foram as que propiciaram maior crescimento do  $IPXVG_{v,t,ga}$  para todos os cinco traços de personalidade. A análise global dos dados indicou que, para nenhum traço de personalidade, a versão sugerida foi a que provocou maior incremento do indicador. Quando os dados foram analisados para cada jogo individualmente, observa-se que apenas no Jogo das Perguntas as versões sugeridas tiveram incremento igual a outras versões para os traços de abertura a experiências e conscienciosidade. Embora esperava-se que a versão sugerida oferecesse a experiência mais prazerosa e os dados não confirmaram esta expectativa, foi possível confirmar, no experimento realizado, que há uma versão que propicia um incremento na experiência para cada traço de personalidade, com exceção do traço neuroticismo. Deve-se mencionar, neste ponto, que há características dos usuários que não foram contempladas neste estudo. Embora

os participantes tenham sido agrupados conforme seu traço de personalidade predominante, é possível que outros fatores (como o hábito de utilizar de jogos sérios) possa ter influenciado a experiência do usuário em diferentes versões. Em estudos futuros, características demográficas do usuário podem ser incluídas neste processo de definição das regras de adaptação.

Cada versão construída consistiu na inclusão de um único elemento de jogo (Seção 5.2.3), customizado para atender as características do respectivo traço. Talvez novos tipos de customização para cada elementos pudessem gerar resultados diferentes. Ainda, a combinação de dois ou mais elementos de jogo em uma mesma versão poderia contribuir para obter uma experiência mais prazerosa. Em futuras investigações que adotem tal procedimento, uma eventual colaboração de profissionais da área de Psicologia pode resultar na definição de versões que melhor se adaptem às características dos indivíduos que apresentam determinado traço de personalidade predominante.

Em geral, foi possível identificar para cada traço de personalidade ao menos uma versão do jogo que ofereceu melhor experiência aos jogadores quando comparada à versão neutra. Todavia, no Jogo da Memória, por exemplo, há dois traços (agradabilidade e conscienciosidade) em que todas as versões disponíveis ofereceram melhor experiência aos jogadores do que a versão neutra. Em contraponto, para usuários com traço predominante de neuroticismo, não houve versão do Jogo da Memória que oferecesse uma melhor experiência do que a versão neutra. No primeiro caso, pode-se imaginar que todas as versões agradaram os usuários ou que o simples fato de trocar a versão do jogo propiciou uma melhor experiência a estes indivíduos. Da mesma forma, o oposto pode explicar o comportamento identificado para usuários com neuroticismo: nenhuma versão agradou o suficiente ou o fato de trocar a versão do jogo foi um fator que desagradou os usuários.

Embora os resultados contextuais de cada jogo apresentem certa similaridade, há diferenças consideráveis a serem observadas. Primeiramente, nota-se uma versão pode oferecer uma melhor experiência aos usuários em um jogo, mas oferecer uma experiência de qualidade inferior aos usuários deste mesmo traço em outro jogo, como observa-se nas versões Motivacional e Dificuldade para o traço de personalidade conscienciosidade. Tais variações são esperadas e compreensíveis. Embora as versões tenham sido projetadas buscando-se efeitos similares nos jogos, há diferenças contextuais dos jogos que implicaram em algumas particularidades na implementação da versão em cada jogo. Por exemplo: na versão Ajudante do Jogo

das Perguntas (Seção 5.2.3), o usuário pode trocar uma recompensa obtida anteriormente, representada por um diamante, pela sugestão de duas alternativas (dentre elas, a resposta correta). Em contraponto, no Jogo da Memória, a versão Ajudante mostra ao usuário quais foram as últimas cartas abertas por ele. Assim, faz-se necessário identificar versões adequadas e inadequadas para os jogadores considerando cada jogo individualmente, extrapolando-se análises globais que unifiquem os dados coletados em diferentes jogos. Ainda, novos experimentos podem ser necessários, explorando diferentes estratégias de adaptação (troca de versões de um jogo), bem como seus impactos na PX.

### 6.3 Considerações finais

Comparando-se os resultados deste estudo com artigos similares da literatura, pode-se observar que a adaptação dos jogos baseada na personalidade é uma abordagem que, embora careça de métodos e protocolos, é promissora e deve continuar sob investigação. Embora não seja possível uma comparação direta com trabalhos correlatos, visto que apresentam abordagens e contextos diferentes, algumas discussões qualitativas são possíveis. No presente estudo houve uma variação percentual positiva de até 0,46 no  $IPXVG_{v,t,ga}$ , o que indica experiência do usuário mais prazerosa. Resultados positivos neste aspecto também foram relatados em outros estudos. Em (MOSTEFAI; BALLA; TRIGANO, 2019), a abordagem adaptativa que considera a personalidade do usuário possibilitou aos jogadores maior imersão e a vivência de estados emocionais positivos. Similarmente, em (TLILI et al., 2019) relata-se que a adaptação do jogo conforme a personalidade do usuário reduziu o esforço cognitivo, sendo a adaptação uma ferramenta interessante para aplicações educacionais. Os resultados deste estudo também somam-se à pesquisa desenvolvida por (NAGLE; RIENER; WOLF, 2018), revelando a necessidade de um protocolo bem definido tanto para a identificação das regras de adaptação quanto para a validação das mesmas com uma nova instância de dados e usuários.

Utilizando-se dos resultados do presente estudo, uma nova avaliação experimental foi realizada para validar as regras de adaptação encontradas, bem como a abordagem de adaptação automática proposta nesta pesquisa. Os métodos, resultados e discussões são apresentados no próximo Capítulo.

## 7 EXPERIMENTO E2: VALIDAÇÃO DA ABORDAGEM

Conforme apresentado no Capítulo 5, foram propostas inicialmente regras de adaptação, que consistem na associação de uma versão do jogo a cada traço de personalidade do modelo CGFP. Estas regras foram, conforme discutido no Capítulo 6, submetidas a uma avaliação experimental com usuários. A partir desta avaliação, as regras de adaptação foram aprimoradas para representar os achados do experimento. Em continuidade aos métodos da pesquisa, neste Capítulo investiga-se a efetividade destas regras, bem como da abordagem de adaptação automática, no oferecimento de uma melhor experiência aos jogadores. Assim, são apresentados neste capítulo o protocolo e os resultados de uma avaliação experimental que visa a validar a abordagem proposta.

### 7.1 Materiais e métodos

Similarmente ao experimento relatado no capítulo anterior, uma avaliação experimental com usuários foi projetada para possibilitar a validação da abordagem proposta. Com o propósito de direcionar a avaliação experimental, as seguintes questões de pesquisa foram estabelecidas:

- **E2QP1:** As regras de adaptação encontradas no experimento anterior indicam, de fato, as versões que podem ou não oferecer uma melhor experiência ao jogador?
- **E2QP2:** A definição do momento adequado para adaptar o jogo, considerando a experiência do jogador avaliada pelo classificador a partir das expressões faciais, melhorou a experiência do jogador?
- **E2QP3:** A avaliação da experiência do jogador feita pelo classificador é condizente com a autoavaliação feita pelo usuário com o uso do instrumento PX-BR?

Para elucidar a questão de pesquisa E2QP1 foram definidas, para cada traço de personalidade, uma versão adequada e uma versão inadequada. Conforme métodos e resultados do experimento relatado no Capítulo 6, a versão adequada oferece melhor experiência aos jogadores do que a versão neutra. Em contraponto, a versão inadequada tem indicadores de experiência do jogador inferiores ao da versão neutra. A Tabela 7 apresenta as versões classificadas como adequada e inadequada, por jogo, para cada traço de personalidade. Nesta definição, considerou-se, quando possível, a significância estatística – os resultados dos testes com o método ANOVA não-paramétrico são apresentados no apêndice E.

Tabela 7: Versões adequadas e inadequadas, por jogo, para cada traço de personalidade.

	Jogo da Memória		Jogo das Perguntas	
	Adequada	Inadequada	Adequada	Inadequada
<b>Abertura a Experiências</b>	Dificuldade	Ajudante	Criativa	Dificuldade
<b>Agradabilidade</b>	Dificuldade	Ajudante	Competitiva	Dificuldade
<b>Conscienciosidade</b>	Competitiva	Dificuldade	Progresso	Dificuldade
<b>Extroversão</b>	Ajudante	Dificuldade	Motivacional	Dificuldade
<b>Neuroticismo</b>	Competitiva	Dificuldade	Ajudante	Progresso

Os métodos adotados para responder às questões de pesquisa são apresentados na Seção 7.1.3.

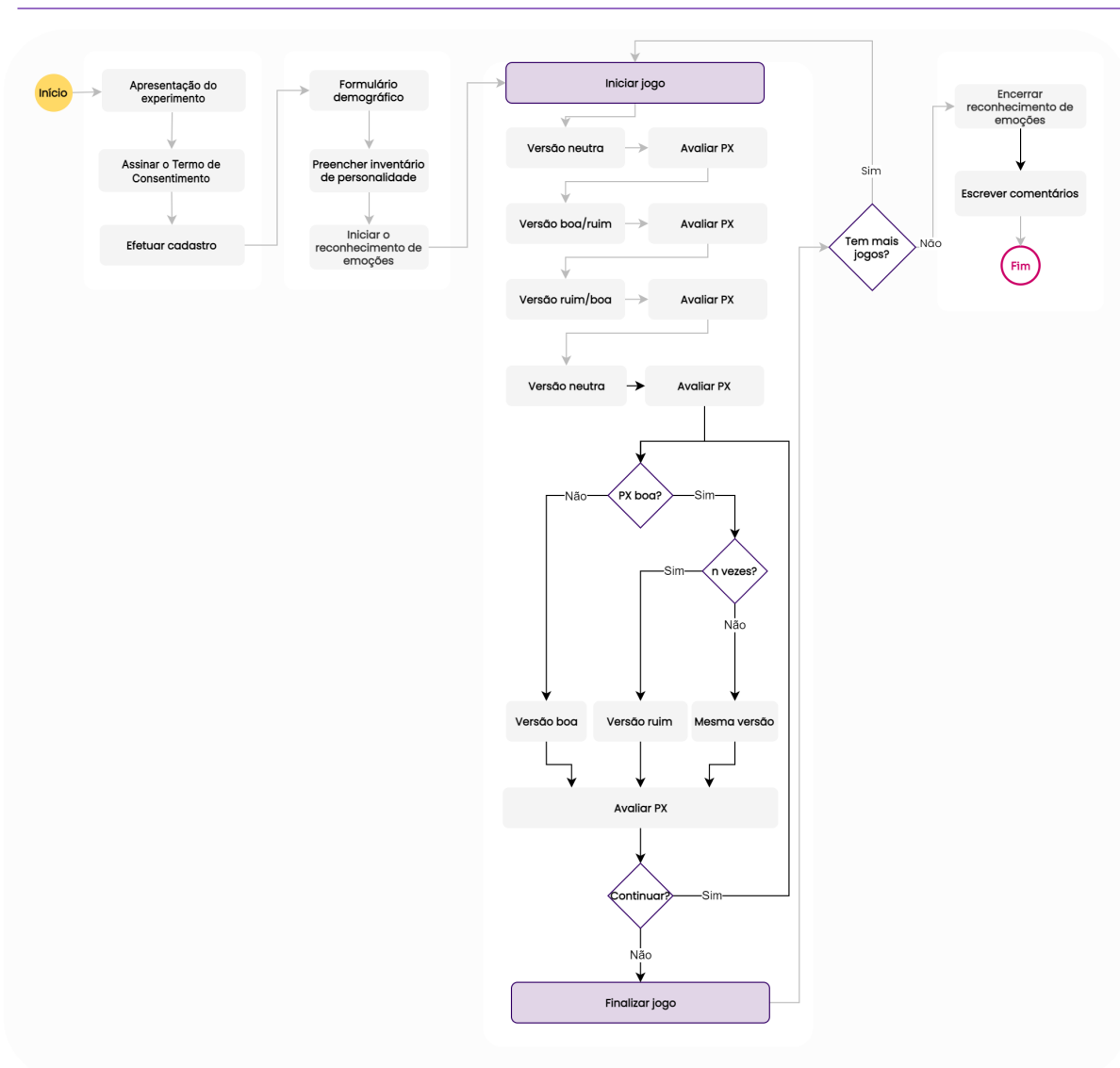
### 7.1.1 Protocolo

Esta avaliação experimental ocorreu de forma on-line. A plataforma desenvolvida para os experimentos anteriores foi adequada para o atendimento do novo protocolo. Ilustrado pela Figura 19, o protocolo foi aprovado Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (CEP/EACH/USP) – parecer apresentado no Anexo A.

Nesta avaliação, ao acessarem o endereço da plataforma do experimento, os potenciais voluntários encontraram uma página descrevendo as etapas do experimento. Optando em prosseguir, os voluntários foram apresentados ao TCLE, cuja concordância implicava no redirecionamento ao *PersonID* (apresentado na Seção 5.3.2) para criação da conta ou acesso a uma conta já existente. Na etapa seguinte, foram apresentadas aos participantes as etapas envolvidas na realização do experimento. As

Figura 19: Protocolo da avaliação experimental.

### Protocolo



Fonte: O autor.

duas primeiras, o formulário de caracterização de perfil e o inventário de personalidade, poderiam ser desconsiderados por participantes que já os preencheram em experimentos anteriores. As demais etapas compreendiam: iniciar o reconhecimento de expressões faciais, interagir com os jogos e avaliá-los, deixar comentários em texto livre sobre as percepções acerca do experimento.

As principais alterações promovidas para este experimento compreendem a etapa de interação com os jogos. Diferentemente do experimento anterior, em que cada participante deveria interagir com todas as versões de cada jogo, esta etapa foi dividida em duas fases neste novo experimento, ilustradas pela Figura 19. Esta decisão buscou

diferenciar os impactos da alternância de versão, já realizada no experimento anterior, da troca de versões em decorrência da PX.

Na primeira fase, cada voluntário interagiu com três versões do jogo: a versão neutra, a versão mais adequada para seu traço de personalidade e a versão menos adequada para seu traço de personalidade. Enquanto a versão neutra era sempre a primeira a ser exibida, a ordem de exibição das demais versões foi alternada para cada voluntário, visando a reduzir possíveis vieses. Durante as atividades desta fase, o jogador deveria manter a câmera ligada. Ao final de cada atividade, deveria avaliar a experiência com o uso daquele jogo por meio do preenchimento do instrumento PX-BR, desenvolvido nesta pesquisa (Seção 5.2.1).

Na segunda fase, buscou-se analisar a variação da experiência do jogador com a abordagem de adaptação automática, em que as versões do jogo eram alternadas conforme os indicadores de imersão/presença, diversão e jogabilidade fornecidos pelos classificadores (o indicador de PX foi considerado como a soma das respostas dos três classificadores anteriormente descritos). Fez-se necessário, então, definir um protocolo que estabelecesse o processo de troca de versões a partir da PX. Após diversas discussões, definiu-se que esta fase seria iniciada com a versão neutra do jogo, sendo as demais versões apresentadas conforme as regras a seguir:

- caso o classificador avaliasse a experiência como ruim, a versão adequada do jogo para aquele traço de personalidade seria disponibilizada para o usuário na próxima partida;
- caso a experiência do jogador fosse avaliada como boa pelo classificador, a versão atual seria mantida para a próxima partida, independentemente de ser a versão considerada adequada ou inadequada;
- caso a experiência do jogador fosse avaliada como boa pelo classificador em duas atividades seguidas, a próxima versão a ser exibida para aquele jogador seria a versão inadequada para cada traço de personalidade.

Nos dois primeiros casos, buscou-se identificar a efetividade da abordagem em afetar (positivamente ou negativamente) a experiência do jogador. No terceiro caso, buscou-se analisar se uma intervenção da abordagem poderia afetar negativamente a experiência de um jogador que estava desfrutando de boa experiência com o jogo.

Embora esta fase tenha adotado a avaliação da experiência do jogador feita pelo classificador, os voluntários também foram solicitados a avaliarem a experiência por

meio do questionário. Esta abordagem possibilita não apenas a comparação entre classificador e questionário, mas um eventual aprimoramento do classificador com a realização de novos treinamentos.

### 7.1.2 Participantes

Similarmente ao experimento anterior, para o recrutamento de participantes foram enviadas mensagens em listas de *e-mail* da Sociedade Brasileira de Computação, bem como publicações em diferentes redes sociais. Os critérios de inclusão e exclusão de participantes também foram os mesmos adotados no experimento anterior, relatado no Capítulo 6. Durante o período de três meses, 43 indivíduos participaram do experimento, gerando o total de 761 atividades registradas. Tais voluntários são, majoritariamente, da área de Ciência da Computação (79%). Áreas do conhecimento como Fotografia, *Design* e Nutrição registraram apenas um participante cada uma.

Com relação à familiaridade com a utilização de jogos digitais, apenas 38% dos participantes afirmaram não ter o hábito de utilizar jogos digitais em sua rotina semanal. Em contraponto, 26% dos voluntários declararam jogar ao menos duas horas por semana; 12% jogam até cinco horas por semana; 10% jogam até dez horas semanais e, finalmente, os 14% restantes jogam mais de dez horas semanais. Parte significativa (55%) dos participantes já teve ou possivelmente teve (26%) contato anterior com jogos sérios digitais, representando parcela significativa dos voluntários. Estes avaliaram os jogos que já utilizaram com uma nota de 0 a 10, resultando na mediana geral de 7. Adicionalmente, 36% dos participantes haviam participado do experimento anterior (relatado no Capítulo 6), em que foram geradas as regras de adaptação e coletados os dados utilizados no treinamento do classificador de avaliação da PX.

### 7.1.3 Análise dos dados

Para a análise dos dados deste experimento, foram adotadas as seguintes metodologias:

- para a elucidação da questão de pesquisa E2QP1, foram adotadas como métrica de avaliação os indicadores IPXV e IPXVG, apresentados na Seção 5.2.3. Estes indicadores compreendem a avaliação da experiência do jogador, em diferentes versões e jogos, obtida com o uso do instrumento PX-BR (Seção 2.4). Especi-



ficamente, foram comparados para cada traço de personalidade os indicadores das versões adequada e inadequada;

- similarmente, para a responder a questão de pesquisa E2QP2, foram adotadas também os indicadores IPXV e IPXVG (Seção 5.2.3). Os indicadores agora foram computados considerando-se: a manutenção da versão atual, a mudança de uma versão inadequada para uma versão adequada, bem como a mudança de uma versão adequada para inadequada;
- finalmente, para a questão E2QP3, foi calculado o percentual de concordância entre a avaliação da PX realizada pelo classificador com a avaliação indicada pelos usuários por meio do preenchimento do instrumento PX-BR.

## 7.2 Resultados e discussões

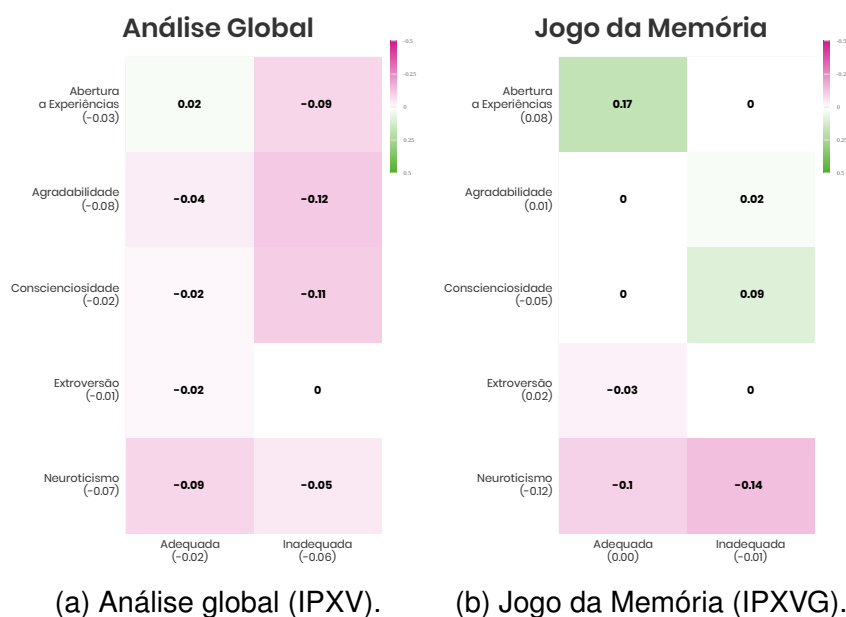
### 7.2.1 Regras de adaptação

A Figura 20 apresenta o percentual de variação da experiência do jogador das versões adequada e inadequada em relação à versão neutra, considerando: i) a análise global (IPXV), que compreende dados dos dois jogos sem distingui-los; ii) a análise para cada jogo (IPXVG). A Figura também apresenta, para cada traço de personalidade e cada versão, a média dos indicadores. Os valores apresentados indicam o percentual de variação dos indicadores de determinada versão em relação à versão neutra. Os casos em que a variação do indicador é positiva são realçados na cor verde, enquanto os indicadores que tiveram variação negativa são destacados em vermelho. Adicionalmente, a intensidade das cores acompanha o valor do indicador. Deste modo, valores mais próximos de zero são representados em tons mais claros, enquanto valores próximos de 1 são apresentados em tons mais escuros.

Analisando-se os dados da Figura 20, pode-se observar que apenas para o traço de abertura a experiências a versão adequada pôde oferecer melhor experiência aos jogadores. Entretanto, a análise considerando individualmente cada jogo enriquece esta discussão trazendo diferentes variações.

No Jogo da Memória, a versão adequada ofereceu melhor experiência aos jogadores apenas para o traço de abertura a experiências. Nos demais casos, o desempenho da versão adequada foi inferior ou igual ao da versão inadequada. No Jogo das Perguntas, por sua vez, há resultados curiosos: em geral, tanto a versão ade-

Figura 20: Análise do impacto das regras de adaptação definidas no experimento anterior em uma nova avaliação experimental com usuários.



Fonte: O autor.

quada quanto a versão inadequada tiveram *IPXVG* inferiores ao da versão neutra para todos os traços de personalidade. A única exceção observável neste caso é o traço de extroversão, em que ambas as versões não tiveram variações em relação à versão neutra. Merece destaque ainda o fato de que, no Jogo das Perguntas, embora as versões adequadas também impactaram negativamente a *IPXVG*, a variação foi consideravelmente menor. Como exemplo, pode-se citar o caso do traço de personalidade conscienciosidade, cuja variação foi de  $-0,07$  para a versão adequada e de  $-0,57$  para a versão inadequada.

A análise dos dados, tanto globalmente quanto por jogo, revela que nem sempre as versões adequadas foram capazes de oferecer melhor experiência do que a versão neutra. Todavia, pode-se concluir a partir das três análises que a versão considerada adequada tende a provocar menor interferência no indicador *IPXVG*, apresentando menor variação tanto para acréscimo quanto para decréscimo. Mesmo que em princípio este fato possa ser desapontador quando se busca oferecer uma melhor experiência do jogador, pode-se compreender que as versões adequadas são uma estratégia de menor risco. Elas podem evitar a repetição infinita de uma mesma versão do jogo, com o potencial de não alterar significativamente (para melhor ou para pior) o *IPXVG*.

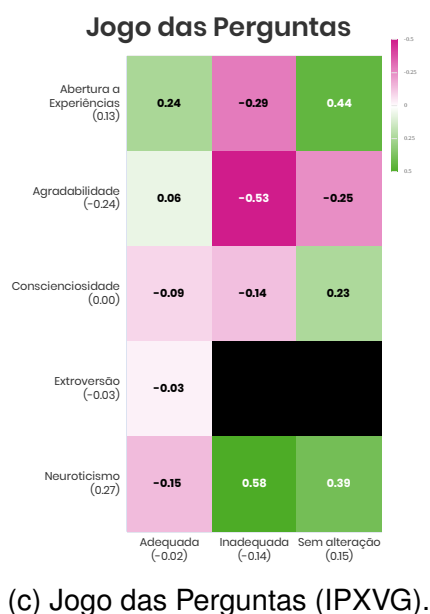
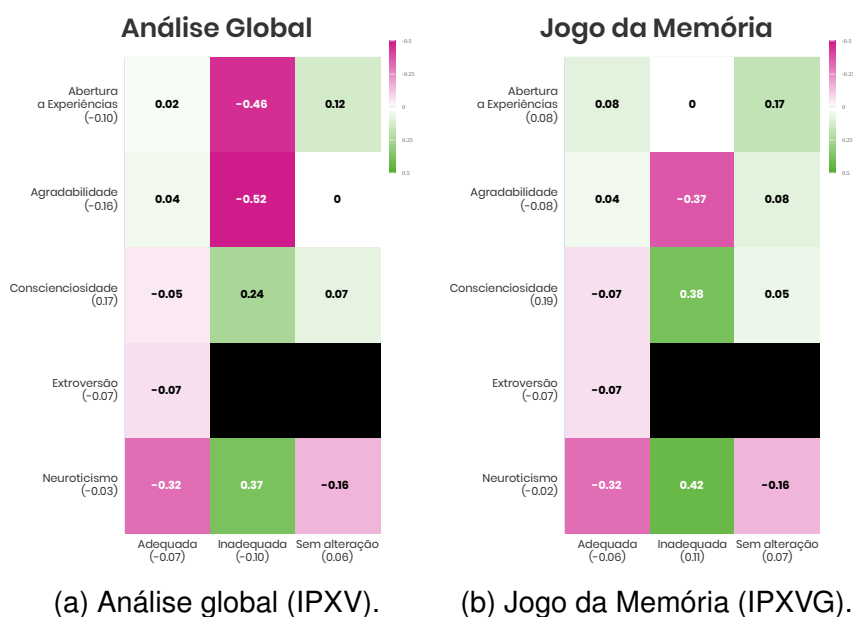
Ainda com relação a este tópico, deve-se mencionar que variações também são compreensíveis por este experimento ter, em seu conjunto de dados, registros de diferentes participantes: tanto dos que participaram do experimento anterior quanto de outros indivíduos que tiveram sua primeira participação na pesquisa neste experimento. Neste caso, evidencia-se que uma abordagem salutar é a redefinição constante de quais versões podem ser consideradas adequadas ou inadequadas para cada traço de personalidade, com a realização de análises automáticas sempre que uma determinada quantidade de dados é inserida no sistema. Em complemento, outras informações que reflitam as diferenças individuais dos participantes, identificadas a partir de dados demográficos e familiaridade com jogos, podem ser incluídas no processo de definição das regras de adaptação para o estabelecimento de regras mais individualizadas.

## 7.2.2 Definição da adaptação

A Figura 21 apresenta o percentual de variação da experiência do jogador nas atividades em que houve a adoção da abordagem de adaptação automática proposta na pesquisa. Especificamente, a versão do jogo foi definida a partir da avaliação automática da PX feita pelo classificador (apresentado na Seção 5.2.1.3), considerando as expressões faciais do jogador. Na Figura 21 tem-se: i) a análise global (*IPXV*), sem distinguir os jogos; ii) a análise exclusiva para o Jogo da Memória (*IPXVG*); e iii) a análise exclusiva para o Jogo das Perguntas (*IPXVG*). Para facilitar a discussão, os resultados são analisados por traço de personalidade. A coloração da Figura segue as mesmas diretrizes apresentadas na Seção 7.2.1.

Para os jogadores que tiveram predominância do traço **abertura a experiências** (29% dos participantes), a abordagem proposta apresentou eficiência. Nas três for-

Figura 21: Impacto da abordagem adaptativa na experiência do jogador, a partir da análise dos indicadores *IPXV* e do *IPXVG*.



Fonte: O autor.

mas de análise dos dados (global e para cada jogo), a adaptação para a versão adequada propiciou crescimento dos indicadores *IPXV* e *IPXVG*. A manutenção da versão quando o jogador vivenciou uma boa experiência apresentou-se como uma estratégia ainda mais eficiente: crescimento de 17% no Jogo da Memória e 44% no Jogo das Perguntas. A versão inadequada, por sua vez, não apresentou decréscimo do *IPXVG* no Jogo da Memória, mas ofereceu uma experiência pior que a versão neutra no Jogo das Perguntas.

O desempenho da abordagem para indivíduos com predominância do traço de

personalidade **agradabilidade** (29% dos participantes) foi bastante similar ao desempenho observado para o traço de abertura a experiências. Nas três formas de análise (global, Jogo da Memória e Jogo das Perguntas) a versão adequada aumentou os indicadores, enquanto a versão inadequada ocasionou considerável decréscimo nos indicadores. Diferentemente do traço anterior, a manutenção da versão apenas ofereceu melhor experiência no Jogo da Memória, sendo responsável pela diminuição do *IPXVG* no Jogo das Perguntas.

A situação apresenta-se sutilmente diferente para o traço de personalidade **conscienciosidade**, que envolveu 26% dos participantes. Globalmente, a versão considerada adequada foi responsável pelo decréscimo do *IPXV*, enquanto a manutenção da versão e a versão inadequada aumentaram este indicador. Ao analisar os dados por jogo, a situação torna-se mais evidente. No Jogo da Memória, a versão inadequada melhorou em 38% o *IPXVG*. Embora parcialmente inesperado, este resultado é condizente com o achado na Seção 7.2.1: a versão considerada inadequada pode ser, na realidade, a adequada para este traço de personalidade. No Jogo das Perguntas, por outro lado, a única estratégia que ofereceu melhor experiência aos jogadores foi a manutenção da versão que ofereceu boa experiência. Tanto a versão adequada quanto a inadequada foram responsáveis pelo decréscimo do indicador de PX.

A análise de dados referente aos usuários com predominância do traço **neuroticismo** (14% dos participantes) apresenta grande semelhança com o traço de conscienciosidade. Nas três formas de análise (global, Jogo da Memória e Jogo das Perguntas), a versão inadequada foi a que ofereceu melhor experiência aos jogadores, chegando a crescer o *IPXVG* em 58% no Jogo das Perguntas. Adicionalmente, no Jogo das Perguntas a manutenção da versão que ofereceu boa experiência também aumentou o *IPXVG*. Estes resultados são curiosos e envolvem uma análise cautelosa, já que tanto no experimento E1 quanto na etapa 1 do Experimento E2, todas as versões pioraram o indicador em ambos os jogos. Os resultados aqui encontrados podem revelar, de modo inédito, uma versão adequada para este traço de personalidade – que, curiosamente, são as versões definidas como inadequadas.

Não é possível apresentar discussões sobre o traço de personalidade **extroversão**, que teve apenas um participante (2% dos participantes), sem partidas com versões inadequadas ou mantidas.

Como é possível observar, o desempenho da abordagem em oferecer melhor experiência aos jogadores variou conforme o traço de personalidade. Especificamente,

nota-se que a abordagem mostrou-se promissora para traços de personalidade que tiveram maior quantitativo de participantes, como foi o caso dos traços de abertura a experiências e agradabilidade. Em contraponto, com menor número de voluntários, o traço de personalidade neuroticismo apresentou uma situação inversa, em que a versão inadequada ofereceu melhor experiência aos jogadores. Estes resultados sugerem que, em futuras investigações, deve-se buscar um maior quantitativo de voluntários em avaliações que visem a identificar regras de adaptação.

### 7.2.3 Avaliação do classificador

Conforme apresentado na Seção 5.2.1.3, treinou-se um classificador para avaliar automaticamente, a partir dos registros de expressões faciais, a experiência do jogador. Os dados apresentados na ocasião do treinamento foram satisfatórios. Entretanto, considerando-se a relevância do classificador para o desempenho da abordagem de adaptação automática proposta, também analisou-se o desempenho do classificador com a avaliação da experiência feita pelo próprio jogador por meio do PX-BR neste novo conjunto de dados. Em ambos os casos, foi utilizado o algoritmo de regressão logística.

A Tabela 8 revela o desempenho do classificador com o conjunto de dados obtido nesta avaliação experimental. Ao analisar-se esta Tabela sem observar o agrupamento por traço de personalidade, pode-se constatar que, em geral, os índices de especificidade são próximos aos obtidos durante a fase de treinamento (Seção 5.2.1.3). Todavia, os demais indicadores, como a acurácia do classificador, não mantiveram os resultados, sugerindo a dificuldade de generalização do classificador. Analisando-se os dados globalmente, a acurácia foi de 0,59. Este resultado é consideravelmente inferior ao obtido durante o processo de teste do classificador, relatado na Seção 5.2.1.3.

Tabela 8: Comparação de desempenho entre o classificador e o instrumento (binarizado).

	Acurácia	Especificidade	Revocação (sensibilidade)
Neuroticismo	0,62	0,91	0,06
Agradabilidade	0,61	0,65	0,45
Conscienciosidade	0,54	0,62	0,33
Abertura a experiências	0,57	0,73	0,29
Extroversão	0,50	1,00	0,00
Global	0,59	0,74	0,24

A Tabela 8 indica ainda que, para alguns traços de personalidade (como extroversão e neuroticismo), foram obtidos altos índices na métrica de especificidade. Embora os resultados não permitam o estabelecimento de conclusões definitivas, estima-se pode haver comportamentos faciais comuns entre os participantes que apresentam os traços mencionados anteriormente. Adicionalmente, são apresentados no Apêndice C as métricas de desempenho do classificador para cada participante. Nota-se que, para alguns indivíduos, o classificador apresenta grande variação de desempenho. Isto sugere que, em investigações futuras, classificadores podem ser treinados para cada usuário individualmente. Tal abordagem possibilitaria a análise de diferentes padrões de comportamento facial.

Em geral, nota-se que há uma tendência à classificação da PX como ruim pelo classificador. Este resultado pode sugerir que houve excessivo rigor no processo de binarização dos dados, adotado tanto para o treinamento do classificador quanto para esta análise. Ainda, deve-se registrar o que classificador foi treinado com o conjunto de dados obtido no experimento apresentado no Capítulo 6, podendo passar por um novo treinamento com o conjunto de dados coletado durante a realização do corrente experimento, buscando-se o aprimoramento de seus resultados.

### **7.3 Comparação com a literatura**

Como discutido no Capítulo 3, as pesquisas científicas que tratam da adaptação automática de jogos sérios considerando emoções ou traços de personalidade do jogador adotam diferentes abordagens metodológicas e protocolos. Deste modo, as comparações dos resultados deste trabalho com as demais investigações relatadas na literatura devem ser feitas com ressalvas, uma vez que os resultados não são diretamente comparáveis. Diante de tais limitações, a Tabela 9 apresenta uma visão geral das abordagens, métricas e conclusões deste trabalho com estudos da literatura que tratam de arquiteturas, *frameworks* e jogos sérios que se adaptam conforme as emoções ou a personalidade do jogador.

Tabela 9: Comparação do presente trabalho com estudos similares da literatura.

Estudo	Abordagem ou <i>framework</i>	Métricas	Emoções	Personalidade	Conclusões	Jogos adaptados	Quantidade de usuários
Shabihi e Taghiyareh (2017)	Não	Engajamento, aprendizagem	Não	Sim	Crescimento de 48% do engajamento e 18% nas métricas de aprendizagem	1	29
Mostefai, Balla e Trigano (2019)	Sim	Envolvimento emocional, Desempenho no jogo, aprendizagem	Sim	Sim	Aumento da imersão em até 17%; emoções positivas de 2% a 30% mais frequentes; maior quantidade de usuários com melhor aprendizagem	1	15
Tlili et al. (2019)	Não	Motivação, Carga Cognitiva e Aceitação de Tecnologia	Não	Sim	Redução da carga cognitiva; aumento da intenção de uso futuro e da utilidade percebida	1	51



Tabela 9: Comparação do presente trabalho com estudos similares da literatura.

<b>Estudo</b>	<b>Abordagem ou <i>framework</i></b>	<b>Métricas</b>	<b>Emoções</b>	<b>Personalidade</b>	<b>Conclusões</b>	<b>Jogos adapta- dos</b>	<b>Quantidade de usuários</b>
Aranha et al. (2022)	Sim	Engajamento	Não	Não	Aumento do engajamento dos jogadores de 15% a 178%	4	9
Esta pesquisa	Sim	Experiência do jogador	Sim	Sim	Crescimento de até 58% na experiência do jogador	2	43

Como representado na Tabela, Shabihi e Taghiyareh (2017) investigaram o desenvolvimento e utilização de um jogo adaptável a partir da personalidade do jogador, que resultou no crescimento dos indicadores de engajamento e de aprendizagem. Em complemento, na investigação conduzida por Mostefai, Balla e Trigano (2019), uma avaliação realizada com 15 participantes indicou que a adaptação de um jogo sério apresentou diversos benefícios, tanto na imersão (crescimento de até 17%) quanto na aprendizagem dos participantes. Tlili et al. (2019), em uma investigação com 51 voluntários, observaram que um jogo adaptável com base na personalidade do jogador foi capaz de reduzir a carga cognitiva no processo de aprendizagem e elevar a percepção de utilidade e desejo de uso futuro.

Aranha et al. (2022), propondo uma abordagem de adaptação de jogos sérios considerando emoções, descrevem que a abordagem de adaptação automática de jogos sérios provocou impactos positivos de até 178% no engajamento de nove pacientes que usaram o *framework EasyAffecta* longitudinalmente no processo de reabilitação motora. No escopo da pesquisa atual, observa-se variação positiva de até 58% na experiência do jogador.

Ao analisar-se os resultados obtidos por este trabalho, bem como pelos outros trabalhos da literatura, pode-se concluir a viabilidade de utilização de dados do usuário, como emoções e traços de personalidade, para a adaptação automática de jogos sérios. Mesmo apresentando diferentes abordagens metodológicas, métricas e protocolos, os estudos descritos na Tabela revelam resultados positivos, com crescimento em indicadores de engajamento, imersão e experiência do jogador em todos ou em parte dos casos.

Adicionalmente, parte dos estudos apresentados na Tabela 9 têm em comum a característica de apresentarem propostas de arquiteturas ou *frameworks* que favorecem a criação de jogos sérios com tal característica. Naturalmente, cada proposta envolve determinados protocolos, propostos pelos autores a partir de estudos e reflexões críticas. Apesar dos resultados promissores relatados, é notório que novas investigações podem apresentar grandes contribuições para este contexto, indicando boas práticas e procedimentos que podem favorecer os impactos das adaptações efetuadas a partir do aprimoramento destes protocolos e procedimentos.

## 7.4 Considerações finais do capítulo

Ao longo deste capítulo foram apresentadas as abordagens metodológicas para a validação da abordagem proposta nesta tese de doutorado, bem como os resultados obtidos, que sugerem a influência de diferentes fatores. No tocante à validação das regras de adaptação, observa-se que apenas para um traço (abertura a experiências) a versão adequada propiciou melhor experiência aos jogadores. Em contraponto, em alguns casos as versões consideradas inadequadas apresentaram melhor desempenho, em especial no Jogo da Memória.

Conforme discutido anteriormente, tal fato pode ser explicado pela participação de diferentes indivíduos nos experimentos. Para aplicações futuras, entende-se que um caminho plausível consiste na redefinição das regras de adaptação ao longo da utilização da aplicação pelos usuários, para que novos dados sejam sempre considerados neste processo. Assim, espera-se obter regras de adaptação que melhor representem a associação entre traços de personalidade e diferentes versões de jogos. Outro fator importante a ser considerado neste cenário podem ser as versões implementadas nos dois jogos. Embora as mesmas tenham diferentes elementos, estes podem ser sido insuficientes para resultar em diferentes percepções nos jogadores. Isto deve-se ao fato de que as versões implementadas foram definidas pelos autores a partir de suas percepções acerca dos traços de personalidade. Em estudos futuros, a elaboração de versões dos jogos pode ser conduzida em colaboração com usuários e pesquisadores de áreas correlatas.

Ainda, apesar de os resultados da primeira etapa do experimento indicarem que a versão considerada adequada nem sempre ofereceu melhor experiência aos jogadores, na fase em que houve adaptação automática o cenário altera-se parcialmente. Enquanto em alguns casos as versões adequadas melhoraram a experiência do jogador, em outros casos apresentam desempenho inferior às versões inadequadas. Um fato curioso a ser observado neste ponto é que, em geral, as versões adequadas provocam menor alteração no indicador de experiência (para melhor ou pior). Podem, portanto, ser consideradas como intervenções com menor risco de impactar a experiência.

Finalmente, deve-se mencionar que o desempenho do classificador de avaliação da experiência do jogador mostrou-se aquém do esperado. Novamente, tal fato pode ser compreendido a partir da alteração do grupo de participantes. Neste caso, sugere-se em trabalhos futuros um constante processo de treinamento do classificador, para

que novos dados sejam aproveitados e possibilitem o aperfeiçoamento de seu desempenho.

# **PARTE IV**

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## 8 CONCLUSÕES

O contexto promissor, porém desafiador, em que se insere o desenvolvimento de jogos sérios foi abordado nesta pesquisa de doutorado. Especificamente, buscou-se investigar a hipótese de que “a adaptação automática de jogos sérios com base nas emoções e nos traços de personalidade do jogador, pode oferecer uma melhor experiência aos jogadores”. Os resultados obtidos em avaliações experimentais desta pesquisa comprovam parcialmente tal hipótese, indicando que, no escopo analisado, a abordagem proposta foi capaz de oferecer melhor experiência aos jogadores em parte dos casos testados.

Adicionalmente, conforme apresentado e discutido ao longo deste documento, foram planejadas e conduzidas diversas investigações e avaliações experimentais que possibilitaram o desenvolvimento da abordagem e a sua validação final. A partir dos estudos realizados, pode-se concluir que:

- a análise automática de expressões faciais, embora pouco utilizada na avaliação da experiência do jogador, é uma abordagem que apresentou-se promissora no escopo desta pesquisa. No entanto, mais investigações são necessárias para a compreensão de outros fatores que podem influenciar seu desempenho. Nesse sentido, sugere-se uma possível análise de características individuais dos usuários, como seu comportamento durante a realização de atividades. Usuários mais expressivos, por exemplo, podem ter sua experiência avaliada de modo mais preciso por esta técnica do que usuários menos expressivos. Por esta razão, entende-se que o treinamento de classificadores que considerem o comportamento facial de cada usuário pode ser uma abordagem interessante para o fortalecimento desta técnica. Adicionalmente, outras técnicas podem ser usadas conjuntamente, como sensores fisiológicos;
- a avaliação da experiência do jogador é um processo complexo que baseia-se principalmente na adoção de questionários. Conforme discutido ao longo deste

documento, parte dos instrumentos usados na literatura são consideravelmente extensos. Além disso, voluntários expressaram dificuldades de compreender determinadas afirmações provenientes de um instrumento internacional. Em contraponto, o instrumento PX-BR, proposto neste estudo, apresentou em sua validação inicial resultados interessantes. Em especial, não foram observadas em suas aplicações queixas de voluntários sobre a compreensão das afirmações. Este instrumento, evidentemente, necessita de validações adicionais para contextos mais amplos, mas entende-se que sua adoção é adequada;

- os resultados das avaliações experimentais indicaram que é efetivamente possível identificar versões adequadas ou inadequadas para os jogadores, conforme seu traço de personalidade predominante. Este processo, conforme revelam os resultados, deve ser executado de modo iterativo, considerando-se dados coletados com usuários. As regras de adaptação definidas pelos autores, embora tenham apresentado resultados válidos, não foram as regras mais eficientes.

## 8.1 Limitações

A abrangência do escopo desta pesquisa de doutorado traz à tona inúmeras complexidades, que se relacionam tanto a aspectos computacionais quanto a aspectos conceituais e/ou psicológicos. Neste sentido, destacam-se:

- para a avaliação da personalidade, optou-se pela utilização de um instrumento contendo 44 itens. É de conhecimento dos autores que a aplicação de questionários, embora válida e amplamente realizada, pode ser desconfortável aos usuários ou causar fadiga, implicando também na qualidade dos dados coletados.
- para o reconhecimento de emoções, foi adotada exclusivamente a técnica de análise de expressões faciais. Conforme discutido amplamente na literatura, tal atividade deve idealmente considerar diferentes técnicas em conjunto. Entretanto, por conta da pandemia de Covid-19, outros dispositivos que exigissem a presença física do jogador não puderam ser adotados;
- apesar do amplo período de realização das avaliações experimentais, o número de voluntários esteve em torno de 50 participantes por experimento. Este quantitativo, embora tenha fornecido indicadores que revelam a característica promiss-

sora da abordagem, não possibilita análises com significância estatística para alguns traços de personalidade;

- nas avaliações conduzidas durante esta pesquisa, o público-alvo dos experimentos não foi limitado a indivíduos que efetivamente faziam uso de jogos sérios para processos terapêuticos ou de aprendizagem, fato que pode ter influenciado os resultados obtidos;
- o escopo tecnológico adotado para a implementação, embora tenha possibilitado a condução de experimentos remotos, implicava na realização de parte considerável do processamento computacional no dispositivo do usuário. Tal característica pode influenciar tanto o reconhecimento de emoções quanto a experiência que o jogador vivenciou com o jogo, sendo um aspecto a ser observado em estudos futuros;
- as definições estratégicas, como protocolos para a definição das adaptações, embora estabelecidas após diversas discussões e análises, estão sujeitas à validação em investigações futuras;
- no tocante às avaliações experimentais, uma vez que todas foram realizadas de modo remoto, não controlou-se potenciais diálogos entre os voluntários e demais indivíduos que compartilhassem o ambiente em que se encontravam presencial. Ao mesmo tempo em que este fator pode ter influenciado os resultados obtidos, apresenta dados mais realistas, uma vez que os usuários podem se comportar desta forma em ambientes reais, em que tais jogos são efetivamente utilizados. Em complemento, é sabido que os voluntários utilizaram diferentes equipamentos, com diferentes capacidades de processamento, para a realização das atividades. Novamente, observa-se que este fator é representativo da realidade, porém pode influenciar a quantidade de registros de expressões faciais capturados ao longo da atividade, bem como provocar lentidão na interação com os jogos.

## 8.2 Trabalhos futuros

As limitações recém apresentadas, bem como os resultados das avaliações experimentais relatadas neste documento, revelam que há ainda grandes desafios a serem tratados em investigações futuras. A seguir, são apresentados as principais contribuições em aberto identificadas no decorrer desta pesquisa de doutorado:



- o desenvolvimento e o aprimoramento de técnicas que possibilitem a avaliação da experiência do jogador sem a interrupção do processo de interação, considerando também as características individuais;
- o desenvolvimento de técnicas que possibilitem a avaliação automática da personalidade humana considerando o contexto cultural e linguístico brasileiro, em especial com o desenvolvimento de instrumentos resumidos;
- elaboração de estratégias que possibilitem o aprimoramento cíclico das regras de adaptação, considerando os dados coletados ao longo do uso dos jogos;
- a realização de novas avaliações, em especial envolvendo a aplicação dos jogos sérios com o público-alvo específico;
- investigações sobre os impactos da adaptação automática de diferentes jogos (não exclusivamente jogos sérios), incluindo jogos voltados ao entretenimento, na experiência do jogador.

### **8.3 Vantagens da abordagem proposta**

A abordagem proposta e desenvolvida nesta pesquisa apresenta diferentes vantagens. Dentre elas, destacam-se:

- o aprimoramento dos jogos sérios, por meio da adaptação automática definida a partir dos traços de personalidade e das emoções, com o potencial de oferecimento de melhor experiência aos jogadores;
- a contribuição indireta com diferentes áreas de aplicação de jogos sérios, como educação e saúde;
- a facilitação, ao programador, do processo de desenvolvimento de jogos sérios adaptativos, uma vez que o arcabouço necessário para a adaptação afetiva envolve e dispõe de diferentes recursos para: avaliar a experiência do jogador, analisar a personalidade, reconhecer emoções, definir as regras de adaptação e efetivar alterações no jogo;
- a viabilidade de adaptação de jogos sérios desenvolvidos em diferentes plataformas e tecnologias;

- o fornecimento de técnicas e recursos que, devido ao reúso de *software* fomentado pela abordagem, podem ser adotados na adaptação de aplicações computacionais com diferentes finalidades, como *software* de produtividade e jogos voltados ao entretenimento.

## 8.4 Publicações

Previamente mencionadas ao longo de todo o documento, as publicações abaixo mencionadas apresentam-se como resultado direto desta pesquisa de doutorado:

### Em conferências:

- “*Personality traits impacts in virtual reality’s user experience*”, publicado nos anais do *Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, conferência avaliada com Qualis B2 na área de Ciência da Computação (ARANHA et al., 2018);
- “*Influence of environmental conditions in the performance of open-source software for facial expression recognition*, publicado nos anais do *Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, conferência avaliada com Qualis B2 na área de Ciência da Computação (ARANHA; NUNES, 2019);
- “*Engagement and Discrete Emotions in Game Scenario: Is There a Relation Among Them?*”, publicado nos anais da *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, conferência avaliada com Qualis A2 na área de Ciência da Computação (ARANHA et al., 2021);
- “*Player Experience with Brazilian accent: development and validation of PX-BR, a summarized instrument in Portuguese*”, publicado nos anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, conferência avaliada com Qualis B2 na área de Ciência da Computação (ARANHA; NUNES, 2022);
- “*Every move you make in every game you play: can game logs determine player’s engagement?*”, publicado nos anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, conferência avaliada com Qualis B2 na área de Ciência da Computação (SALES et al., 2022);

### Em periódicos:

- *Adapting software with affective computing: a systematic review*, publicado no periódico *IEEE Transactions on Affective Computing*, avaliado com fator de impacto 10.506 (ARANHA; CORRÊA; NUNES, 2019).
- *EasyAffecta: A framework to develop serious games for virtual rehabilitation with affective adaptation*, aceito para publicação no periódico *Multimedia Tools and Applications*, avaliado com fator de impacto 2.757.

Em complemento, o seguinte artigo encontra-se, até o ato de depósito deste documento, em processo de revisão por pares:

- Experimento apresentado no Capítulo 6, ao periódico *User Modeling and User-Adapted Interaction*, avaliado com fator de impacto 4.412;

Finalmente, os seguintes artigos encontram-se em processo de finalização para submissão:

- Revisão sistemática apresentada no Capítulo 3;
- Avaliação experimental apresentada no Capítulo 7;

Estes artigos poderão ser submetidos aos seguintes periódicos: *IEEE Transactions on Affective Computing*, com fator de impacto 10.506; *International Journal of Human-Computer Studies*, com fator de impacto 3.632; e *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, com fator de impacto 2.351.

## 8.5 Prêmios e reconhecimentos

Durante a realização desta pesquisa, foram obtidos os seguintes prêmios e reconhecimentos:

- Honra ao Mérito, durante o *Workshop* de Pós-graduação em Engenharia de Computação da Escola Politécnica da USP, pela publicação de artigo científico em revista com alto fator de impacto (ARANHA; CORREA; NUNES, 2019);
- Financiamento, por parte da *ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction (ACM SIGCHI)*, para participação em conferência internacional por meio do *Gary Marsden Travel Awards* (ARANHA et al., 2021);

- Menção Honrosa no Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) pelo artigo que relata o desenvolvimento e validação inicial do PX-BR (ARANHA; NUNES, 2022);

## REFERÊNCIAS

ACM. **ACM Digital Library - Beta version**. 2020. Disponível em: <<https://dlnext.acm.org/>>.

AKTIVIA, R.; DJATNA, T.; NURHADRYANI, Y. Visual usability design for mobile application based on user personality. In: **2014 International Conference on Advanced Computer Science and Information System**. IEEE, 2014. p. 177–182. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/icacsis.2014.7065893>>.

ALMEIDA, J. L. F. de; MACHADO, L. dos S. Design requirements for educational serious games with focus on player enjoyment. **Entertainment Computing**, v. 38, p. 100413, 2021. ISSN 1875-9521. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952121000100>>.

ALVES, T.; MARTINHO, C.; PRADA, R. Towards incorporating personality in serious games for health. In: **2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)**. IEEE, 2019. p. 1–4. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/vs-games.2019.8864521>>.

ANDRADE, J. M. de. **Evidências de validade do inventário dos cinco grandes fatores de personalidade para o Brasil**. Tese (Doutorado) — Universidade de Brasília, 2008.

ARANHA, R.; NUNES, F. Um framework para a adaptação de jogos sérios com computação afetiva e computação de personalidade. In: **Anais Estendidos do XXII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020. p. 7–8. ISSN 0000-0000. Disponível em: <[https://sol.sbc.org.br/index.php/svr\\_estendido/article/view/12944](https://sol.sbc.org.br/index.php/svr_estendido/article/view/12944)>.

ARANHA, R.; NUNES, F. De expressões faciais à experiência do jogador: desafios da adaptação automática de jogos sérios com computação afetiva. In: **Anais Estendidos do XXIII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 5–6. ISSN 0000-0000. Disponível em: <[https://sol.sbc.org.br/index.php/svr\\_estendido/article/view/17648](https://sol.sbc.org.br/index.php/svr_estendido/article/view/17648)>.

ARANHA, R. V. **EasyAfecta: um framework baseado em Computação Afetiva para adaptação automática de jogos sérios para reabilitação motora**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/d.100.2017.tde-24072017-083504>>.

ARANHA, R. V.; CASAES, A. B.; NUNES, F. L. S. Influence of environmental conditions in the performance of open-source software for facial expression recognition. In: **Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3424953.3426630>>.

ARANHA, R. V. et al. EasyAffecta: A framework to develop serious games for virtual rehabilitation with affective adaptation. **Multimedia Tools and Applications**, Springer Science and Business Media LLC, jun. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11042-022-12600-0>>.

ARANHA, R. V. et al. Engagement and discrete emotions in game scenario: Is there a relation among them? In: ARDITO, C. et al. (Ed.). **Human-Computer Interaction – INTERACT 2021**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 22–42. ISBN 978-3-030-85613-7.

ARANHA, R. V.; CORREA, C. G.; NUNES, F. L. S. Adapting software with affective computing: a systematic review. **IEEE Transactions on Affective Computing**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), p. 1–1, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/taffc.2019.2902379>>.

ARANHA, R. V.; CORRÊA, C. G.; NUNES, F. L. S. Adapting software with affective computing: a systematic review. **IEEE Transactions on Affective Computing**, p. 1–1, 2019. ISSN 1949-3045.

ARANHA, R. V. et al. Personality traits impacts in virtual reality's user experience. In: **2018 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)**. IEEE, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/svr.2018.00019>>.

ARANHA, R. V.; NUNES, F. L. S. Um framework para adaptação automática de jogos sérios considerando as emoções e os traços de personalidade do jogador. In: **Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC)**. Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/ihc.2019.8422>>.

ARANHA, R. V.; NUNES, F. L. S. Player experience with brazilian accent: development and validation of px-br, a summarized instrument in portuguese. In: **XVIII Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI)**. New York, USA: ACM, 2022.

Aranha, R. V. et al. Using affective computing to automatically adapt serious games for rehabilitation. In: **2017 IEEE 30th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 55–60. ISSN 2372-9198.

BARBOSA, S.; SILVA, B. **Interação humano-computador**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010.

BATSON, C. D.; SHAW, L. L.; OLESON, K. C. Differentiating affect, mood, and emotion: toward functionally based conceptual distinctions. Sage Publications, Inc, 1992.

BORGES, B. et al. Experiência do usuário em jogos digitais: Uma catalogação de instrumentos de avaliação. In: **Anais do Workshop sobre Interação e Pesquisa de Usuários no Desenvolvimento de Jogos (WIPlay)**. Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/wiplay.2019.7841>>.

BORGES, J. B. et al. Player experience evaluation: Which instrument should i use? **Journal on Interactive Systems**, Sociedade Brasileira de Computacao - SB, v. 11, n. 1, p. 74–91, dez. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/jis.2020.765>>.

BROCKMYER, J. H. et al. The development of the game engagement questionnaire: A measure of engagement in video game-playing. **Journal of Experimental Social Psychology**, Elsevier BV, v. 45, n. 4, p. 624–634, jul. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.02.016>>.

CAPUANO, N. et al. A personality based adaptive approach for information systems. **Computers in Human Behavior**, Elsevier BV, v. 44, p. 156–165, mar 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.058>>.

CATTELL, R. B. Sentiment or attitude? the core of a terminology problem in personality research. **Journal of Personality**, v. 9, n. 1, p. 6–17, 1940. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-6494.1940.tb02192.x>>.

CAYA, R.; NETO, J. J. Personalização, “customização”, adaptabilidade e adaptatividade. In: PAULO, U. de S. (Ed.). **WTA 2016 – X Workshop de Tecnologia Adaptativa**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–8. [Http://lta.poli.usp.br/lta/publicacoes/artigos/2016/caya-e-jose-neto-2016-personalizacao-customizacao-adaptabilidade-e-adaptatividade/view](http://lta.poli.usp.br/lta/publicacoes/artigos/2016/caya-e-jose-neto-2016-personalizacao-customizacao-adaptabilidade-e-adaptatividade/view).

CERVONE, D.; PERVIN, L. **Personality: Theory and Research, 12th Edition**. Wiley Global Education, 2013. ISBN 9781118473276. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=PS8cAAAAQBAJ>>.

CHIM, D. S. Estudo sobre o perfil empreendedor de estudantes de computação do instituto de informática da ufrgs: uma análise de dados utilizando o modelo big five. 2018.

CONG, P. et al. Personality- and value-aware scheduling of user requests in cloud for profit maximization. **IEEE Transactions on Cloud Computing**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), p. 1–1, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/tcc.2020.3000792>>.

CONG, P. et al. Personality-guided cloud pricing via reinforcement learning. **IEEE Transactions on Cloud Computing**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), p. 1–1, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/tcc.2020.2992461>>.

CORDEIRO, L. N.; ARANHA, R. V.; NUNES, F. L. S. "uma abordagem para o desenvolvimento de jogos sérios com elementos adaptativos". In: **Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo**. [S.l.]: Universidade de São Paulo, 2021.

COSTA, P. T.; MCCRAE, R. R. **The NEO personality inventory**. [S.l.]: Psychological Assessment Resources Odessa, FL, 1985.

DARIN, T.; COELHO, B.; BORGES, B. Which instrument should i use? supporting decision-making about the evaluation of user experience. In: MARCUS, A.; WANG, W. (Ed.). **Design, User Experience, and Usability. Practice and Case Studies**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 49–67. ISBN 978-3-030-23535-2.

DARWIN, C. **The expression of the emotions in man and animals**. [S.l.]: Oxford University Press, USA, 1998.

DENDEN, M. et al. Effects of gender and personality differences on students' perception of game design elements in educational gamification. **International Journal of Human Computer Studies**, v. 154, 2021. Cited by: 7. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108434301&doi=10.1016%2fj.ijhcs.2021.102674&partnerID=40&md5=65dff4e018cec3a7649e1729db58e893>>.

DENNIS, M.; MASTHOFF, J.; MELLISH, C. Adapting progress feedback and emotional support to learner personality. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Springer Nature, v. 26, n. 3, p. 877–931, aug 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40593-015-0059-7>>.

DIAS, R.; MARTINHO, C. Adapting content presentation and control to player personality in videogames. In: **Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology - ACE '11**. ACM Press, 2011. p. 1–8. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2071423.2071446>>.

DÖRNER, R. et al. Introduction. In: \_\_\_\_\_. **Serious Games: Foundations, Concepts and Practice**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 1–34. ISBN 978-3-319-40612-1. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_1)>.

DRACHEN, A.; MIRZA-BABAEI, P.; NACKE, L. E. **Introduction to Games User Research**. Oxford University Press, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0001>>.

EKKEKAKIS, P.; RUSSELL, J. A. **The Measurement of Affect, Mood, and Emotion**. Cambridge University Press, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/cbo9780511820724>>.

EKMAN, P. An argument for basic emotions. **Cognition & emotion**, Taylor & Francis, v. 6, n. 3-4, p. 169–200, 1992.

EKMAN, P. What scientists who study emotion agree about. **Perspectives on Psychological Science**, SAGE Publications, v. 11, n. 1, p. 31–34, jan 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1745691615596992>>.

FOUNDATION, P. S. **Welcome to Python.org**. 2021. Disponível em: <<https://www.python.org/>>.

FOUNDATION, T. R. **R: The R Project for Statistical Computing**. 2021. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.

FUNDER, D. C. **The personality puzzle**. [S.l.]: WW Norton & Co, 1997.

GOOGLE. **Google Scholar**. 2020. Disponível em: <<http://scholar.google.com>>. Acesso em: 19/04/2020.

GUO, Y. et al. Nudging personalized password policies by understanding users' personality. **Computers & Security**, Elsevier BV, v. 94, p. 101801, jul. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.101801>>.

HARDT, D. **The OAuth 2.0 Authorization Framework**. [S.l.], 2012. 1-76 p. Disponível em: <<https://tools.ietf.org/html/rfc6749>>.



- HOCINE, N. Personalized serious games for self-regulated attention training. In: **Adjunct Publication of the 27th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (UMAP'19 Adjunct), p. 251–255. ISBN 9781450367110. Disponible em: <<https://doi.org/10.1145/3314183.3323458>>.
- HOOKHAM, G.; NESBITT, K. A systematic review of the definition and measurement of engagement in serious games. In: **Proceedings of the Australasian Computer Science Week Multiconference on - ACSW 2019**. ACM Press, 2019. Disponible em: <<https://doi.org/10.1145/2F3290688.3290747>>.
- HU, Y.; ZHAO, M. The design of intelligent QA platform based on model of learner's personality. In: **2008 Second International Conference on Genetic and Evolutionary Computing**. IEEE, 2008. p. 402–405. Disponible em: <<https://doi.org/10.1109/wgec.2008.112>>.
- HUANG, Y. et al. Facial expression recognition: A survey. **Symmetry**, MDPI AG, v. 11, n. 10, p. 1189, set. 2019. Disponible em: <<https://doi.org/10.3390/sym11101189>>.
- IEEE. **IEEE Xplore Digital Library**. 2020. Disponible em: <<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>>.
- JENNETT, C. et al. Measuring and defining the experience of immersion in games. **International Journal of Human-Computer Studies**, Elsevier BV, v. 66, n. 9, p. 641–661, set. 2008. Disponible em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>>.
- KARRAS, T. et al. **Analyzing and Improving the Image Quality of StyleGAN**. 2020.
- KAZEMINIA, A.; KAEDI, M.; GANJI, B. Personality-based personalization of online store features using genetic programming: Analysis and experiment. **Journal of theoretical and applied electronic commerce research**, SciELO Comision Nacional de Investigacion Cientifica Y Tecnologica (CONICYT), v. 14, n. 1, p. 0–0, jan 2019. Disponible em: <<https://doi.org/10.4067/s0718-18762019000100103>>.
- KING, D. E. Dlib-ml: A machine learning toolkit. **Journal of Machine Learning Research**, v. 10, p. 1755–1758, 2009.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.
- KLIMMT, C. et al. The empirical assessment of the user experience in interactive storytelling: construct validation of candidate evaluation measures. **Technical Report**, 2010.
- KONSTANTOPOULOS, S.; KARKALETSIS, V. System Personality and Adaptivity In Affective Human-Computer Interaction. **International Journal on Artificial Intelligence Tools**, World Scientific Pub Co Pte Lt, v. 22, n. 02, p. 1350014, apr 2013. Disponible em: <<https://doi.org/10.1142/s0218213013500140>>.
- KOSTOV, V.; FUKUDA, S. Development of man-machine interfaces based on user preferences. In: **Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Control Applications (CCA'01) (Cat. No.01CH37204)**. IEEE, 2001. p. 1124–1128. Disponible em: <<https://doi.org/10.1109/cca.2001.974022>>.

KULKE, L.; FEYERABEND, D.; SCHACHT, A. A comparison of the affectiva iMotions facial expression analysis software with EMG for identifying facial expressions of emotion. **Frontiers in Psychology**, Frontiers Media SA, v. 11, fev. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00329>>.

LI, S.; DENG, W. Deep facial expression recognition: A survey. **IEEE Transactions on Affective Computing**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), p. 1–1, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/taffc.2020.2981446>>.

LIEW, T. W.; TAN, S.-M. Virtual agents with personality: Adaptation of learner-agent personality in a virtual learning environment. In: **2016 Eleventh International Conference on Digital Information Management (ICDIM)**. IEEE, 2016. p. 157–162. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/icdim.2016.7829758>>.

LIMA, E. S.; FEIJÓ, B.; FURTADO, A. L. Adaptive storytelling based on personality and preference modeling. **Entertainment Computing**, Elsevier BV, v. 34, p. 100342, may 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2020.100342>>.

LIMA, E. S. et al. Personality and preference modeling for adaptive storytelling. In: **2018 17th Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)**. IEEE, 2018. p. 187–197. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/sbgames.2018.00030>>.

MAIRESSE, F.; WALKER, M. A. Towards personality-based user adaptation: psychologically informed stylistic language generation. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, Springer Nature, v. 20, n. 3, p. 227–278, jul 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11257-010-9076-2>>.

MANI, I.; ZHANG, I. knn approach to unbalanced data distributions: a case study involving information extraction. In: **ICML. Proceedings of workshop on learning from imbalanced datasets**. [S.l.], 2003. v. 126, p. 1–7.

MARAFIE, Z. et al. AutoCoach: Driving behavior management using intelligent IoT services. In: **2019 IEEE 12th Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA)**. IEEE, 2019. p. 103–110. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/soca.2019.00023>>.

MARTINEZ, B. et al. Automatic analysis of facial actions: A survey. **IEEE Transactions on Affective Computing**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 10, n. 3, p. 325–347, jul. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/taffc.2017.2731763>>.

MATTHEWS, G.; CORR, P. J. **The Cambridge Handbook of Personality Psychology**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2020. (Cambridge Handbooks in Psychology).

MCCRAE, R. R.; COSTA, P. T. Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. **Journal of Personality and Social Psychology**, American Psychological Association (APA), v. 52, n. 1, p. 81–90, 1987. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037%2F0022-3514.52.1.81>>.

MEDLOCK, M. C. **An Overview of GUR Methods**. Oxford University Press, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0007>>.

MIURA, M. A. et al. Between simpatia and malandragem: Brazilian jeitinho as an individual difference variable. **PLOS ONE**, Public Library of Science, v. 14, n. 4, p. 1–16, 04 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214929>>.

MOSTEFAI, B.; BALLA, A.; TRIGANO, P. A generic and efficient emotion-driven approach toward personalized assessment and adaptation in serious games. **Cognitive Systems Research**, v. 56, p. 82–106, 2019. ISSN 1389-0417. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389041718302584>>.

MUNEZERO, M. D. et al. Are they different? affect, feeling, emotion, sentiment, and opinion detection in text. **IEEE Transactions on Affective Computing**, v. 5, n. 2, p. 101–111, April 2014. ISSN 1949-3045.

MÜHLER, V. **Face-api.js — JavaScript API for Face Recognition in the Browser with tensorflow.js**. 2022. Disponível em: <<https://itnext.io/face-api-js-javascript-api-for-face-recognition-in-the-browser-with-tensorflow-js-bcc2a6c4cf07>>.

NACKE, L. E. **Introduction to biometric measures for Games User Research**. Oxford University Press, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0016>>.

NAGLE, A.; RIENER, R.; WOLF, P. Personality-based reward contingency selection: A player-centered approach to gameplay customization in a serious game for cognitive training. **Entertainment Computing**, Elsevier BV, v. 28, p. 70–77, dec 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2017.10.005>>.

NAGLE, A.; WOLF, P.; RIENER, R. Towards a system of customized video game mechanics based on player personality: Relating the big five personality traits with difficulty adaptation in a first-person shooter game. **Entertainment Computing**, Elsevier BV, v. 13, p. 10–24, mar 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.01.002>>.

NGUYEN, H. Personalizing a sleep health APP for college students using personality traits and chronotype. In: **2016 IEEE MIT Undergraduate Research Technology Conference (URTC)**. IEEE, 2016. p. 1–4. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/urtc.2016.8284084>>.

O'BRIEN, H. L.; CAIRNS, P.; HALL, M. A practical approach to measuring user engagement with the refined user engagement scale (UES) and new UES short form. **International Journal of Human-Computer Studies**, Elsevier BV, v. 112, p. 28–39, abr. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.01.004>>.

OKPO, J. et al. Conceptualizing a framework for adaptive exercise selection with personality as a major learner characteristic. In: **Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization - UMAP '17**. ACM Press, 2017. p. 293–298. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3099023.3099078>>.

OYGARD, A. M. **Fitting faces | Audun M Oygard**. 2020. <<https://www.auduno.com/2014/01/05/fitting-faces/>>.

PAAVILAINEN, J. et al. **Heuristic evaluation of playability**. Oxford University Press, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0015>>.

PALHANO, D. B.; MACHADO, L. dos S.; ALMEIDA, A. A. F. de. Peki mirabolandia: A serious game to identify player personality. In: **2020 IEEE 8th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–5.

PEDREGOSA, F. et al. Scikit-learn: Machine learning in Python. **Journal of Machine Learning Research**, v. 12, p. 2825–2830, 2011.

PERUSQUÍA-HERNÁNDEZ, M. et al. The invisible potential of facial electromyography. In: **Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3290605.3300379>>.

PICARD, R. W. Affective computing-mit media laboratory perceptual computing section technical report no. 321. **Cambridge, MA**, v. 2139, 1995.

PICARD, R. W. Affective computing: challenges. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 59, n. 1, p. 55 – 64, 2003. ISSN 1071-5819. Applications of Affective Computing in Human-Computer Interaction. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581903000521>>.

REDONDO-HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ-MARÍN, D. Automatic generation of questions adapted to the personality and learning style of the students. In: **Proceedings of the International Workshop on Personalization Approaches in Learning Environments**. [S.l.: s.n.], 2011. v. 732, p. 4–7.

REEVES, B.; NASS, C. **How people treat computers, television, and new media like real people and places**. [S.l.]: CSLI Publications and Cambridge university press, 1996.

ROBBINS, S. P. **Essentials of Organizational Behavior (14th Edition)**. Pearson, 2017. ISBN 0134523857. Disponível em: <<https://www.xarg.org/ref/a/0134523857/>>.

ROBINSON, R. et al. "let's get physiological, physiological!". In: **Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play**. ACM, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3410404.3414227>>.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de interação: além da interação humano-computador**. Bookman, 2013. ISBN 9788582600061. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=wERUmGACAAJ>>.

RUSSELL, J. A. Emotion, core affect, and psychological construction. **Cognition & Emotion**, Informa UK Limited, v. 23, n. 7, p. 1259–1283, nov. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02699930902809375>>.

RYAN, R. M. Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. **Journal of Personality and Social Psychology**, American Psychological Association (APA), v. 43, n. 3, p. 450–461, 1982. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/0022-3514.43.3.450>>.

SAJJADI, P.; EWAIS, A.; De Troyer, O. Individualization in serious games: A systematic review of the literature on the aspects of the players to adapt to. **Entertainment Computing**, v. 41, p. 100468, 2022. ISSN 1875-9521. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952121000653>>.

SAKUDA, L. O.; FORTIM, I. **II Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais**. Brasília, 2018.

SALES, L. M. et al. "every move you make in every game you play": can game logs determine player's engagement?". In: **XVIII Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI)**. New York, USA: ACM, 2022.

SARSAM, S. M.; AL-SAMARRAIE, H. Towards incorporating personality into the design of an interface: a method for facilitating users' interaction with the display. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, Springer Nature, v. 28, n. 1, p. 75–96, feb 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11257-018-9201-1>>.

SATO, W. et al. Emotional valence sensing using a wearable facial EMG device. **Scientific Reports**, Springer Science and Business Media LLC, v. 11, n. 1, mar. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-021-85163-z>>.

SCHALK, J. van der et al. Moving faces, looking places: Validation of the amsterdam dynamic facial expression set (ADFES). **Emotion**, American Psychological Association (APA), v. 11, n. 4, p. 907–920, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/a0023853>>.

SCHEDL, M. et al. A personality-based adaptive system for visualizing classical music performances. In: **Proceedings of the 7th International Conference on Multimedia Systems - MMSys '16**. ACM Press, 2016. p. 1–7. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2910017.2910604>>.

SCHERER, K. R. Toward a dynamic theory of emotion: The component process model of affective states. **Geneva studies in Emotion and Communication**, v. 1, p. 1–98, 1987.

SCHERER, K. R. What are emotions? and how can they be measured? **Social Science Information**, SAGE Publications, v. 44, n. 4, p. 695–729, dez. 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0539018405058216>>.

SCHULTZ, D. P.; SCHULTZ, S. E. **Theories of personality**. [S.l.]: Cengage Learning, 2012.

SCHULTZ, D. P.; SCHULTZ, S. E. **Theories of personality**. [S.l.]: Cengage Learning, 2016.

SCOPUS. **Scopus preview - Scopus - Welcome to Scopus**. 2020. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>.

SHABIHI, N.; TAGHIYAREH, F. Toward a personalized game-based learning environment using personality type indicators. In: ACADEMIC CONFERENCES INTERNATIONAL LIMITED. **European Conference on e-Learning**. [S.l.], 2017. p. 476–483.

SHABIHI, N.; TAGHIYAREH, F.; ABDOLI, M. H. Analyzing the effect of game-elements in e-learning environments through MBTI-based personalization. In: **2016 8th International Symposium on Telecommunications (IST)**. IEEE, 2016. p. 612–618. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/istel.2016.7881895>>.

SIDDIQUE, F. B. et al. Zara returns: Improved personality induction and adaptation by an empathetic virtual agent. In: **Proceedings of ACL 2017, System Demonstrations**. Association for Computational Linguistics, 2017. p. 121–126. Disponível em: <<https://doi.org/10.18653/v1/p17-4021>>.

SILVA, B. B. C. da. **Reconhecimento de traços de personalidade com base em textos**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/d.100.2018.tde-04052018-192006>>.

SOKOLOVA, M.; LAPALME, G. A systematic analysis of performance measures for classification tasks. **Information Processing & Management**, Elsevier BV, v. 45, n. 4, p. 427–437, jul. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002>>.

SUPLI, A. A.; SHIRATUDDIN, N. Framework of tag cloud layout personality. In: **2015 4th International Conference on Software Engineering and Computer Systems (ICSECS)**. IEEE, 2015. p. 84–89. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/icsecs.2015.7333088>>.

TAPUS, A.; TAPUS, C.; MATARIC, M. J. Hands-off therapist robot behavior adaptation to user personality for post-stroke rehabilitation therapy. In: **Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation**. IEEE, 2007. p. 1547–1553. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/robot.2007.363544>>.

TAPUS, A.; TAPUS, C.; MATARIC, M. J. User—robot personality matching and assistive robot behavior adaptation for post-stroke rehabilitation therapy. **Intelligent Service Robotics**, Springer Nature, v. 1, n. 2, p. 169–183, feb 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11370-008-0017-4>>.

THOMAS, R. J.; MASTHOFF, J.; OREN, N. Adapting healthy eating messages to personality. In: **Persuasive Technology: Development and Implementation of Personalized Technologies to Change Attitudes and Behaviors**. Springer International Publishing, 2017. p. 119–132. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-319-55134-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-55134-0_10)>.

TLILI, A. et al. Does providing a personalized educational game based on personality matter? a case study. **IEEE Access**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 7, p. 119566–119575, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/access.2019.2936384>>.

TOMKINS, S. S. Affect theory. **Approaches to emotion**, Hillsdale, NJ, v. 163, n. 163-195, 1984.

VAIL, A.; BOYER, K. Adapting to personality over time: examining the effectiveness of dialogue policy progressions in task-oriented interaction. In: **Proceedings of the 15th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue (SIGDIAL)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 41–50.

WATSON, D.; CLARK, L. A.; TELLEGEN, A. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. **Journal of Personality and Social Psychology**, American Psychological Association (APA), v. 54, n. 6, p. 1063–1070, 1988. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>>.

WIEMEYER, J. et al. Player experience. In: **Serious Games**. Springer International Publishing, 2016. p. 243–271. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_9)>.

WUNDT, W. Emotions. **Grundriss der Psychologie**, v. 13, 1896.

YAHYA, Z.; SHAFAZAND, M. Y. Kansei design customization based on personality modelling. In: **Advances in Intelligent Systems and Computing**. Springer Singapore, 2018. p. 399–407. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-981-10-8612-0\\_42](https://doi.org/10.1007/978-981-10-8612-0_42)>.

YOUSEFI, B. H.; MIRKHEZRI, H. Toward a game-based learning platform : A comparative conceptual framework for serious games. In: **2019 International Serious Games Symposium (ISGS)**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 74–80.

ZHAO, S. et al. Personalized emotion recognition by personality-aware high-order learning of physiological signals. **ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications**, Association for Computing Machinery (ACM), v. 15, n. 1s, p. 1–18, feb 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3233184>>.

ZHOU, C. et al. Affective computation driven personalization modeling in game-based learning. In: **2007 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Workshops**. IEEE, 2007. p. 87–90. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/wi-iatw.2007.48>>.

## APÊNDICE A – PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

No Capítulo 3, são apresentados os aspectos principais de uma revisão de literatura cujo objetivo precípua era apresentar um levantamento sobre o estado da arte acerca do uso de traços de personalidade para a realização de intervenções (adaptação, customização ou personalização) em sistemas computacionais. Neste sentido, foram definidos os seguintes atributos, seguindo o protocolo proposto por Kitchenham (2004):

- **População:** estudos que discutem a relação entre personalidade e personalização/customização/adaptação em sistemas computacionais.
- **Contexto:** os resultados desta revisão sistemática fornecerão aos pesquisadores uma visão geral do estado da arte dos estudos que envolvem personalidade e intervenções em sistemas computacionais.
- **Resultados Esperados:** visão abrangente e aprofundada da adaptação de software baseada na personalidade dos usuários.
- **Aplicações:** aplicativos computacionais com adaptação baseada na personalidade dos usuários. Palavras-chave: *software*, jogo, sistema, personalidade, traços de personalidade, adaptação, recomendação, personalização, customização, ajuste, design, computação centrada no ser humano, personalização baseada na personalidade, sistemas personalizados baseados na personalidade.

### A.1 Método de busca

Após a definição das questões de pesquisa apresentadas no Capítulo 3, uma análise exploratória na ferramenta *Google Scholar* (GOOGLE, 2020) foi conduzida para



identificar os estudos primários que poderiam se enquadrar no escopo desta revisão sistemática. Esses artigos foram utilizados como mecanismo de controle para validar as *strings* utilizadas nas bases científicas. Com base neles, foram definidas as fontes (bases de dados) e as palavras-chave que poderiam contribuir no processo de busca por outros artigos. Foram definidas as seguintes bases científicas: *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) (IEEE, 2020), *Association for Computing Machinery* (ACM) (ACM, 2020) e Scopus (SCOPUS, 2020). Adicionalmente, foram adotadas as seguintes palavras-chave: *software, game, system, customization, customization, adaptation, adjustment, design and personality*. A Tabela 10 apresenta as strings de pesquisa definidas a partir das palavras-chave para cada base científica.

Tabela 10: *Strings* de busca usadas em cada base de dados científica.

Base	<i>String</i> de busca
ACM	Title:((personaliz* OR customiz* OR adapt* OR adjust* OR recommend* OR design) AND ("personality"))
IEEE Xplore	(personaliz* OR customiz* OR adapt* OR adjust* OR recommend* OR design) AND ("personality") AND NOT (device OR hardware OR robot OR network)
Scopus	TITLE((personaliz* OR customiz* OR adapt* OR adjust* OR recommend* OR design) AND ("personality")) AND SUBJAREA(COMP)

Após a busca dos estudos primários nas bases previamente definidas, os artigos foram analisados por título e resumo. A Tabela 11 mostra os critérios de inclusão e exclusão, previamente definidos no protocolo, para a seleção dos artigos. Os artigos que atenderam a todos os critérios de inclusão foram selecionados para a etapa seguinte, quando foram aplicados os critérios de qualidade. Esses critérios garantem que os estudos primários não apenas atendam aos critérios de inclusão, mas também apresentem aspectos relevantes para responder às questões de pesquisa. Para esta revisão da literatura, os critérios de qualidade definidos no protocolo foram os

Tabela 11: Critérios de inclusão e exclusão.

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
Critério de inclusão 1	O artigo apresenta técnicas de intervenção em software considerando os traços de personalidade do usuário.
Critério de inclusão 2	O artigo foi publicado em periódicos ou anais de congressos.
Critério de exclusão 1	Embora o título do artigo seja em inglês, o conteúdo é escrito ou apresentado em outro idioma.
Critério de exclusão 2	O artigo aborda ou reconhece traços de personalidade, mas não intervém em softwares considerando tais informações.

seguintes:

- os objetivos e justificativas do estudo estão claramente definidos no resumo;
- o artigo citou a abordagem usada para coletar dados do usuário;
- o artigo citou a técnica usada para relacionar traços de personalidade à intervenção.

Uma vez que todos os critérios de qualidade foram atendidos, as informações dos estudos primários foram extraídas para permitir a discussão das questões de pesquisa definidas no protocolo.

## **APÊNDICE B – TABELAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA**

## B.1 Artigos aceitos para extração de dados

Tabela 12: Artigos aceitos na revisão sistemática de literatura apresentada no Capítulo 3.

#	Referência	Teoria da Personalidade	Técnica de Implementação	Elementos adaptados	Aplicação
1	(KOSTOV; FUKUDA, 2001)	MBTI	Relação Direta	Jogabilidade; Visual	Sem aplicação
2	(ZHOU et al., 2007)	Cattell	Relação Direta	Jogabilidade; Visual	Educação
3	(TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2007)	Eysenck	Relação Direta; Inteligência Artificial	Comportamento	Saúde
4	(TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2008)	Eysenck	Relação Direta; Inteligência Artificial	Comportamento	Saúde
5	(HU; ZHAO, 2008)	Outros	Inteligência Artificial	Conteúdo	Educação
6	(MAIRESSE; WALKER, 2010)	CGFP	Inteligência Artificial	Conteúdo	Sem aplicação
7	(REDONDO-HERNÁNDEZ; PÉREZ-MARÍN, 2011)	CGFP	Relação Direta	Conteúdo	Educação
8	(DIAS; MARTINHO, 2011)	MBTI	Relação Direta; Inteligência Artificial	Jogabilidade	Entretenimento
9	(KONSTANTOPOULOS; KARKALETSIS, 2013)	CGFP	Inteligência Artificial	Comportamento; Conteúdo	Sem aplicação
10	(VAIL; BOYER, 2014)	CGFP	Relação Direta	Conteúdo	Educação
11	(AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014)	CGFP	Inteligência Artificial	Visual	Sem aplicação
12	(CAPUANO et al., 2015)	CGFP	Inteligência Artificial	Visual; Conteúdo	Sem aplicação
13	(SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015)	MBTI	Inteligência Artificial	Visual	Sem aplicação
14	(DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015)	CGFP	Relação Direta	Conteúdo; Comportamento	Educação
15	(NAGLE; WOLF; RIENER, 2016)	CGFP	Relação Direta	Jogabilidade	Entretenimento
16	(SCHEDL et al., 2016)	CGFP	Relação Direta	Visual; Conteúdo	Entretenimento

Tabela 12: Artigos aceitos na revisão sistemática de literatura apresentada no Capítulo 3.

#	Referência	Teoria da Personalidade	Técnica de Implementação	Elementos adaptados	Aplicação
17	(LIEW; TAN, 2016)	Eysenck	Relação Direta	Comportamento	Educação
18	(SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016)	MBTI	Relação Direta	Jogabilidade	Educação
19	(SIDDIQUE et al., 2017)	CGFP	Relação Direta	Conteúdo	Sem aplicação
20	(OKPO et al., 2017)	CGFP	-	Conteúdo	Sem aplicação
21	(THOMAS; MASTHOFF; OREN, 2017)	CGFP	Relação Direta	Conteúdo	Saúde
22	(SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017)	MBTI	Relação Direta	Jogabilidade	Educação
23	(NAGLE; RIENER; WOLF, 2018)	CGFP	Relação Direta	Jogabilidade	Entretenimento
24	(SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018)	CGFP	Inteligência Artificial	Visual	Sem aplicação
25	(NGUYEN, 2016)	CGFP	Relação Direta	Conteúdo	Saúde
26	(YAHYA; SHAFAZAND, 2018)	MBTI	Outros	-	Sem aplicação
27	(KAZEMINIA; KAEDI; GANJI, 2019)	CGFP	Inteligência Artificial	Conteúdo; Visual	Negócios
28	(ZHAO et al., 2019)	CGFP	Inteligência Artificial	Comportamento	Sem aplicação
29	(LIMA et al., 2018)	CGFP	Inteligência Artificial	Conteúdo	Entretenimento
30	(TLILI et al., 2019)	CGFP	Relação Direta	Jogabilidade; Visual	Educação
31	(ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019)	CGFP	Relação Direta	Jogabilidade	Saúde
32	(MARAFIE et al., 2019)	Outros	Inteligência Artificial; Modelos matemáticos	Comportamento	Segurança
33	(LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020)	CGFP	Inteligência Artificial	Conteúdo	Entretenimento
34	(GUO et al., 2020)	CGFP	Relação Direta	Outros	Segurança
35	(CONG et al., 2020a)	CGFP	Outros	Outros	Negócios
36	(CONG et al., 2020b)	CGFP	Inteligência Artificial	Outros	Negócios

## B.2 Uso do CGFP na adaptação de *software*

Tabela 13: Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
Extroversão	20 estudos	Conteúdo	Ofertas adicionais (KAZEMINIA; KAEDI; GANJI, 2019); Mensagens (MAIRESSE; WALKER, 2010; VAIL; BOYER, 2014; DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015; NGUYEN, 2016; THOMAS; MASTHOFF; OREN, 2017; SIDDIQUE et al., 2017); Conteúdo da página (KAZEMINIA; KAEDI; GANJI, 2019); Questões (REDONDO-HERNÁNDEZ; PÉREZ-MARÍN, 2011); <i>Storytelling</i> (LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020; LIMA et al., 2018); Interface com o usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); Não mencionado (OKPO et al., 2017);
		Visual	Alinhamento (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Botões (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cores (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Tamanho da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Estilo da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Densidade de informação (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> (SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Listas (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Navegação (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Estrutura (SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Suporte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Interface com o usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016; KAZEMINIA; KAEDI; GANJI, 2019);
		Jogabilidade	Inclusão de <i>Non Player Characters</i> e inimigos (TLILI et al., 2019); Dificuldade (NAGLE; WOLF; RIENER, 2016); <i>Feedback</i> (TLILI et al., 2019); Recompensas (NAGLE; RIENER; WOLF, 2018);
		Comportamento	Mensagens de <i>feedback</i> (DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015);

Tabela 13: Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
		Outros	Qualidade de serviço (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b); Política de senhas (GUO et al., 2020); Preços (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b);
<b>Conscienciosidade</b>	18 estudos	Conteúdo	Mensagens (MAIRESSE; WALKER, 2010; DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015; NGUYEN, 2016; THOMAS; MASTHOFF; OREN, 2017; SIDDIQUE et al., 2017; ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019); <i>Storytelling</i> (LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020; LIMA et al., 2018); Interface do usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); Não mencionado (OKPO et al., 2017);
		Visual	Alinhamento (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor de fundo (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Botões (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor do texto (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Tamanho da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Estilo da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Ícone (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Densidade de informação (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> de navegação (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Listas (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Navegação (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor da área de atela (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Estrutura (SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Suporte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Interface do usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); <i>Widget</i> (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014);
		Jogabilidade	Dificuldade (NAGLE; WOLF; RIENER, 2016); Mensagens de <i>feedback</i> (ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019); Recompensas (NAGLE; RIENER; WOLF, 2018);

Tabela 13: Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
		Comportamento	Mensagens de <i>feedback</i> (DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015);
		Outros	Qualidade do serviço (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b); Política de senhas (GUO et al., 2020); Preços (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b);
<b>Abertura a experiências</b>	18 estudos	Conteúdo	Mensagens (MAIRESSE; WALKER, 2010; DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015; NGUYEN, 2016; THOMAS; MASTHOFF; OREN, 2017; SIDDIQUE et al., 2017; ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019); <i>Storytelling</i> (LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020; LIMA et al., 2018); Interface do usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); Não mencionado (OKPO et al., 2017);
		Visual	Alinhamento (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor de fundo (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Botões (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor do texto (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Tamanho da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Estilo da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Ícone (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Densidade de informação (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> de navegação (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Listas (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Navegação (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor da área da tela (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Estrutura (SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Suporte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Interface do <i>usuário</i> (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); <i>Widget</i> (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014);



Tabela 13: Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
		Jogabilidade	Dificuldade (NAGLE; WOLF; RIENER, 2016); Mensagens de <i>feedback</i> (ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019); Recompensas (NAGLE; RIENER; WOLF, 2018);
		Comportamento	Mensagens de <i>feedback</i> (DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015);
		Outros	Qualidade de serviço (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b); Políticas de senhas (GUO et al., 2020); Preço (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b);
<b>Agradabilidade</b>	17 estudos	Conteúdo	Mensagens (MAIRESSE; WALKER, 2010; DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015; NGUYEN, 2016; THOMAS; MASTHOFF; OREN, 2017; SIDDIQUE et al., 2017); <i>Storytelling</i> (LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020; LIMA et al., 2018); Interface com usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); Não mencionado (OKPO et al., 2017);

Tabela 13: Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
		Visual	Alinhamento (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor de fundo (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Botões (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor do texto (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Tamanho da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Estilo da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Ícone (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Densidade de informação (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> da navegação (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Listas (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Navegação (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor da área da tela (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014); Estrutura (SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Suporte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Interface com o usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); <i>Widget</i> (AKTIVIA; DJATNA; NURHADRYANI, 2014);
		Jogabilidade	Dificuldade (NAGLE; WOLF; RIENER, 2016); Recompensas (NAGLE; RIENER; WOLF, 2018);
		Comportamento	Mensagens de <i>feedback</i> (DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015);
		Outros	Qualidade de serviço (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b); Política de senhas (GUO et al., 2020); Preços (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b);

Tabela 13: Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade do CGFP. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares que não estão incluídas na categoria de adaptação.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
<b>Neuroticismo</b>	17 estudos	Conteúdo	Mensagens (MAIRESSE; WALKER, 2010; DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015; NGUYEN, 2016; THOMAS; MASTHOFF; OREN, 2017; SIDDIQUE et al., 2017; ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019); Questões (REDONDO-HERNÁNDEZ; PÉREZ-MARÍN, 2011); <i>Storytelling</i> (LIMA; FEIJÓ; FURTADO, 2020; LIMA et al., 2018); Interface com o usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016); Não mencionado (OKPO et al., 2017);
		Visual	Alinhamento (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Botões (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Cor (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Tamanho da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Estilo da fonte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Densidade de informação (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); <i>Layout</i> (SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Listas (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Navegação (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Estrutura (SCHEDL et al., 2016; SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Suporte (SARSAM; AL-SAMARRAIE, 2018); Interface com o usuário (CAPUANO et al., 2015; SCHEDL et al., 2016);
		Jogabilidade	Mensagens de <i>feedback</i> (ALVES; MARTINHO; PRADA, 2019); Recompensas (NAGLE; RIENER; WOLF, 2018);
		Comportamento	Mensagens de <i>feedback</i> (DENNIS; MASTHOFF; MELLISH, 2015);
		Outros	Qualidade de serviço (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b); Política de senhas (GUO et al., 2020); Preços (CONG et al., 2020a; CONG et al., 2020b);

### B.3 Uso da Psicologia Analítica na adaptação de *software*

Tabela 14: Adaptações realizadas no *software* de acordo com cada tipo de personalidade da Psicologia Analítica. A categoria de adaptação refere-se aos elementos considerados na adaptação do *software*. A última coluna apresenta adaptações particulares apresentadas que não estão incluídas na categoria de adaptação.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
<b>Thinking/Feeling</b>	5 estudos	Conteúdo	História (DIAS; MARTINHO, 2011);
		Visual	Câmera (DIAS; MARTINHO, 2011); Cor (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015); Formas (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015);
		Jogabilidade	<i>Feedback</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); <i>Leaderboard</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); <i>Badge</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); <i>Câmera</i> (DIAS; MARTINHO, 2011); <i>Dificuldade</i> (DIAS; MARTINHO, 2011); <i>Feedback</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); <i>Objetivos</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); <i>Leaderboard</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); <i>Caminhos</i> (DIAS; MARTINHO, 2011); <i>Progresso</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); <i>Gestão de recursos</i> (DIAS; MARTINHO, 2011); <i>Pontuação</i> (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); <i>História</i> (DIAS; MARTINHO, 2011);
		Não se aplica	(YAHYA; SHAFAZAND, 2018);
<b>Judging/Perceiving</b>	5 estudos	Conteúdo	História (DIAS; MARTINHO, 2011);
		Visual	Câmera (DIAS; MARTINHO, 2011); Cor (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015); Shape (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015);

		Jogabilidade	Feedback (SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Leaderboard (SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Badge (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Câmera (DIAS; MARTINHO, 2011); Dificuldade (DIAS; MARTINHO, 2011); Feedback (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Objetivos (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); Leaderboard (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Caminhos (DIAS; MARTINHO, 2011); Progresso (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); Gestão de recursos (DIAS; MARTINHO, 2011); Pontuação (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); História (DIAS; MARTINHO, 2011);
		Não se aplica	(YAHYA; SHAFAZAND, 2018);
<b>Sensing/Intuition</b>	4 estudos	Visual	Cor (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015); Shape (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015);
		Jogabilidade	Feedback (SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Leaderboard (SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Badge (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Feedback (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Objetivos (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); Leaderboard (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016; SHABIHI; TAGHIYAREH, 2017); Progresso (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016); Pontuação (SHABIHI; TAGHIYAREH; ABDOLI, 2016);
		Não se aplica	(YAHYA; SHAFAZAND, 2018);
<b>Extraversion/Introversion</b>	2 estudos	Visual	Cor (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015); Shape (SUPLI; SHIRATUDDIN, 2015);
		Não se aplica	(YAHYA; SHAFAZAND, 2018);

## B.4 Uso da Teoria de Eysenck na adaptação de *software*

Tabela 15: Esta tabela apresenta as adaptações realizadas no *software* de acordo com cada traço de personalidade da Teoria da Personalidade de Eysenck.

Traço	Total de artigos	Elemento adaptado	Detalhamento
Extroversão/Introversão	3 estudos	Visual	Expressões faciais (LIEW; TAN, 2016); Animação (LIEW; TAN, 2016);
		Comportamento	Distância (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2008); <i>Design</i> de interação (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2007); Comunicação para-verbal (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2007); Velocidade de fala (LIEW; TAN, 2016); <i>Speed</i> (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2007; TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2008); Estilo (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2008); Comunicação verbal (TAPUS; TAPUS; MATARIC, 2007);

## **APÊNDICE C – MÉTRICAS DO CLASSIFICADOR**

## C.1 Desempenho do classificador para o componente de diversão na fase de construção

		Acurácia		Precisão		Revocação		Especificidade		f1	
		Média	STD	Média	STD	Média	STD	Média	STD	Média	STD
<b>Caso 0</b> Apenas emoções	Árvore	0.72	0.03	0.69	0.03	0.79	0.07	0.65	0.04	0.74	0.04
	Random Forest	0.75	0.04	0.71	0.04	0.87	0.03	0.64	0.05	0.78	0.04
	kNN	0.76	0.01	0.7	0.03	0.91	0.04	0.62	0.06	0.79	0.01
	Logística	0.68	0.01	0.72	0.01	0.6	0.05	0.76	0.03	0.65	0.02
	SVM	0.77	0.02	0.72	0.02	0.89	0.04	0.66	0.04	0.8	0.02
	Rede Neural	0.76	0.02	0.72	0.02	0.86	0.03	0.67	0.03	0.78	0.02
<b>Caso 1</b> Apenas personalidade	Árvore	0.63	0.02	0.63	0.03	0.64	0.08	0.62	0.08	0.63	0.03
	Random Forest	0.64	0.03	0.63	0.02	0.69	0.12	0.59	0.07	0.65	0.05
	kNN	0.64	0.01	0.63	0.02	0.68	0.04	0.6	0.04	0.65	0.01
	Logística	0.56	0.02	0.56	0.02	0.58	0.03	0.54	0.04	0.57	0.02
	SVM	0.69	0.03	0.65	0.02	0.82	0.09	0.56	0.04	0.73	0.04
	Rede Neural	0.66	0.02	0.65	0.02	0.74	0.15	0.59	0.13	0.68	0.05
<b>Caso 2</b> Apenas logs	Árvore	0.57	0.1	0.56	0.08	0.6	0.2	0.55	0.07	0.57	0.13
	Random Forest	0.66	0.05	0.63	0.05	0.77	0.07	0.54	0.08	0.69	0.05
	kNN	0.62	0.03	0.59	0.01	0.8	0.09	0.44	0.04	0.68	0.04
	Logística	0.58	0.02	0.54	0.01	1	0	0.16	0.04	0.71	0.01
	SVM	0.67	0.04	0.62	0.04	0.89	0.05	0.44	0.07	0.73	0.03
	Rede Neural	0.59	0.08	0.46	0.27	0.53	0.34	0.66	0.19	0.49	0.29
<b>Caso 3</b> Emoções e logs	Árvore	0.62	0.03	0.61	0.04	0.65	0.02	0.59	0.07	0.63	0.01
	Random Forest	0.67	0.06	0.64	0.06	0.77	0.08	0.57	0.09	0.7	0.06
	kNN	0.66	0.03	0.62	0.02	0.82	0.08	0.49	0.07	0.71	0.03
	Logística	0.6	0.02	0.56	0.01	0.99	0.01	0.21	0.03	0.72	0.01
	SVM	0.66	0.04	0.62	0.04	0.88	0.03	0.45	0.06	0.72	0.03
	Rede Neural	0.6	0.07	0.57	0.05	0.7	0.28	0.5	0.18	0.61	0.16
<b>Caso 4</b> Emoções e personalidade	Árvore	0.71	0.02	0.72	0.02	0.7	0.04	0.72	0.02	0.71	0.03
	Random Forest	0.69	0.04	0.67	0.03	0.74	0.07	0.64	0.03	0.7	0.05
	kNN	0.68	0.05	0.65	0.05	0.75	0.06	0.6	0.06	0.7	0.05
	Logística	0.57	0.02	0.57	0.02	0.57	0.06	0.56	0.07	0.57	0.03
	SVM	0.62	0.05	0.58	0.04	0.88	0.02	0.35	0.09	0.7	0.03
	Rede Neural	0.65	0.04	0.64	0.03	0.69	0.09	0.62	0.01	0.66	0.06
<b>Caso 5</b> Logs e personalidade	Árvore	0.69	0.05	0.67	0.04	0.71	0.08	0.66	0.03	0.69	0.06
	Random Forest	0.69	0.08	0.66	0.07	0.79	0.08	0.6	0.09	0.72	0.08
	kNN	0.62	0.02	0.6	0.03	0.74	0.08	0.5	0.1	0.66	0.02
	Logística	0.61	0.02	0.61	0.03	0.66	0.06	0.57	0.06	0.63	0.03
	SVM	0.66	0.05	0.61	0.04	0.88	0.03	0.44	0.07	0.72	0.03
	Rede Neural	0.62	0.08	0.46	0.27	0.68	0.4	0.55	0.28	0.54	0.32
<b>Caso 6</b> Emoções, logs e personalidade	Árvore	0.68	0.04	0.68	0.03	0.66	0.09	0.69	0.04	0.67	0.06
	Random Forest	0.68	0.06	0.66	0.06	0.74	0.04	0.61	0.09	0.7	0.05
	kNN	0.63	0.02	0.61	0.03	0.75	0.08	0.51	0.1	0.67	0.02
	Logística	0.59	0.04	0.59	0.04	0.6	0.07	0.58	0.05	0.59	0.05
	SVM	0.65	0.05	0.61	0.04	0.86	0.04	0.45	0.06	0.71	0.04
	Rede Neural	0.63	0.05	0.63	0.03	0.63	0.21	0.62	0.14	0.61	0.12
<b>Caso 7</b> Emoções e versão	Árvore	0.66	0.04	0.67	0.04	0.67	0.06	0.66	0.06	0.66	0.04
	Random Forest	0.71	0.03	0.69	0.02	0.74	0.05	0.67	0.02	0.72	0.03
	kNN	0.72	0.04	0.7	0.04	0.79	0.04	0.65	0.07	0.74	0.03
	Logística	0.67	0.06	0.66	0.04	0.69	0.14	0.65	0.05	0.67	0.08
	SVM	0.67	0.05	0.65	0.04	0.75	0.08	0.6	0.06	0.69	0.05
	Rede Neural	0.69	0.06	0.67	0.05	0.74	0.09	0.64	0.07	0.7	0.06
<b>Caso 8</b> Logs e versões	Árvore	0.63	0.01	0.64	0.02	0.6	0.05	0.65	0.06	0.61	0.02
	Random Forest	0.68	0.05	0.64	0.04	0.84	0.07	0.53	0.05	0.72	0.05
	kNN	0.64	0.02	0.6	0.01	0.84	0.09	0.45	0.06	0.7	0.03
	Logística	0.59	0.02	0.55	0.02	1	0	0.18	0.05	0.71	0.01
	SVM	0.66	0.05	0.61	0.04	0.88	0.03	0.44	0.07	0.72	0.03
	Rede Neural	0.59	0.05	0.68	0.19	0.71	0.4	0.46	0.32	0.54	0.29
	Árvore	0.61	0.03	0.66	0.05	0.5	0.08	0.73	0.1	0.56	0.04



<b>Caso 9</b> Apenas versões	<b>Random Forest</b>	0.62	0.03	0.65	0.05	0.54	0.05	0.7	0.09	0.59	0.02
	<b>kNN</b>	0.6	0.01	0.69	0.06	0.41	0.14	0.8	0.13	0.49	0.08
	<b>Logística</b>	0.59	0.05	0.6	0.07	0.56	0.05	0.61	0.11	0.57	0.03
	<b>SVM</b>	0.59	0.04	0.58	0.03	0.65	0.07	0.53	0.02	0.61	0.05
	<b>Rede Neural</b>	0.59	0.05	0.6	0.07	0.56	0.05	0.61	0.11	0.57	0.03
<b>Caso 10</b> Emoções e jogo	<b>Árvore</b>	0.67	0.03	0.63	0.04	0.82	0.11	0.52	0.13	0.71	0.03
	<b>Random Forest</b>	0.69	0.01	0.69	0.04	0.73	0.08	0.66	0.08	0.7	0.02
	<b>kNN</b>	0.72	0.04	0.68	0.06	0.86	0.08	0.59	0.13	0.75	0.02
	<b>Logística</b>	0.66	0.06	0.61	0.05	0.86	0.05	0.45	0.09	0.72	0.05
	<b>SVM</b>	0.7	0.05	0.63	0.04	0.97	0.03	0.43	0.09	0.77	0.04
<b>Caso 11</b> Logs e jogo	<b>Rede Neural</b>	0.75	0.06	0.7	0.06	0.89	0.03	0.62	0.12	0.78	0.04
	<b>Árvore</b>	0.61	0.06	0.61	0.06	0.62	0.13	0.6	0.06	0.61	0.09
	<b>Random Forest</b>	0.68	0.05	0.64	0.04	0.8	0.07	0.55	0.07	0.71	0.05
	<b>kNN</b>	0.64	0.02	0.6	0.02	0.81	0.07	0.47	0.07	0.69	0.02
	<b>Logística</b>	0.63	0.04	0.58	0.02	0.92	0.09	0.34	0.08	0.71	0.03
	<b>SVM</b>	0.66	0.03	0.61	0.03	0.89	0.05	0.43	0.06	0.72	0.03
	<b>Rede Neural</b>	0.54	0.08	0.47	0.13	0.74	0.41	0.35	0.37	0.53	0.28

## C.2 Desempenho do classificador para o componente de imersão/presença na fase de consturção

		Acurácia		Precisão		Revocação		Especificidade		f1	
		Média	STD	Média	STD	Média	STD	Média	STD	Média	STD
<b>Caso 0</b> Apenas emoções	Árvore	0.74	0.04	0.7	0.05	0.87	0.09	0.61	0.1	0.77	0.04
	Random Forest	0.76	0.06	0.7	0.06	0.92	0.05	0.61	0.1	0.8	0.05
	kNN	0.74	0.05	0.7	0.05	0.86	0.09	0.62	0.1	0.77	0.05
	Logística	0.69	0.07	0.74	0.09	0.61	0.1	0.78	0.12	0.67	0.08
	SVM	0.76	0.06	0.71	0.06	0.88	0.03	0.64	0.1	0.79	0.05
	Rede Neural	0.73	0.06	0.7	0.06	0.84	0.03	0.63	0.11	0.76	0.04
<b>Caso 1</b> Apenas personalidade	Árvore	0.64	0.03	0.64	0.04	0.68	0.05	0.61	0.09	0.66	0.02
	Random Forest	0.66	0.04	0.66	0.05	0.7	0.04	0.62	0.1	0.67	0.02
	kNN	0.63	0.07	0.64	0.1	0.69	0.15	0.57	0.2	0.65	0.08
	Logística	0.5	0.02	0.5	0.02	0.51	0.08	0.49	0.08	0.5	0.05
	SVM	0.72	0.05	0.67	0.05	0.87	0.08	0.57	0.12	0.76	0.04
	Rede Neural	0.66	0.05	0.65	0.07	0.73	0.12	0.6	0.13	0.68	0.05
<b>Caso 2</b> Apenas logs	Árvore	0.62	0.03	0.62	0.04	0.62	0.04	0.62	0.06	0.62	0.03
	Random Forest	0.68	0.04	0.66	0.03	0.77	0.06	0.6	0.06	0.71	0.04
	kNN	0.72	0.02	0.68	0.03	0.84	0.09	0.6	0.09	0.75	0.03
	Logística	0.54	0.07	0.53	0.05	0.95	0.09	0.13	0.23	0.67	0.01
	SVM	0.69	0.02	0.64	0.01	0.89	0.06	0.5	0.02	0.74	0.03
	Rede Neural	0.67	0.04	0.66	0.03	0.68	0.07	0.65	0.03	0.67	0.04
<b>Caso 3</b> Emoções e logs	Árvore	0.6	0.08	0.6	0.08	0.58	0.16	0.62	0.07	0.58	0.11
	Random Forest	0.69	0.02	0.65	0.02	0.82	0.04	0.57	0.04	0.73	0.02
	kNN	0.72	0.01	0.69	0.03	0.81	0.06	0.63	0.08	0.74	0.01
	Logística	0.6	0.06	0.58	0.05	0.8	0.12	0.39	0.23	0.66	0.02
	SVM	0.7	0.02	0.65	0.01	0.89	0.05	0.51	0.02	0.75	0.02
	Rede Neural	0.7	0.01	0.65	0.01	0.85	0.04	0.55	0.03	0.74	0.01
<b>Caso 4</b> Emoções e personalidade	Árvore	0.67	0.06	0.68	0.05	0.65	0.1	0.7	0.05	0.66	0.08
	Random Forest	0.71	0.03	0.72	0.06	0.72	0.08	0.71	0.1	0.71	0.03
	kNN	0.69	0.05	0.7	0.08	0.69	0.02	0.69	0.11	0.69	0.04
	Logística	0.52	0.03	0.52	0.03	0.51	0.05	0.54	0.01	0.51	0.04
	SVM	0.61	0.03	0.59	0.03	0.78	0.07	0.45	0.1	0.67	0.02
	Rede Neural	0.68	0.08	0.66	0.09	0.76	0.11	0.59	0.16	0.7	0.08
<b>Caso 5</b> Logs e personalidade	Árvore	0.7	0.04	0.68	0.03	0.74	0.11	0.66	0.06	0.71	0.06
	Random Forest	0.72	0.03	0.68	0.02	0.83	0.05	0.62	0.03	0.75	0.03
	kNN	0.69	0.03	0.65	0.03	0.82	0.05	0.57	0.04	0.73	0.03
	Logística	0.66	0.04	0.62	0.03	0.85	0.17	0.47	0.13	0.7	0.07
	SVM	0.7	0.03	0.65	0.01	0.89	0.06	0.51	0.01	0.75	0.03
	Rede Neural	0.7	0.04	0.66	0.02	0.8	0.13	0.59	0.04	0.72	0.06
<b>Caso 6</b> Emoções, logs e personalidade	Árvore	0.62	0.06	0.62	0.05	0.62	0.1	0.61	0.1	0.62	0.06
	Random Forest	0.72	0.03	0.67	0.02	0.85	0.03	0.59	0.04	0.75	0.02
	kNN	0.7	0.03	0.66	0.02	0.84	0.04	0.57	0.03	0.74	0.03
	Logística	0.66	0.04	0.62	0.03	0.85	0.17	0.47	0.13	0.7	0.07
	SVM	0.7	0.02	0.65	0.01	0.89	0.05	0.51	0.01	0.75	0.02
	Rede Neural	0.7	0.02	0.65	0.01	0.88	0.06	0.52	0.03	0.74	0.03
<b>Caso 7</b> Emoções e versão	Árvore	0.68	0.05	0.67	0.04	0.69	0.13	0.66	0.06	0.68	0.08
	Random Forest	0.68	0.04	0.67	0.05	0.72	0.02	0.64	0.09	0.69	0.02
	kNN	0.73	0.04	0.72	0.05	0.78	0.02	0.68	0.1	0.75	0.03
	Logística	0.66	0.06	0.66	0.05	0.66	0.1	0.66	0.06	0.65	0.07
	SVM	0.67	0.05	0.65	0.03	0.74	0.12	0.61	0.06	0.69	0.07
	Rede Neural	0.69	0.07	0.68	0.07	0.75	0.05	0.64	0.09	0.71	0.06
<b>Caso 8</b> Logs e versões	Árvore	0.66	0.04	0.65	0.03	0.7	0.06	0.62	0.03	0.67	0.04
	Random Forest	0.69	0.03	0.65	0.03	0.84	0.05	0.55	0.06	0.73	0.03
	kNN	0.72	0.04	0.68	0.05	0.86	0.05	0.59	0.09	0.76	0.03
	Logística	0.54	0.04	0.53	0.03	0.94	0.1	0.13	0.18	0.67	0.01
	SVM	0.7	0.02	0.64	0.01	0.89	0.05	0.51	0.02	0.75	0.02
	Rede Neural	0.72	0.02	0.66	0.01	0.9	0.06	0.55	0.03	0.76	0.02
	Árvore	0.64	0.03	0.7	0.06	0.5	0.04	0.78	0.08	0.58	0.03

<b>Caso 9</b> Apenas versões	<b>Random Forest</b>	0.65	0.02	0.72	0.04	0.49	0.03	0.81	0.03	0.59	0.03
	<b>kNN</b>	0.62	0.04	0.73	0.06	0.36	0.09	0.87	0.02	0.48	0.09
	<b>Logística</b>	0.64	0.03	0.7	0.06	0.5	0.04	0.78	0.08	0.58	0.03
	<b>SVM</b>	0.62	0.05	0.68	0.09	0.52	0.07	0.73	0.15	0.58	0.03
	<b>Rede Neural</b>	0.62	0.01	0.65	0.05	0.57	0.09	0.68	0.1	0.6	0.04
<b>Caso 10</b> Emoções e jogo	<b>Árvore</b>	0.69	0.01	0.68	0.06	0.76	0.15	0.62	0.17	0.7	0.04
	<b>Random Forest</b>	0.66	0.05	0.64	0.05	0.76	0.09	0.57	0.07	0.69	0.06
	<b>kNN</b>	0.7	0.06	0.67	0.05	0.82	0.05	0.59	0.1	0.74	0.04
	<b>Logística</b>	0.68	0.06	0.64	0.05	0.84	0.04	0.53	0.08	0.73	0.05
	<b>SVM</b>	0.68	0.07	0.63	0.05	0.92	0.04	0.45	0.1	0.75	0.05
<b>Caso 11</b> Logs e jogo	<b>Rede Neural</b>	0.67	0.05	0.65	0.04	0.72	0.08	0.62	0.06	0.68	0.05
	<b>Árvore</b>	0.66	0.03	0.66	0.04	0.69	0.12	0.63	0.1	0.67	0.05
	<b>Random Forest</b>	0.67	0.07	0.63	0.04	0.81	0.13	0.53	0.03	0.71	0.07
	<b>kNN</b>	0.7	0.02	0.66	0.01	0.86	0.05	0.55	0.03	0.74	0.02
	<b>Logística</b>	0.64	0.07	0.6	0.07	0.86	0.09	0.42	0.17	0.7	0.05
	<b>SVM</b>	0.68	0.06	0.63	0.05	0.88	0.07	0.48	0.07	0.73	0.05
	<b>Rede Neural</b>	0.67	0.03	0.64	0.06	0.84	0.12	0.51	0.18	0.72	0.02

## C.3 Desempenho do classificador para o componente de jogabilidade na fase de construção

		Acurácia		Precisão		Revocação		Especificidade		f1	
		Média	STD	Média	STD	Média	STD	Média	STD	Média	STD
<b>Caso 0</b> Apenas emoções	Árvore	0.72	0.13	0.54	0.31	0.73	0.42	0.71	0.17	0.62	0.36
	Random Forest	0.81	0.04	0.75	0.04	0.91	0.05	0.7	0.06	0.82	0.03
	kNN	0.83	0.03	0.76	0.04	0.97	0.02	0.69	0.05	0.85	0.03
	Logística	0.73	0.04	0.77	0.07	0.68	0.05	0.78	0.08	0.72	0.04
	SVM	0.83	0.03	0.76	0.03	0.97	0.03	0.69	0.05	0.85	0.03
	Rede Neural	0.82	0.04	0.77	0.03	0.92	0.04	0.73	0.04	0.84	0.03
<b>Caso 1</b> Apenas personalidade	Árvore	0.77	0.07	0.74	0.07	0.84	0.06	0.7	0.09	0.79	0.06
	Random Forest	0.76	0.05	0.74	0.04	0.81	0.07	0.71	0.06	0.77	0.05
	kNN	0.74	0.04	0.7	0.02	0.83	0.08	0.65	0.03	0.76	0.04
	Logística	0.61	0.05	0.61	0.05	0.6	0.14	0.63	0.07	0.6	0.09
	SVM	0.79	0.02	0.73	0.02	0.95	0.04	0.64	0.05	0.82	0.02
	Rede Neural	0.75	0.06	0.76	0.04	0.74	0.15	0.76	0.09	0.74	0.08
<b>Caso 2</b> Apenas logs	Árvore	0.76	0.06	0.74	0.07	0.8	0.06	0.72	0.08	0.77	0.06
	Random Forest	0.79	0.04	0.72	0.05	0.96	0.03	0.63	0.09	0.82	0.03
	kNN	0.79	0.07	0.74	0.08	0.91	0.07	0.66	0.13	0.81	0.06
	Logística	0.64	0.05	0.63	0.06	0.73	0.17	0.54	0.23	0.67	0.05
	SVM	0.79	0.06	0.74	0.07	0.9	0.07	0.68	0.1	0.81	0.05
	Rede Neural	0.75	0.04	0.7	0.05	0.87	0.08	0.63	0.08	0.77	0.03
<b>Caso 3</b> Emoções e logs	Árvore	0.7	0.03	0.71	0.02	0.69	0.08	0.71	0.04	0.7	0.05
	Random Forest	0.78	0.04	0.73	0.04	0.89	0.04	0.66	0.06	0.8	0.03
	kNN	0.8	0.08	0.75	0.09	0.92	0.08	0.68	0.13	0.82	0.07
	Logística	0.67	0.03	0.66	0.04	0.74	0.16	0.59	0.19	0.68	0.04
	SVM	0.78	0.06	0.74	0.06	0.89	0.06	0.68	0.09	0.8	0.05
	Rede Neural	0.76	0.03	0.73	0.05	0.83	0.06	0.69	0.09	0.77	0.03
<b>Caso 4</b> Emoções e personalidade	Árvore	0.77	0.04	0.77	0.03	0.78	0.06	0.76	0.02	0.77	0.04
	Random Forest	0.81	0.04	0.78	0.01	0.86	0.1	0.76	0.03	0.82	0.05
	kNN	0.76	0.05	0.73	0.05	0.85	0.1	0.67	0.12	0.78	0.05
	Logística	0.6	0.04	0.61	0.03	0.58	0.07	0.63	0.07	0.59	0.04
	SVM	0.68	0.01	0.62	0.01	0.93	0.04	0.42	0.05	0.74	0.01
	Rede Neural	0.78	0.05	0.72	0.05	0.93	0.08	0.64	0.11	0.81	0.04
<b>Caso 5</b> Logs e personalidade	Árvore	0.75	0.06	0.74	0.07	0.79	0.06	0.71	0.09	0.76	0.05
	Random Forest	0.8	0.03	0.73	0.04	0.95	0.02	0.64	0.07	0.82	0.02
	kNN	0.78	0.07	0.72	0.05	0.91	0.15	0.64	0.08	0.8	0.08
	Logística	0.73	0.01	0.71	0.04	0.82	0.1	0.65	0.09	0.75	0.03
	SVM	0.78	0.06	0.74	0.06	0.89	0.06	0.68	0.09	0.8	0.05
	Rede Neural	0.72	0.11	0.74	0.05	0.7	0.36	0.73	0.17	0.64	0.28
<b>Caso 6</b> Emoções, logs e personalidade	Árvore	0.73	0.08	0.73	0.08	0.73	0.08	0.73	0.09	0.73	0.08
	Random Forest	0.76	0.06	0.73	0.04	0.83	0.09	0.7	0.04	0.78	0.06
	kNN	0.79	0.05	0.72	0.05	0.96	0.06	0.62	0.08	0.82	0.04
	Logística	0.73	0.02	0.71	0.04	0.81	0.09	0.66	0.09	0.75	0.03
	SVM	0.78	0.05	0.74	0.06	0.87	0.07	0.68	0.09	0.8	0.04
	Rede Neural	0.76	0.02	0.71	0.05	0.89	0.1	0.63	0.1	0.79	0.03
<b>Caso 7</b> Emoções e versão	Árvore	0.73	0.05	0.71	0.05	0.76	0.07	0.7	0.05	0.73	0.06
	Random Forest	0.69	0.03	0.7	0.03	0.69	0.05	0.7	0.03	0.69	0.03
	kNN	0.77	0.01	0.73	0.02	0.85	0.04	0.68	0.04	0.78	0.01
	Logística	0.73	0.05	0.73	0.03	0.73	0.07	0.73	0.03	0.73	0.05
	SVM	0.76	0.03	0.74	0.02	0.79	0.06	0.72	0.01	0.76	0.04
	Rede Neural	0.78	0.02	0.76	0.01	0.82	0.06	0.73	0.02	0.79	0.03
<b>Caso 8</b> Logs e versões	Árvore	0.76	0.02	0.73	0.04	0.83	0.03	0.69	0.08	0.78	0.01
	Random Forest	0.78	0.02	0.72	0.05	0.92	0.11	0.63	0.11	0.8	0.02
	kNN	0.78	0.04	0.73	0.04	0.91	0.07	0.66	0.06	0.8	0.04
	Logística	0.62	0.09	0.6	0.09	0.85	0.17	0.39	0.28	0.69	0.07
	SVM	0.78	0.06	0.74	0.07	0.88	0.05	0.68	0.09	0.8	0.05
	Rede Neural	0.75	0.09	0.72	0.06	0.81	0.17	0.7	0.02	0.76	0.11
	Árvore	0.67	0.03	0.76	0.05	0.51	0.02	0.83	0.04	0.61	0.03

<b>Caso 9</b> Apenas versões	<b>Random Forest</b>	0.67	0.03	0.76	0.05	0.51	0.02	0.83	0.04	0.61	0.03
	<b>kNN</b>	0.54	0.09	0.39	0.29	0.17	0.22	0.91	0.06	0.22	0.25
	<b>Logística</b>	0.69	0.05	0.76	0.05	0.55	0.08	0.83	0.04	0.63	0.06
	<b>SVM</b>	0.69	0.05	0.76	0.05	0.55	0.08	0.83	0.04	0.63	0.06
	<b>Rede Neural</b>	0.63	0.09	0.62	0.08	0.67	0.08	0.58	0.11	0.64	0.08
<b>Caso 10</b> Emoções e jogo	<b>Árvore</b>	0.66	0.08	0.67	0.04	0.6	0.24	0.7	0.1	0.61	0.14
	<b>Random Forest</b>	0.77	0.02	0.72	0.03	0.88	0.03	0.66	0.05	0.8	0.02
	<b>kNN</b>	0.79	0.04	0.72	0.05	0.96	0.03	0.62	0.08	0.82	0.03
	<b>Logística</b>	0.7	0.04	0.71	0.05	0.68	0.06	0.72	0.04	0.7	0.05
	<b>SVM</b>	0.77	0.04	0.73	0.04	0.87	0.03	0.67	0.06	0.79	0.03
	<b>Rede Neural</b>	0.75	0.04	0.72	0.05	0.84	0.02	0.66	0.07	0.77	0.03
<b>Caso 11</b> Logs e jogo	<b>Árvore</b>	0.75	0.03	0.73	0.02	0.79	0.07	0.71	0.04	0.76	0.04
	<b>Random Forest</b>	0.79	0.03	0.72	0.04	0.96	0.05	0.63	0.09	0.83	0.02
	<b>kNN</b>	0.77	0.06	0.71	0.05	0.91	0.1	0.63	0.08	0.8	0.06
	<b>Logística</b>	0.64	0.04	0.61	0.04	0.81	0.19	0.47	0.2	0.68	0.06
	<b>SVM</b>	0.78	0.06	0.74	0.06	0.89	0.06	0.68	0.09	0.8	0.05
	<b>Rede Neural</b>	0.76	0.03	0.72	0.05	0.85	0.07	0.66	0.09	0.78	0.03

## C.4 Desempenho do classificador por usuário na avaliação experimental

Voluntário	Acurácia	Especificidade	Revocação (sensibilidade)
19	0,62	1,00	0,00
20	0,54	0,54	
22	0,69	0,73	0,50
25	0,54	1,00	0,00
28	0,60	1,00	0,00
34	0,57	1,00	0,00
35	0,50	0,89	0,00
37	0,77	0,86	0,67
39	0,61	1,00	0,10
41	0,57	1,00	0,14
49	0,50	1,00	0,00
54	0,50	0,86	0,14
61	0,22	0,13	0,33
64	0,19	0,00	1,00
83	0,50	1,00	0,00
101	1,00	1,00	
111	0,60	0,50	1,00
120	0,68	1,00	0,06
121	0,67	0,82	0,25
130	0,79	0,79	
134	0,70	1,00	0,00
138	0,67	1,00	0,00
143	0,43	0,50	0,33
144	0,71	0,71	
145	0,33	0,09	1,00
146	0,52	1,00	0,00
147	0,67	0,60	0,75
148	0,75	1,00	0,00
149	0,50	0,62	0,33
150	0,44	0,40	0,50
151	0,00	0,00	
152	0,71	0,45	1,00
153	0,57	1,00	0,00
154	1,00	1,00	
155	0,41	0,00	0,88
156	0,36	0,33	0,50
157	0,84	0,96	0,50
158	0,00	0,00	

159	0,22	0,22	
160	0,26	0,21	0,67
161	0,50	1,00	0,00
162	0,57	1,00	0,00
163	0,90	0,90	

---

## APÊNDICE D – REÚSO DE *SOFTWARE*

No Capítulo 5, foram apresentados os conceitos da abordagem proposta nesta pesquisa de doutorado, bem como informações sobre a implementação do *framework* como prova de conceito. Em complemento às informações apresentadas naquele Capítulo, este apêndice destina-se a discutir como o reúso de *software* é aplicado no escopo deste trabalho.

A adaptação automática de um jogo sério conforme as emoções e os traços de personalidade do jogador, como discutido ao longo deste documento, envolve diferentes processos de considerável complexidade. Além do reconhecimento de emoções e da análise da personalidade, que compelem aprofundamento conceitual em diferentes áreas da Psicologia, são necessários o estabelecimento de protocolos e a definição de diferentes métricas e técnicas que possibilitarão a manipulação e compreensão destes dados. O desenvolvimento de aplicações com estes recursos, portanto, pode implicar em notável esforço à equipe de desenvolvedores.

Para contribuir com este contexto, esta pesquisa propôs uma abordagem que aplica conceitos de reúso de componentes de *software* para apoiar o desenvolvimento de novas aplicações com tais características. Especificamente, a abordagem compreende a separação, do jogo sério, das atividades relacionadas às características do usuário (emoções e traços de personalidade) e de gestão das adaptações. O intuito da abordagem esteve em possibilitar que um arcabouço computacional necessário para definir adaptações com base em emoções e traços de personalidade estivesse disponível para diferentes aplicações, não estando restrito à implementação de um jogo específico.

Neste sentido, a abordagem conceitual apresentada na Seção 5.1 é composta por três componentes (ou módulos): o Módulo de Análise, o Módulo de Adaptação e, finalmente, o Jogo Adaptável. Os recursos e processos inerentes às emoções, traços de personalidade e definição de adaptações são concentrados nos módulos de Análise e de Adaptação. Tal estratégia possibilita que métodos, algoritmos e processos sejam facilmente aplicáveis a diferentes jogos, justamente pelo fato de não estarem contidos no código-fonte de cada jogo, mas sim concentrados em componentes com os quais o jogo pode se comunicar. Desta forma, a criação de um jogo adaptável torna-se menos complexa, uma vez que não é necessário incluir em cada jogo algoritmos e recursos que tratem da adaptação baseada nas emoções e nos traços de personalidade do jogador.

Com relação aos jogos sérios, o arcabouço proposto não estabelece métricas ou orientações sobre como desenvolver um jogo sério, sendo este tópico abordado por diferentes estudos da literatura. Entretanto, a abordagem proposta neste trabalho pressupõe o requisito de que o jogo sério adaptável seja desenvolvido seguindo os princípios apresentados na Seção 5.2.2. Especificamente, elementos de jogabilidade devem ser desenvolvidos como componentes que podem, em tempo de execução, ser



habilitados ou desabilitados, bem como assumir diferentes comportamentos conforme os parâmetros recebidos. Tal estratégia apresenta algumas vantagens: i) um componente de jogabilidade seja utilizado em mais de um jogo, caso roteiro, mecânicas e tecnologias utilizadas para a implementação sejam compatíveis; ii) habilita o jogo a sofrer adaptações provocadas por diferentes agentes, como a abordagem proposta nesta pesquisa ou até mesmo um menu de customização. Os recursos e orientações acerca que favorecem a adoção da abordagem no desenvolvimento de novas aplicações estão disponíveis na seguinte página *web*: <<http://e.usp.br/lep>>.

## **APÊNDICE E – VERSÕES E TRAÇOS DE PERSONALIDADE: TESTES ESTATÍSTICOS**

		Global		Memória		Perguntas		
		Estatística	p	Estatística	p	Estatística	p	
ABERTURA	Initial	Assistant	1,3879	0,169	0,22	0,827	0,826	0,412
	Initial	Challenge	0,9402	0,35	2,195	<b>0,032</b>	2,243	<b>0,029</b>
	Initial	Competitive	2,1938	<b>0,031</b>	1,262	0,211	2,125	<b>0,038</b>
	Initial	Creative	1,8356	0,07	0,604	0,548	1,239	0,22
	Initial	Motivational	0,8954	0,373	0,274	0,785	0,531	0,597
	Initial	Progress	1,8356	0,07	0,604	0,548	1,239	0,22
	Assistant	Challenge	0,4477	0,655	1,976	0,052	3,069	<b>0,003</b>
	Assistant	Competitive	0,8059	0,422	1,043	0,301	1,298	0,199
	Assistant	Creative	0,4477	0,655	0,384	0,702	0,413	0,681
	Assistant	Motivational	0,4925	0,624	0,494	0,623	0,295	0,769
	Assistant	Progress	0,4477	0,655	0,384	0,702	0,413	0,681
	Challenge	Competitive	1,2536	0,213	0,933	0,354	4,367	<b>&lt; ,001</b>
	Challenge	Creative	0,8954	0,373	1,592	0,116	3,482	<b>&lt; ,001</b>
	Challenge	Motivational	0,0448	0,964	2,47	<b>0,016</b>	2,774	<b>0,007</b>
	Challenge	Progress	0,8954	0,373	1,592	0,116	3,482	<b>&lt; ,001</b>
	Competitive	Creative	0,3582	0,721	0,659	0,512	0,885	0,38
	Competitive	Motivational	1,2984	0,197	1,537	0,129	1,593	0,116
	Competitive	Progress	0,3582	0,721	0,659	0,512	0,885	0,38
	Creative	Motivational	0,9402	0,35	0,878	0,383	0,708	0,482
	Creative	Progress	0	1	0	1	0	1
Motivational	Progress	0,9402	0,35	0,878	0,383	0,708	0,482	
AGRADABILIDADE	Initial	Assistant	1,135	0,261	0,1148	0,909	0,447	0,657
	Initial	Challenge	1,135	0,261	1,0329	0,307	0,298	0,767
	Initial	Competitive	1,459	0,149	0,0574	0,954	2,606	<b>0,012</b>
	Initial	Creative	1,892	0,063	0,0574	0,954	2,308	<b>0,025</b>
	Initial	Motivational	0,432	0,667	0,1148	0,909	0,968	0,338
	Initial	Progress	1,892	0,063	0,0574	0,954	2,308	<b>0,025</b>
	Assistant	Challenge	0	1	1,1477	0,257	0,745	0,46
	Assistant	Competitive	0,324	0,747	0,1722	0,864	2,16	<b>0,036</b>
	Assistant	Creative	0,757	0,452	0,1722	0,864	1,862	0,069
	Assistant	Motivational	0,703	0,485	0,2295	0,819	0,521	0,605
	Assistant	Progress	0,757	0,452	0,1722	0,864	1,862	0,069
	Challenge	Competitive	0,324	0,747	0,9756	0,334	2,904	<b>0,006</b>
	Challenge	Creative	0,757	0,452	0,9756	0,334	2,606	<b>0,012</b>
	Challenge	Motivational	0,703	0,485	0,9182	0,363	1,266	0,212
	Challenge	Progress	0,757	0,452	0,9756	0,334	2,606	<b>0,012</b>
	Competitive	Creative	0,432	0,667	0	1	0,298	0,767
	Competitive	Motivational	1,027	0,308	0,0574	0,954	1,638	0,108
	Competitive	Progress	0,432	0,667	0	1	0,298	0,767
	Creative	Motivational	1,459	0,149	0,0574	0,954	1,34	0,186
	Creative	Progress	0	1	0	1	0	1
Motivational	Progress	1,459	0,149	0,0574	0,954	1,34	0,186	
CONSCIENCIOSIDADE	Initial	Assistant	1,388	0,172	0,374	0,715	1,3421	0,19
	Initial	Challenge	0,595	0,555	0	1	0,0839	0,934
	Initial	Competitive	0,331	0,743	0,934	0,369	2,3486	<b>0,026</b>
	Initial	Creative	0,727	0,471	0	1	1,5937	0,121
	Initial	Motivational	1,983	0,054	0,56	0,586	0,5033	0,618
	Initial	Progress	0,727	0,471	0	1	1,5937	0,121
	Assistant	Challenge	0,793	0,432	0,374	0,715	1,2582	0,218
	Assistant	Competitive	1,719	0,093	1,307	0,216	1,0065	0,322
	Assistant	Creative	0,661	0,512	0,374	0,715	0,2516	0,803
	Assistant	Motivational	0,595	0,555	0,187	0,855	1,8453	0,075
	Assistant	Progress	0,661	0,512	0,374	0,715	0,2516	0,803
	Challenge	Competitive	0,925	0,36	0,934	0,369	2,2647	<b>0,031</b>
	Challenge	Creative	0,132	0,895	0	1	1,5098	0,142
	Challenge	Motivational	1,388	0,172	0,56	0,586	0,5872	0,561
	Challenge	Progress	0,132	0,895	0	1	1,5098	0,142
	Competitive	Creative	1,058	0,296	0,934	0,369	0,7549	0,456
Competitive	Motivational	2,314	<b>0,026</b>	1,494	0,161	2,8519	<b>0,008</b>	

	Competitive	Progress	1,058	0,296	0,934	0,369	0,7549	0,456
	Creative	Motivational	1,256	0,216	0,56	0,586	2,097	<b>0,045</b>
	Creative	Progress	0	1	0	1	0	1
	Motivational	Progress	1,256	0,216	0,56	0,586	2,097	<b>0,045</b>
EXTROVERSÃO	Initial	Assistant	0,6369	0,532	0,3785	0,712	0,3785	0,712
	Initial	Challenge	0,8757	0,393	0,6624	0,52	0,6624	0,52
	Initial	Competitive	0,3981	0,695	1,041	0,318	1,041	0,318
	Initial	Creative	0,4777	0,639	1,3248	0,21	1,3248	0,21
	Initial	Motivational	0,0796	0,937	0,0946	0,926	0,0946	0,926
	Initial	Progress	0,4777	0,639	1,3248	0,21	1,3248	0,21
	Assistant	Challenge	0,2388	0,814	0,2839	0,781	0,2839	0,781
	Assistant	Competitive	0,2388	0,814	0,6624	0,52	0,6624	0,52
	Assistant	Creative	0,1592	0,875	0,9463	0,363	0,9463	0,363
	Assistant	Motivational	0,7165	0,483	0,4732	0,645	0,4732	0,645
	Assistant	Progress	0,1592	0,875	0,9463	0,363	0,9463	0,363
	Challenge	Competitive	0,4777	0,639	0,3785	0,712	0,3785	0,712
	Challenge	Creative	0,3981	0,695	0,6624	0,52	0,6624	0,52
	Challenge	Motivational	0,9553	0,352	0,7571	0,464	0,7571	0,464
	Challenge	Progress	0,3981	0,695	0,6624	0,52	0,6624	0,52
	Competitive	Creative	0,0796	0,937	0,2839	0,781	0,2839	0,781
	Competitive	Motivational	0,4777	0,639	1,1356	0,278	1,1356	0,278
	Competitive	Progress	0,0796	0,937	0,2839	0,781	0,2839	0,781
	Creative	Motivational	0,5573	0,584	1,4195	0,181	1,4195	0,181
	Creative	Progress	0	1	0	1	0	1
Motivational	Progress	0,5573	0,584	1,4195	0,181	1,4195	0,181	
NEUROTICISMO	Initial	Assistant	0,76	0,455	0,195	0,847	1,328	0,201
	Initial	Challenge	1,182	0,249	0,782	0,444	0	1
	Initial	Competitive	0,591	0,56	1,075	0,296	0,797	0,436
	Initial	Creative	1,773	0,089	0	1	0,177	0,861
	Initial	Motivational	1,604	0,122	0,195	0,847	0,62	0,543
	Initial	Progress	1,773	0,089	0	1	0,177	0,861
	Assistant	Challenge	0,422	0,677	0,977	0,341	1,328	0,201
	Assistant	Competitive	0,169	0,867	0,88	0,391	0,531	0,602
	Assistant	Creative	1,013	0,321	0,195	0,847	1,151	0,265
	Assistant	Motivational	0,844	0,407	0	1	1,948	0,067
	Assistant	Progress	1,013	0,321	0,195	0,847	1,151	0,265
	Challenge	Competitive	0,591	0,56	1,857	0,08	0,797	0,436
	Challenge	Creative	0,591	0,56	0,782	0,444	0,177	0,861
	Challenge	Motivational	0,422	0,677	0,977	0,341	0,62	0,543
	Challenge	Progress	0,591	0,56	0,782	0,444	0,177	0,861
	Competitive	Creative	1,182	0,249	1,075	0,296	0,62	0,543
	Competitive	Motivational	1,013	0,321	0,88	0,391	1,417	0,174
	Competitive	Progress	1,182	0,249	1,075	0,296	0,62	0,543
	Creative	Motivational	0,169	0,867	0,195	0,847	0,797	0,436
	Creative	Progress	0	1	0	1	0	1
Motivational	Progress	0,169	0,867	0,195	0,847	0,797	0,436	

# ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO - EACH/USP



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Adaptação automática de aplicações computacionais considerando as emoções e a personalidade do usuário

**Pesquisador:** Renan Vinicius Aranha

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 38588820.1.0000.5390

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.351.556

#### Apresentação do Projeto:

Aplicações computacionais têm sido utilizadas em diversos cenários com o intuito de tornar mais atrativos para os usuários processos e atividades. Assim, esta pesquisa propõe o aprimoramento do framework com o desenvolvimento de técnicas que permitam a análise da personalidade do usuário, como também a consequente recomendação de adaptações afetivas conforme o perfil de cada usuário. Nesta pesquisa, serão coletados dados que visam a identificar se a adaptação automática de software baseada no estado emocional e na personalidade do usuário é eficaz para oferecer uma melhor experiência de uso de aplicações computacionais. Os dados serão coletados com três categorias de participantes: Desenvolvedor, Especialista e Usuário, totalizando 250 participantes que responderão instrumentos específicos (Formulário de caracterização do perfil dos participantes; Inventário de Personalidade; Auto avaliação Emocional; Questionário de usabilidade do sistema; Escala de Engajamento do Usuário; Avaliação de Experiência do Jogo; Questionário de Engajamento do Jogo; Questionário de Aceitação de Tecnologia pelo Desenvolvedor; Questionário de Auto Eficácia do Desenvolvedor; Questionário de Aceitação de Tecnologia pelo Especialista e um Diário. Os dados coletados serão analisados sob a perspectiva de compreender como a população do estudo avaliou o arcabouço computacional proposto, bem como os benefícios propiciados pela abordagem aos usuários. Espera-se que os resultados dessa pesquisa consigam analisar se a adaptação automática de

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**CEP:** 03.828-000

**E-mail:** cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO - EACH/USP



Continuação do Parecer: 4.351.556

aplicações computacionais, a partir do estado emocional e da personalidade do usuário, seja eficaz para oferecer uma boa experiência de uso.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

- Propor e implementar uma abordagem para propiciar a adaptação automática de software por meio do reconhecimento do estado emocional e da personalidade do usuário.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos

Risco psicológico mínimo devido possível:

1) Constrangimento pelo confronto do conhecimento: o experimento não trata da avaliação do(a) voluntário(a); 2) Constrangimento por dificuldade de utilização do sistema: haverá uma fase de treinamento visando a adaptação do participante ao sistema; 3) constrangimento por enfrentamento de situação inesperada: no caso de uma situação imprevisível, como falha do sistema computacional, o experimento poderá ser interrompido imediatamente.

Benefícios

O participante ao participar das avaliações experimentais, o usuário terá a possibilidade de interagir com aplicações computacionais que, além do desenvolvimento de habilidades, oferecem entretenimento. No caso dos usuários especialistas, além destes fatores, soma-se a interação com uma abordagem que pode ser incorporada em sua rotina profissional, com potencial de contribuir com sua área de atuação.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante para a área de Tecnologia da Informação e da Educação.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram inseridos na Plataforma Brasil. Apenas o TCLE faz menção da Resolução 466/012 ao invés da Resolução 510/2016.

**Recomendações:**

Substituir o número da Resolução 466/2012 para Resolução 510/2016.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado.

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO - EACH/USP



Continuação do Parecer: 4.351.556

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1625918.pdf	28/09/2020 14:55:05		Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	28/09/2020 14:54:41	Renan Vinicius Aranha	Aceito
Outros	cartaProtocolo.pdf	23/09/2020 13:45:37	Renan Vinicius Aranha	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termoCompromisso.pdf	23/09/2020 13:45:01	Renan Vinicius Aranha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	23/09/2020 13:05:34	Renan Vinicius Aranha	Aceito
Outros	questionarios.pdf	23/09/2020 13:04:27	Renan Vinicius Aranha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoPesquisa.pdf	21/09/2020 11:03:05	Renan Vinicius Aranha	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 21 de Outubro de 2020

---

**Assinado por:**  
**Rosa Yuka Sato Chubaci**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br

## **ANEXO B – INVENTÁRIO DE PERSONALIDADE**

Afirmações do inventário de personalidade validado em língua portuguesa por Andrade (2008):

1. É conversador, comunicativo.
2. Às vezes é frio e distante.
3. Tende a ser crítico com os outros.
4. É minucioso, detalhista no trabalho.
5. É assertivo, não teme expressar o que sente.
6. Insiste até concluir a tarefa ou o trabalho.
7. É depressivo, triste.
8. Gosta de cooperar com os outros.
9. É original, tem sempre novas ideias.
10. É temperamental, muda de humor facilmente.
11. É inventivo, criativo.
12. É reservado.
13. Valoriza o artístico, o estético.
14. É emocionalmente estável, não se altera facilmente.
15. É prestativo e ajuda os outros.
16. É, às vezes, tímido, inibido.
17. Pode ser um tanto descuidado.
18. É amável, tem consideração pelos outros.
19. Tende a ser preguiçoso.
20. Faz as coisas com eficiência.
21. É relaxado, controla bem o estresse.
22. É facilmente distraído.



23. Mantém-se calmo nas situações tensas.
24. Prefere trabalho rotineiro.
25. É curioso sobre muitas coisas diferentes.
26. É sociável, extrovertido.
27. É geralmente confiável.
28. É, às vezes, rude (grosseiro) com os outros.
29. É cheio de energia.
30. Começa discussões, disputas com os outros.
31. É um trabalhador de confiança.
32. Faz planos e os segue a risca.
33. Tem uma imaginação fértil.
34. Fica tenso com frequência.
35. É engenhoso, alguém que gosta de analisar profundamente as coisas.
36. Fica nervoso facilmente.
37. Gera muito entusiasmo.
38. Tende a ser desorganizado.
39. Gosta de refletir, brincar com as ideias.
40. Tem capacidade de perdoar, perdoa fácil.
41. Preocupa-se muito com tudo.
42. Tende a ser quieto, calado.
43. Tem poucos interesses artísticos.
44. É sofisticado em artes, música ou literatura.