

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Dissertação de Mestrado

**Análise de Dados de Rastreamento Ocular
na Avaliação de Jogos: um Estudo de Caso**

Erick Santana Rodrigues

Campina Grande - Paraíba
Agosto de 2021

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**Análise de Dados de Rastreamento Ocular
na Avaliação de Jogos: um Estudo de Caso**

Erick Santana Rodrigues

Dissertação submetida à Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ciência da Computação (MSc).

Orientadores: José Eustáquio Rangel de Queiroz, DSc.
Herman Martin Gomes, Phd.

Área de Concentração: Ciência da Computação
Linha de Pesquisa: Modelos Computacionais e Cognitivos

Campina Grande - Paraíba
Agosto de 2021

R696a Rodrigues, Erick Santana.
Análise de dados de rastreamento ocular na avaliação de jogos:
um estudo de caso / Erick Santana Rodrigues. – Campina Grande,
2021.
166 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia
Elétrica e Informática, 2021.
"Orientação: Prof. Dr. José Eustáquio Rangel de Queiroz, Prof.
Dr. Herman Martins Gomes".
Referências.

1. Rastreamento Ocular. 2. Usabilidade de Software. 3.
Abordagem Metodológica. 4. Estudo de Caso. 5. Jogo Digital. I.
Queiroz, José Eustáquio Rangel de. II. Gomes, Herman Martins.
III. Título.

CDU 004.5(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO CIENCIAS DA COMPUTACAO
Rua Aprígio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

ERICK SANTANA RODRIGUES

ANÁLISE DE DADOS DE RASTREAMENTO OCULAR NA AVALIAÇÃO DE JOGOS: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovada em: 19/08/2021

Prof. Dr. JOSÉ EUSTAQUIO RANGEL DE QUEIROZ - Orientador - UFCG

Prof. Dr. HERMAN MARTINS GOMES - Orientador - UFCG

Profa. Dra. JOSEANA MACÊDO FECHINE RÉGIS DE ARAÚJO - Examinadora Interna - UFCG

Prof. Dr. EDMAR CANDEIA GURJÃO - Examinador Externo - UFCG



Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ EUSTÁQUIO RANGEL DE QUEIROZ, Usuário Externo**, em 19/08/2021, às 18:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **EDMAR CANDEIA GURJAO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 19/08/2021, às 18:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **HERMAN MARTINS GOMES, PROFESSOR 3 GRAU**, em 19/08/2021, às 19:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSEANA MACEDO FECHINE, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/08/2021, às 09:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **1689800** e o código CRC **44C0294C**.

DEDICATÓRIA

A meus pais. Minha força.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a meus pais, Geruza e Nilson, por todo apoio que me foi dado, mesmo nos momentos mais difíceis dessa árdua caminhada, assim como pelo suporte presente durante toda minha vida como estudante, sem o qual eu não poderia chegar aonde cheguei. Obrigado pela força, pelo encorajamento e pelo carinho. Por extensão, agradeço a toda minha família, em especial a minha tia, Maria da Guia, uma das maiores professoras que conheci na vida.

Agradeço também a minha companheira, Thaís, a qual sempre me guiou, ouviu e acalentou com palavras e gestos de carinho. Obrigado por estar sempre a meu lado e por sua compreensão. Obrigado por ser quem você é e por me aceitar como sou. Obrigado a todos os amigos, próximos ou distantes, por se mostrarem sempre presentes, independentemente da distância.

Por fim, meus mais profundos agradecimentos a meus orientadores, Profs. José Eustáquio Rangel de Queiroz e Herman Martins Gomes, educadores que contribuíram imensamente para a realização desta pesquisa, assim como para meu crescimento pessoal. Serei eternamente grato por tudo que aprendi com vocês durante essa jornada acadêmica. Obrigado.

RESUMO

Estudos envolvendo a avaliação da usabilidade da interface de produtos geralmente baseiam-se apenas na observação direta do processo de interação usuário-produto e na aplicação de instrumentos de pesquisa, como questionários ou entrevistas. Porém, o uso dessas técnicas para coleta de dados não preenche lacunas em relação ao comportamento visual dos usuários. Com base nessa premissa, o objetivo desta pesquisa foi propor uma abordagem metodológica para avaliação da usabilidade de interfaces de software com base em três visões do produto (visão da indústria; visão do especialista; e visão do usuário) e a incorporação de técnicas de rastreamento ocular. Para validar essa abordagem, foi realizado um estudo de caso envolvendo o jogo *Don't Starve*, no qual foi conduzido um ensaio de usabilidade com trinta participantes de ambos os gêneros. Dezesesseis participantes foram classificados como inexperientes e quatorze como experientes. Foram propostas 5 tarefas de teste e coletados dados a partir da mensuração de desempenho, da sondagem da satisfação subjetiva e do rastreamento ocular dos participantes. Os resultados permitem inferir que os indicadores de rastreamento ocular são mais eficazes em encontrar diferenças representativas entre as categorias de participantes do que os indicadores de desempenho e que não há correlações entre esses indicadores na maioria das tarefas. Os indicadores de rastreamento ocular também fornecem dados sobre o comportamento visual dos participantes e como eles processam as informações visuais. Finalmente, os resultados da avaliação da usabilidade permitem a detecção de problemas relacionados à interface do produto-alvo.

Palavras-chave: rastreamento ocular, usabilidade de software, abordagem metodológica, estudo de caso, jogo digital.

ABSTRACT

Studies involving the evaluation of the usability of the product interface are usually based only on the direct observation of the user-product interactive process and on the administration of survey instruments, such as questionnaires or interviews. However, the use of these techniques for data collection does not fill gaps regarding the visual behavior of user. Based on this premise, the objective of this research was to propose a methodological approach for evaluating the usability of software interfaces based on three product views (industry view; expert view; and user view) and the incorporation of eye tracking techniques. To validate this approach, a case study was carried out involving the game Don't Starve, in which a usability trial was conducted with thirty participants of both genders. Sixteen participants were classified as inexperienced and fourteen as experienced. Five tasks were proposed and data collected from performance measurements, subjective satisfaction survey and eye tracking of participants. The results allow us to infer that the eye tracking indicators are more effective in finding representative differences between the categories of participants than the performance indicators and that there are no correlations between these indicators in most tasks. Eye tracking indicators also provide data about the visual behavior of participants and how they process visual information. Finally, the results of the usability assessment allow the detection of issues related to the target product's interface.

Keywords: eye tracking, software usability, evaluation methodology, case study, videogame.

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

<i>AOI</i>	<i>Areas of Interest</i>
<i>HCI</i>	<i>Human-computer Interaction</i>
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization</i>
<i>I-DT</i>	<i>Dispersion-Threshold Identification</i>
<i>NPC</i>	<i>Non-Playable Character</i>
<i>OMS</i>	Organização Mundial de Saúde
<i>QASSU</i>	Questionário de Avaliação da Satisfação Subjetiva do Usuário
<i>QDPU</i>	Questionário de Delineamento de Perfil do Usuário
<i>SDK</i>	<i>Software Development Kit</i>
<i>UFCG</i>	Universidade Federal de Campina Grande
<i>UI</i>	<i>User Interface</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Captura de tela do jogo <i>Don't Starve</i>	19
Figura 2 – Modelo de usabilidade da ISO	23
Figura 3 – Gráfico da mudança de atenção do usuário para o jogo <i>Legacy of Kain Blood Omen II</i>	28
Figura 4 – Padrões de atenção visual para o jogo <i>Legacy of Kain Blood Omen II</i>	29
Figura 5 – Número médio de fixações por segundo para a condição imersiva.....	30
Figura 6 – Número médio de fixações por segundo para a condição não-imersiva	31
Figura 7 – Variação na duração média de fixação para os níveis 1 e 2	33
Figura 8 – Distribuição das durações médias de fixação nos níveis 1 e 2	33
Figura 9 – Mapa de calor da visualização do campo visual dos jogadores.....	35
Figura 10 – Mapa de calor representando a localização exata das visualizações dos jogadores	36
Figura 11 – Duração do olhar sob personagens: feminino (laranja) e masculino (azul)	38
Figura 12 – Linha do tempo do olhar dos jogadores para os inimigos	39
Figura 13 – Durações médias de fixação com seus desvios padrão	43
Figura 14 – Mapas de trajetória dos participantes na página do Yahoo!: (a) neurotípicos e (b) autistas	45
Figura 15 – Classificação de padrões de fixação em motores de busca e páginas web.....	47
Figura 16 – Abordagem multimétodos original de Queiroz	51
Figura 17 – Instância da Abordagem Multimétodos para Jogos Digitais	51
Figura 18 – Abordagem metodológica proposta na presente pesquisa	52
Figura 19 – Etapas da abordagem metodológica adotada	56
Figura 20 – Principais elementos da interface de <i>Don't Starve</i>	59
Figura 21 – Mapa de trajetória gerado pelo <i>ScanVis</i>	67
Figura 22 – Pseudocódigo do algoritmo de identificação de fixações	68
Figura 23 – Questão 14 do QDPU	69
Figura 24 – Questão 2 do QASSU	69
Figura 25 – Distribuição do tempo de execução por tarefa	81
Figura 26 – Distribuição dos erros cometidos por tarefa	83
Figura 27 – Distribuição dos erros repetidos por tarefa	84
Figura 28 – Distribuição das opções incorretas por tarefa	85
Figura 29 – <i>Menu de criação</i> (em destaque) antes e após o participante aproximar-se do item	86

Figura 30 – Distribuição das consultas a ajuda por tarefa	87
Figura 31 – Distribuição da faixa etária dos participantes	96
Figura 32 – Distribuição do gênero dos participantes	96
Figura 33 – Distribuição do grau de instrução dos participantes	97
Figura 34 – Distribuição do uso de corretivos visuais dos participantes	97
Figura 35 – Distribuição do tempo de interação com jogos digitais	98
Figura 36 – Distribuição da frequência de interação jogos digitais	98
Figura 37 – Distribuição da duração da interação com jogos digitais.....	99
Figura 38 – Distribuição da plataforma mais utilizada para a interação com jogos digitais.....	99
Figura 39 – Distribuição do tempo de interação com <i>Don't Starve</i>	101
Figura 40 – Distribuição da frequência de interação com <i>Don't Starve</i>	101
Figura 41 – Distribuição da duração da interação com <i>Don't Starve</i>	102
Figura 42 – Distribuição do número de fixações por tarefa	112
Figura 43 – Número médio de fixações por segundo por tarefa	113
Figura 44 – Distribuição do tempo de permanência (s) nas AOI por tarefa.....	115
Figura 45 – Distribuição do tempo de permanência (s) por AOI.....	115
Figura 46 – Distribuição da duração média de fixação (s) por tarefa	116
Figura 47 – Duração média de fixação em função do tempo de execução da tarefa	117
Figura 48 – Distribuição do número de transições entre AOI por tarefa	118
Figura 49 – Número de fixações na <i>tela de alerta</i> de 9 participantes.....	120
Figura 50 – Porção do mapa de trajetória do Participante 2.....	121

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Instantâneo de um participante durante a condução do ensaio 74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – pesquisas relacionadas e suas metodologias	49
Quadro 2 – Heurísticas propostas por Hochleitner <i>et al.</i> (2015).....	61
Quadro 3 – Indicadores de desempenho e suas respectivas descrições	63
Quadro 4 – Aspectos gerais do ensaio de usabilidade	64
Quadro 5 – Artefatos produzidos na presente pesquisa	65
Quadro 6 – Objetivos e durações (min) de cada tarefa	66
Quadro 7 – Planejamento da sondagem do usuário	70
Quadro 8 – Indicadores de rastreamento ocular e suas respectivas descrições.....	71
Quadro 9 – Questões relacionadas à experiência dos participantes	73
Quadro 10 – Dados obtidos durante a condução dos testes	76
Quadro 11 – Heurísticas não aplicáveis/não satisfeitas	78
Quadro 12 – Correlações fortes entre os pares de indicadores	92
Quadro 13 – Resultados do teste de normalidade <i>Shapiro-Wilk</i>	93
Quadro 14 – Perfil típico do universo amostral.....	102
Quadro 15 – Resultados do teste <i>Shapiro-Wilk</i>	108
Quadro 16 – Resultados do teste <i>Shapiro-Wilk</i>	125
Quadro 17 – Correlações fortes entre os pares de indicadores	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Máximos e mínimos obtidos a partir da condução dos testes	80
Tabela 2 – Estatísticas univariadas obtidas a partir da condução dos testes	89
Tabela 3 – Matrizes de correlação	91
Tabela 4 – Resultados dos testes de média ($\alpha = 0,025$)	94
Tabela 5 – Respostas percentuais da primeira seção do QASSU	104
Tabela 6 – Respostas percentuais da segunda seção do QASSU	105
Tabela 7 – Intervalos de satisfação subjetiva conforme Oliveira (2005)	106
Tabela 8 – Distribuição dos índices de satisfação subjetiva da amostra	106
Tabela 9 – Sumário dos índices médios de satisfação subjetiva da amostra	107
Tabela 10 – Resultados dos testes de média ($\alpha = 0,025$)	109
Tabela 11 – Máximos e mínimos obtidos a partir do rastreamento ocular	111
Tabela 12 – Sumário das causas de perda por tarefa	119
Tabela 13 – Estatísticas univariadas obtidas a partir do rastreamento ocular	123
Tabela 14 – Matrizes de correlação dos indicadores de rastreamento ocular	124
Tabela 15 – Resultados dos testes de média ($\alpha = 0,025$)	125
Tabela 16 – Correlações entre os indicadores de desempenho e do rastreamento ocular	127
Tabela 17 – Resultados dos testes de correlação	129

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Considerações Iniciais	16
1.2 Motivações	18
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Geral.....	20
1.3.2 Específicos.....	21
1.4 Questão de Pesquisa	21
1.5 Hipóteses	22
CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 Usabilidade.....	23
2.2 Atenção Visual Humana	25
2.3 Rastreamento Ocular.....	26
2.4 Rastreamento Ocular e Jogos Digitais	27
2.5 Pesquisas Relacionadas	40
2.7 Considerações Finais do Capítulo	48
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA	50
3.1 Caracterização do Estudo.....	50
3.2 Abordagem Multimétodos	50
3.2.1 Avaliação Heurística.....	52
3.2.2 Mensuração de Desempenho.....	53
3.2.3 Treinamento do Universo Amostral	53
3.2.4 Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário	53
3.2.5 Rastreamento Ocular.....	54
3.3 Etapas da Abordagem Metodológica Adotada	55
3.4 Considerações Finais do Capítulo	58
CAPÍTULO 4 VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA	59

4.1 Definição do Produto-alvo	59
4.2 Avaliação Heurística	60
4.3 Mensuração de Desempenho	62
4.3.1 Contextualização	62
4.3.2 Abordagem Metodológica Adotada	62
A. Planejamento	62
B. Treinamento do Universo Amostral	65
C. Elaboração do Material de Ensaio	65
4.4 Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário	68
4.5 Rastreamento Ocular.....	71
4.6 Condução dos Experimentos	72
4.7 Considerações Finais do Capítulo	75
CAPÍTULO 5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE	
RESULTADOS	76
5.1 Tipos de Dados Obtidos	76
5.2 Resultados da Avaliação Heurística	78
5.3 Resultado da Mensuração de Desempenho	79
5.3.1 Análise Preliminar dos Indicadores de Desempenho	79
5.3.2 Análise Estatística dos Indicadores de Desempenho	88
5.4 Resultados da Sondagem da Satisfação	95
5.4.1 Resultados da Análise do QDPU	95
5.4.2 Resultados da Análise do QASSU	103
5.5 Resultados do Rastreamento Ocular.....	110
5.5.1 Análise Preliminar dos Indicadores de Rastreamento Ocular... 110	
5.5.2 Análise Estatística dos Indicadores de Rastreamento Ocular... 122	
5.6 Considerações Finais do Capítulo	131
CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	133

6.1 Visão Contextual da Pesquisa	133
6.2 Considerações Finais	134
6.3 Contribuições da Pesquisa.....	136
6.4 Pesquisas Futuras	138
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO QDPU	144
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO QASSU	148
APÊNDICE C - ROTEIRO DE TAREFAS (VERSÃO DO AVALIADOR)	152
APÊNDICE D - ROTEIRO DE TAREFAS (VERSÃO DO USUÁRIO).....	157
APÊNDICE E - E-MAIL DE RECRUTAMENTO	160
APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	161
APÊNDICE G – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE	163
APÊNDICE H – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR	164
APÊNDICE I – COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA	166
APÊNDICE J – EXCERTO DOS DADOS OCULARES BRUTOS DOS PARTICIPANTES	167

CAPÍTULO 1 | INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é apresentado um panorama geral da importância do uso de técnicas de rastreamento ocular na avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário de produtos de *software*, assim como as dificuldades presentes na representação de dados oculares. Também é explicitada a motivação para a realização do presente estudo, a definição de seus objetivos, a questão de pesquisa e a formulação das hipóteses levantadas, assim como a escolha do produto-alvo (jogo digital) para o estudo de caso.

1.1 Considerações Iniciais

O rastreamento ocular abrange um conjunto de técnicas com aplicações em múltiplas áreas, dentre as quais a Interação Humano-Computador (*HCI - Human-Computer Interaction*), a Medicina, a Psicologia e a Visão Computacional (KRAFKA, 2016).

O rastreamento ocular pode recorrer ao uso de câmeras especializadas que conseguem captar movimentos oculares mínimos, sendo uma técnica que permite o rastreio e o registro de *onde, quando e como* os usuários escrutinam um objeto de estudo (TOBII, 2020), assim como permite a captura de dados relativos a estímulos visuais.

A movimentação ocular usualmente é associada à atenção e intenção de indivíduos, especialmente quando olham para algo com um objetivo em mente (BOJKO, 2013). Isso significa que os movimentos oculares podem fornecer uma compreensão mais abrangente do comportamento de indivíduos e de sua atenção visual durante a realização de tarefas, em processo de avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário de produtos *software* (*e.g.*, aplicações *desktop*, *sites* Web).

Portanto, nesse sentido o rastreamento ocular possibilita a aquisição de dados que não seriam facilmente capturados por meio da observação direta ou de protocolos *think-aloud*, a partir dos quais usuários verbalizam o fluxo de suas ações e da tomada de decisões durante ou após a realização de tarefas (CHO, 2019).

Mediante a utilização de rastreadores oculares, é possível registrar dados que podem aumentar a confiança dos resultados de processos de avaliação da usabilidade, quando triangulados com os dados objetivos e subjetivos coletados a partir de técnicas tradicionais destinadas à coleta de dados de usabilidade (KOCK, 2009). Portanto, pode-se dizer que o rastreamento ocular é uma ferramenta com potencial para tornar mais abrangentes diagnósticos da usabilidade de interfaces com o usuário de produtos de *software*.

Estudos da usabilidade de *sites* Web, jogos de computadores e relógios inteligentes (DRUSCH *et al.*, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2016; LANKES & STOCKL, 2020; WU *et al.*, 2016) têm empregado o rastreamento ocular como principal fonte de captura de dados. No entanto, a especificidade dos dados gerados a partir de rastreadores oculares requer a implementação de técnicas que permitam mensurar quantitativamente o comportamento do olhar de um usuário durante a realização de tarefas.

Os dados brutos capturados do olhar de um participante podem ser agrupados em *fixações* e *sacadas*, duas das principais categorias de movimentos dos olhos, para então serem agregados sob a forma de mapas de calor (*heat maps*), mapas de trajetória (*gaze plots* ou *scanpaths*) ou associados a áreas de interesse (AOI - *Area of Interest*), conforme será mais detalhado no Capítulo 2 (Revisão da Literatura). No entanto, diferentes tipos de estímulo exigem diferentes adaptações nas técnicas de visualização de dados oculares.

Quando o objeto de estudo é um estímulo estático, i.e., o escrutínio de textos ou de imagens estáticas, visualizações estáticas são o suficiente. Entretanto, para estímulos dinâmicos, tais como o escrutínio de vídeos e aplicações interativas, em que a dimensão temporal dos dados é uma variável importante na análise, é necessário o uso de visualizações animadas. Contudo, isso requer o uso de algoritmos complexos que devem preservar o mapa mental do usuário (BLASHCHECK *et al.*, 2017).

Ferramentas comerciais de análise de dados de rastreamento ocular, tais como *Tobii Pro Lab*, *SMI BeGaze* e *iMotions*, oferecem meios para analisar e visualizar movimentos oculares relacionados a estímulos estáticos e

dinâmicos. Embora tais ferramentas lidem com aspectos específicos da representação dos dados oculares, existem situações em que é da responsabilidade dos pesquisadores o desenvolvimento de técnicas de representação mais personalizadas. Assim, diferentes soluções e, conseqüentemente, diferentes abordagens de avaliação podem ser desenvolvidas, em função das tecnologias disponíveis (ALMEIDA *et al.*, 2016).

O uso de diferentes abordagens para a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário de produtos *software* pode tornar difícil a reprodução de resultados por outros autores, assim como pode gerar resultados inconclusivos. Portanto, propõe-se nesta pesquisa uma abordagem metodológica para a avaliação da usabilidade de interfaces de aplicações de *software* e fundamentada na incorporação de técnicas de rastreamento ocular à abordagem multimétodos proposta por Queiroz (2001) e estendida por Costa (2017) para o contexto de jogos digitais.

A validação da abordagem adotada nesta pesquisa deu-se a partir de um estudo de caso envolvendo o jogo digital *Don't Starve*¹, com foco na avaliação da usabilidade dos menus e da tela de alerta da interface do jogo, onde estão ilustradas informações essenciais (*e.g.*, vida, sanidade, fome).

No entanto, é necessário ressaltar que o uso da abordagem metodológica apresentada nesta pesquisa de mestrado não se restringe a esta categoria de aplicação ou estímulo, podendo ser adaptada a outros contextos de uso, mediante adaptações condizentes com o cenário de interesse.

1.2 Motivações

Almeida *et al.* (2016) enfatizaram a limitação de iniciativas de pesquisas atuais sobre o rastreamento ocular como um recurso para processos de avaliação de jogos digitais, mesmo com a crescente expansão do mercado de videogames no cenário do entretenimento.

Além disso, preocupações acerca das limitações dos rastreadores oculares (*e.g.*, dificuldade de calibração, imprecisões nos dados) podem ter atrasado sua incorporação efetiva como recurso de aquisição de dados em

¹<https://www.klei.com/games/dont-starve>

processos de avaliação da usabilidade de jogos digitais, assim como de abordagens metodológicas adequadas ao desenvolvimento dessa categoria de aplicações de *software*.

Todas essas constatações reforçaram a necessidade da proposição e validação de uma abordagem metodológica destinada à avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário de aplicações de *software* que incorporasse técnicas de rastreamento ocular.

Apesar da dificuldade presente em se representar dados oculares provenientes de estímulos dinâmicos, as contribuições divisadas para as áreas de *HCI* e de jogos digitais foram decisivas para a escolha do objeto do estudo de caso da presente pesquisa: o jogo digital de sobrevivência, *Don't Starve* (Figura 1). No entanto, é preciso ressaltar novamente que a abordagem metodológica descrita no presente documento transcende os jogos digitais, podendo ser também aplicável a outros contextos de uso.

Figura 1 – Captura de tela do jogo *Don't Starve*



Fonte: Autoria própria

A escolha do jogo foi puramente didática e se deu com base, principalmente, em seu gênero. Jogos de sobrevivência são compostos por tarefas recorrentes e pré-determinadas, nas quais é possível

delimitar os tempos de execução de cada tarefa com base nas estimativas que o jogo apresenta.

Ao estabelecer uma tarefa, cujo objetivo é a sobrevivência do jogador durante o ciclo de um dia, é possível delimitar seu tempo com base na duração dos ciclos de dia e noite do jogo. Além disso, um aspecto comum a esse gênero é a presença de uma interface dotada de uma série de menus e outros recursos interativos, algo que pode impactar diretamente a experiência do usuário.

No entanto, é importante reforçar o que já foi explicitado anteriormente: o foco deste estudo reside na abordagem de avaliação proposta, não no jogo! No estudo ora descrito, o jogo *Don't Starve* não passa de uma aplicação de *software*, de um caso de estudo, de um recurso para a validação da abordagem proposta e, portanto, tão somente uma de muitas possíveis aplicações candidatas a alvo de estudo.

É a descrição detalhada da abordagem proposta que possibilitará a análise da viabilidade e a tomada de decisão, por um avaliador da usabilidade de produtos, de como adaptá-la à avaliação de outros gêneros de jogos (*e.g.*, aventura, ação, corrida, estratégia) ou de outros produtos.

Indo além, a generalização da abordagem metodológica proposta pode torná-la aplicável a outros cenários fora do escopo dos jogos eletrônicos, tais como a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário de outras aplicações interativas (*e.g.*, simuladores de voo) e produtos em que o estímulo visual seja estático.

1.3 Objetivos

Nas duas subseções a seguir, são apresentados e discutidos os objetivos geral e específicos da presente pesquisa.

1.3.1 Geral

Propor uma abordagem destinada à avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário, fundamentada na incorporação de técnicas de rastreamento

ocular à abordagem Multimétodos proposta por Queiroz (2001) e estendida por Costa (2017) ao contexto de jogos digitais.

1.3.2 Específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo geral supracitado, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e selecionar métodos de registro e mensuração da atenção de usuários, a partir de ferramentas de rastreamento ocular;
- Incorporar técnicas de rastreamento ocular à instância da abordagem multimétodos para a avaliação da usabilidade de interfaces de aplicações de *software*, adaptada por Costa (2017); e
- Selecionar um estudo de caso, planejar e realizar um ensaio para validar a abordagem metodológica adotada, incorporando à validação um processamento estatístico dos dados coletados.

1.4 Questão de Pesquisa

Fundamentando-se no que foi apresentado e discutido nas subseções anteriores deste documento, formulou-se a seguinte questão de pesquisa:

- Que tipo de conclusões relativas aos dados de atenção visual de usuários, provenientes de um estudo de caso com um jogo eletrônico (aplicação interativa), podem ser formuladas a partir do uso de indicadores de rastreamento ocular (*e.g.*, número de fixações, duração média de fixações, número de transições entre AOI) adotados na avaliação das sessões de jogo?

Portanto, com o intuito de atingir os objetivos geral e específicos previamente explicitados, assim como de responder à questão de pesquisa previamente formulada, foram formuladas as hipóteses que seguem.

1.5 Hipóteses

Quatro (04) hipóteses nulas foram formuladas, visando-se à validação do presente estudo, a saber:

- **Hipótese nula 01 (H0₁):** O *número de fixações do olhar* não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas.
- **Hipótese nula 02 (H0₂):** O *tempo de permanência do olhar nas AOI* não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas.
- **Hipótese nula 03 (H0₃):** A *duração média de fixação do olhar* não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas.
- **Hipótese nula 04 (H0₄):** O *número de transições do olhar entre AOI* não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas.

Assim, para determinar o grau de usabilidade de um determinado produto, é necessário mensurar o desempenho e a satisfação de seus usuários, tomando-se como base as seguintes medidas e suas definições:

- **Eficácia:** As medidas de eficácia relacionam os objetivos ou sub-objetivos do usuário à precisão e integridade com que esses objetivos podem ser alcançados.
- **Eficiência:** As medidas de eficiência relacionam o nível de eficácia alcançado ao gasto de recursos. Recursos relevantes podem incluir esforço mental ou físico, tempo, materiais ou custo financeiro.
- **Satisfação:** As medidas de satisfação relacionam até que ponto os usuários estão livres de desconforto e suas atitudes em relação ao uso do produto.

A mensuração da usabilidade é um processo particularmente importante no campo da *HCI*. Contudo, ao se avaliar um jogo digital, é necessário considerar que diversos aspectos (*e.g.*, gráficos, efeitos sonoros, história) podem influenciar a satisfação subjetiva global do usuário.

Sánchez *et al.* (2009) afirmam que a usabilidade *per se* não é suficiente para explicar uma experiência ótima de jogo, sendo necessário criar extensões dessa medida, tais como a jogabilidade, que contém facetas que consideram fatores, tais como o apego emocional de jogadores aos personagens e à narrativa do jogo, fora do escopo de jogos digitais.

Mediante as diferentes perspectivas passíveis de serem adotadas na análise dos vários componentes de um jogo digital, estabeleceu-se que a abordagem de avaliação da usabilidade proposta no presente estudo focalizaria elementos da jogabilidade interativa, uma das seis facetas da jogabilidade, associada à interação do jogador com a interface do jogo, conforme Sánchez (2009).

Desta maneira, apenas os menus e a tela de alerta do jogo serão considerados no processo de avaliação, sendo analisados em termos da

eficiência, eficácia e satisfação subjetivas de seus jogadores, enquanto outros aspectos da jogabilidade não foram incorporados ao escopo deste estudo. Mais uma vez, é pertinente ressaltar que o foco da pesquisa não reside no jogo, mas na abordagem metodológica de avaliação do processo interativo usuário-jogo, do ponto de vista da usabilidade.

2.2 Atenção Visual Humana

De acordo com Bojko (2013), pesquisas demonstraram que o lugar para o qual indivíduos direcionam o olhar usualmente está associado à sua atenção e intenção, especialmente quando escrutinam um dado alvo com um objetivo em mente. Isso acontece porque os olhos humanos se movem em função da atenção visual, de modo a focalizar diretamente aquilo que se está tentando enxergar. No entanto, indivíduos nem sempre olham diretamente para algum objeto para enxergá-lo, embora isso seja preferível.

Segundo Duchowski (2017), a atenção visual é uma combinação de processos cognitivos ascendentes (*bottom-up*) e descendentes (*top-down*) e, portanto, pode ser influenciada por estímulos visuais ou pela intenção voluntária de se olhar para algo, respectivamente. Por esse motivo, a seleção de tarefas é algo crítico em avaliações que utilizam rastreadores oculares como ferramenta de captura de dados, visto que os movimentos oculares dependem da tarefa e, portanto, sua natureza influenciará os resultados do rastreamento ocular.

Portanto, ao se rastrear os movimentos oculares de um observador, pode-se seguir o caminho da atenção traçada por seu olhar. Isso pode dar uma ideia do que lhe chamou a atenção, a partir do auxílio de técnicas de visualização adequadas, podendo até fornecer pistas de como esse indivíduo percebeu certos estímulos visuais.

No entanto, apesar dos movimentos oculares revelarem informações importantes a respeito de usuários, certos pormenores devem ser levados em consideração, pois os movimentos oculares dependem das tarefas

apresentadas ao usuário, as quais devem, portanto, ser definidas de forma clara, cuidadosa e compreensível.

2.3 Rastreamento Ocular

Durante o levantamento bibliográfico realizado ao longo da presente pesquisa, foram adotados diversos termos relativos à metodologia de rastreamento ocular, os quais foram introduzidos e empregados na literatura da área por diferentes autores. A seguir, é apresentada uma síntese dos termos mais relevantes dessa área, conforme Duchowski (2017), Sarmiento *et al.* (2016) e Mealha *et al.* (2012):

- **Sacadas:** movimentos oculares com duração de 10 a 100 ms, associados ao reposicionamento da fóvea² para um novo local no ambiente visual. Movimentos sacádicos podem ser tanto voluntários, quanto reflexivos;
- **Fixações:** movimentos oculares que estabilizam a fóvea sobre um objeto estacionário de interesse, caracterizados por um tempo mínimo de 100 ms e uma velocidade máxima inferior a 100 graus/segundo;
- **Áreas de Interesse (AOI - Areas of Interest):** regiões do ambiente externo que apresentam alguma característica relevante para o avaliador e que identificam as fixações que ocorrem regiões importantes para o experimento;
- **Mapas de calor:** mapas que fornecem uma representação do olhar, os quais podem combinar fixações de um mesmo visualizador em diferentes instantes de tempo ou fixações de vários visualizadores, sacrificando informações de ordem temporal. Um mapa de calor pode ser considerado como uma espécie de histograma; e

² Região central da retina do olho humano onde há maior densidade de fotorreceptores e onde o olho humano tende a centralizar regiões de interesse para fins de processamento posterior pelo córtex visual.

- **Mapas de trajetória:** mapa dos caminhos percorridos, sequências ordenadas de fixações e sacadas que são empregadas para investigar o comportamento do olhar de um usuário durante a condução de determinadas tarefas.

A assimilação desses termos é fundamental não apenas para o entendimento das pesquisas apresentadas a seguir, mas também para melhor compreensão da abordagem metodológica proposta nesta pesquisa.

2.4 Rastreamento Ocular e Jogos Digitais

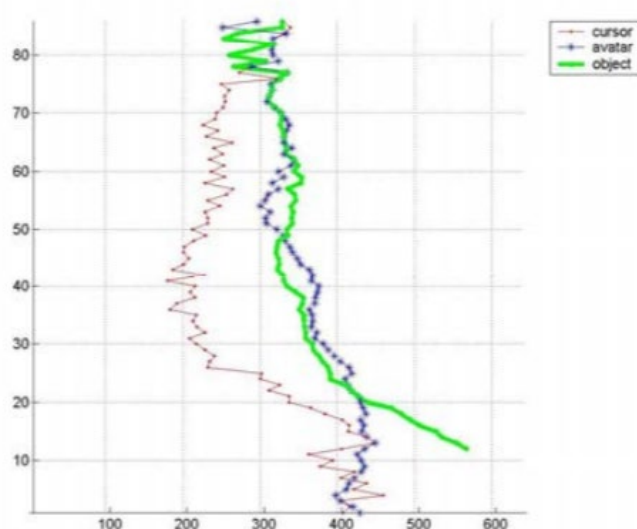
É notável a existência de inúmeros desafios associados à análise de dados de rastreamento ocular. A representação de dados dessa natureza se torna mais complexa quando tais dados são provenientes de estímulos dinâmicos e interativos. Nesse sentido, poucas pesquisas envolvendo o uso do rastreamento ocular para a coleta de dados de avaliações de jogos digitais são bem documentadas ou reproduzíveis, sendo a maioria delas limitada a um dos 3 enfoques de avaliação presentes na abordagem multimétodos proposta por Queiroz (2001).

Em sua pesquisa sobre a atenção visual em jogos, El-Nasr *et al.* (2006) ressaltam que, embora existam métodos destinados ao estudo do emprego do rastreamento ocular nas áreas de Psicologia e Ciências Cognitivas, grande parte deles concentra-se no contexto de objetos 2D estáticos. Os estímulos representados por tais objetos não se equiparam àqueles associados aos ambientes complexos presentes em grande parte dos jogos eletrônicos.

Videogames são, em sua maioria, mídias interativas que contam com cenários em constante mudança, o que dificulta o uso de tais técnicas. Ainda assim, El-Nasr *et al.* (2006) estudaram o processo de atenção visual em jogos, explorando a diferença entre padrões oculares exibidos em jogos de tiro em primeira pessoa e de ação-aventura, tendo proposto a criação de um método para a análise de dados oculares de jogos digitais.

Seu experimento foi conduzido com 6 participantes o que, do ponto de vista estatístico, é insuficiente, por se tratar de uma pequena amostra. Além do mais, os autores utilizaram um rastreador ocular montado na cabeça, mais suscetível a movimentos bruscos do participante, para coletar dados associados à interação dos participantes com os jogos *Legacy of Kain Blood Omen II*³ e *Halo II*⁴. Os dados obtidos foram usados para gerar dois tipos de visualização, sendo o gráfico da atenção do jogador para o jogo *Legacy of Kain Blood Omen II* (eixo x: comprimento longo da tela, 640; eixo y: quadros 1 a 90), ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Gráfico da mudança de atenção do usuário para o jogo *Legacy of Kain Blood Omen II*



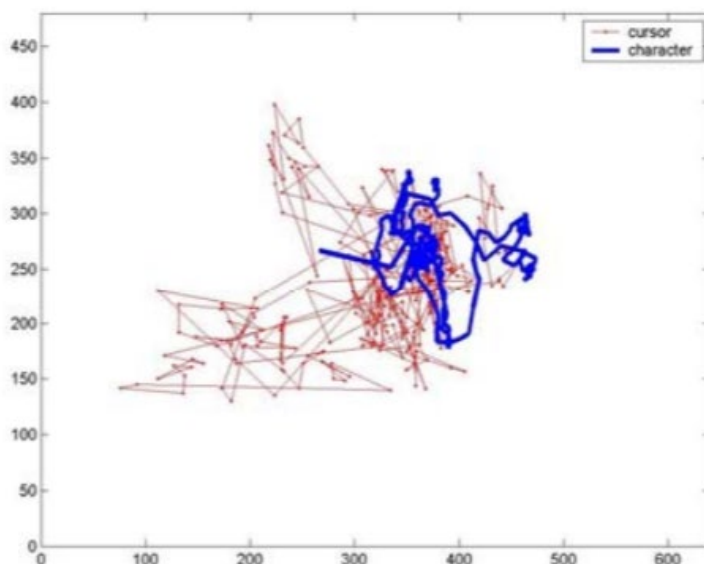
Fonte: El-Nasr et al. (2006)

Na Figura 3, ilustra-se o movimento dos olhos do jogador por 90 quadros evidenciando a mudança de atenção em seu olhar durante uma sessão de jogo. A linha vermelha indica a posição do cursor na tela do computador, a linha azul indica a posição do avatar e a linha verde indica a posição de um objeto de interesse do jogo. Analisando-se os padrões presentes nos movimentos oculares para o mesmo jogo, foi obtido o gráfico ilustrado na Figura 4 (eixo x: largura da tela; eixo y: altura da tela).

³ https://en.wikipedia.org/wiki/Blood_Omen_2

⁴ https://pt.wikipedia.org/wiki/Halo_2

**Figura 4 – Padrões de atenção visual para o jogo
*Legacy of Kain Blood Omen II***



Fonte: El-Nasr et al. (2006)

Conforme ilustrado na Figura 4, o padrão ocular do jogador no âmbito do jogo cobre uma área considerável da tela e não necessariamente fica restrito à posição do personagem, por se tratar de um jogo ação-aventura, no qual o usuário precisa dividir sua atenção entre objetos importantes espalhados pelo cenário.

No entanto, apesar de expor resultados interessantes, a pesquisa apresentada por El-Nasr et al. (2006) apresenta limitações. Como a análise de dados oculares em ambientes 3D era algo recente durante o desenvolvimento de seu estudo, não havia metodologias eficazes que pudessem ser adotadas pelos autores. A amostra de 6 usuários, além de não possibilitar qualquer tipo de observação conclusiva acerca do processo interativo, torna a análise superficial e não-direcionada a aspectos mais específicos do jogo, *e.g.*, sua tela de alerta.

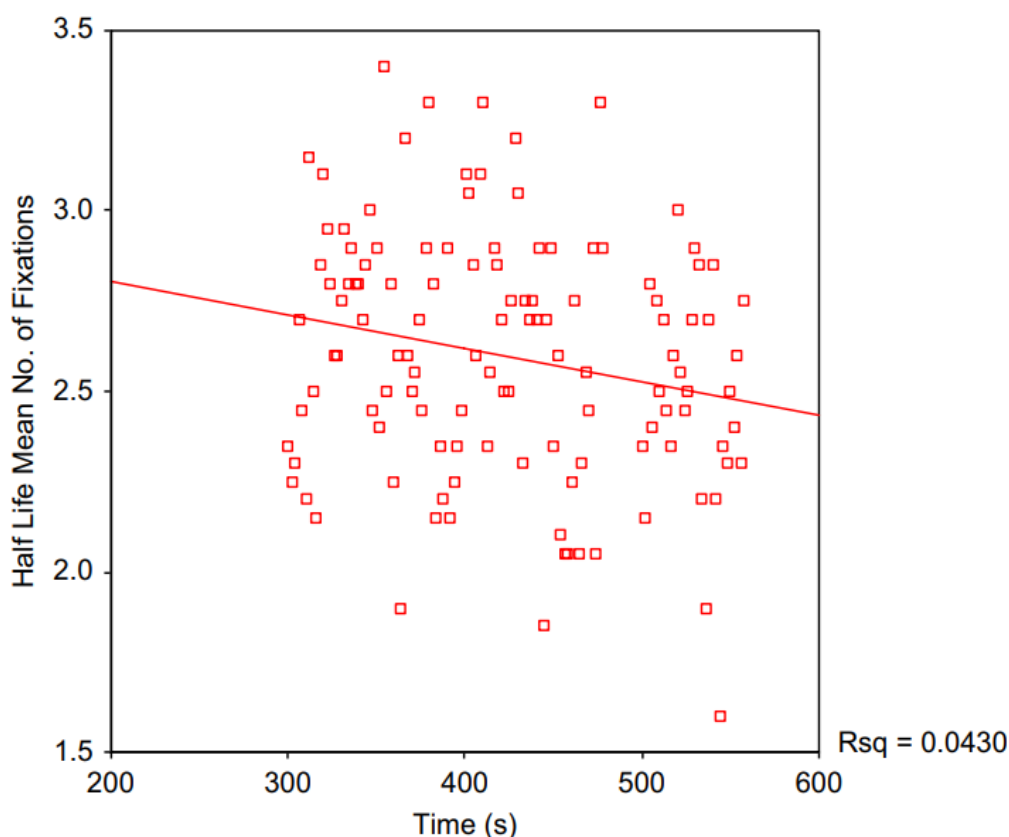
Em seu estudo sobre a investigação e quantificação da experiência de imersão em jogos digitais, Jennett et al. (2008) descreveram três experimentos distintos, visando a compreender a experiência de imersão e os fatores que a favorecem. Em seu primeiro experimento, os autores investigaram a mudança de desempenho de usuários ao passarem de uma tarefa imersiva, para uma não-imersiva. Em seu terceiro experimento,

investigou-se o efeito de um ritmo de interação externo na imersão e em medidas afetivas (e.g., ansiedade) do usuário.

Por outro lado, no segundo experimento do estudo, considerou-se a premissa de que à medida que um usuário se torna mais imerso em sua experiência de jogo, mais mudanças no comportamento de seus olhos podem acontecer. Portanto, por meio de um rastreador ocular, os autores registraram os movimentos oculares de 41 participantes, atribuídos a uma de duas tarefas (uma imersiva, outra não-imersiva). O nível de imersão autorreferida dos participantes também foi sondado, a partir de um questionário.

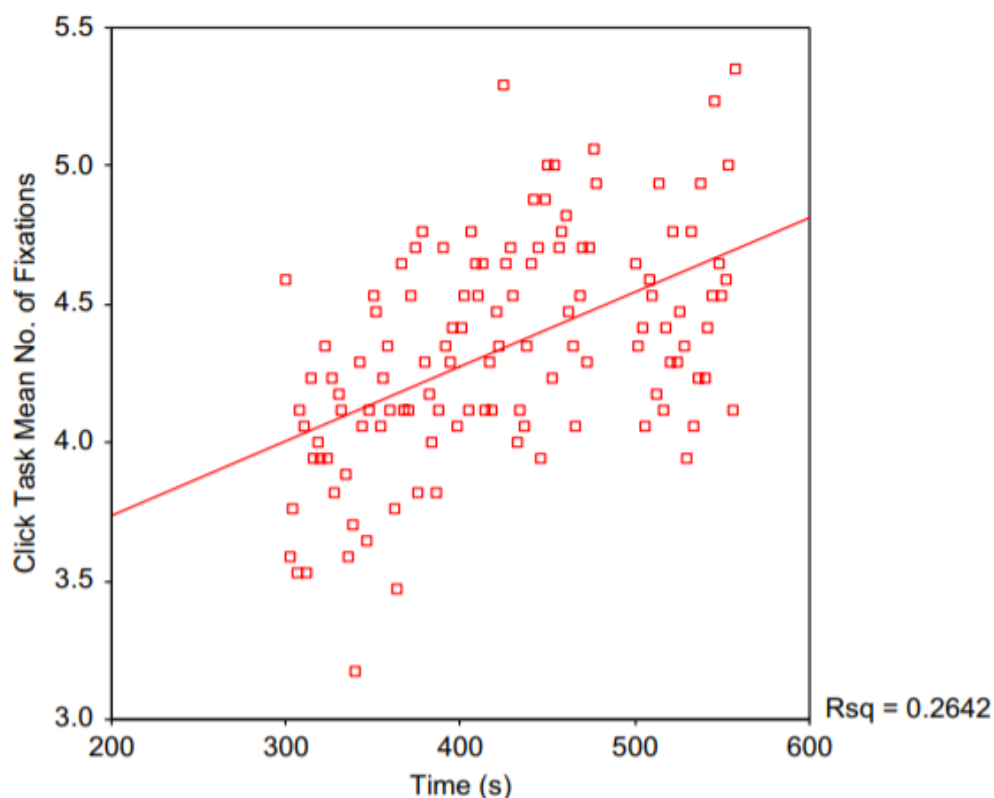
Além de analisar os dados oculares para cada tarefa do segundo experimento, Jennett *et al.* (2008) compararam os participantes com maior pontuação no questionário de imersão com aqueles que obtiveram pontuações menores. Analisando-se o número médio de fixações por segundo para os dois tipos de tarefas, foram obtidos os seguintes gráficos para as condições imersiva (ver Figura 5) e não-imersiva (ver Figura 6).

Figura 5 – Número médio de fixações por segundo para a condição imersiva



Fonte: Jennett *et al.* (2008)

Figura 6 – Número médio de fixações por segundo para a condição não-imersiva



Fonte: Jennett *et al.* (2008)

Observando-se ambos os gráficos, é possível identificar uma diferença nos dados oculares dos participantes, para cada tarefa. Os dados de fixação sugerem que os movimentos oculares dos usuários aumentaram significativamente, ao longo do tempo, na condição não-imersiva. Em contraste, os movimentos dos olhos dos participantes na condição imersiva reduziram ao longo do tempo. Adicionalmente, por meio do questionário, os autores verificaram que o nível de imersão na tarefa imersiva foi, de fato, maior que na tarefa não-imersiva.

De uma forma geral, Jennett *et al.* (2008) apresentam resultados que permitem inferir que a imersão pode ser medida subjetivamente (via questionários) e objetivamente (por meio da mensuração do tempo de conclusão da tarefa e dos movimentos dos olhos).

No entanto, suas contribuições são limitadas ao escopo da imersão em jogos, tendo pouco foco no uso de técnicas de rastreamento ocular. Assim

como em estudos anteriores, os pesquisadores observaram que, quando se trata de estudar *como* os usuários percebem jogos digitais, pouco se sabe. Logo, nenhuma metodologia de rastreamento ocular foi seguida.

Com o objetivo de compreender o engajamento de indivíduos em jogos digitais e suas experiências emocionais, Renshaw *et al.* (2009) exploraram técnicas para investigar as percepções de jogadores, considerando fatores tais como sua satisfação subjetiva e seu envolvimento e imersão durante sessões de jogo.

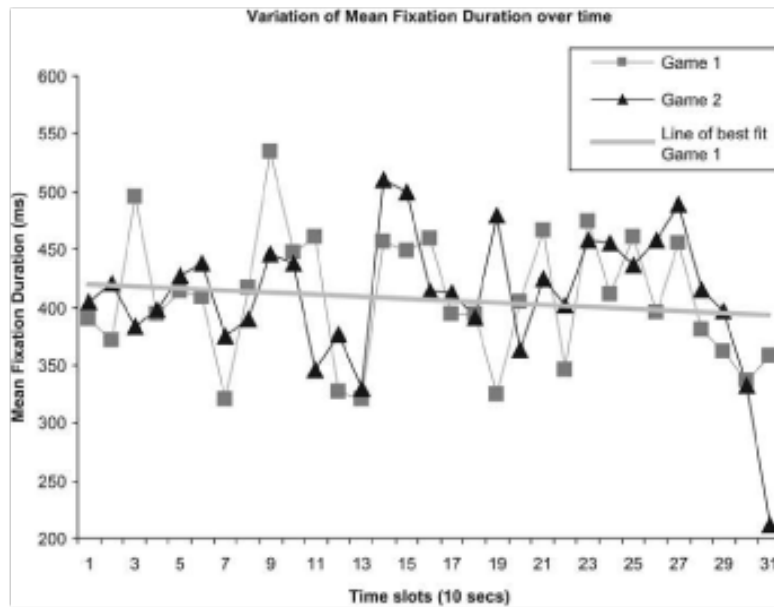
Os autores adotaram técnicas de rastreamento ocular, com o objetivo de complementar os dados derivados de técnicas tradicionais (*e.g.*, administração de questionários e entrevistas), a fim de enriquecer o processo de avaliação das respostas emocionais dos participantes do estudo.

Utilizando o jogo *Tomb Raider: Legend* como estímulo visual, os autores escolheram dois de seus níveis (*Peru 12 ball puzzle* e *England 08 pool area*) para a execução dos testes. Uma amostra com 7 participantes, dos quais 2 foram excluídos mediante problemas nos dados oculares coletados, foram escolhidos com base em suas experiências com jogos digitais. Os participantes jogaram ambos os níveis, sob as mesmas circunstâncias, tendo seus movimentos oculares registrados por um rastreador ocular estático.

Durante as sessões de jogo, os participantes foram questionados a respeito dos seus sentimentos e, posteriormente, foram entrevistados e responderam a um questionário. As respostas para os questionamentos verbais realizados durante as sessões de jogo foram analisadas, assim como as respostas do questionário pós-teste, tendo Renshaw *et al.* (2009) identificado mudanças no estado de espírito dos participantes durante o andamento do experimento.

A análise dos dados oculares dos participantes gerou dois gráficos, relativos à variação (ver Figura 7) e distribuição (ver Figura 8) das durações médias de fixação (em segundos) dos jogadores.

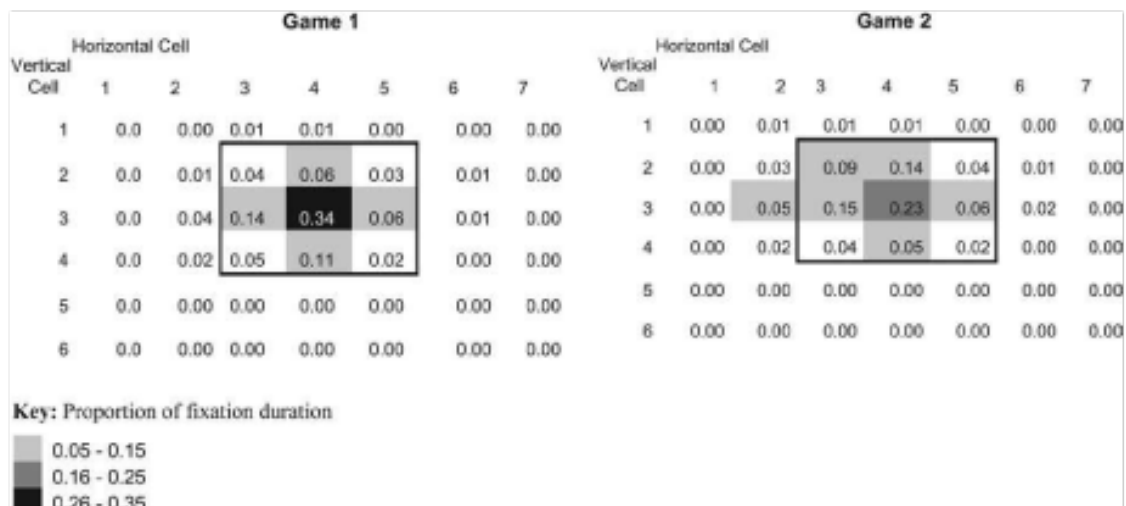
Figura 7 – Variação na duração média de fixação para os níveis 1 e 2



Fonte: Renshaw *et al.* (2009)

Na Figura 7, ilustra-se a variação nas durações de fixações a cada intervalo de 10 segundos para ambos os níveis do jogo. No geral, a duração média não varia conforme o tempo. Por outro lado, o gráfico ilustrado na Figura 8 contém a distribuição das proporções das durações médias de fixação nos níveis 1 e 2, de modo que as células horizontais e verticais representam quantizações das dimensões vertical e horizontal da tela, respectivamente.

Figura 8 – Distribuição das durações médias de fixação nos níveis 1 e 2



Fonte: Renshaw *et al.* (2009)

Na Figura 8, ilustra-se um pico na proporção média da duração da fixação que está posicionado no centro da tela em ambos os níveis, mas com uma distribuição mais ampla, visível no nível 2. Os resultados da pesquisa sugerem que a maioria das fixações parece cair no centro da tela, mas, quando jogadores não estão controlando objetos em movimento, essas fixações parecem ser mais distribuídas (nível 2). Também não há uma grande variação na duração média das fixações, independentemente de os jogadores estarem interagindo com objetos em movimento ou não.

Os resultados apresentados por Renshaw *et al.* (2009) se mostram focados na área de rastreamento ocular, apresentando medidas quantitativas da distribuição e duração de fixações, além de considerarem outros tipos de dados, coletados via questionários. No entanto, seus resultados são insuficientes do ponto de vista estatístico, por se basearem em uma amostra composta de apenas 6 participantes.

Em sua análise do cenário de videogames por meio do rastreamento ocular, Almeida *et al.* (2016) propuseram um método para a análise do comportamento de jogadores em um nível de jogo, baseando-se no registro de dados de seus comportamentos interativo e visual. Seu método foi demonstrado dentro de um contexto específico, a partir do jogo de tiro em primeira pessoa *Call Of Duty 4: Modern Warfare*⁵, como caso de estudo, do qual participaram 12 jogadores experientes.

O método de Almeida *et al.* (2016) para a análise do comportamento interativo e visual de indivíduos em jogos fundamentou-se em um algoritmo que correlaciona o movimento do jogador dentro do cenário a seu olhar e a dados de vídeo, associados a uma técnica de visualização.

Podendo adotar duas abordagens distintas, o método proposto correlaciona (i) os dados de movimento do jogador a dados de campo visual completo; e (ii) o movimento do jogador a dados de 'Ponto de vista' (*PoR* - *Point of Regard*). Ambas as abordagens podem empregar a mesma técnica para integrar e representar visualmente a atividade durante o jogo.

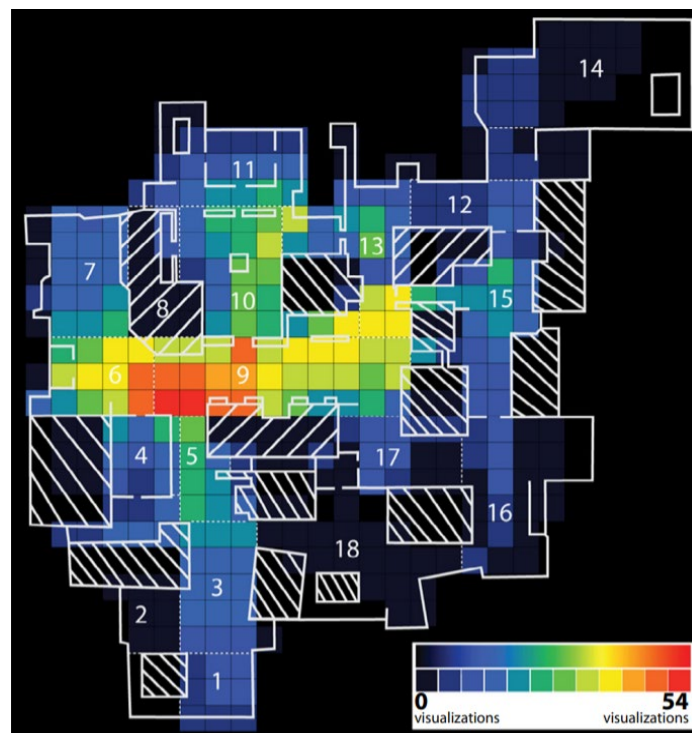
⁵ https://pt.wikipedia.org/wiki/Call_of_Duty:_Modern_Warfare

Durante o experimento, os 12 participantes interagiram com o jogo de tiro em primeira pessoa, enquanto completavam duas tarefas de 5 minutos. Seu olhar foi registrado a partir de um rastreador ocular estático e seus movimentos ao longo do cenário foram obtidos a partir do mapa da tela de alerta do jogo. Informações adicionais relacionadas a sua participação no experimento foram coletadas por meio de um questionário.

Dois mapas de calor foram construídos pelos pesquisadores para a visualização dos dados adquiridos, representando a intensidade da interação dos jogadores dentro do jogo em diferentes abordagens:

- a. **Visualização de campo visual (VFV):** trata-se de uma imagem renderizada como um plano 2D perpendicular à visão do jogador, na qual cada célula específica do minimapa, uma versão em miniatura do mapa do jogo visto de cima, corresponde a uma contagem dos diversos elementos do cenário visualizados pelo plano do campo visual dos jogadores (ver Figura 9).

Figura 9 – Mapa de calor da visualização do campo visual dos jogadores



Fonte: Almeida *et al.* (2016)

- b. **Ponto de Vista (PoR):** trata-se de uma imagem gerada pelo jogo e registrada pelo rastreador ocular, perpendicular ao plano do minimapa e à visão do jogador. Um procedimento semiautomático percorre todos os dados registrados e identifica iterativamente uma única célula, para cada imagem, em que o PoR do jogador intercepta um objeto identificável no cenário descrito no minimapa (ver Figura 10).

Figura 10 – Mapa de calor representando a localização exata das visualizações dos jogadores



Fonte: Almeida *et al.* (2016)

O método proposto mostra se jogadores exploram áreas do mapa em que elementos essenciais à jogabilidade estão ou tendem a explorar outras áreas. Isto pode, em teoria, sugerir eventualmente que os jogadores estejam perdidos e não consigam ver para onde seguir. O comportamento visual dos jogadores pode auxiliar a compreensão de quais elementos são mais visualizados durante uma sessão de jogo e as interações dos jogadores com tais elementos.

O método também indica que usuários podem adquirir uma experiência ótima de jogo, sem necessariamente interagir com todos os elementos essenciais ou explorar completamente um nível.

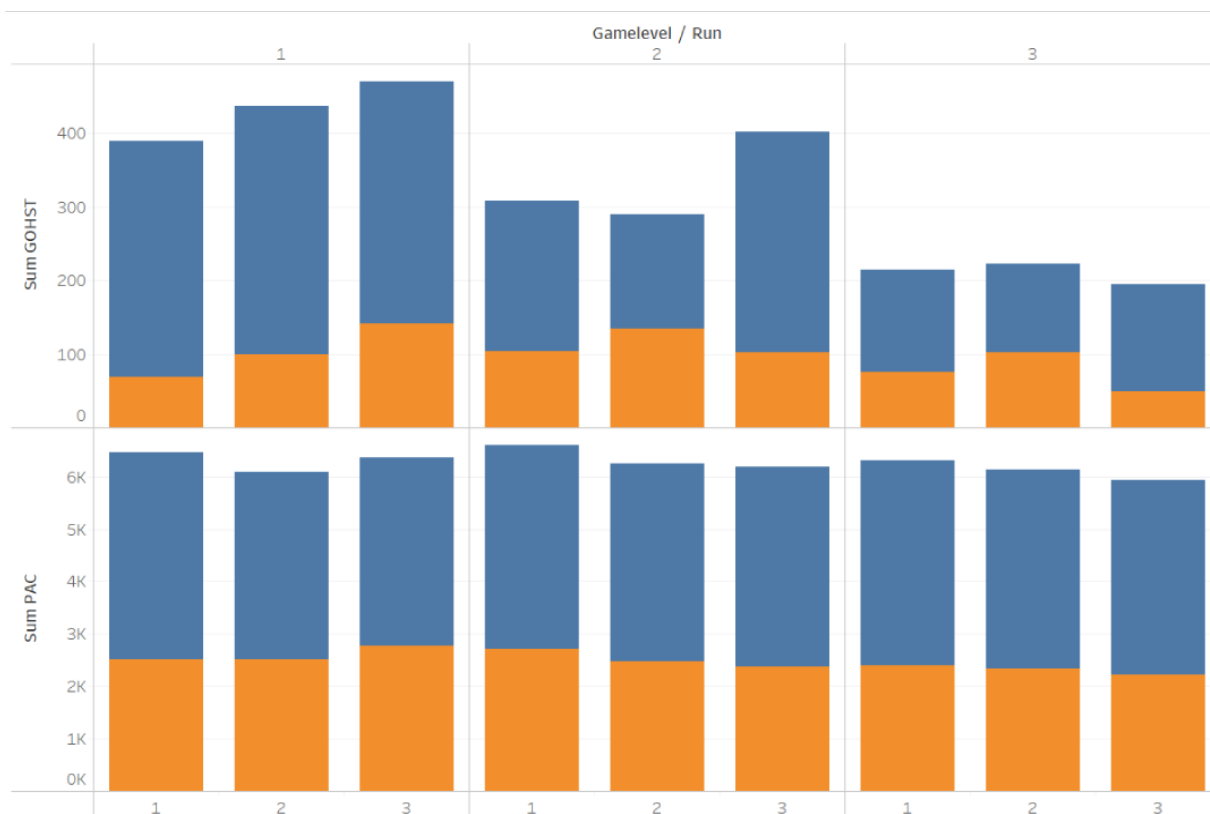
Embora o método apresentado por Almeida *et al.* (2016) pareça fornecer informações relevantes para o cenário de jogos digitais, suas contribuições aparentam ser mais direcionadas aos *designers* de jogos e de níveis de jogos, não sendo relevantes o suficiente para a área de rastreamento ocular. Além disso, com uma amostra de apenas 12 usuários, sua pesquisa pode não ser capaz de permitir a formulação de inferências suficientemente abrangentes acerca do comportamento de jogadores durante sessões de jogo.

Lankes & Stockl (2020) investigaram o comportamento do olhar de jogadores interagindo com o jogo *Pac-Man*, sob 3 configurações de dificuldade, com a justificativa de que a análise de tal comportamento poderia contribuir em etapas do desenvolvimento de um jogo. A análise dos dados oculares poderia ser usada para entender o comportamento de usuários em situações críticas, assim como para auxiliar o *design* de abordagens de dificuldade adaptativas.

No entanto, mesmo apresentando tais benefícios, os autores afirmaram que o uso de tecnologias de rastreamento ocular em jogos ainda é algo relativamente recente e com vários campos de aplicação. Lankes & Stockl (2020) assumiram que quando a dificuldade de um jogo aumenta, mudanças mensuráveis ocorrem nos movimentos oculares de seus jogadores.

Assim, por meio de um estudo comparativo, os pesquisadores registraram os dados oculares de 20 participantes, durante sua interação com o jogo *Pac-man*, configurado para 3 níveis de dificuldade (fácil, médio e difícil), em uma versão adaptada para o estudo. Sua análise focou em observar por quanto tempo objetos eram fixados e se mudanças ocorriam em função do grau de dificuldade. Assim, foram gerados os gráficos das Figuras 11 e 12.

Figura 11 – Duração do olhar para os personagens: feminino (laranja) e masculino (azul)



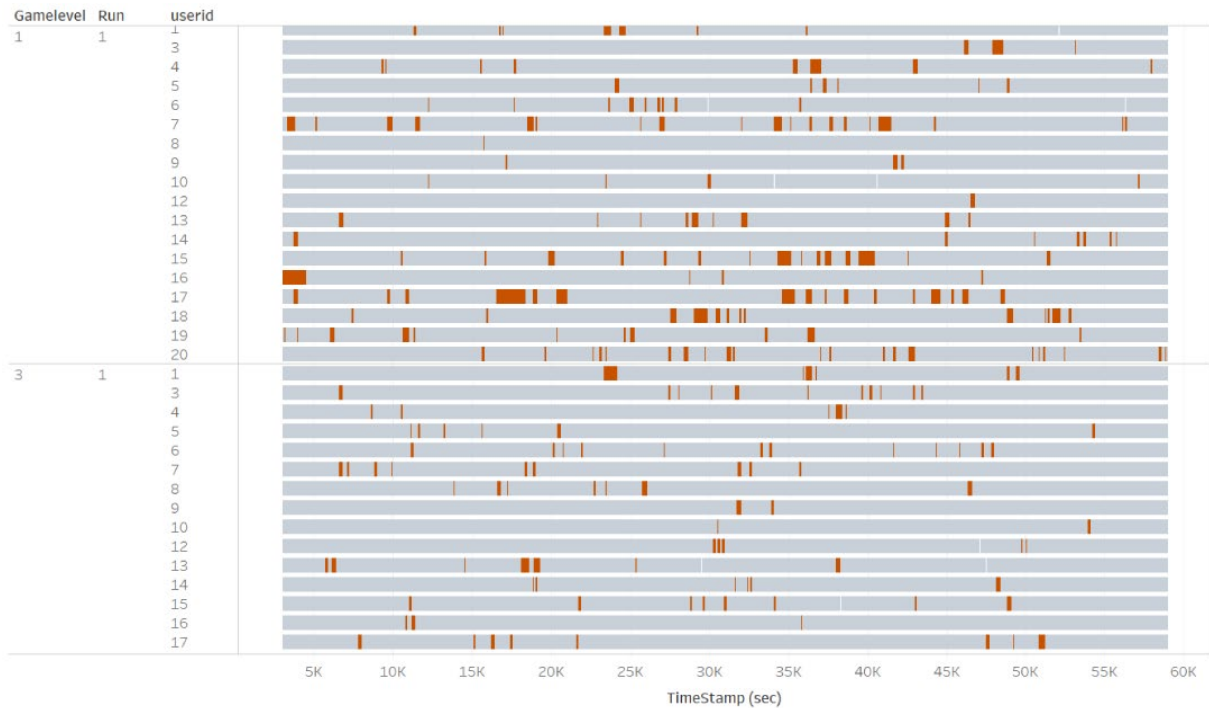
Fonte: Lankes & Stockl (2020)

Na Figura 11, apresenta-se a soma total da duração do olhar dos jogadores para o objeto de interesse, sendo dividida por gênero, personagem, nível e sessão. É possível concluir que não foram registradas diferenças significativas entre os gêneros na visualização do personagem principal (*Pac-man*).

No entanto, é possível constatar que o tempo gasto olhando para os inimigos reduziu em função do grau de dificuldade, independentemente do gênero do participante. Indo mais além, é possível constatar que os participantes do gênero masculino gastaram mais tempo olhando para algum personagem (*Pac-man* ou inimigos) do que os participantes do gênero feminino.

Por outro lado, o gráfico ilustrado na Figura 12, apresenta a linha do tempo do olhar dos participantes para os inimigos, durante a primeira sessão de jogo para os níveis 1 e 3, para os participantes de ambos os gêneros.

Figura 12 – Linha do tempo do olhar dos jogadores para os inimigos



Fonte: Lankes & Stockl (2020)

Contudo, o estudo não deixa claro *quais* as conclusões que podem ser derivadas desse gráfico, visto que é apenas brevemente mencionado uma única vez na publicação da pesquisa. Por fim, Lankes & Stockl (2020) concluíram que quanto maior a dificuldade do jogo (*Pac-man*), mais frequentemente os jogadores tendem a olhar apenas para o personagem, negligenciando os inimigos.

No entanto, seus resultados não dizem muito a respeito de outros aspectos relacionados à experiência de jogo e podem ser considerados preliminares, assim como pesquisas anteriores, devido ao número reduzido de participantes do experimento.

Diante da descrição dos estudos apresentados neste capítulo, é possível verificar a dificuldade de autores da área em adotarem/proporem uma abordagem metodológica adequada ao uso do rastreamento ocular no cenário de jogos digitais. Mesmo em pesquisas mais atuais, autores como Lankes & Stockl (2020) não exploram o potencial das contribuições que essa tecnologia pode trazer para o cenário de jogos, limitando-se a técnicas de representação de dados pouco abrangentes.

Por fim, apesar de estudos tais como aquele conduzido por Almeida *et al.* (2016) focalizarem o desenvolvimento de técnicas destinadas à visualização de dados provenientes de rastreadores oculares, o foco de tais estudos recai na produção de contribuições mais relevantes a *designers* de jogos e de níveis.

2.5 Pesquisas Relacionadas

Nesta subseção, apresentam-se alguns dos estudos mais relevantes na área do rastreamento ocular que transcendem o escopo de jogos digitais. Suas metodologias, assim como suas soluções para a análise dos dados oculares serão apresentadas e discutidas, ao mesmo tempo em que serão apontados os problemas e limitações associados a cada estudo.

Enquanto tecnologia que possibilita a mensuração da atenção e do foco de usuários durante a realização de tarefas, o rastreador ocular é uma ferramenta eficaz no entendimento do comportamento do ser humano em estudos de naturezas diversas. Seu escopo não é restrito ao cenário dos jogos digitais, tampouco ao cenário de *HCI*, sendo uma tecnologia comumente usada, *e.g.*, em estudos destinados à avaliação de produtos alimentícios (PHAM *et al.*, 2017; HORSKÁ *et al.*, 2020).

No entanto, diferentemente de pesquisas cujo caso de estudo é um jogo, para as quais não se adotam metodologias consolidadas, o uso de rastreadores oculares em outras áreas (FASHLER & KATZ, 2016; ERASLAN *et al.*, 2018; LIAO *et al.*, 2018; PALANI *et al.* 2020) se afigura menos problemático, devido à menor complexidade dos estímulos. No entanto, alguns problemas persistem.

Fashler & Katz (2016) utilizaram a tecnologia de rastreamento ocular, mais especificamente uma medida de atenção visual, para avaliar as diferenças entre padrões de atenção de indivíduos com e sem dor crônica, durante a exposição a imagens neutras e relacionadas a lesões. O estudo supramencionado é parte de um projeto maior de investigação dos vieses de atenção em indivíduos que relatam dor crônica. Sendo assim, parte da

metodologia adotada pelos autores, com exceção do uso de estímulos visuais, bem como os dados por eles apresentados são provenientes de tal projeto.

Durante a realização do experimento, 113 usuários tiveram seus movimentos oculares capturados por um rastreador ocular estático, enquanto lhes foi apresentado um par de fotos, selecionadas de um conjunto de imagens. Cada par consistiu em uma imagem de lesão e uma imagem neutra ou duas imagens de controle neutras, selecionadas de um total de 60 fotos (30 pares).

Medidas tais como a frequência de movimentos oculares em uma área de interesse, o número de visitas e a duração média de uma fixação foram contabilizadas para posterior análise. Por meio de tais medidas evidenciou-se as diferenças dentro de um mesmo grupo, de modo que as fotos relacionadas a lesões receberam fixações e visitas mais frequentes, assim como maiores durações médias das fixações.

As diferenças entre grupos permitiram inferir que os indivíduos com dor crônica tiveram menos fixações e durações médias de fixação mais curtas para todos os estímulos apresentados. Um exame de como os vieses mudam ao longo do tempo da apresentação do estímulo mostrou que, durante a fase tardia da atenção, os indivíduos com dor crônica tinham tempos médios de olhar mais longos em fotos de lesões, com relação a indivíduos sem dor.

Os resultados apresentados por Fashler & Katz (2016) permitem inferir que os participantes exibiram um viés geral para olhar para fotos relacionadas a lesões, mas isso não diferiu entre aqueles com ou sem dor crônica. Os autores verificaram maior duração média do olhar em direção a imagens neutras e de lesão durante as fases inicial e intermediária, independentemente do estado do participante.

Por outro lado, durante a fase tardia da atenção, usuários com dor crônica exibiram uma duração média do olhar mais longa para as imagens relacionadas à lesão do que imagens neutras. Mesmo tendo produzido resultados relevantes, a metodologia adotada pelos autores apresenta

limitações por não conseguir apresentar uma visão detalhada do escrutínio do olhar dos participantes pelas imagens, em virtude de não haver incorporado o emprego de mapas de trajetória durante a tarefa de análise.

Em sua pesquisa relativa à análise da atenção visual a rótulos que contém advertência de teor alcoólico, Pham *et al.* (2017) investigaram a atenção visual de participantes aos rótulos atuais no mercado e examinaram se a atenção pode ser aprimorada por meio de um novo *design* de rótulo.

Em um de dois estudos, com 87 usuários, os autores mediram o grau de atenção visual dos participantes por meio de um rastreador ocular estático. Durante o referido estudo, os usuários foram instruídos a olhar para uma série de 3 cartazes de marketing e um de 4 rótulos de vinho atribuídos aleatoriamente entre os usuários, com uma advertência de teor alcoólico embutida. Ao final de cada experimento, os participantes preencheram um questionário relativo aos cartazes.

Durante cada sessão de rastreamento ocular, mostrou-se aos participantes cada uma das 4 imagens estáticas, durante 20 segundos. Analisando-se a contagem das fixações, suas durações e o tempo para ocorrência da primeira fixação dos participantes, os pesquisadores chegaram à conclusão de que apenas 60% dos participantes olharam para o rótulo contendo a advertência de teor alcoólico usada nos supermercados, enquanto para o rótulo com o *design* otimizado esse número aumentou para 81%.

Portanto, apontou-se uma falha no *design* atual dos rótulos que contém a advertência de teor alcoólico nos supermercados. No entanto, por não considerar aspectos como a familiaridade dos usuários com o rótulo do estudo ou realizar uma inspeção de conformidade no produto, os resultados de Pham *et al.* (2017) podem ser considerados limitados.

Liao *et al.* (2018) realizaram um estudo para explorar a influência da densidade de informação de rótulos na complexidade visual de mapas. Para sua pesquisa, foram planejados dois experimentos, nos quais os participantes foram solicitados a pesquisar nomes de pontos-chave em

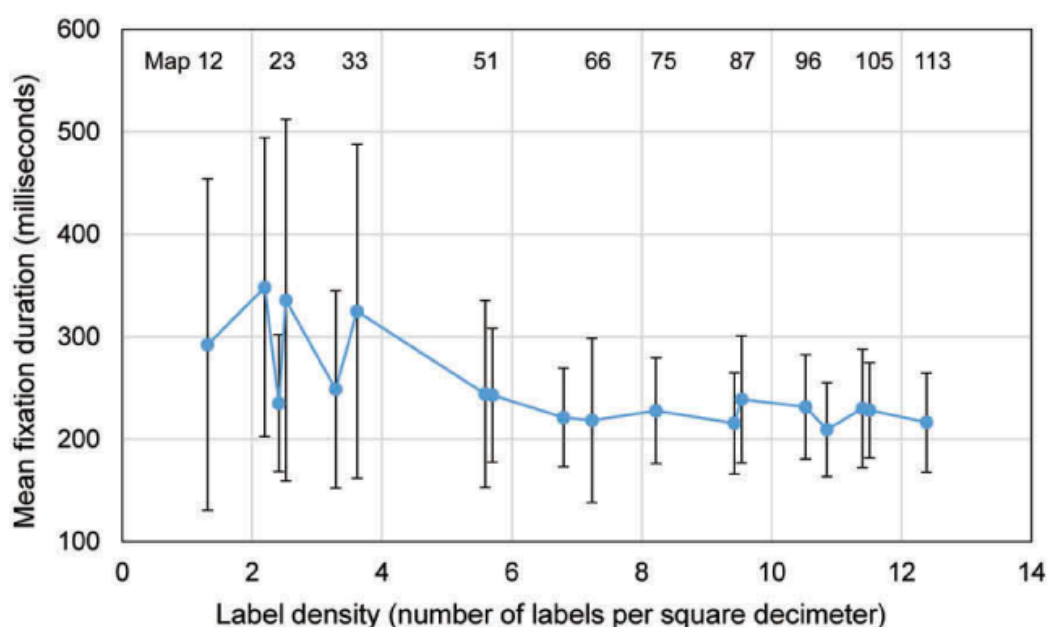
mapas e a classificar a complexidade e a legibilidade para rótulos com densidade de informações variadas.

Em ambos os experimentos, a tecnologia de rastreamento ocular foi utilizada como ferramenta para a captura de dados oculares e posterior análise do comportamento visual dos participantes.

Para estudar a influência da densidade de informação dos rótulos sobre a atenção visual dos 64 participantes do estudo, a duração e a frequência de suas fixações, assim como as amplitudes de suas sacadas e o diâmetro de suas pupilas foram contabilizados. Um experimento controlado com mapas personalizados contou com 40 participantes, enquanto o restante dos participantes esteve envolvido em outro experimento com mapas reais.

Os resultados de ambos os experimentos indicaram uma correlação positiva entre o tempo de resposta em tarefas de busca visual e a complexidade visual de um mapa e a densidade de informação do seu rótulo. A partir da análise do gráfico ilustrado na Figura 13, Liao *et al.* (2018) puderam concluir que a duração média das fixações em mapas reais reduz conforme a densidade de informação do rótulo de um mapa.

Figura 13 – Durações médias de fixação com seus desvios padrão



Fonte: Liao *et al.* (2018)

Em contrapartida, a densidade de informação fez com que a frequência de fixações aumentasse. Os autores concluíram que os movimentos oculares em seu experimento controlado não são aplicáveis a mapas reais e que os parâmetros de rastreamento ocular não são indicadores confiáveis da complexidade do mapa.

Apesar de possibilitarem a compreensão de que a densidade de informação dos rótulos dos mapas está fortemente associada à sua complexidade e ao tempo de resposta dos usuários, os resultados apresentados por Liao *et al.* (2018) não permitem a compreensão da movimentação ocular detalhada dos participantes do estudo.

Conforme descrito por Duchowski (2017), é possível compreender a distribuição da atenção visual de indivíduos nas áreas de interesse, por meio da mensuração do número de transições entre os rótulos dos mapas. Isso possibilitaria a formulação de conclusões mais abrangentes e robustas acerca da atenção visual dos participantes do estudo.

Com o objetivo de analisar as diferenças no uso de páginas Web por indivíduos com e sem autismo, Eraslan *et al.* (2018) apresentaram um estudo comparativo do desempenho de indivíduos autistas e neurotípicos em tarefas de pesquisa na Web.

Durante a execução das tarefas, 36 participantes foram apresentados a 6 páginas Web, em ordem aleatória, de modo que seus movimentos oculares foram registrados por meio de um rastreador ocular. Cada tarefa teve uma duração máxima de 30 segundos, nos quais os participantes deveriam procurar 2 informações específicas, sem a ajuda de mouse ou teclado, em cada página Web.

Medidas tais como a duração das fixações dos participantes e as transições entre as áreas de interesse foram contabilizadas, para posterior análise. Mapas de trajetória foram gerados para ambos os grupos de participantes (neurotípicos e autistas), conforme se pode observar na Figura 14.

Figura 14 – Mapas de trajetória dos participantes na página do Yahoo!: (a) neurotípicos e (b) autistas



Fonte: Eraslan et al. (2018)

A partir da análise dos resultados de 6 páginas Web e de um total de 12 tarefas, os pesquisadores concluíram que, na busca de informações relevantes nas páginas Web consultadas, os participantes com autismo não obtiveram sucesso significativamente menor do que aquele obtido pelos participantes neurotípicos.

No entanto, os participantes com autismo apresentaram uma tendência a exibir fixações mais curtas, porém mais frequentes, no tocante a elementos mais irrelevantes à busca, em comparação aos usuários do grupo de controle.

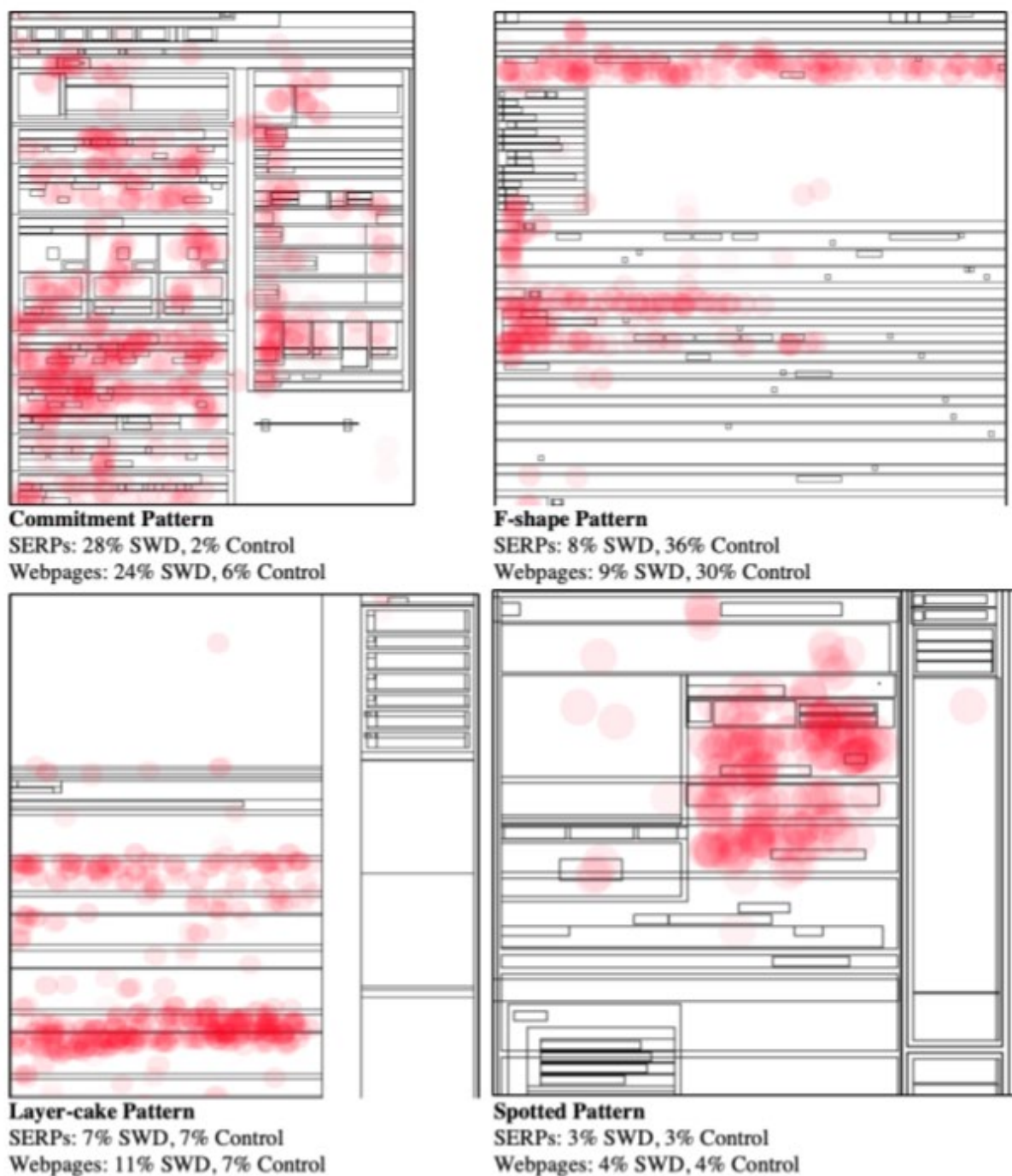
Adicionalmente, seus dados produziram mapas de trajetória mais longos. Assim, os resultados apresentados por Eraslan *et al.* (2018) tornam possível concluir que é provável que indivíduos autistas tenham menos sucesso em completar tarefas de busca. Vale salientar que o tempo limite de 30 segundos imposto aos participantes para a finalização das tarefas pode ter exercido influência sobre os dados capturados.

De maneira semelhante, Palani *et al.* (2020) investigaram as diferenças entre padrões oculares e comportamentos de pesquisa de grupos de indivíduos com e sem dislexia em pesquisas na Web, a partir da análise de dados de registro de pesquisa, rastreamento ocular e autorrelato.

No decorrer do estudo, registrou-se os dados oculares 27 participantes, por meio de um rastreador ocular fixado no computador. Os participantes tiveram que completar 6 tarefas de busca, com um tempo máximo de pesquisa de 10 minutos por tarefa. Para cada tarefa, o experimentador leu um roteiro em voz alta, explicitando a informação que o participante deveria buscar a fim de completar a tarefa com sucesso.

Contabilizou-se as seguintes medições entre AOI: (i) Atenção a uma AOI; (ii) Número de resultados de pesquisa visualizados; e (iii) Padrões de fixação. Assim, foram geradas visualizações como aquela apresentada na Figura 15.

Figura 15 – Classificação de padrões de fixação em motores de busca e páginas web



Fonte: Palani et al. (2020)

Palani et al. (2020), concluíram que os participantes com dislexia apresentam dificuldades em todos os estágios do processo de pesquisa: formulação da consulta, triagem dos resultados da pesquisa e extração de informações. Além disso, observou-se que indivíduos com e sem

dislexia têm maneiras visualmente diferentes de atender a motores de busca e páginas da web.

No entanto, seus resultados, assim como os resultados de outras pesquisas previamente descritas, podem ser incompletos ou limitados, por não haver sido adotada uma abordagem metodológica fundamentada em mais de um enfoque de avaliação.

2.7 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo, apresentou-se um levantamento bibliográfico guiado pelos termos mais relevantes das áreas de rastreamento ocular e de atenção visual humana. Adicionalmente, foram discutidas metodologias adotadas em pesquisas correlatas, dentro e fora do contexto de jogos digitais, nas quais o rastreamento ocular é uma das principais fontes de captura de dados provenientes do usuário.

No Quadro 1, apresenta-se uma síntese das metodologias destinadas à coleta de dados adotadas pelas pesquisas consideradas durante a revisão da literatura conduzida neste capítulo. É possível verificar no Quadro 1 a carência de abordagens metodológicas fundamentadas em diferentes visões do produto a ser avaliado, a saber: (i) visão da indústria; (ii) visão do especialista; e (iii) visão do usuário. Por exemplo, nenhuma das pesquisas revisadas considera a visão da indústria, por meio da inspeção de conformidade do produto avaliado a padrões.

Apesar dos avanços proporcionados pelos estudos na área de jogos digitais, é claramente perceptível que a falta de uma abordagem metodológica fundamentada em diferentes visões do produto, assim como na incorporação do rastreamento ocular como uma técnica para a coleta de dados, dificulta a consensualidade na forma como se devem analisar e representar dados oculares. Este fato pode conduzir a conclusões enviesadas/incompletas e dificultar a reprodução de resultados de uma pesquisa por outros pesquisadores.

Quadro 1 – pesquisas relacionadas e suas metodologias

Pesquisa	Título	Metodologias adotadas
El-Nasr <i>et al.</i> (2006)	Visual attention in 3D video games.	Rastreamento ocular e questionários.
Jennett <i>et al.</i> (2008)	Measuring and defining the experience of immersion in games.	Avaliação comportamental, rastreamento ocular e questionários.
Renshaw <i>et al.</i> (2009)	Towards understanding engagement in games: An eye-tracking study.	Observação direta, registro audiovisual, rastreamento ocular, entrevistas e questionários.
Almeida <i>et al.</i> (2016)	Video game scenery analysis with eye tracking.	Avaliação comportamental, observação direta, rastreamento ocular e questionários.
Fashler & Katz (2016)	Keeping an eye on pain: Investigating visual attention biases in individuals with chronic pain using eye-tracking methodology.	Avaliação comportamental e fisiológica, rastreamento ocular e questionários.
Pham <i>et al.</i> (2017)	Alcohol Warning Label Awareness and Attention: A Multi-method Study	Pesquisa online, rastreamento ocular e questionários.
Liao <i>et al.</i> (2018)	Measuring the influence of map label density on perceived complexity: A user study using eye tracking.	Observação direta, rastreamento ocular e questionários.
Lankes & Stockl (2020)	Gazing at Pac-Man: Lessons learned from an eye-tracking study focusing on game difficulty.	Rastreamento ocular e questionários.
Palani <i>et al.</i> (2020)	An eye tracking study of web search by people with and without dyslexia.	Observação direta, rastreamento ocular e questionários.

Fonte: Autoria própria

No próximo capítulo será descrita e discutida a instância da abordagem multimétodos de Queiroz (2001) proposta na presente pesquisa, de modo a fornecer um embasamento técnico para sua validação em um estudo de caso a ser apresentado no Capítulo 4 (Validação da Metodologia).

CAPÍTULO 3 | METODOLOGIA

Neste capítulo, é descrita uma instância da metodologia multimétodos proposta por Queiroz (2001) e adaptada para o cenário de jogos digitais por Costa (2017), à qual foi incorporada nesta pesquisa técnicas de rastreamento ocular.

3.1 Caracterização do Estudo

A presente pesquisa é de natureza *mista* ou *quali-quantitativa*, por emergir do uso combinado das abordagens quantitativa e qualitativa. Do ponto de vista de seus objetivos, trata-se uma pesquisa *descritiva* (GIL, 2017), uma vez que objetiva a identificação e descrição de características de uma população, amostra, contexto ou fenômeno, adotando uma abordagem quantitativa, qualitativa ou mista e empregando técnicas padronizadas de coleta e análise de dados.

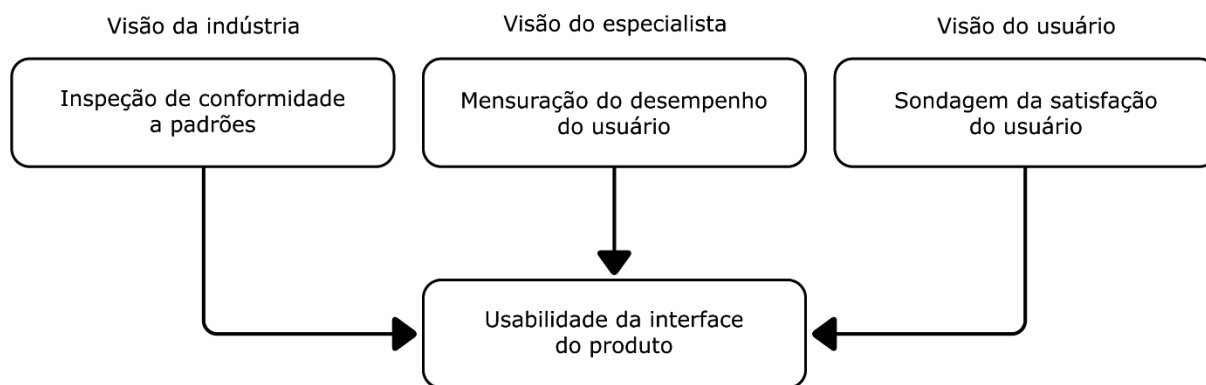
Quanto aos procedimentos, a pesquisa segue a linha *bibliográfica e exploratória*, fundamentando-se na adaptação realizada por Costa (2017) da abordagem multimétodos proposta por Queiroz (2001), incorporando-lhe técnicas de rastreamento ocular.

3.2 Abordagem Multimétodos

A abordagem multimétodos proposta por Queiroz (2001) destinava-se à avaliação da usabilidade de interfaces de aplicações *desktop* de *software*. Ao propor sua abordagem de avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário, Queiroz (2001) fundamentou-se em três visões do produto, a saber: (i) visão da indústria (inspeção de conformidade da interface do produto a padrões/normas técnicas); (ii) visão do especialista (mensuração de desempenho do usuário ao interagir com o produto); e (iii) visão do usuário (sondagem da satisfação subjetiva do usuário no tocante à interface do produto).

Na Figura 16, ilustra-se como os 3 enfoques de avaliação integram-se para compor um diagnóstico da usabilidade da interface com o usuário avaliada.

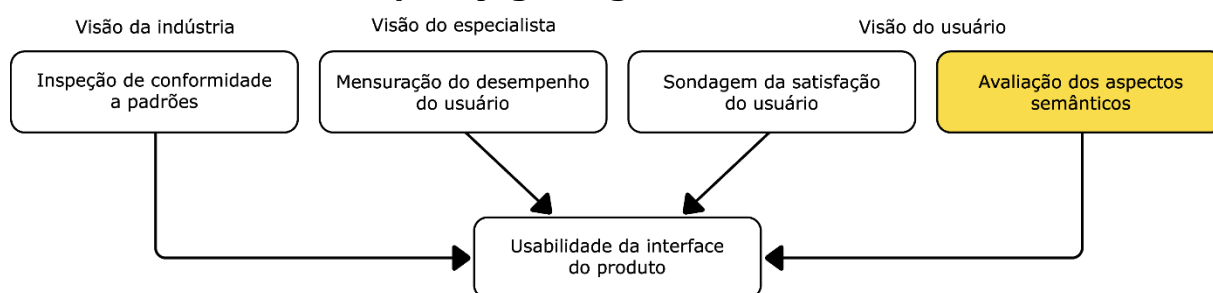
Figura 16 – Abordagem multimétodos original de Queiroz



Fonte: Adaptado de Queiroz (2001)

Posteriormente, Costa (2017) propôs uma instância para a abordagem multimétodos proposta por Queiroz (2001), incorporando à componente puramente sintática da visão do usuário uma componente semântica (Figura 17). Dada a falta de um padrão internacional direcionado especificamente para a avaliação de jogos digitais, Costa (2017) adotou o uso de heurísticas de usabilidade de jogos como técnica para refletir a visão da indústria no diagnóstico de usabilidade de seu estudo de caso, o jogo digital *Hearthstone: Heroes of Warcraft*⁶.

Figura 17 – Instância da abordagem multimétodos para jogos digitais



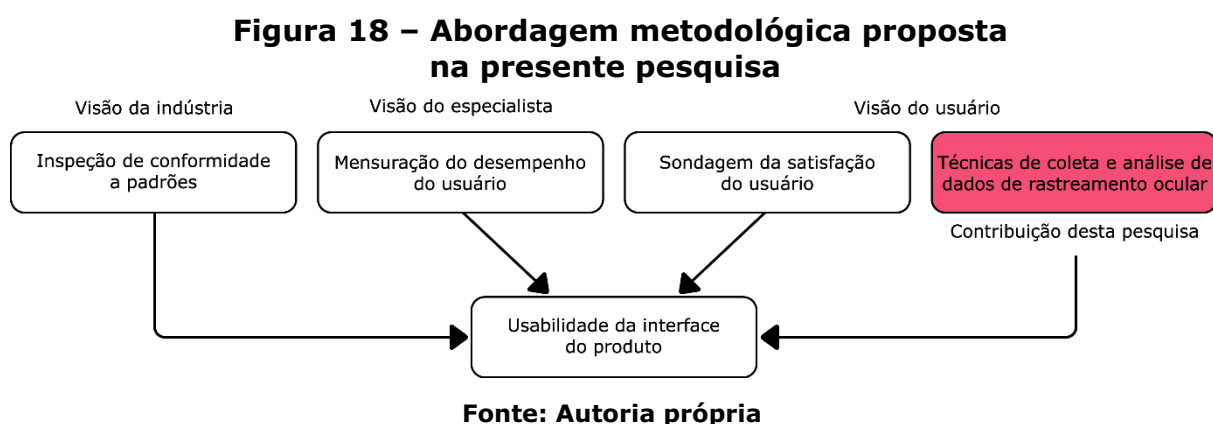
Fonte: Adaptado de Costa (2017)

Vale salientar que, na presente pesquisa, também foi adotado o uso de heurísticas de usabilidade de jogos para refletir a visão da indústria no diagnóstico de usabilidade do estudo de caso pré-definido, o jogo *Don't*

⁶ <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hearthstone>

Starve. No entanto, a componente semântica proposta por Costa (2017) não foi explorada nesta pesquisa.

Conforme ilustrado na Figura 18, tal eixo é substituído pelo uso da mensuração dos dados oculares dos usuários, por meio do rastreamento ocular, como uma técnica auxiliar à mensuração de desempenho e à administração de questionários. Assim sendo, o principal eixo a ser avaliado na presente pesquisa.



Espera-se que a incorporação de uma nova componente à abordagem multimétodos original (QUEIROZ, 2001), direcionada ao uso de técnicas de coleta e análise de dados de rastreamento ocular, acarrete uma nova perspectiva aos indicadores da mensuração de desempenho, definidos na Subseção 3.2.2 do presente capítulo.

3.2.1 Avaliação Heurística

Conforme Costa (2017) explica em seu estudo, a avaliação heurística é uma alternativa à inspeção de conformidade proposta por Queiroz (2001) e foi adotada devido à inexistência de padrões internacionais destinados à inspeção da usabilidade de interfaces com o usuário de jogos digitais.

O procedimento de avaliação heurística consiste na análise da interface do produto-alvo pelo avaliador, o qual inspeciona os componentes do diálogo usuário-jogo por meio de um conjunto de heurísticas de usabilidade, com o objetivo de verificar se a interface do produto (neste

caso, o jogo digital inspecionado) se adequa a uma série de heurísticas consideradas.

3.2.2 Mensuração de Desempenho

Assim como Costa (2017) e Dos Anjos (2018), ambos autores que propuseram instâncias para a abordagem original (QUEIROZ, 2001), para os contextos de jogos digitais e rótulos de bebidas lácteas, respectivamente, a adaptação proposta no presente estudo fará uso da mensuração de desempenho por meio da observação direta com registro audiovisual.

Conforme explica Dos Anjos (2018), o objetivo da mensuração de desempenho é verificar, por meio da condução de testes de usabilidade envolvendo usuários representativos do contexto de uso avaliado, quão eficiente e eficaz é o processo interativo. Para tanto, é necessário definir uma série de indicadores quantitativos a serem observados durante a condução dos testes de usabilidade.

Assim sendo, definiu-se para cada tarefa 5 indicadores quantitativos, a saber: (i) o *tempo de execução da tarefa*; (ii) o *número de erros cometidos*; (iii) o *número de erros repetidos*; (iv) o *número de opções incorretas*; e (v) o *número de consultas à ajuda*.

3.2.3 Treinamento do Universo Amostral

A etapa de treinamento consiste em familiarizar os participantes, caso seja necessário, com a ferramenta a ser testada, capacitando-os para a interação com o produto a ser avaliado. A depender do produto-alvo e da familiaridade do universo amostral com a ferramenta testada, esta etapa pode ser dispensada.

3.2.4 Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário

A sondagem da satisfação subjetiva do usuário adotada no presente estudo constou da administração de dois questionários, destinados: (i) ao delineamento do perfil do participante do ensaio (pré-teste); e (ii) à

sondagem da opinião do participante do ensaio sobre o produto (pós-teste). Por meio do questionário pré-teste, realiza-se a caracterização do participante no tocante a aspectos físicos e à experiência com o produto. Por sua vez, o questionário pós-teste permite sondar a opinião do participante do ensaio no tocante à interação com o produto e coletar indicadores qualitativos relacionados à satisfação subjetiva do participante quanto ao processo interativo.

Em seu estudo, Costa (2017), realizou uma adaptação dos questionários propostos por Queiroz (2001) para o contexto de jogos digitais. No presente estudo, os questionários pré-teste e pós-teste disponibilizados por Costa (2017) foram adaptados para o contexto de uso do jogo *Don't Starve* com a coleta de dados via técnicas de rastreamento ocular. Assim, adicionou-se uma série de itens relativos à investigação das condições oculares dos candidatos ao ensaio de usabilidade.

3.2.5 Rastreamento Ocular

Apesar do rastreamento ocular ser uma técnica robusta de coleta de dados, o uso de rastreadores oculares em jogos ainda é relativamente novo, conforme afirmam Lankes & Stockl (2020). O levantamento realizado na Subseção 2.5 do Capítulo 2 (Revisão da Literatura) do presente estudo buscou explicitar que, embora existam pesquisas que utilizam técnicas de rastreamento ocular na coleta de dados do usuário, nenhuma delas propõe uma abordagem metodológica fundamentada em multienfoques de avaliação, conforme o fez Queiroz (2001).

Tendo-se em vista que a movimentação ocular normalmente está associada à atenção e intenção de indivíduos (BOJKO, 2013), vislumbrou-se o potencial da inclusão de técnicas de coleta e análise de dados rastreamento ocular do usuário a uma abordagem multimétodos. Assim, a instância proposta nesta pesquisa para a abordagem originalmente proposta por Queiroz (2001) incorpora à observação direta com registro em vídeo de cada sessão de teste e à administração de questionários de sondagem do perfil e

da opinião de cada participante das referidas sessões um conjunto de técnicas destinadas à coleta e análise de dados oculares do participante.

Ressalta-se que a proposição de uma abordagem destinada à avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário, fundamentada na incorporação de técnicas de rastreamento ocular à abordagem proposta por Queiroz (2001) constitui o foco desta pesquisa. Portanto, o eixo principal da instância proposta nesta pesquisa reside na contribuição que a coleta de dados via rastreamento ocular e as constatações advindas da análise desses dados trazem para o diagnóstico integrado da usabilidade da interface com o usuário do produto avaliado. O modo de evidenciar tal contribuição reside no confronto das constatações advindas dos dados oculares e dos dados coletados por meio da mensuração de desempenho e da sondagem de satisfação subjetiva do participante.

Uma vez que as duas últimas estratégias já sugeriam indicadores quantitativos e qualitativos de usabilidade, conforme as recomendações informativas da Parte 11 do padrão internacional ISO 9241 (ISO, 2018), para a coleta de dados via rastreamento ocular foram pré-definidos quatro (4) indicadores quantitativos, a saber: (i) o *número de fixações nas AOI*; (ii) o *tempo de permanência do olhar nas AOI*; (iii) a *duração média de fixação*; e (iv) o *número de transições entre AOI*. Adicionalmente, pré-definiu-se que mapas de trajetória seriam o modo de representação gráfica dos dados do olhar do participante.

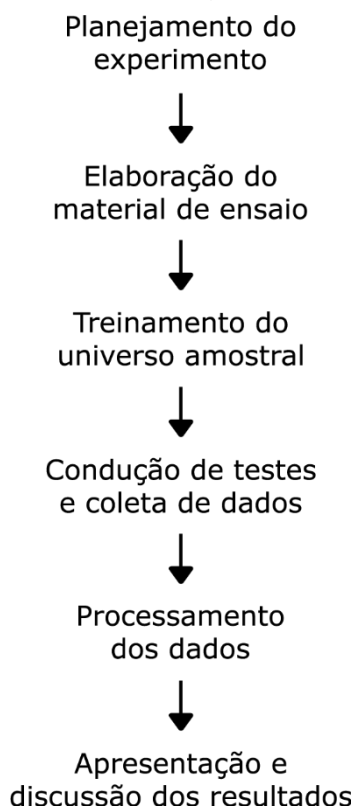
Conforme a descrição contida na Subseção 2.1 do Capítulo 2 (Revisão da Literatura), o foco da avaliação reside na interação do usuário com os menus e a tela de alerta do jogo. Portanto, as AOI definidas foram as seguintes: (i) o *menu de criação*; (ii) o *inventário*; (iii) a *mochila*; (iv) a *tela de alerta*; e (v) o *mapa*.

3.3 Etapas da Abordagem Metodológica Adotada

Os procedimentos associados à abordagem metodológica adotada na presente pesquisa são ilustrados na Figura 19. Tais procedimentos

compõem a instância proposta para a abordagem multimétodos original (QUEIROZ, 2001) e para as instâncias propostas por Costa (2017) e Dos Anjos (2018).

Figura 19 – Etapas da abordagem metodológica adotada



Fonte: Autoria própria

A etapa de planejamento do experimento visa ao delineamento e à preparação dos procedimentos necessários para a condução do experimento. Assim, esta etapa subdivide-se nos seguintes passos:

- (i) Caracterização do objeto de estudo destinado à validação da metodologia, neste caso, o jogo *Don't Starve*;
- (ii) Definição dos objetivos geral e específicos, relacionados ao processo de avaliação;
- (iii) Seleção das técnicas de avaliação da usabilidade a serem empregadas na abordagem;
- (iv) Definição dos indicadores a serem coletados durante o experimento, de acordo com as técnicas pré-definidas;

- (v) Delineamento do perfil do usuário por meio do questionário QDPU (ver Apêndice A), para a delimitação das características do universo amostral; e
- (vi) Recrutamento online de possíveis candidatos ao ensaio de usabilidade, via e-mail (ver Apêndice E).

A etapa de elaboração do material de ensaio consistiu na elaboração dos seguintes artefatos: (i) questionários pré-teste e pós-teste; (ii) roteiros de tarefas nas versões participante e avaliador; e (iii) aplicação de *software* para a coleta e o processamento de dados oculares. Além disso, foi elaborada uma série de documentos para a aprovação do ensaio de usabilidade da presente pesquisa junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Universitário Alcides Carneiro - UFCG (ver Apêndices F a H). Após sua aprovação (ver Apêndice I) deu-se início às etapas seguintes.

A etapa de treinamento do universo amostral consistiu na preparação dos participantes que nunca tiveram contato prévio com o jogo, a partir de uma sessão de jogo de 5 minutos, na qual foram explicados todos os controles do jogo.

A condução dos testes e a coleta de dados caracterizou-se pela administração das técnicas pré-definidas de avaliação da usabilidade da abordagem metodológica proposta e da coleta dos indicadores subjetivos e objetivos descritos neste capítulo. Os testes foram conduzidos conforme a seguinte sequência: (i) administração do questionário pré-teste; (ii) fornecimento de instruções verbais sobre o ensaio e entrega do roteiro de tarefas ao participante; (iii) calibração do rastreador ocular pelo participante; (iv) registro audiovisual das sessões de jogo; e (v) administração do questionário pós-teste.

No que diz respeito ao processamento dos dados, essa etapa constituiu-se da triagem e da triangulação dos dados coletados, a fim de verificar eventuais inconsistências. Posteriormente, realizou-se a tabulação e análise dos dados, seguida da investigação das correlações entre os indicadores coletados e o processamento estatístico dos dados coletados. Por fim, deu-se e a interpretação dos resultados da análise global dos dados e a apresentação e discussão dos resultados.

3.4 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo, foi descrita e discutida a abordagem metodológica proposta por Queiroz (2001), assim como sua instância adaptada para o cenário de jogos digitais por Costa (2017), detalhando-se os eixos nos quais tais abordagens se fundamentam. Além disso, também se detalhou os procedimentos adotados na instância da abordagem proposta na presente pesquisa, fundamentada na incorporação de técnicas de rastreamento ocular, assim como as etapas destinadas à validação da metodologia proposta, conforme descrita no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4 | VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA

Neste capítulo, detalha-se o processo de validação da metodologia destinada à avaliação da usabilidade da interface de jogos digitais por meio de um estudo de caso. Os artefatos produzidos, os procedimentos executados durante o planejamento do ensaio e o material destinado ao registro dos dados coletados são descritos nas próximas subseções.

4.1 Definição do Produto-alvo

Conforme descrito na Subseção 1.2 do Capítulo 1 (Considerações Iniciais), o produto-alvo escolhido foi o jogo *Don't Starve*, um jogo digital de sobrevivência e mundo aberto, desenvolvido e distribuído pela *Klei Entertainment*.

O objetivo principal de *Don't Starve* é a sobrevivência por meio da coleta de recursos e criação de itens e ferramentas. O jogo conta com um sistema de dia e noite que impacta o ambiente no qual o jogador imerge e funciona como um contador da ocorrência de eventos aleatórios. Na Figura 20, ilustra-se a principal tela de jogo de *Don't Starve*, apontando-se os principais elementos da sua interface, descritos a seguir.

Figura 20 – Principais elementos da interface de *Don't Starve*



Fonte: A autoria própria

A partir do *menu de criação* o jogador pode consultar a ajuda, acessar abas e criar itens. O *inventário* permite armazenar os itens coletados e criados pelo jogador, ilustrando seus estados atuais. O *mapa* é um menu que possibilita o acesso à região na qual o jogador se encontra. A *mochila* é um menu equipável que estende o *inventário*, permitindo que o jogador armazene itens. Por fim, a *tela de alerta* contém os medidores de fome, sanidade e vida do personagem e o andamento do ciclo de dia do jogo.

4.2 Avaliação Heurística

Conforme detalhado na Subseção 3.2.1 do Capítulo 3 (Metodologia), na presente pesquisa adotou-se a avaliação heurística como uma alternativa à inspeção de conformidade proposta por Queiroz (2001). De forma semelhante a Costa (2017), a lista de heurísticas adotadas para a avaliação heurística do jogo *Don't Starve* fundamentou-se naquelas propostas por Hochleitner *et al.* (2015), classificadas em dois grupos: (i) jogabilidade e história e (ii) interface virtual.

No entanto, em vez de utilizar os dois grupos de heurísticas originalmente propostos pelos autores, tal qual Costa (2017), apenas o segundo grupo, relativo à interface virtual do jogo, foi considerado. Tendo em vista que a presente pesquisa visava à avaliação da usabilidade de elementos específicos da interface do jogo (menus e tela de alerta) e não da jogabilidade como um todo, ou mesmo da narrativa, optou-se por não utilizar as heurísticas do primeiro grupo.

O segundo grupo contém 18 heurísticas direcionadas à avaliação da interface do jogo digital, classificadas em 5 categorias, a saber: (i) feedback, (ii) aparência visual, (iii) interação, (iv) customização e (v) menus e elementos da interface.

No Quadro 2, ilustra-se a lista das heurísticas pertencentes ao segundo grupo de heurísticas propostas por Hochleitner *et al.* (2015), as quais foram consideradas no presente estudo.

Quadro 2 – Heurísticas propostas por Hochleitner *et al.* (2015)

Feedback
Os efeitos sonoros e visuais despertam o interesse e proporcionam <i>feedback</i> significativo no momento certo.
O <i>feedback</i> da interface cria uma interação desafiadora e excitante, envolvendo o jogador e criando emoções.
O <i>feedback</i> é imediato às ações do jogador.
O jogador é capaz de identificar elementos do jogo como avatares, inimigos, obstáculos, <i>power-ups</i> , ameaças e oportunidades.
O jogador sabe onde está no minimapa e não precisa memorizar o <i>design</i> de cada nível.
Aparência visual
Os objetos jogáveis estão em destaque, mesmo para jogadores com baixa visão e daltonismo e não podem ser mal interpretados.
Os objetos parecem realmente com o que devem parecer.
Interação
Os métodos de entrada são fáceis de gerir e têm nível adequado de sensibilidade e responsividade.
Métodos alternativos de interação estão disponíveis e são intuitivos. Os métodos de interação empregados devem estar de acordo com os padrões vigentes.
A primeira ação do jogador é óbvia e resulta em <i>feedback</i> positivo imediato.
Menus e Elementos da Interface
A interface é consistente no controle, na cor, na tipografia e no <i>design</i> da interação e não intrusivos o máximo possível.
Os menus são intuitivos e de significado óbvio, sendo percebidos como parte do jogo.
A representação visual permite ao usuário ter uma vista clara e sem obstruções da área de jogo e de todas as informações visuais relativas à localização.
As informações relevantes são exibidas e as informações críticas são destacadas. Informações irrelevantes são excluídas. O usuário recebe informação o suficiente para reconhecer seu status e tomar as decisões apropriadas.
Ao utilizar objetos de interface padronizados eles devem aderir às diretrizes de projeto da interface do jogo.

Fonte: Adaptado de Costa (2017)

A avaliação heurística considerou a análise minuciosa da interface pelo avaliador, a opinião dos usuários registrada por meio das respostas do QASSU (ver Apêndice B) e seu desempenho na execução das tarefas.

4.3 Mensuração de Desempenho

Nesta seção, apresenta-se o detalhamento das etapas da condução dos ensaios de usabilidade.

4.3.1 Contextualização

Embora o ensaio de usabilidade com *Don't Starve* tivesse sido planejado em um ambiente laboratorial, montado na UFCG. Devido ao fechamento da UFCG em decorrência da pandemia do COVID-19, definiu-se que o ensaio seria realizado na residência do avaliador, em um cômodo arejado e previamente desinfetado, no qual cada participante portaria máscara e teria acesso a álcool gel, conforme as normas da OMS.

4.3.2 Abordagem Metodológica Adotada

A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa está descrita no Capítulo 3 (Metodologia), sendo contextualizada para o estudo de caso (*Don't Starve*) proposto nas subseções a seguir.

A. Planejamento

Após a definição do produto a ser avaliado e do escopo da avaliação, iniciou-se o recrutamento de usuários. É pertinente comentar que, embora houvesse sido planejado com a intenção de enriquecer a quantidade e diversidade de dados coletados, o recrutamento de 60 participantes foi comprometido pelas circunstâncias impostas pela pandemia da COVID-19.

Assim sendo, o recrutamento de participantes limitou o processo de amostragem por conveniência ao âmbito do Centro de Engenharia Elétrica e Informática da UFCG. Definiu-se que o recrutamento seria conduzido remotamente, tendo sido conduzido via e-mail (ver Apêndice E).

Definiu-se, que a aptidão para a participação do ensaio seria sondada via questionário pré-teste - QDPU (ver Apêndice A), a partir de questões relativas às condições oculares do respondente (necessidade de uso de corretivos visuais, condições oculares severas, e.g., glaucoma, catarata). Os indivíduos que respondessem afirmativamente as referidas questões seriam informados de que infelizmente não preenchiam os requisitos impostos pelas características do processo de rastreamento ocular, sendo excluídos da amostra de participantes do ensaio.

Na etapa seguinte, fundamentando-se na descrição de Queiroz (2001) e nas recomendações informativas da Parte 11 do padrão ISO 9241 (ISO, 2018) (ver Subseção 2.1 do Capítulo 2 - Revisão da Literatura), avaliou-se a usabilidade do jogo em termos da eficiência, eficácia e satisfação com que os participantes realizaram as tarefas propostas.

Portanto, definiu-se 5 indicadores de desempenho, cuja descrição encontra-se no Quadro 4. Tais indicadores foram devidamente coletados, por meio da observação direta e da análise posterior do registro audiovisual das sessões de teste.

Quadro 3 – Indicadores de desempenho e suas respectivas descrições

Indicador	Descrição
Tempo de execução	Corresponde ao tempo gasto para concluir a tarefa.
Número de erros cometidos	Corresponde à quantidade de erros cometidos durante a realização dos passos da tarefa.
Número de erros repetidos	Corresponde à quantidade de reincidências de erros durante a tarefa.
Número de opções incorretas	Corresponde à quantidade de opções incorretas durante a busca de um item nos menus.
Número de consultas à ajuda	Corresponde à quantidade de consultas ao <i>menu de criação</i> do jogo durante a tarefa.

Fonte: Autoria própria

Por fim, o Quadro 4 contém uma síntese da etapa de planejamento do ensaio de usabilidade, evidenciando a duração dessa etapa, seus objetivos e outras informações relevantes.

Quadro 4 – Aspectos gerais do ensaio de usabilidade

Etapas do planejamento geral do ensaio	
Produto	<i>Don't Starve</i>
Natureza	Jogo digital
Objetivo Geral	Avaliação da usabilidade da interface no processo interativo usuário-produto.
Objetivos Específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observação da facilidade de uso e navegação da interface do produto; 2. Observação da facilidade de execução das tarefas; 3. Mensuração do tempo de conclusão das tarefas; 4. Mensuração do número de erros cometidos na execução das tarefas; 5. Mensuração do número de erros repetidos na execução das tarefas; 6. Mensuração do número de opções incorretas na execução das tarefas; 7. Mensuração do número de consultas a ajuda na execução das tarefas; 8. Coleta de dados oculares na execução das tarefas.
Natureza da Avaliação	Somativa objetiva/subjetiva e quantitativa/qualitativa
Natureza dos Testes	Laboratorial
Natureza das Tarefas	Mais frequentes e mais críticas
Número de Avaliadores	1
Dimensão do Universo Amostral	60 usuários
Duração do ensaio	4 semanas

Fonte: Autoria própria

Vale ressaltar que, embora no planejamento tenha se considerado uma duração de 4 semanas para o ensaio, devido à dificuldade presente no recrutamento online de participantes, esta duração foi estendida.

B. Treinamento do Universo Amostral

Devido ao jogo não conter um tutorial, decidiu-se conduzir um treinamento curto aos participantes **inexperientes**, a partir de uma sessão de jogo com duração de 5 minutos. Assim, durante a sessão de treinamento, foram apresentados aos participantes os controles e menus do jogo, assim como as informações contidas na tela de alerta (*e.g.*, vida, fome e sanidade). Além disso, os participantes foram incentivados a navegar entre as abas do *menu de criação*, a fim de se familiarizarem com suas opções.

Por fim, introduziu-se os participantes à mecânica de combate de *Don't Starve*, incentivando-os a se engajar no combate contra NPCs (*Non-Playable Character*), por meio de um confronto contra um inimigo (aranha), que também está presente na Tarefa 3.

C. Elaboração do Material de Ensaio

Nesta seção, são apresentados e descritos todos os artefatos produzidos durante as etapas de planejamento e condução dos testes de avaliação da usabilidade do jogo *Don't Starve*, conforme indicado no Quadro 5.

Quadro 5 – Artefatos produzidos na presente pesquisa

Artefato	Descrição
QDPU	Um questionário com 22 questões destinado ao delineamento e filtragem do perfil dos participantes do ensaio (ver Apêndice A).
QASSU	Um questionário com 24 questões destinado à sondagem da satisfação subjetiva dos participantes, após a realização dos testes (ver Apêndice B).
Roteiro de tarefas	Documento contendo as 5 tarefas a serem realizadas pelo participante do ensaio de usabilidade (ver Apêndices Apêndice C e Apêndice D).
ScanVis	Aplicação de <i>software</i> destinada à visualização dinâmica de mapas de trajetória sobrepostos a quadros de vídeo.

Fonte: Autoria própria

Ambos os questionários elaborados por Costa (2017) para o contexto de jogos digitais, como instância do material original, elaborado por Queiroz

(2001), foram adaptados para o contexto do presente estudo. Para o questionário pré-teste (QDPU - Questionário de Delineamento do Perfil do Usuário), foi elaborada uma série de questões relativas (i) à experiência com o jogo *Don't Starve* e (ii) às condições oculares dos usuários, de modo a excluir do ensaio candidatos com condições visuais que comprometessem a captura de dados oculares.

Por outro lado, no questionário pós-teste (QASSU - Questionário de Avaliação da Satisfação Subjetiva do Usuário), apenas foi realizada uma adaptação das questões para o contexto do jogo *Don't Starve*.

Para a administração do ensaio de usabilidade, duas versões do roteiro de tarefas foram elaboradas, a saber: (i) uma versão para o usuário (ver Apêndice D), contendo apenas a descrição detalhada das instruções e duração de cada tarefa; e (ii) uma versão para o avaliador (ver Apêndices C) contendo adicionalmente os objetivos gerais e específicos e os indicadores de usabilidade associados a cada tarefa.

As tarefas propostas no roteiro foram elaboradas para abranger as ações mais representativas para o avanço no jogo: (i) alimentar-se, (ii) construir ferramentas, (iii) coletar recursos e (iv) lutar. No Quadro 6, listam-se e se caracterizam as 5 tarefas elaboradas para o roteiro.

Quadro 6 – Objetivos e durações (min) de cada tarefa

Tarefa	Descrição	Objetivo	Duração (min:seg)
T1A	Cozinhar comida	Introduzir o processo principal de sobrevivência.	7:30
T1B	Caçar um coelho	Introduzir o processo de caça aos animais selvagens.	5:30
T2	Construir uma máquina da ciência	Introduzir o processo de criação de itens especiais.	7:30
T3	Destruir um casulo de aranhas	Introduzir o processo de criação de armas e luta.	7:30
T4	Sobreviver dois ciclos de dia	Aplicar processos introduzidos anteriormente.	15:00

Fonte: Autoria própria

Definiu-se que a Tarefa 1 seria subdividida em 1A e 1B, devido à necessidade de registro de diferentes tempos de execução, apesar de refletirem ações semelhantes.

Por fim, com o objetivo de analisar a interação de cada participante com os menus e a *tela de alerta* do jogo, conforme descrito na Subseção 4.2 (Elaboração do Material de Ensaio), construiu-se a ferramenta *ScanVis*, cujo propósito foi possibilitar a visualização de mapas de trajetória sobrepostos a quadros do jogo, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 – Mapa de trajetória gerado pelo *ScanVis*



Fonte: Autoria própria

A aplicação de *software ScanVis* foi desenvolvida no âmbito desta pesquisa com a intenção de possibilitar a visualização dinâmica dos mapas de trajetória durante a condução do ensaio de usabilidade. Seu código foi escrito na linguagem de programação *Processing*⁷. Para o agrupamento de fixações, implementou-se o algoritmo de identificação de fixações baseado em dispersão *I-DT* (SALVUCCI & GOLDBERG, 2000). Na Figura 22, ilustra-se o pseudocódigo do algoritmo em questão.

⁷ <https://processing.org>

Figura 22 – Pseudocódigo do algoritmo de identificação de fixações

```
I-DT (pontos, limite de dispersão,  
limite de duração)  
  
while pontos > 0  
  
    Inicializa lista de fixações vazia  
  
    Inicializa janela sobre os n primeiros pontos  
    para cobrir o limite de duração  
  
    if Dispersão(janela) <= limite de dispersão  
  
        Adiciona pontos na janela  
        até Dispersão(janela) > limite de dispersão  
  
        fixações.add(centroide(janela))  
  
        Remove os pontos da janela  
        da lista de pontos  
  
    else  
  
        Remove o primeiro ponto da janela  
        da lista de pontos  
        Desliza janela para a direita.  
  
return fixações
```

Fonte: Adaptado de Salvucci & Goldberg (2000)

O algoritmo usa uma janela móvel que armazena pontos consecutivos, verificando possíveis fixações. O número mínimo de pontos armazenados pela janela é determinado pelo limite de duração mínima de uma fixação. O algoritmo então verifica a dispersão dos pontos na janela, caso seja superior ao limite estabelecido, a janela não representa uma fixação e é movida para a direita. Caso a dispersão seja inferior ao limite, a janela é expandida até que a dispersão dos pontos seja superior ao limite estabelecido e é registrada uma fixação. O processo continua com a janela sendo movida para a direita até passar por todos os pontos.

4.4 Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário

Ambos os questionários pré-teste e pós-teste foram adaptados de Costa (2017) para o contexto da pesquisa, conforme explicitado na Subseção 3.2.4 do Capítulo 3 (Metodologia). Os questionários foram implementados no *Google Forms*⁸, uma plataforma gratuita destinada à criação de

⁸ <https://www.google.com/forms/about/>

questionários *online*. Nas Figuras 23 e 24, ilustram-se excertos do QDPU e do QASSU (questões 14 e 2), respectivamente.

Figura 23 – Questão 14 do QDPU

Questionário de delineamento do perfil do usuário.

* Required

Há quanto tempo você joga jogos digitais? *

- Nunca joguei
- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 3 anos
- Entre 3 e 5 anos
- Acima de 5 anos

Fonte: Autoria própria

Figura 24 – Questão 2 do QASSU

O uso do jogo como um todo. *

- Muito fácil
- Fácil
- Nem fácil nem difícil
- Difícil
- Muito difícil

Importância. *

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria própria

No Quadro 7, é apresentada uma síntese do planejamento da etapa de sondagem do usuário por meio do QDPU (ver Apêndice A) e do QASSU (ver Apêndice B).

Quadro 7 – Planejamento da sondagem do usuário

Natureza do ensaio	Laboratorial	
Problemas alvo	Usabilidade da interface do jogo-alvo	
Objetivos da sondagem	Detecção de problemas na interface do jogo-alvo	
Técnica	Administração de questionários	
Fase Instrumento	Pré-teste	Pós-teste
Características exploradas	Físicas	Atitude e motivação
	1. Gênero 2. Faixa etária 3. Uso de corretivos visuais	1. Aspectos de uso do <i>Don't Starve</i> 2. Interação geral com <i>Don't Starve</i>
	Conhecimento e experiência	
	3. Grau de instrução 4. Experiência prévia com <i>Don't Starve</i> 5. Frequência de uso de <i>Don't Starve</i> 6. Duração da sessão de uso de <i>Don't Starve</i>	

Fonte: Autoria própria

A partir do planejamento da sondagem de satisfação do usuário, garantiu-se que os dados qualitativos relativos à atitude e motivação, assim como das características físicas e relativas ao conhecimento e experiência dos participantes, fossem coletados por meio dos questionários.

4.5 Rastreamento Ocular

É imprescindível, neste ponto da descrição do processo de validação da abordagem ora descrita, ressaltar que a coleta de dados de usabilidade via rastreamento ocular constitui um dos propósitos chave desta pesquisa.

A coleta de dados oculares ocorreu paralelamente à mensuração de desempenho dos participantes interagindo com o jogo, durante a execução das tarefas que compuseram o ensaio de usabilidade. A partir do rastreamento ocular dos participantes, foram coletados dados brutos relativos à posição do olhar de participantes a uma taxa de 90 Hz (um excerto desses dados encontra-se no Apêndice J). O processo de coleta ocorreu durante toda sessão de teste, excetuando-se as pausas entre as tarefas, de modo que 5 arquivos de dados oculares foram gerados por participante.

Ao início de cada teste, cada participante foi informado de que seus movimentos oculares seriam registrados, assim como foi instruído a se sentar suficientemente próximo do computador, a fim que o processo de calibração do rastreador ocular ocorresse com maior exatidão.

A partir dos dados oculares, 4 indicadores quantitativos do rastreamento ocular foram derivados, em função das métricas objetivas e das medidas de interesse descritas por Duchowski (2017) e Bojko (2013), respectivamente. O Quadro 8 contém a especificação e a respectiva descrição de cada indicador de rastreamento ocular considerado.

Quadro 8 – Indicadores de rastreamento ocular e suas respectivas descrições

Indicador	Descrição
Número de fixações	Corresponde ao número de fixações do olhar dos participantes contabilizadas durante a execução da tarefa.
Tempo de permanência nas AOI	Corresponde ao tempo de permanência (s) do olhar dos participantes nas AOI, durante a execução da tarefa.
Duração média de fixação	Corresponde à duração média de fixação (s) do olhar dos participantes durante a execução da tarefa.
Número de transições entre AOI	Corresponde ao número de transições do olhar dos participantes entre AOI, durante a execução da tarefa.

Fonte: Autoria própria

Os indicadores descritos no Quadro 8 estão relacionados ao interesse, ao processamento de informações, à carga cognitiva e à distribuição da atenção visual dos participantes durante a execução das tarefas de teste.

4.6 Condução dos Experimentos

É pertinente reforçar que, embora se houvesse sido planejado inicialmente o recrutamento de 60 participantes, a fim de enriquecer a quantidade e diversidade de dados coletados, as circunstâncias impostas pela pandemia da COVID-19 comprometeram o processo de recrutamento dos participantes.

Assim sendo, o recrutamento foi conduzido remotamente, via e-mail (ver Apêndice E). Dos respondentes ao e-mail-convite dispostos a participar do ensaio de usabilidade, apenas 32 participantes⁹, de gênero, idade e experiência variados, se mostraram aptos, *i.e.*, com o perfil necessário para o uso do rastreador ocular sem o comprometimento do processo de coleta de dados.

A aptidão para a participação do ensaio foi sondada via questionário pré-teste - QDPU (ver Apêndice A), a partir de questões relativas às condições oculares do respondente (necessidade de uso de corretivos visuais, condições oculares severas, *e.g.*, glaucoma, catarata). Os indivíduos que responderam afirmativamente as referidas questões foram informados de que infelizmente não preenchiam os requisitos impostos pelas características do processo de rastreamento ocular, tendo sido excluídos da amostra de participantes do ensaio.

Em suma, participaram do ensaio 32 alunos dos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Elétrica e em Ciência da Computação.

⁹ De modo geral, a literatura estatística considera $n \geq 30$ como uma grande amostra, na qual n representa o número de unidades amostrais a serem analisadas (GRAVETTER; WALLNAU, 2016 HOGG *et al.*, 2015; MARTIN; BRIDGMON, 2012).

A estratificação da amostra ocorreu em termos do nível de experiência dos participantes, em função de sua experiência com o jogo *Don't Starve*. Por meio de suas respostas a questões específicas do QDPU, conforme explicitado no Quadro 9, calculou-se uma pontuação normalizada de suas respostas. Assim, os participantes foram categorizados em 3 níveis de experiência, a saber: (i) principiante, (ii) intermediário e (iii) experiente.

Quadro 9 – Questões relacionadas à experiência dos participantes

Questões	Respostas
Há quanto tempo você joga <i>Don't Starve</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> - Menos de 1 ano - Entre 1 e 3 anos - Entre 3 e 5 anos - Acima de 5 anos
Com que frequência você joga <i>Don't Starve</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> - Quase nunca - Entre 2 e 1 vezes na semana - Entre 5 e 3 vezes na semana - Diariamente
Por quanto tempo você costuma jogar <i>Don't Starve</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> - Menos de 30 minutos - Entre 30 minutos e 1 hora - Entre 2 e 4 horas - Acima de 5 horas

Fonte: A autoria própria

No entanto, observou-se que a estratificação da amostra em 3 categorias iria gerar uma categoria (experiente) com apenas 2 participantes e que todos os participantes principiantes afirmaram nunca ter tido contato com o jogo antes da execução do teste. Assim, adotou-se uma nova estratégia para a estratificação dos participantes, na qual categorizou-se os usuários sob uma nova nomenclatura: (i) **inexperientes**, que nunca tiveram contato com o jogo *Don't Starve*; e (ii) **experientes**, que jogam *Don't Starve* e tem um grau de experiência equivalente ao intermediário ou ao experiente.

Conforme descrito nesta subseção, os experimentos ocorreram durante a pandemia de COVID-19. Portanto, para a mensuração de desempenho, devido ao fechamento da UFCG, definiu-se que o ensaio seria realizado na residência do avaliador (ver Foto 1), em um cômodo arejado e previamente desinfetado, no qual cada participante portaria máscara e teria acesso a álcool gel, conforme as normas da OMS.

Foto 1 – Instantâneo de um participante durante a condução do ensaio



Fonte: Autoria própria

As técnicas de avaliação adotadas foram as seguintes: (i) a administração de questionários, (ii) a observação direta, (iii) o registro audiovisual das sessões de jogo e (iv) a coleta de dados oculares dos participantes, por meio do rastreador ocular estático *Tobii Eye Tracker 4C*. O *hardware* utilizado para a execução do jogo-alvo foi um *notebook Acer Nitro 5*, um teclado *Logitech K230* e um *mouse óptico STI*.

4.7 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo, foi apresentado o estudo de caso envolvendo o jogo digital *Don't Starve*, considerado no processo de validação da instância da abordagem multimétodos proposta na presente pesquisa. Também se detalhou a condução do ensaio de usabilidade, durante o qual os dados referentes à movimentação ocular dos participantes foram coletados e processados para posterior análise e discussão, a qual será apresentada no próximo capítulo.

CAPÍTULO 5 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da condução do processo de avaliação da usabilidade do jogo-alvo. Na Subseção 5.1, são apresentados os tipos de dados obtidos a partir das técnicas utilizadas para a coleta de dados.

Nas subseções seguintes, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da avaliação heurística do produto, da mensuração de desempenho, da sondagem da satisfação subjetiva e da mensuração do rastreamento ocular dos participantes, respectivamente.

5.1 Tipos de Dados Obtidos

Ao longo da condução dos testes de avaliação da usabilidade do jogo *Don't Starve*, foram coletados diferentes tipos de dados, de natureza tanto qualitativa quanto quantitativa, conforme explicitado no Quadro 10.

Quadro 10 – Dados obtidos durante a condução dos testes

Enfoque de avaliação	Dado	Natureza
Avaliação heurística	Verificação de aceitação às heurísticas	Qualitativa
Sondagem da satisfação subjetiva	Respostas às questões do QDPU	Qualitativa
	Escores obtidos do QASSU	
Mensuração de desempenho	Número de erros cometidos	Quantitativa
	Número de erros repetidos	
	Número de opções incorretas	
	Número de consultas à ajuda	
	Tempo de execução da tarefa	
Mensuração do rastreamento ocular	Número de fixações nas AOI	Quantitativa
	Tempo de permanência nas AOI	
	Duração média de fixação nas AOI	
	Número de transições entre AOI	

Fonte: Aatoria própria

O processo de avaliação heurística gerou uma série de dados qualitativos relativos à verificação da conformidade do produto-alvo às heurísticas propostas por Hochleitner *et al.* (2015), conforme descritas na Subseção 4.2 do Capítulo 4 (Validação da Metodologia).

Conforme descrito na Subseção 2.1 do Capítulo 2 (Revisão da Literatura), o processo de avaliação da usabilidade do produto-alvo adotou o modelo de usabilidade da ISO (ISO, 2018), tendo considerado o desempenho (em termos de eficiência e eficácia) e a satisfação do participante do ensaio durante a execução das tarefas de teste propostas.

A sondagem do perfil dos participantes gerou uma série de dados de natureza qualitativa acerca de características físicas e relativas ao conhecimento e experiência dos participantes.

Por sua vez, a sondagem da satisfação subjetiva dos participantes gerou uma série de dados relativos à opinião sobre o produto, assim como de atitude e motivação para seu uso, os quais possibilitaram a computação de escores, por sua vez ponderados a partir do modelo de satisfação de Bailey e Pearson (1983), conforme será descrito a seguir, para a classificação dos níveis de satisfação subjetiva dos participantes do ensaio.

Em contrapartida, o processo de mensuração de desempenho da interação participante-jogo proporcionou a coleta de uma série de dados de natureza quantitativa, relativos aos indicadores de desempenho (medidas de eficiência/ eficácia) considerados, conforme descrito na Subseção 3.3 do Capítulo 3 (Metodologia).

Por fim, com o objetivo de complementar o processo de observação direta de cada sessão de teste, o rastreamento ocular dos participantes possibilitou a coleta de dados de natureza quantitativa, relativos a indicadores de processo, conforme Duchowski (2017), descritos na Subseção 3.4 do Capítulo 3 (Metodologia). Tais indicadores estão associados à distribuição da atenção visual e à carga cognitiva dos participantes.

5.2 Resultados da Avaliação Heurística

Pode-se considerar que o diagnóstico do produto-alvo foi satisfatório do ponto de vista da avaliação heurística do jogo-alvo, visto que das 16 heurísticas inspecionadas uma (1) não era aplicável e apenas três (3) não foram adotadas, o que representa uma taxa de adoção de 80%. O Quadro 11 explicita a heurística não aplicável, assim como aquelas não adotadas pelo produto-alvo.

Quadro 11 – Heurísticas não aplicáveis/não satisfeitas

Nº	Diagnóstico	Heurística
Feedback		
1	Não aplicável	O jogador sabe onde está no minimapa e não precisa memorizar o <i>design</i> de cada nível.
Aparência visual		
2	Não adotada	Os objetos jogáveis estão em destaque, mesmo para jogadores com baixa visão e daltonismo e não podem ser mal interpretados.
Menus e Elementos da Interface		
3	Não adotada	O menu é intuitivo e de significado óbvio, sendo percebido como parte do jogo.
4	Não adotada	As informações relevantes são exibidas e as informações críticas são destacadas. Informações irrelevantes são excluídas. O usuário recebe informação o suficiente para reconhecer seu status e tomar as decisões apropriadas.

Fonte: Adaptado de Costa (2017)

A única heurística não aplicável, Heurística 1 do Quadro 11, diz respeito à presença de um minimapa, elemento inexistente no jogo *Don't Starve*, para o qual o desenvolvedor concebeu mundos gerados de forma aleatória, de modo que não existem níveis a serem memorizados pelo jogador.

No tocante às heurísticas não adotadas, a primeira delas, a Heurística 2 do Quadro 11, refere-se ao destaque dos objetos jogáveis, mesmo para participantes com baixa visão ou daltonismo. Uma vez que não há destaque de tamanho ou cor para itens equipáveis, conforme pôde ser observado durante as sessões de teste, esses itens passaram despercebidos até pelos

participantes sem problemas de visão. Assim sendo, esta heurística, aplicável ao produto-alvo, não foi adotada.

A segunda heurística não adotada (Heurística 3 do Quadro 10) diz respeito ao caráter intuitivo e à obviedade do menu do jogo. Uma vez que a interface do jogo não é intuitiva, conforme pôde ser observado na sondagem da satisfação subjetiva, constatou-se que os menus do jogo não são intuitivos. Assim sendo, esta heurística aplicável ao produto alvo, também não foi adotada.

A terceira heurística não adotada (Heurística 4 do Quadro 10) diz respeito à exibição e ao destaque de informações do jogo. Uma vez que informações tais como a usabilidade de uma ferramenta não são destacadas, conforme se observou na análise do rastreamento ocular, essas informações passaram despercebidas pelos participantes. Assim sendo, esta heurística aplicável ao produto alvo, também não foi adotada.

5.3 Resultado da Mensuração de Desempenho

Nas próximas subseções desta seção, são descritos os resultados da mensuração de desempenho dos participantes durante a interação com o jogo-alvo, obtidos a partir das análises preliminar e estatística dos indicadores de desempenho coletados.

5.3.1 Análise Preliminar dos Indicadores de Desempenho

Conforme descrito na Subseção 3.2 do Capítulo 3 (Metodologia), o universo amostral do presente estudo totalizou 32 participantes, categorizados em 2 grupos, a saber: (i) **inexperientes** e (ii) **experientes**, conforme sua familiaridade com o jogo *Don't Starve*. No entanto, 2 participantes foram descartados devido à inconsistência nos seus dados oculares, mediante problemas na calibração do rastreador ocular.

Na Tabela 1, apresenta-se uma visão geral dos mínimos e máximos associados aos indicadores de desempenho anotados durante a observação direta das sessões de teste, assim como extraídos via análise posterior do registro audiovisual das sessões de teste.

Com o propósito de aproveitar melhor a largura útil da página, na Tabela 1, os indicadores de desempenho foram abreviados como segue: (i) **TE** (*tempo de execução da tarefa*, em segundos); (ii) **EC** (*número de erros cometidos*); (iii) **ER** (*número de erros repetidos*); (iv) **OI** (*número de opções incorretas*); e (v) **CA** (*número de consultas à ajuda*). Também se abreviou as colunas *Máximo* e *Mínimo* para *Max* e *Min*, respectivamente.

Tabela 1 – Máximos e mínimos obtidos a partir da condução dos testes

Tarefa	Inexperiente						Experiente					
	Valor	TE	EC	ER	OI	CA	Valor	TE	EC	ER	OI	CA
T1A	Max	228	2	1	3	4	Max	356	0	0	7	8
	Min	64	0	0	0	1	Min	81	0	0	0	0
T1B	Max	330	4	2	2	5	Max	330	6	3	2	3
	Min	83	0	0	0	1	Min	83	0	0	0	1
T2	Max	450	4	2	3	17	Max	450	1	2	2	9
	Min	136	0	0	0	1	Min	101	0	0	0	2
T3	Max	450	3	1	6	9	Max	272	1	0	6	4
	Min	125	0	0	0	2	Min	86	0	0	0	2
T4	Max	900	6	2	2	21	Max	900	4	2	8	16
	Min	377	0	0	0	2	Min	410	0	0	0	1

Fonte: Autorial própria

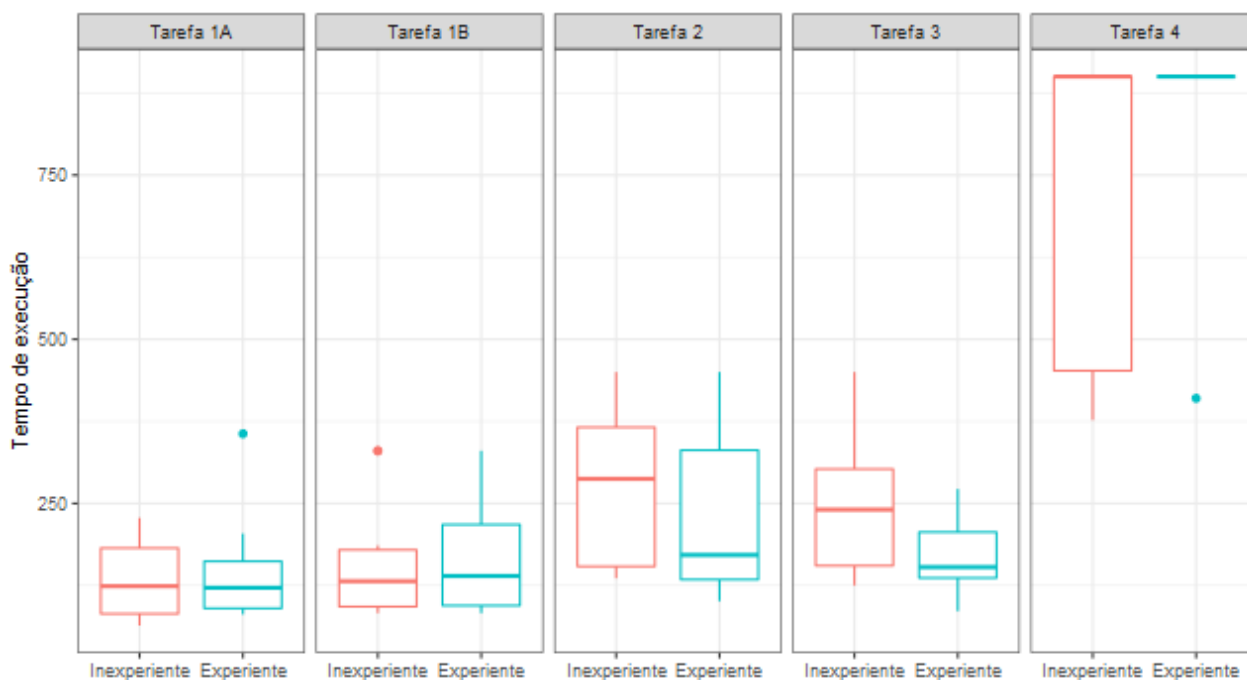
Na Tabela 1, observa-se que as maiores diferenças entre os valores máximos e mínimos associados ao *tempo de execução* dos participantes **inexperientes** e **experientes**, ocorrem nas Tarefas 1A e 3.

Na Figura 25, observa-se que o menor *tempo de execução* dentre os participantes **experientes** na Tarefa 4, por exemplo, se trata de um *outlier*, proveniente do *tempo de execução* do Participante 12. Embora este participante tenha sido bem-sucedido na execução das tarefas anteriores à Tarefa 4, nessa tarefa em específico ele foi eliminado da partida de jogo.

No entanto, a perda da Tarefa 4 do Participante 12 ocorreu em decorrência do seu personagem ter sido atacado por 5 inimigos ao mesmo

tempo, em uma situação na qual o participante não poderia fugir. Portanto, essa eliminação não deve ser associada à experiência do participante.

Figura 25 – Distribuição do tempo de execução por tarefa



Fonte: Autoria própria

A baixa variabilidade nos *tempos de execução* da Tarefa 4, para os participantes **experientes**, se deve ao fato de que treze dos catorze participantes concluíram a Tarefa 4 em 900 segundos. Isto significa que apenas o Participante 12 não a concluiu, visto que, devido à natureza da tarefa, terminá-la antes do tempo previsto implica uma derrota. Na categoria **inexperiente**, a ocorrência de derrotas foi maior, 43,75% dos participantes não concluíram a Tarefa 4.

Ainda na Figura 25, observa-se que dois dos *tempos de execução* máximos registrados na Tabela 1, tratam-se de *outliers* e estão associados aos dados de participantes que não concluíram as Tarefas 1A e 1B em tempo. Portanto, não descrevem a distribuição amostral dos *tempos de execução* dos participantes que concluíram as referidas tarefas.

Na Tarefa 1A, o *outlier* foi proveniente do *tempo de execução* do Participante 19 (**experiente**), o qual falhou em encontrar um dos recursos para a criação do machado, uma ferramenta necessária para a conclusão da

Tarefa 1A. Por outro lado, os dois *outliers* presentes na Tarefa 1B, de mesmo valor, são provenientes dos dados de dois participantes **inexperientes**, os quais não concluíram a Tarefa 1B, por não seguirem as instruções do roteiro de tarefas corretamente.

Na Tarefa 2, observa-se que, em ambas as categorias de participantes, houve variabilidade nos *tempos de execução* da Tarefa. Por outro lado, na Tarefa 3, observa-se maior variabilidade nos tempos de execução dos participantes **inexperientes**, em relação aos participantes **experientes**. A mediana permite inferir que ao menos 50% dos participantes **inexperientes** obteve *tempos de execução* maiores que os participantes **experientes**.

O registro audiovisual permitiu a identificação de passagens em que os participantes tentaram concluir uma tarefa à sua maneira, ignorando as instruções do roteiro. Durante a execução da Tarefa 1B, por exemplo, o Participante 11 (**experiente**) decidiu capturar um coelho o emboscando, em vez de atraí-lo para a armadilha com uma cenoura, conforme indicado nas instruções. Essa ação e suas reincidências foram classificadas como erros e fizeram com que o Participante 11 gastasse mais tempo para concluir a Tarefa 1B.

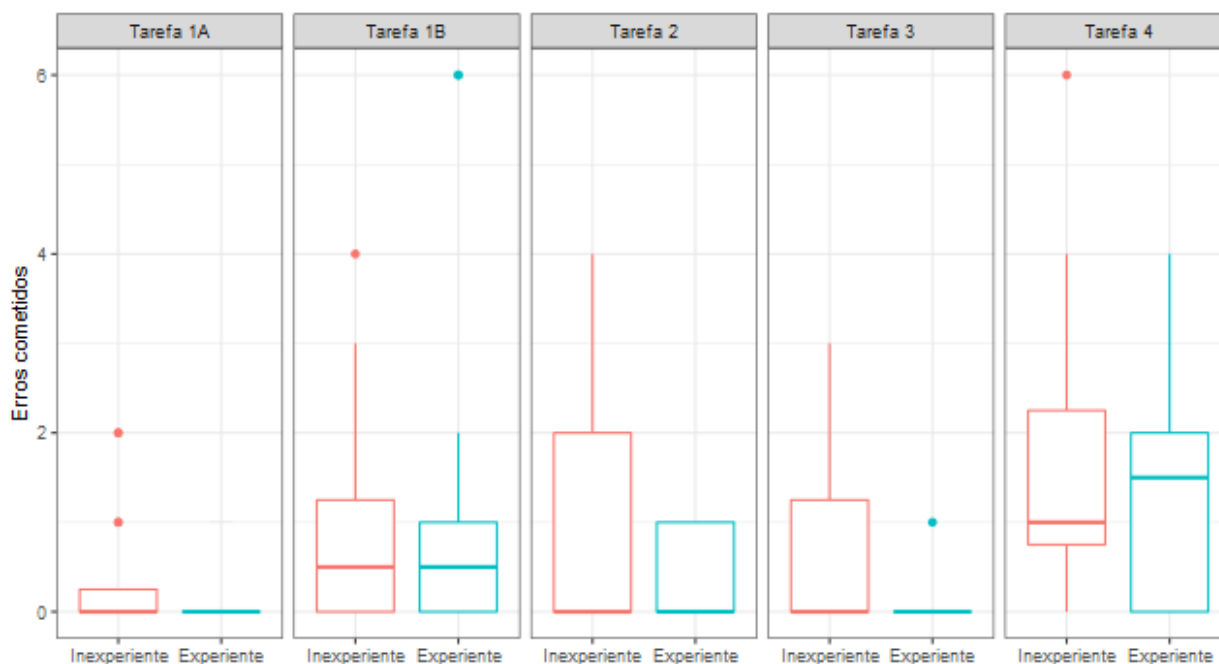
No tocante ao *número de erros cometidos* e *erros repetidos* durante a execução das tarefas, na Tabela 1, observa-se variações baixas em ambas as medidas, para as quais não se registrou mais que 6 erros cometidos ou repetidos, por tarefa.

Na Figura 26, tem-se a percepção de que, nas Tarefas 1A, 2 e 3, apesar das distribuições dos participantes de ambas as categorias terem tido medianas iguais, o *número de erros cometidos* por participantes **experientes** tende a ser menor que o *número de erros cometidos* por participantes **inexperientes**.

Nenhum dos *outliers* presentes nas distribuições dos dados de participantes **experientes** na Figura 26 são provenientes de participantes que não concluíram uma tarefa. Na Tarefa 1B, o *outlier* é proveniente do *número de erros cometidos* do Participante 11, o qual insistentemente tentou capturar o coelho por meio de uma emboscada, mesmo que as instruções do roteiro explicitassem que o coelho deveria ser atraído com

uma cenoura. Por outro lado, na Tarefa 3, o *outlier* é proveniente do *número de erros cometidos* do Participante 7, o qual criou uma cópia do machado, mesmo que já estivesse portando o item em sua *mochila*.

Figura 26 – Distribuição dos erros cometidos por tarefa



Fonte: Autoria própria

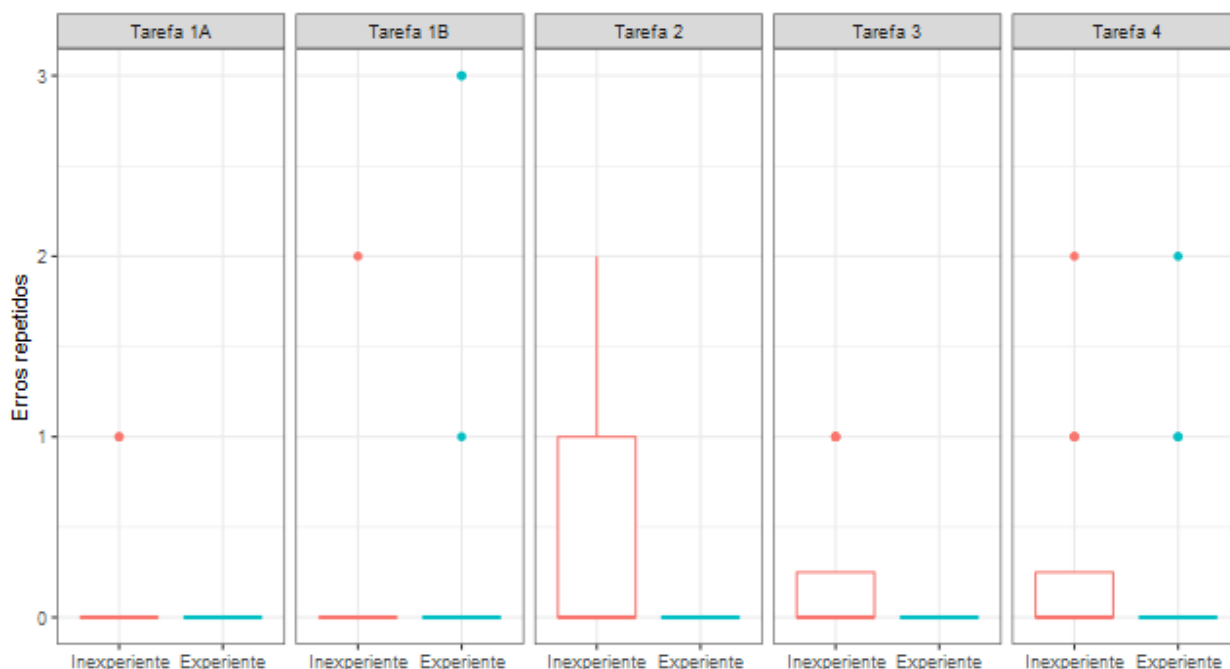
Na Tarefa 4, observa-se que os participantes de ambas as categorias tenderam a cometer mais erros que nas tarefas anteriores. Diferente das outras tarefas, o objetivo da Tarefa 4 é mais abstrato, sobreviver durante dois dias. Para que este objetivo seja atingido, há múltiplos caminhos. Como o jogo não fornece qualquer tipo de instrução do que um jogador deve fazer a seguir, isso faz com que estes cometam mais erros do que em tarefas com objetivos claros e passos específicos (*e.g.*, coletar recursos, criar um machado, cortar madeira e criar uma fogueira).

Durante a análise do registro audiovisual das sessões de teste identificou-se que o erro mais comum entre os participantes **inexperientes** foi a tentativa de coletar madeira ou pedra, sem a ferramenta necessária (*e.g.*, machado e picareta).

Um número alto de erros cometidos não necessariamente implica um número alto de erros repetidos, visto que essa medida representa a

reincidência de um participante num determinado erro. Na Figura 27, observa-se que na maioria dos casos (85,3%) a reincidência foi nula. A maior reincidência da amostra se trata de um *outlier*, proveniente do *número de erros repetidos* do Participante 11, o qual já foi destacado nas análises das Figuras 25 e 26, e não descreve o comportamento da distribuição.

Figura 27 – Distribuição dos erros repetidos por tarefa

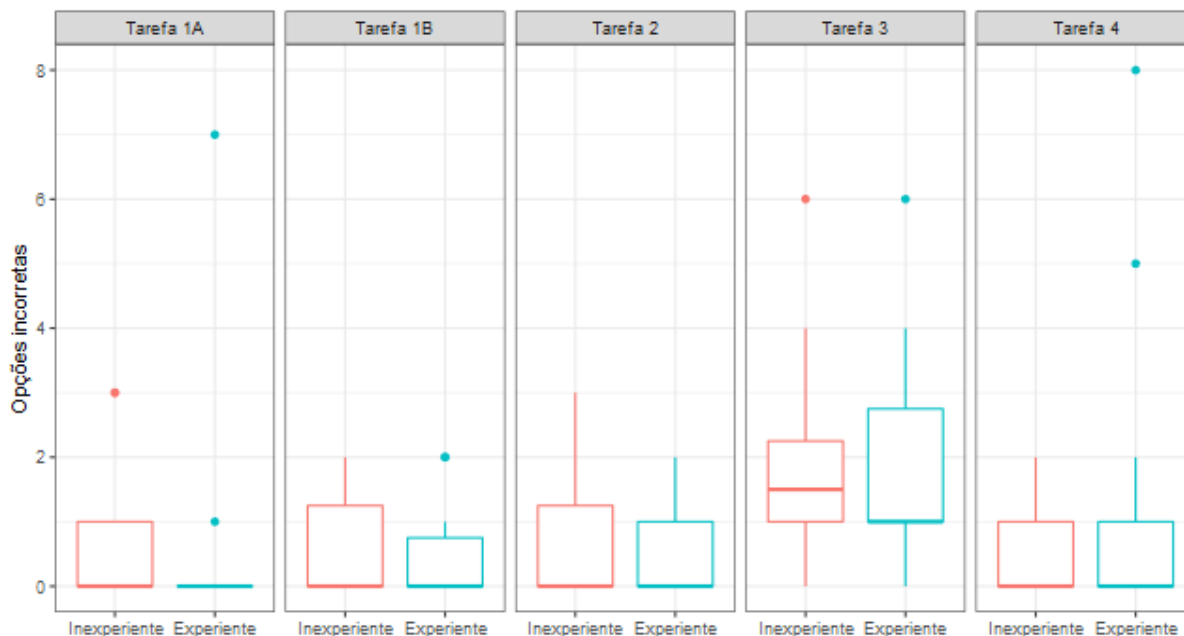


Fonte: Autoria própria

A baixa reincidência de erros permite inferir que, de alguma forma, o jogo provê algum *feedback* visual ou sonoro de que as ações de um jogador são incorretas, evitando a reincidência de erros. Observa-se que na Tarefa 2, os participantes **inexperientes** tiveram maior *número de erros repetidos* do que os participantes **experientes**, conforme o esperado.

No que se refere ao *número de opções incorretas*, observa-se que os maiores máximos da Tabela 1 estão associados às distribuições dos participantes **experientes**. No entanto, na Figura 28, observa-se que, em 8 casos (80%), os máximos associados às distribuições dos participantes **experientes** correspondem a *outliers*. De uma forma geral, as distribuições dos *números de opções incorretas* foram similares para ambas as categorias de participantes.

Figura 28 – Distribuição do número de opções incorretas por tarefa



Fonte: Autoria própria

Na Tarefa 1A, o maior *outlier* pertencente a distribuição do indicador **OI** da categoria **experiente** é proveniente do participante discutido na análise da Figura 25 (Participante 19).

Conforme o *tempo de execução* da tarefa passou, o Participante 19 acessou o *menu de criação* mais vezes e mais rapidamente, fazendo com que clicasse em opções erradas com mais frequência. Isso não ocorreu na execução das outras tarefas, as quais ele concluiu com sucesso, e pode ter sido causado pelo fato de o participante não conseguir encontrar os recursos necessários para a criação do machado, gerando algum tipo de frustração.

Na Tarefa 1B, o *outlier* foi causado pelo indicador **OI** do Participante 9, o qual, ao tentar acessar a aba do *menu de criação*, correspondente ao item que deveria ser criado (armadilha), acessou outras duas abas antes, por acidente. Por outro lado, na Tarefa 3, o *outlier* presente na distribuição da categoria **experiente**, foi causado pelo indicador **OI** Participante 1, o qual, nessa tarefa em específico, acessou várias abas antes de encontrar a aba correta que deveria acessar no *menu de criação*. Após encontrá-la, o Participante 1 não tornou a selecionar opções incorretas.

Por fim, na Tarefa 4 o *outlier* de maior valor foi causado pelo indicador **OI** do Participante 7 (**experiente**), o qual por diversas vezes, acessou abas

próximas, inferiores ou superiores à aba que desejava acessar, antes de conseguir acessá-la.

O único caso em que as medianas das distribuições assumiram valores não nulos para ambas as categorias foi na Tarefa 3. Nesta tarefa, mudanças ocorrem no *menu de criação*, conforme os participantes se aproximam de um item, a "máquina da ciência". Quando os participantes estão próximos do item em questão, novas abas surgem no *menu de criação*; quando estão distantes dele, essas abas desaparecem (ver Figura 29).

Figura 29 – Menu de criação (em destaque) antes e após o participante aproximar-se do item

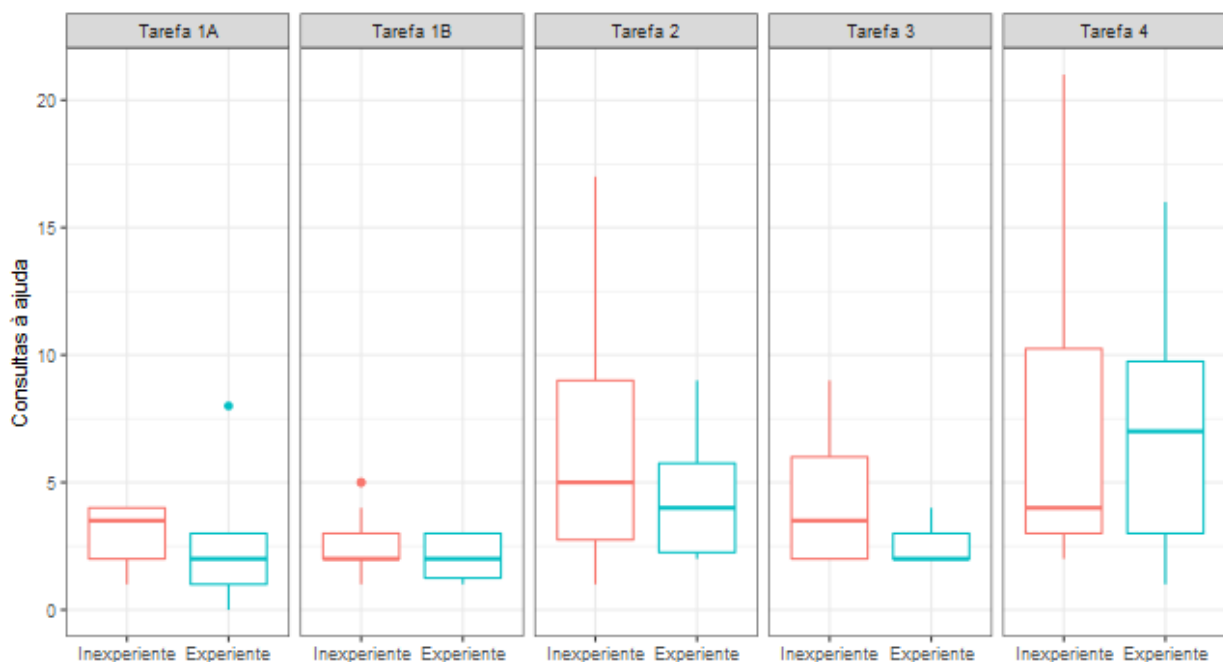


Fonte: Autoria própria

É possível que tal funcionalidade tenha confundido os participantes, levando-os a selecionar opções incorretas com um pouco mais de frequência que em outras tarefas, devido à nova gama de opções adicionada ao menu. Isto corrobora o efeito produzido pela rejeição da Heurística 3 do Quadro 10 (ver Subseção 5.2), o que permite inferir que os menus do jogo nem sempre são intuitivos ou de significado óbvio para os jogadores, independente do seu grau de experiência.

Por fim, no tocante ao *número de consultas a ajuda*, verifica-se na Tabela 1 que estas aconteceram com muito mais frequência que as medidas **EC**, **ER** e **OI**, atingindo os maiores máximos da tabela, excluindo-se os máximos associados à medida **TE**. Na Figura 30, observa-se como o *número de consultas à ajuda* se assemelha para ambas as categorias de participantes nas tarefas associadas às maiores durações médias (Tarefas 2 e 4).

Figura 30 – Distribuição das consultas a ajuda por tarefa



Fonte: Autoria própria

Nas Tarefas 1A, 1B e 3, os participantes **inexperientes** consultaram a ajuda mais vezes que os participantes **experientes**. Na Tarefa 3, na qual o *menu de criação* possuía mais abas, a diferença entre as medianas das distribuições das duas categorias de participantes foi alta e a variação do

número de consultas à ajuda para os participantes **inexperientes** foi maior que a variação dos participantes **experientes**.

No entanto, é na Tarefa 4 que se verifica a maior diferença entre as medianas das distribuições. Nessa tarefa, observou-se que os participantes **inexperientes** consultavam a ajuda na tentativa de recriar itens criados nas tarefas anteriores, enquanto os participantes **experientes** consultavam a ajuda com o intuito de criar itens que não haviam sido criados nas tarefas anteriores, com exceção da fogueira.

Durante a análise do registro audiovisual das sessões de teste, observou-se que de uma maneira geral, os participantes **experientes** acessaram as abas do *menu de criação* com muito mais rapidez que os participantes **inexperientes** e que a seleção de opções incorretas foi acidental, em decorrência dos participantes selecionarem uma opção superior ou inferior àquela que desejavam acessar.

Por outro lado, no caso dos participantes **inexperientes**, estes usualmente selecionavam opções incorretas por não terem conhecimento de qual seria a opção correta para acessar um item.

5.3.2 Análise Estatística dos Indicadores de Desempenho

O propósito principal da análise estatística foi encontrar evidências suficientes para concluir que havia um efeito de tratamento significativo nos fatores de interesse (indicadores objetivos mensurados) para os grupos considerados (participantes **inexperientes** e **experientes**), tendo em vista tratar-se de um experimento ao longo do qual duas categorias de participantes executaram cinco (05) tarefas sequenciais, enquanto foram registrados os valores relativos aos cinco indicadores pré-definidos.

A análise estatística inferencial dos dados experimentais obtidos a partir da amostra considerada se afigura relevante por possibilitar, em função do nível de confiança definido e do tamanho da amostra considerada, a formulação de conclusões sobre a população com base na análise do espaço amostral.

O processamento estatístico dos dados da mensuração de desempenho foi realizado com o auxílio da linguagem de programação

estatística R^{10} e consistiu em duas etapas, a saber: (i) a geração de um relatório das estatísticas univariadas¹¹ dos dados coletados; e (ii) a elaboração das matrizes de correlação dos indicadores pré-definidos.

A Tabela 2 contém um sumário das estatísticas univariadas geradas para a apresentação dos resultados, a partir do qual é possível observar diferenças nos indicadores coletados para as duas categorias de participantes. No entanto, a maioria das constatações que pode ser feita a partir da Tabela 2 já foram destacadas na análise preliminar da subseção anterior. Com a intenção de aproveitar melhor a largura da página, na Tabela 2, abreviou-se a coluna *Estatística* para *Estat*.

Tabela 2 – Estatísticas univariadas obtidas a partir da condução dos testes

Tarefa	Inexperiente						Experiente					
	Estat	TE	EC	ER	OI	CA	Estat	TE	EC	ER	OI	CA
T1A	\bar{x}	135,00	0,40	0,10	0,60	0,3	\bar{x}	139,10	0,20	0,00	0,50	2,30
	s^2	3014,00	0,50	0,10	1,00	1,00	s^2	5379,00	0,20	0,00	3,50	3,90
	\widehat{C}_v	0,40	1,90	2,70	1,60	0,30	\widehat{C}_v	0,50	1,90	-	3,20	0,80
T1B	\bar{x}	151,30	1,00	0,10	0,60	2,40	\bar{x}	167,60	1,20	0,50	0,40	2,00
	s^2	6355,00	1,70	0,20	0,80	1,60	s^2	7582,00	4,30	1,20	0,50	0,70
	\widehat{C}_v	0,50	1,30	4,00	1,40	0,50	\widehat{C}_v	0,50	1,60	2,10	1,70	0,40
T2	\bar{x}	284,30	0,90	0,40	0,70	6,30	\bar{x}	241,10	0,30	0,00	0,50	4,20
	s^2	15129,00	2,00	0,50	1,20	24,90	s^2	17374,00	0,20	0,00	0,70	4,60
	\widehat{C}_v	0,40	1,50	1,60	1,50	0,70	\widehat{C}_v	0,50	1,30	-	1,40	0,50
T3	\bar{x}	246,40	0,80	0,20	1,80	4,20	\bar{x}	165,30	0,00	0,00	1,70	2,50
	s^2	8479,00	1,40	0,20	2,40	6,60	s^2	3116,00	0,00	0,00	2,90	0,40
	\widehat{C}_v	0,30	1,30	1,70	0,80	0,60	\widehat{C}_v	0,30	3,70	-	1,00	0,20
T4	\bar{x}	737,90	1,70	0,30	0,40	6,90	\bar{x}	865,00	1,30	0,30	1,30	7,10
	s^2	51405,00	2,70	0,30	0,50	29,80	s^2	17150,00	1,60	0,30	5,60	27,80
	\widehat{C}_v	0,30	0,90	1,90	1,60	0,70	\widehat{C}_v	0,10	0,90	2,10	1,80	0,70

Fonte: Autoria própria

¹⁰ <https://www.r-project.org>

¹¹ Estatísticas referentes à média (\bar{x}), variância (s^2) e coeficiente de variação (\widehat{C}_v) amostrais (GRAVETTER; WALLNAU, 2016 HOGG *et al.*, 2015; MARTIN; BRIDGMON, 2012).

Em seguida, na Tabela 3, apresentam-se as matrizes de correlação dos indicadores de desempenho, com o propósito de verificar a força das relações entre os indicadores propostos. Com a intenção de aproveitar melhor a largura útil da página, na Tabela 3, abreviou-se a coluna *Indicador* para *Ind.*

Como se pode observar na Tabela 3, alguns elementos das matrizes foram omitidos, em virtude de indeterminações nos cálculos dos coeficientes de correlação¹² associados a linhas da tabela, nas quais o indicador **ER** contém séries de dados nulos associados aos participantes **experientes**.

Por outro lado, destacou-se com um fundo vermelho os coeficientes de correlação relativos a fortes associações ($0,7 < r \leq 1$ ou $-0,7 > r \geq -1$) entre os indicadores objetivos medidos durante as sessões de teste do ensaio de usabilidade, sejam estes positivos ou negativos¹³. Na Tabela 3, observa-se a existência de correlações fortes positivas ($r \geq 0,7$) e apenas uma correlação forte negativa ($r \leq -0,7$).

Observa-se que 13 (62%) das correlações fortes registradas na Tabela 3, pertencem aos dados da mensuração de desempenho dos participantes **inexperientes**. O *tempo de execução* e o *número de consultas a ajuda* dos participantes **inexperientes** são fortemente correlacionados nas Tarefas 1B, 2 e 3.

Por outro lado, diferente do que poderia ser inferido na análise do número de erros repetidos (ver Figura 27, p. 84), na Tabela 3, verifica-se a presença de correlações positivas fortes entre os indicadores de desempenho **EC** e **ER** em 4 das 5 tarefas propostas (Tarefas 1A, 2, 3 e 4). Assim sendo, é possível inferir que quanto maior o *número de erros cometidos*, maior o *número de erros repetidos*, especialmente para a categoria de participantes **inexperientes**.

¹² Referente à correlação amostral (r).

¹³ Correlações positivas indicam que as variáveis correlacionadas se movem na mesma direção. Correlações negativas indicam que as variáveis correlacionadas se movem em direções opostas. (GRAVETTER; WALLNAU, 2016 HOGG *et al.*, 2015; MARTIN; BRIDGMON, 2012).

Tabela 3 – Matrizes de correlação

Tarefa	Ind	Inexperiente					Experiente				
		TE	EC	ER	OI	CA	TE	EC	ER	OI	CA
T1A	TE	1,00					1,00				
	EC	0,55	1,00				-0,05	1,00			
	ER	0,33	0,88	1,00			-	-	1,00		
	OI	0,41	0,20	-0,24	1,00		0,82	-0,17	-	1,00	
	CA	-0,22	0,11	0,33	-0,27	1,00	0,72	-0,35	-	0,85	1,00
T1B	TE	1,00					1,00				
	EC	0,58	1,00				0,79	1,00			
	ER	-0,13	0,61	1,00			0,77	0,98	1,00		
	OI	-0,28	-0,34	-0,19	1,00		-0,16	-0,23	-0,28	1,00	
	CA	0,73	0,48	-0,09	-0,14	1,00	0,13	0,34	0,38	-0,18	1,00
T2	TE	1,00					1,00				
	EC	0,33	1,00				0,31	1,00			
	ER	0,30	0,99	1,00			-	-	1,00		
	OI	0,74	-0,05	-0,02	1,00		0,06	0,57	-	1,00	
	CA	0,87	0,03	0,00	0,83	1,00	0,50	0,64	-	0,26	1,00
T3	TE	1,00					1,00				
	EC	0,70	1,00				0,55	1,00			
	ER	0,68	0,93	1,00			-	-	1,00		
	OI	0,30	0,67	0,63	1,00		0,29	0,21	-	1,00	
	CA	0,81	0,64	0,70	0,11	1,00	-0,21	0,22	-	-0,21	1,00
T4	TE	1,00					1,00				
	EC	0,20	1,00				-0,60	1,00			
	ER	0,39	0,90	1,00			-0,81	0,75	1,00		
	OI	0,38	0,34	0,12	1,00		0,16	0,24	0,15	1,00	
	CA	0,55	0,88	0,86	0,59	1,00	0,34	0,00	-0,13	0,58	1,00

Fonte: Autoria própria

No Quadro 12, sumarizam-se os pares de indicadores da mensuração de desempenho que apresentaram a maior tendência à covariação, traduzida pela forte correlação positiva ou negativa entre eles ($r < 0,7$ ou $r > -0,7$).

Quadro 12 – Correlações fortes entre os pares de indicadores

Par de indicadores		Sinal de r	Tarefa	Categoria
TE	EC	+	1B	Experiente
			3	Inexperiente
	ER	+	1B	Experiente
			4	
	OI	+	1A	Experiente
			2	Inexperiente
	CA	+	1A	Experiente
			1B	
			2	
			3	
EC	ER	+	1A	Inexperiente
			2	
			3	
			4	Inexperiente e experiente
	CA	+	4	Inexperiente
ER	CA	+	3	Inexperiente
			4	
OI	CA	+	1A	Experiente
			2	Inexperiente

Fonte: Autoria própria

A análise preliminar dos indicadores da mensuração de desempenho realizada na Subseção 5.3.1 do presente capítulo evidenciou as diferenças entre os dados para as duas categorias de participantes. No entanto, é por meio dos testes de média que se verifica se as diferenças apontadas na subseção anterior são estatisticamente significativas. É necessário administrar o teste de normalidade *Shapiro-Wilk*, com o intuito de administrar o teste de média correto, mediante o tipo de distribuição dos dados (GRAVETTER; WALLNAU, 2016 HOGG *et al.*, 2015; MARTIN; BRIDGMON, 2012).

No Quadro 13, sumarizam-se os resultados do teste, divididos por categoria. Os indicadores associados às células que contém quadrados vermelhos não seguem uma distribuição normal, enquanto os indicadores associados às células que contém quadrados verdes seguem uma distribuição normal.

Quadro 13 – Resultados do teste de normalidade *Shapiro-Wilk*

Tarefa	Indicadores de desempenho									
	Inexperiente					Experiente				
	TE	EC	ER	OI	CA	TE	EC	ER	OI	CA
T1A	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T1B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fonte: Autoria própria

De acordo com a literatura da área (GRAVETTER; WALLNAU, 2016; HOGG *et al.*, 2015; MARTIN; BRIDGMON, 2012), o teste de média é utilizado para a comparação de médias entre dois grupos com dados intervalares, visando identificar se existem diferenças significativas entre os dados de tais grupos. Desta maneira, a hipótese nula de que não há diferença entre as médias aritméticas

$$H_0: \mu_I = \mu_E$$

será testada em relação à hipótese alternativa de que há diferença entre as referidas médias

$$H_a: \text{as médias não são iguais}$$

na qual μ_I e μ_E representam as médias aritméticas relativas aos dados das categorias **inexperientes** e **experientes**, respectivamente.

A sequência de dados associados ao indicador **TE**, registrada na Tarefa 3, segue uma distribuição normal. Portanto, nessa sequência administraram-se o *Teste T* de *Student*. Nas demais sequências de dados, administraram-se o *Teste U* de *Mann-Whitney*. Na Tabela 4, sumarizam-se os resultados dos testes, de modo que cada célula representa a medida do *p-valor* para um nível de confiança de 97,5%.

Tabela 4 – Resultados dos testes de média ($\alpha = 0,025$)

Tarefa	Indicadores de desempenho				
	TE	EC	ER	OI	CA
1A	0,864	0,457	0,163	0,924	0,169
1B	0,598	0,664	0,253	0,517	0,351
2	0,364	0,146	0,029	0,625	0,141
3	0,006	0,018	0,040	0,791	0,017
4	0,068	0,544	0,904	0,216	0,917

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 4, destacou-se com um fundo vermelho as células associadas às sequências de dados dos indicadores em que a diferença entre as categorias é estatisticamente significativa, para o nível adotado ($\alpha = 0,025$)¹⁴. Portanto, rejeitou-se a hipótese nula nesses casos. Assim, os testes de média evidenciaram uma diferença representativa entre os participantes **inexperientes** e **experientes** na Tarefa 3, para os indicadores **tempo de execução (TE)**, **erros cometidos (EC)** e **consultas a ajuda (CA)**.

De um modo geral, os participantes **inexperientes** tiveram um desempenho mais baixo na Tarefa 3 que os participantes **experientes**, de modo que 4 (25%) participantes não concluíram a tarefa. Na Tarefa 3, registrou-se a maior dificuldade de execução, por envolver o confronto com ao menos 3 inimigos. Nessa tarefa os participantes **inexperientes** consultaram a ajuda mais vezes, cometeram mais erros e gastaram mais tempo para concluir a tarefa, que os participantes **experientes**.

¹⁴ Notação referente ao grau de significância, para um nível de confiança de 97,5%.

A maior quantidade de erros cometidos para a categoria de participantes **inexperientes** deu-se devido a problemas na interface do jogo. Na Tarefa 3, todos os participantes iniciaram a tarefa com um machado na *mochila*.

No entanto, 7 (43,75%) participantes **inexperientes** não notaram a presença do machado na *mochila* e criaram uma cópia do item no *menu de criação*, cometendo um erro e comprometendo seu desempenho na tarefa. Apenas um participante **experiente** não notou a presença do machado na *mochila* e criou uma cópia do item, conforme descrito na análise do *número de erros cometidos* (ver Figura 26, p. 83).

Em suma, a mensuração de desempenho somente possibilitou a verificação de diferenças entre as duas categorias de participantes durante a execução da tarefa com o maior grau de dificuldade (Tarefa 3), em 3 dos 5 indicadores considerados. Tais diferenças decorreram de problemas existentes na interface com o usuário do jogo, mais especificamente no *menu de criação* e na *mochila*, os quais afetaram, principalmente, os participantes **inexperientes**.

5.4 Resultados da Sondagem da Satisfação

Esta seção é dividida em duas subseções. A primeira delas tratará dos resultados obtidos com a administração do QDPU, o instrumento destinado ao delineamento do perfil do participante, desenvolvido e utilizado antes da condução do ensaio de usabilidade.

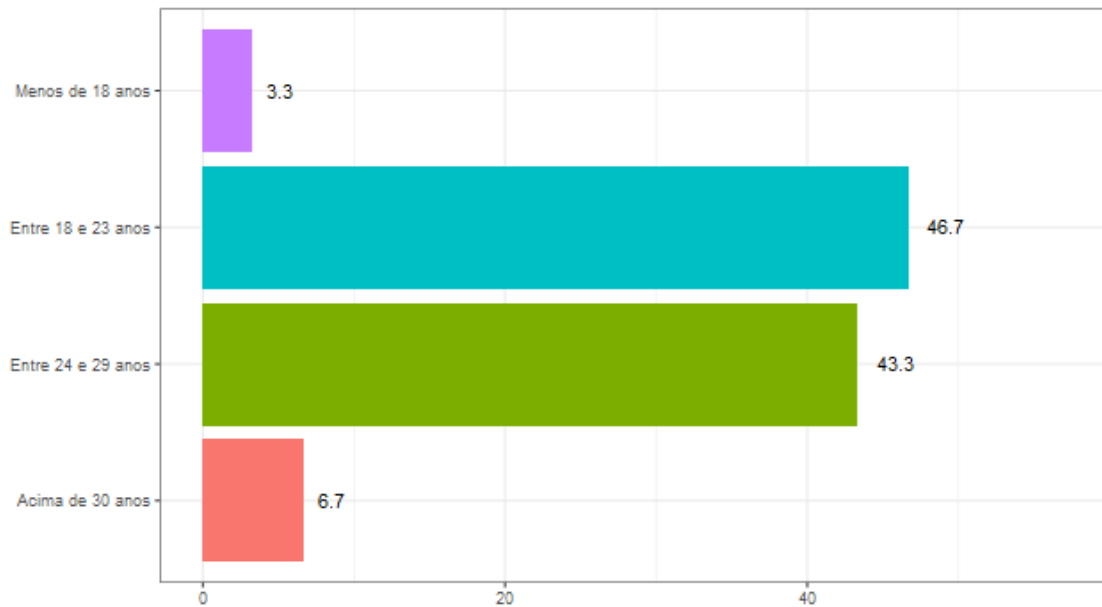
A segunda subseção, por sua vez, trata dos resultados obtidos com a administração do QASSU (ver Apêndice B), o instrumento de sondagem da satisfação subjetiva do participante, imediatamente após as sessões de teste de usabilidade do produto-alvo (associadas à mensuração de desempenho do usuário durante a interação com produto avaliado).

5.4.1 Resultados da Análise do QDPU

Conforme descrito no Capítulo 4 (Validação da Metodologia), os itens do QDPU objetivam a sondagem de características dos participantes das

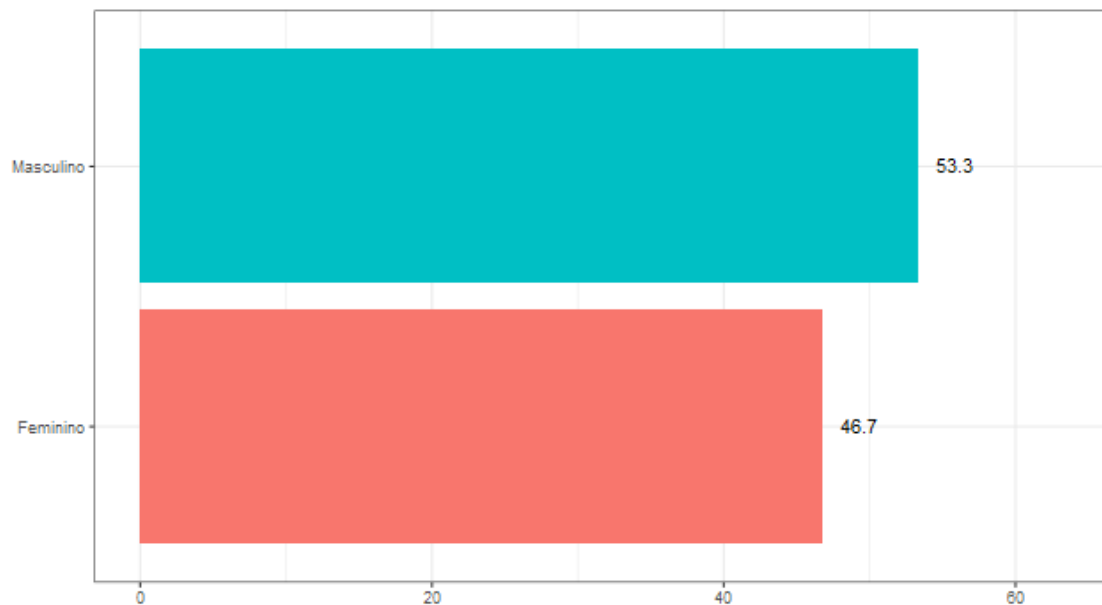
seguintes naturezas: (i) físicas; e (ii) relativas ao conhecimento e experiência. Os dados coletados por meio da administração do QDPU permitiram delinear o perfil dos participantes do processo de avaliação. As Figuras 31 a 41, ilustram as distribuições dos resultados do QDPU.

Figura 31 – Distribuição da faixa etária dos participantes



Fonte: Autoria própria

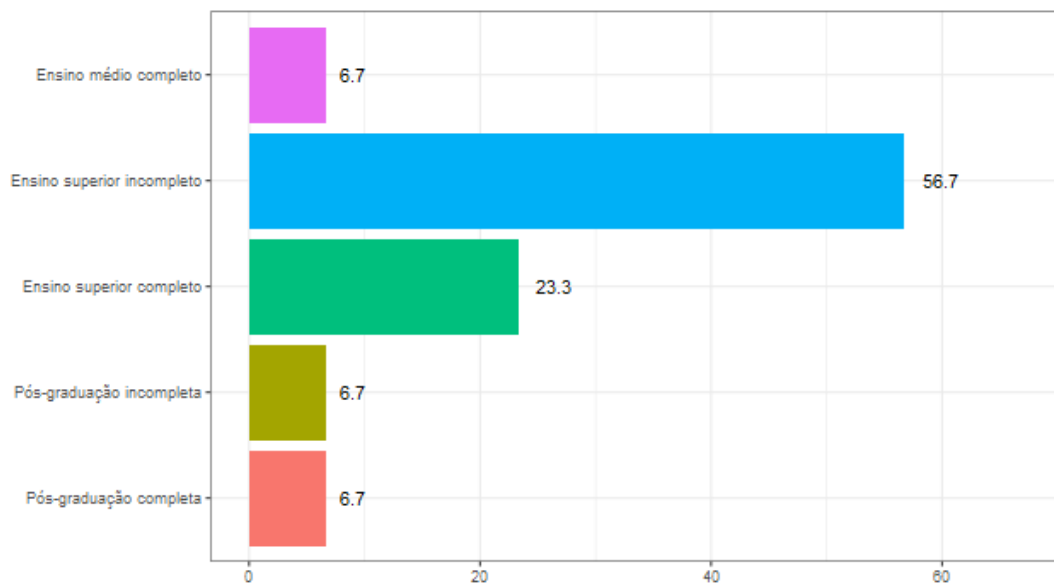
Figura 32 – Distribuição do gênero dos participantes



Fonte: Autoria própria

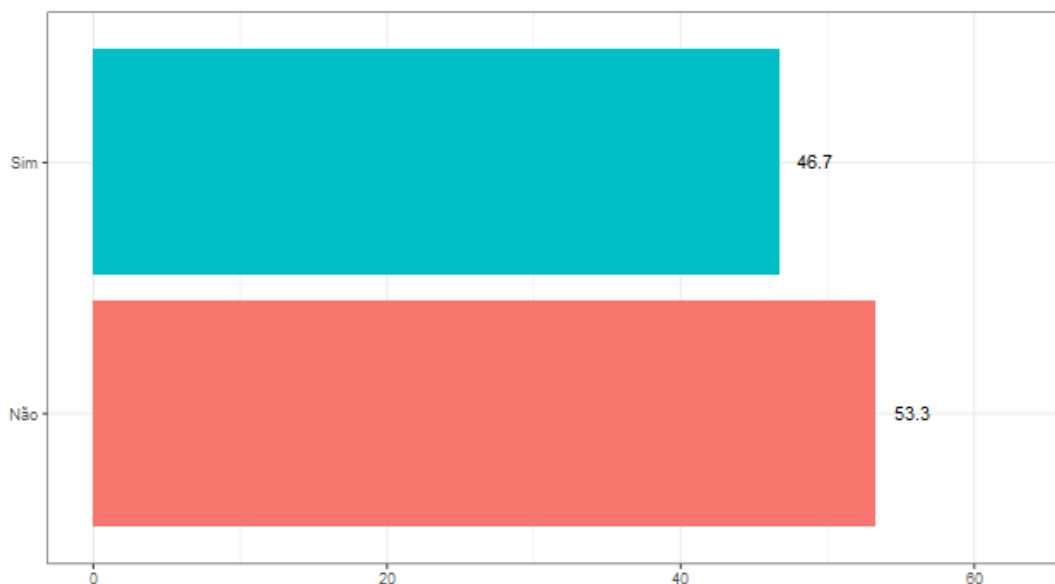
De acordo com as Figuras 31 e 32, observa-se que a maior parte dos participantes é do gênero masculino (53,3%), na faixa etária entre 18 e 23 anos. Quanto ao grau de instrução e o uso de corretivos visuais, conforme ilustrado nas Figuras 33 e 34, observa-se que a maioria dos participantes possui ensino superior incompleto (56,7%) e não faz uso de corretivos visuais (53,3%). Contudo, todos os participantes afirmaram conseguir ler a tela do computador sem dificuldades, sem a necessidade de lentes ou óculos.

Figura 33 – Distribuição do grau de instrução dos participantes



Fonte: Autoria própria

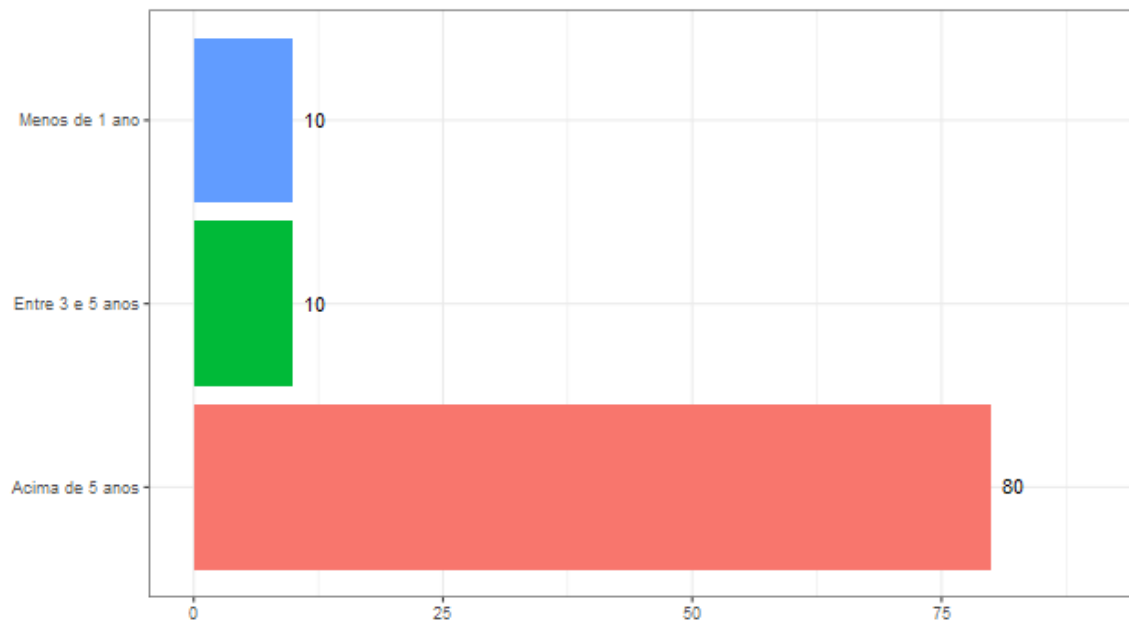
Figura 34 – Distribuição do uso de corretivos visuais dos participantes



Fonte: Autoria própria

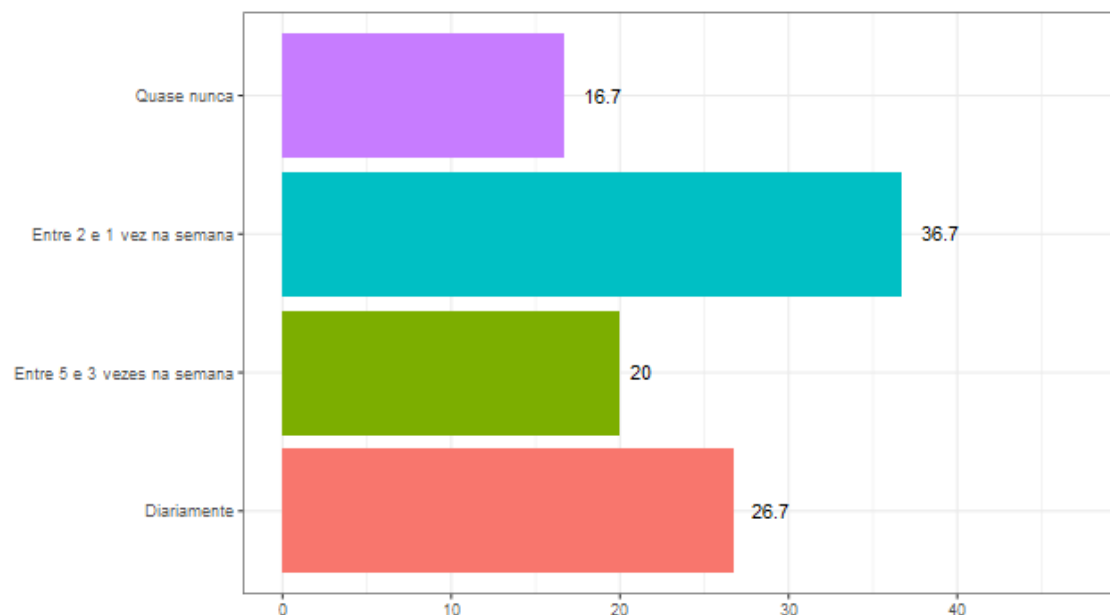
No tocante à experiência prévia com jogos digitais, conforme ilustrado nas Figuras 35 a 38, observou-se que a maioria dos participantes joga há mais de 5 anos (80%), entre 2 e 1 vez na semana (36,7%), em sessões entre 2 e 4 horas (53,3%), em um computador pessoal (53,3%).

Figura 35 – Distribuição do tempo de interação com jogos digitais



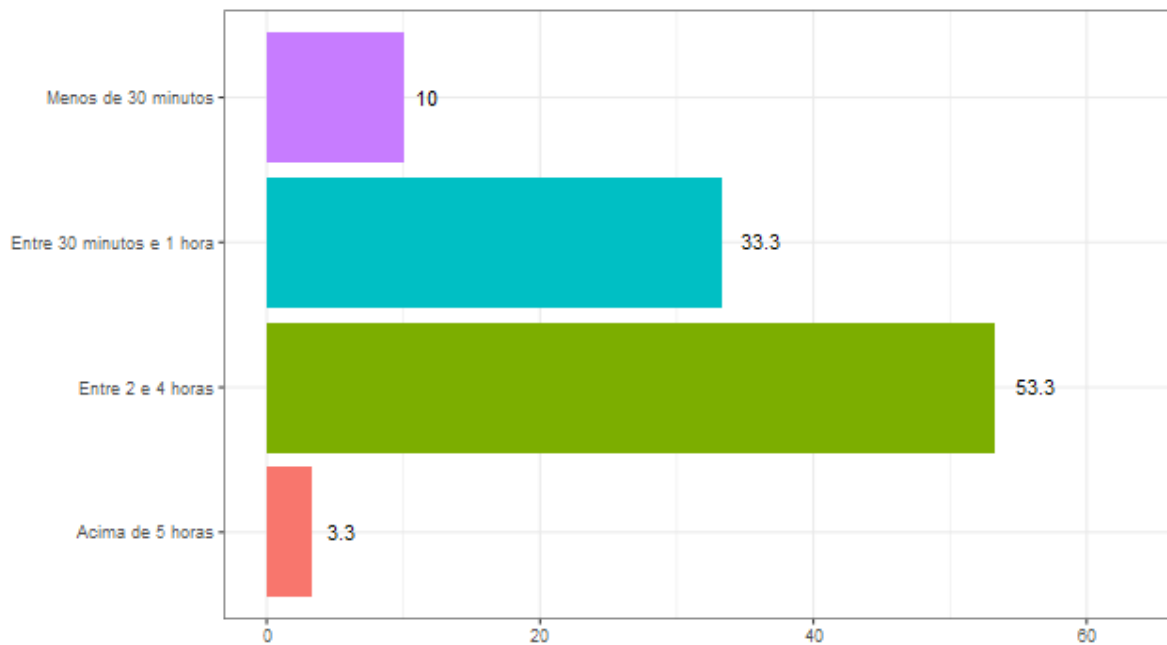
Fonte: Autoria própria

Figura 36 – Distribuição da frequência de interação com jogos digitais



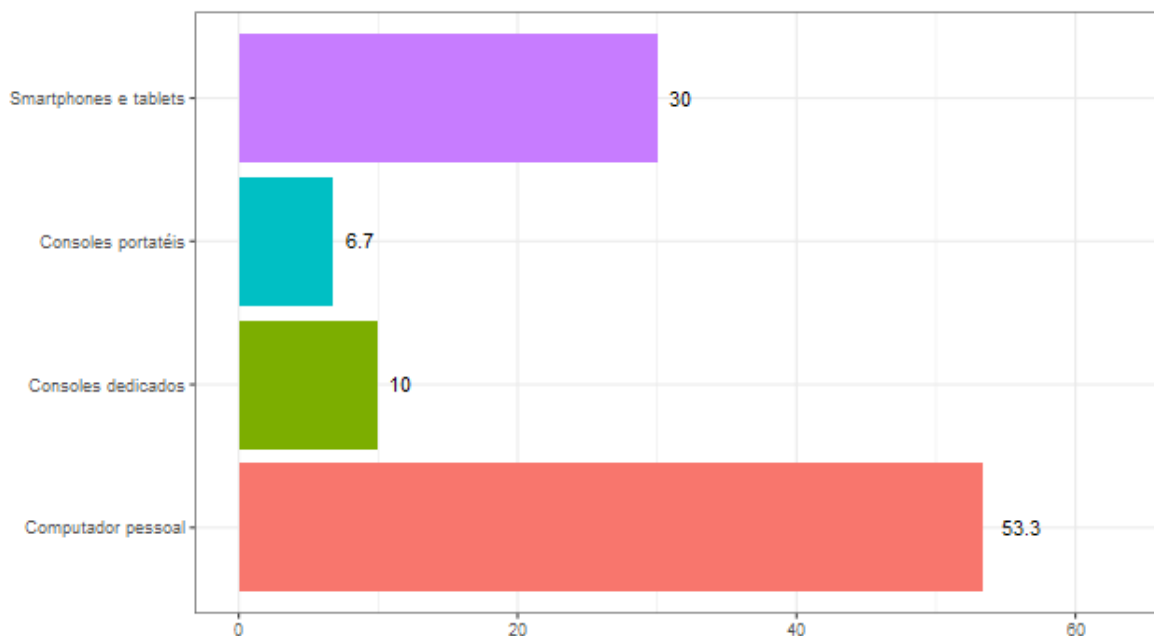
Fonte: Autoria própria

Figura 37 – Distribuição da duração da interação com jogos digitais



Fonte: Autoria própria

Figura 38 – Distribuição da plataforma mais utilizada para a interação com jogos digitais



Fonte: Autoria própria

Inicialmente, por meio das respostas associadas à experiência prévia dos participantes com jogos digitais, delimitaram-se as categorias a serem consideradas na presente pesquisa. No entanto, devido à inexistência de

participantes principiantes dentre aqueles que se voluntariaram para o ensaio, a maioria dos quais experientes (63,3%) e o restante intermediários (36,7%), decidiu-se considerar apenas a experiência dos participantes com o jogo *Don't Starve*.

Por fim, no que diz respeito à experiência prévia com *Don't Starve*, conforme ilustrado nas Figuras 39 a 41, verificou-se que a maioria dos participantes jogava há menos de um mês (53,3%), quase nunca (86,7%) e em sessões de poucos minutos (53,3%).

A partir das respostas associadas à experiência prévia dos participantes com o jogo *Don't Starve*, delimitou-se as categorias a serem consideradas na presente pesquisa. O cálculo do nível de experiência dos participantes se deu por meio da soma e normalização dos valores atribuídos a cada resposta (0 a 3) dos itens ilustrados nas Figuras 39 a 41.

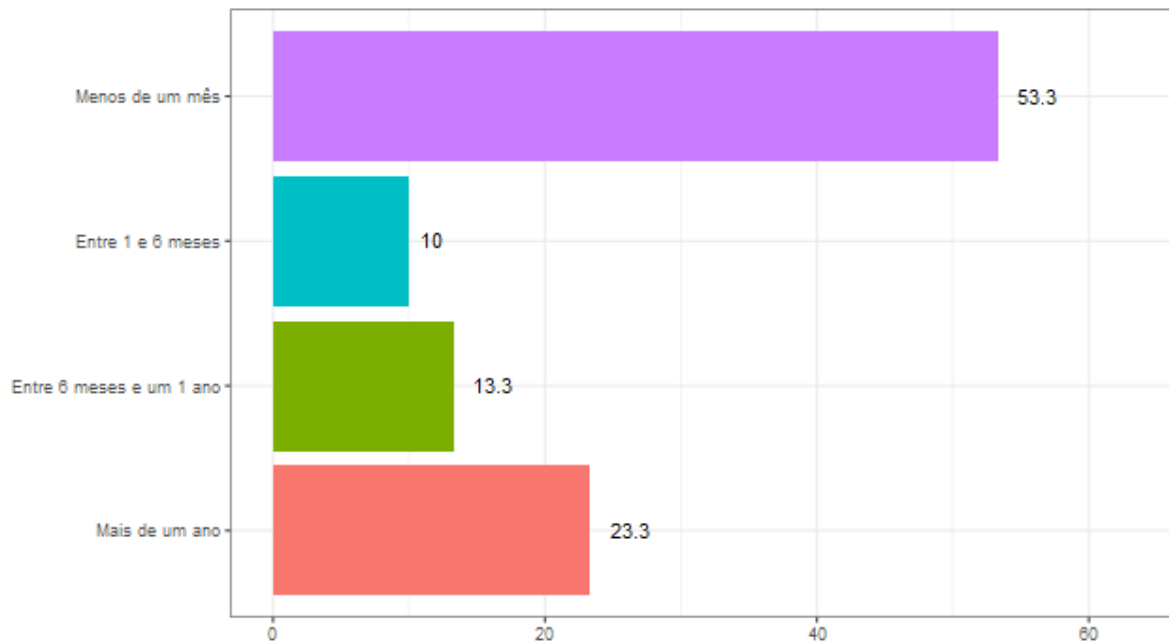
Inicialmente, dividiu-se os participantes em três categorias: (i) principiantes; (ii) intermediários; e (iii) experientes. No entanto, todos os participantes classificados como principiantes (53,3%), verbalizaram a afirmação de não haver tido conhecimento acerca da existência do jogo, durante a execução do teste.

Além deste fato, a estratificação da amostra em 3 categorias iria contar com uma categoria (experiente) com apenas 2 participantes.

Isto implicou o reagrupamento dos participantes em apenas dois subgrupos, assim categorizados: (i) **inexperientes**, aqueles sem contato prévio com o jogo *Don't Starve*; e (ii) **experientes**, aqueles que já interagiam previamente com o jogo *Don't Starve* e cujo grau de experiência equivalia àquele apresentado pelas categorias intermediário ou experiente da estratificação original.

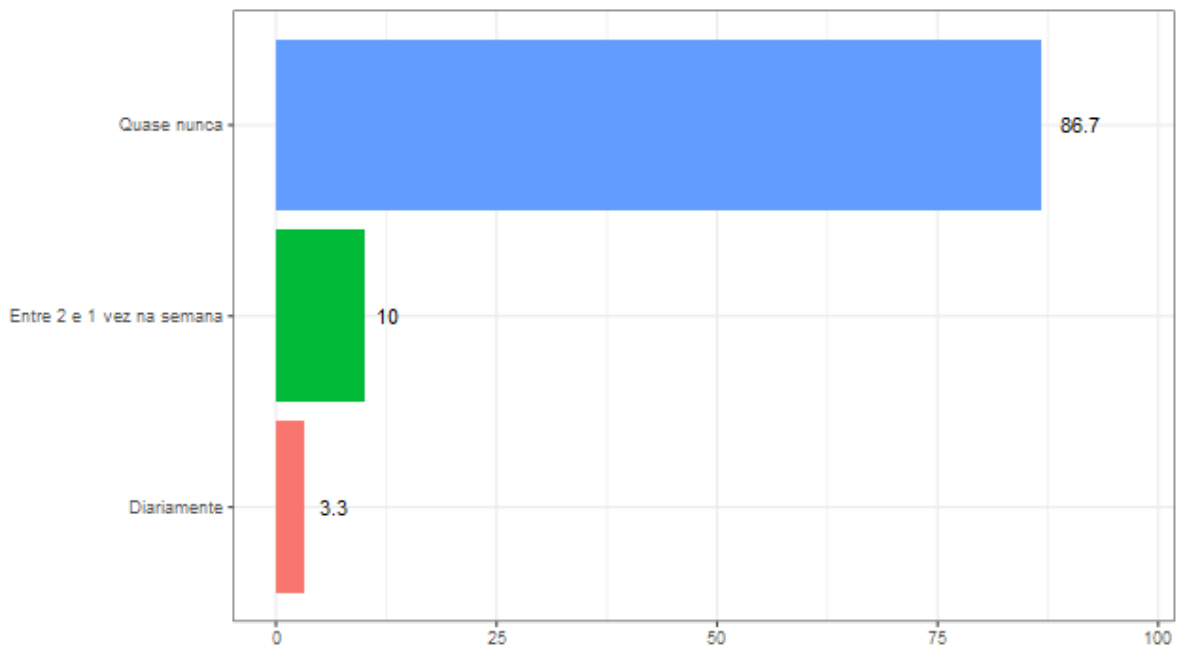
Por fim, a nova estratificação da amostra resultou na estruturação de duas categorias, com (i) **16** participantes **inexperientes** e (ii) **14** participantes **experientes**.

Figura 39 – Distribuição do tempo de interação com *Don't Starve*



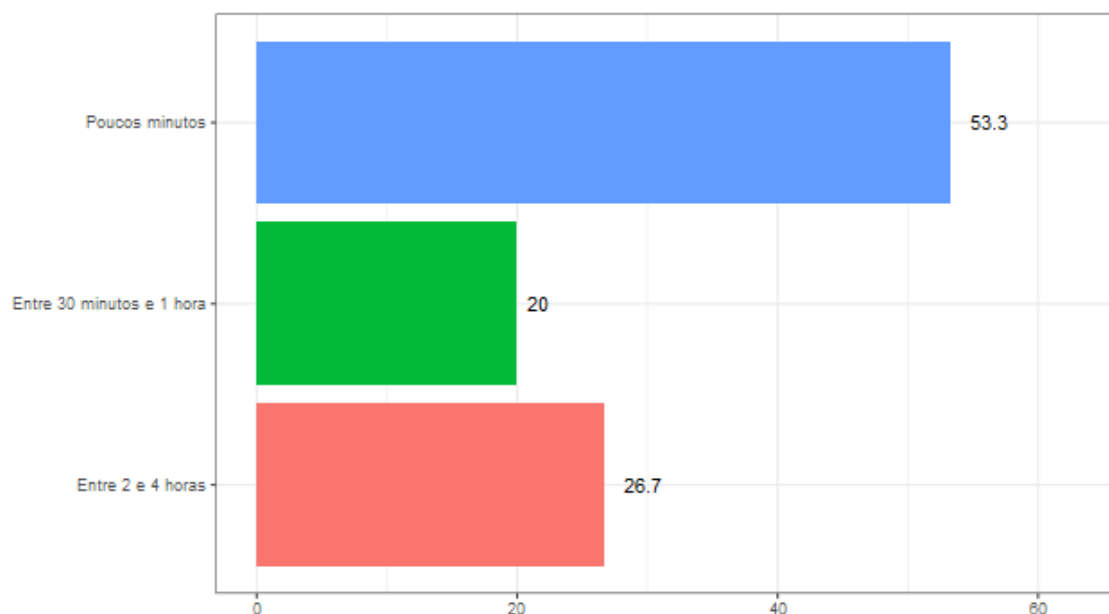
Fonte: Autoria própria

Figura 40 – Distribuição da frequência de interação com *Don't Starve*



Fonte: Autoria própria

Figura 41 – Distribuição da duração da interação com *Don't Starve*



Fonte: Autoria própria

Diante do que foi apresentado na presente subseção, no Quadro 14, ilustra-se o perfil típico da amostra coletada.

Quadro 14 – Perfil típico do universo amostral

Características físicas	
46,73%	têm entre 18 e 23 anos
53,33%	são do gênero masculino
56,77%	possuem ensino superior incompleto
46,77%	fazem uso de corretivos visuais
Experiência e frequência de uso de jogos digitais	
80,00%	jogam a mais de 5 anos
36,77%	jogam entre 2 e 1 vez na semana
53,33%	jogam entre 2 e 4 horas por dia
53,33%	jogam em computadores
Experiência e frequência de uso de <i>Don't Starve</i>	
53,33%	jogam <i>Don't Starve</i> a menos de um mês
86,77%	jogam <i>Don't Starve</i> quase nunca
53,33%	jogam <i>Don't Starve</i> por poucos minutos

Fonte: Autoria própria

O perfil delineado nesta pesquisa corresponde ao perfil típico dos estudantes do centro de engenharia elétrica e informática, visto que a coleta de dados se limitou a recrutar estudantes da UFCG devido a pandemia¹⁵.

5.4.2 Resultados da Análise do QASSU

O QASSU (ver Apêndice B) contém duas seções, compostas por uma série de questões cujo objetivo é avaliar a opinião e a satisfação subjetiva do usuário. Ao todo, foram elaboradas 21 questões, assim estruturadas: (i) a primeira seção, **Uso e navegação**, contém 13 questões relativas ao uso, comunicação e navegação pelos elementos interativos da interface do jogo; e (ii) a segunda seção, **Você e Don't Starve**, contém 8 questões relativas às opiniões do usuário e sua satisfação com relação ao jogo.

Cada questão está associada a escala de Likert de 5 pontos, contendo âncoras semânticas distintas para cada seção. Na seção **Uso e navegação**, foram definidas as âncoras: (i) Muito difícil; (ii) Difícil; (iii) Nem fácil e nem difícil; (iv) Fácil; e (v) Muito fácil. Por outro lado, na seção **Você e Don't Starve**, utilizaram-se as âncoras: (i) Discordo totalmente; (ii) Discordo parcialmente; (iii) Nem discordo e nem concordo; (iv) Concordo parcialmente; e (v) Concordo totalmente.

Além disso, a cada questão também está associada uma escala de 11 pontos, variável de 0 a 10, segundo a qual o participante pontua a importância do item para a tarefa realizada, possibilitando a ponderação de cada resposta na computação de um índice da satisfação global quanto ao produto.

Desta maneira, em ambas as seções, as pontuações variaram de -2 a 2, das âncoras mais negativas (Muito difícil e Discordo totalmente) às mais positivas (Muito fácil e Concordo totalmente). Na Tabela 5, que abrange a primeira seção do questionário (**Uso e navegação**), é possível observar um sumário das respostas percentuais dos participantes.

¹⁵ Houve a tentativa de realizar o recrutamento de estudantes do curso de Jogos Digitais da Unifacisa. No entanto, não houve retorno por parte da coordenação do curso de jogos digitais, após a tentativa de contato por e-mail.

Com o propósito de aproveitar melhor a largura útil da página, na Tabela 5, as âncoras semânticas foram abreviadas como segue: (i) MF (Muito fácil); (ii) F (Fácil); (iii) FD (Nem fácil e nem difícil); (iv) D (Difícil); e (v) MD (Muito difícil). Na Tabela 5, observa-se que a maioria das respostas (44,1%) se concentrou na âncora semântica Fácil (F). No total, apenas 36% da amostra chegou a utilizar as âncoras semânticas Difícil ou Muito difícil.

Tabela 5 – Respostas percentuais da primeira seção do QASSU

Aspecto	Respostas percentuais				
	MD	D	FD	F	MF
1	0,00	0,00	46,70	40,00	13,30
2	0,00	0,00	20,00	63,30	16,70
3	0,00	0,00	33,30	46,70	20,00
4	3,30	10,00	33,30	36,70	16,70
5	0,00	3,30	16,70	50,00	30,00
6	0,00	3,30	40,00	40,00	16,70
7	0,00	13,30	20,00	56,70	10,00
8	0,00	0,00	26,70	46,70	26,70
9	0,00	10,00	46,70	33,30	10,00
10	3,30	6,70	26,70	43,30	20,00
11	3,30	3,30	13,30	53,30	26,70
12	0,00	10,00	33,30	33,30	23,30
13	0,00	0,00	10,00	30,00	60,00

Fonte: Autoria própria

Calculando-se a média das pontuações atribuídas a cada aspecto têm-se que a busca de recursos para criação de um item no *menu de criação* é o aspecto com a pior pontuação ($\bar{x} = 0,43$; $s = 0,8$)¹⁶, sendo julgado pelos participantes, como o aspecto do jogo de maior dificuldade de execução.

¹⁶ Notação referente à média e desvio padrão amostrais, em contraponto com a notação referente à média e desvio padrão populacionais (GRAVETTER; WALLNAU, 2016 HOGG *et al.*, 2015; MARTIN; BRIDGMON, 2012).

Por outro lado, a visualização do *status* de saúde do personagem foi o aspecto que obteve a melhor pontuação ($\bar{x} = 1,5$; $s = 0,7$), sendo julgado pelos participantes como o aspecto do jogo menos difícil de executar.

Na Tabela 6, resumam-se as respostas percentuais dos participantes, referentes à segunda seção do questionário (**Você e Don't Starve**). A maior parte das respostas concentrou-se na âncora semântica Concordo parcialmente (44,6%). Isso permite inferir que, de um modo geral, os participantes consideraram o uso do jogo agradável.

Com o propósito de aproveitar melhor a largura útil da página, na Tabela 6, as âncoras semânticas foram abreviadas como segue: (i) DT (Discordo totalmente); (ii) D (Discordo parcialmente); (iii) CD (Nem concordo e nem discordo); (iv) C (Concordo parcialmente); e (v) CT (Concordo totalmente).

Tabela 6 – Respostas percentuais da segunda seção do QASSU

Aspecto	Respostas percentuais				
	DT	D	CD	C	CT
1	0,00	13,40	43,30	43,30	0,00
2	3,30	6,70	13,30	60,00	16,70
3	3,30	13,30	30,00	36,70	16,70
4	0,00	6,60	16,70	56,70	20,00
5	0,00	13,40	13,30	40,00	33,30
6	13,30	13,30	33,40	30,00	10,00
7	0,00	6,60	6,70	50,00	36,70
8	6,70	0,00	13,30	40,00	40,00

Fonte: Autoria própria

Conforme anteriormente ressaltado em vários trechos deste documento, o QASSU (ver Apêndice B) elaborado para esta pesquisa foi adaptado do questionário homônimo proposto por Costa (2017), a partir do qual se computa um índice de satisfação subjetiva para cada respondente. A partir das escalas de 5 (opinião) e 11 (importância) pontos utilizados, a computação do índice de satisfação subjetiva adota o modelo de 5 pontos

proposto por Oliveira (2005), por sua vez adaptado do modelo de 7 pontos originalmente proposto por Bayley e Pearson (1983)¹⁷.

Assim sendo, o modelo descrito por Oliveira (2005) estratifica a satisfação subjetiva em 5 intervalos, conforme especificados na Tabela 7.

Tabela 7 – Intervalos de satisfação subjetiva conforme Oliveira (2005)

Intervalo	Descrição
0,51 a 1,00	Totalmente satisfeito
0,01 a 0,50	Parcialmente satisfeito
0	Neutro
-0,01 a -0,50	Parcialmente insatisfeito
-0,51 a -1,00	Totalmente insatisfeito

Fonte: Adaptado de Oliveira (2005)

Utilizando-se como base o modelo de 5 pontos ilustrado na Tabela 7, na Tabela 8, apresenta-se a distribuição dos índices de satisfação dos participantes **inexperientes** e **experientes**, de acordo com sua pontuação normalizada.

Tabela 8 – Distribuição dos índices de satisfação subjetiva da amostra

Inexperiente	Experiente	Intervalo	Descrição
2	2	0,51 a 1,00	Totalmente satisfeito
14	10	0,01 a 0,50	Parcialmente satisfeito
0	0	0	Neutro
0	2	-0,01 a -0,50	Parcialmente insatisfeito
0	0	-0,51 a -1,00	Totalmente insatisfeito

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 8, observa-se que, para 24 participantes (80%), os índices de satisfação concentraram-se no intervalo de 0,01 a 0,50, o que possibilita o diagnóstico da interface com o usuário para o jogo *Don't Starve* parcialmente satisfatória. É importante ressaltar que não foram registrados

¹⁷ Os autores utilizaram escalas de Likert de 7 pontos em sua pesquisa.

índices na faixa -0,51 a -1,00 (*totalmente insatisfeito*) e que apenas 2 participantes **experientes** (6,6%) se mostraram *parcialmente insatisfeitos*.

Na Tabela 9, apresentam-se os índices de satisfação subjetiva médios associados a cada categoria considerada. Observa-se que ambas as categorias obtiveram valores médios próximos, o que os associa ao intervalo 0,01 a 0,50, *i.e.*, *parcialmente satisfeito*.

Tabela 9 – Sumário dos índices médios de satisfação subjetiva da amostra

Categoria	Índice médio de satisfação	Descrição
Inexperiente	0,38	Parcialmente Satisfeito
Experiente	0,33	Parcialmente Satisfeito

Fonte: A autoria própria

No entanto, é válido ressaltar quais as questões em que se registrou as menores médias. Na Questão 19 registrou-se a menor pontuação média para os participantes de ambas as categorias (ver Apêndice B), -0,36 para os **inexperientes** e -0,14 para os **experientes**.

A Questão 19 diz respeito à necessidade de um modo de ajuda em *Don't Starve*. A baixa média registrada em ambas as categorias de participantes significa que os participantes sentem falta de um modo de ajuda no jogo, em especial os participantes **inexperientes**.

De maneira semelhante e com o mesmo propósito do processamento estatístico a que foram submetidos os dados obtidos via mensuração de desempenho, os dados coletados por meio do QASSU também foram estatisticamente processados. Assim sendo, realizou-se inicialmente o teste de normalidade *Shapiro-Wilk*.

No Quadro 15, sumarizam-se os resultados do teste, divididos por categoria. As respostas das questões associadas às células que contém quadrados vermelhos, não seguem uma distribuição normal, enquanto as

respostas das questões associadas às células que contém quadrados verdes, seguem uma distribuição normal.

Quadro 15 – Resultados do teste *Shapiro-Wilk*

Categoria					
Inexperiente			Experiente		
Q1	Q8	Q15	Q1	Q8	Q15
■	■	■	■	■	■
Q2	Q9	Q16	Q2	Q9	Q16
■	■	■	■	■	■
Q3	Q10	Q17	Q3	Q10	Q17
■	■	■	■	■	■
Q4	Q11	Q18	Q4	Q11	Q18
■	■	■	■	■	■
Q5	Q12	Q19	Q5	Q12	Q19
■	■	■	■	■	■
Q6	Q13	Q20	Q6	Q13	Q20
■	■	■	■	■	■
Q7	Q14	Q21	Q7	Q14	Q21
■	■	■	■	■	■

Fonte: Autoria própria

Observa-se que as sequências de dados associadas às respostas das questões 4, 5, 8, 10, 16, 18, 19 e 21 seguem uma distribuição normal (para ambas as categorias de participantes). Portanto, nessas sequências de dados administrou-se o *Teste T* de Student. Enquanto nas demais sequências, administrou-se *Teste U* de *Mann-Whitney*. Na Tabela 10, sumarizam-se os resultados dos testes, de modo que cada célula representa a medida do *p-valor* para um nível de confiança de 97,5%.

Tabela 10 – Resultados dos testes de média ($\alpha = 0,025$)

Questões do QASSU						
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
0,32	0,13	0,84	0,41	0,23	0,93	0,14
Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14
0,04	0,19	0,81	0,24	0,93	0,43	0,65
Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21
0,00	0,83	0,16	0,88	0,49	0,52	0,56

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 10, destacou-se com um fundo vermelho a célula correspondente à única questão em que a diferença entre as respostas das duas categorias de participantes é estatisticamente significativa, para o nível adotado ($\alpha = 0,025$). Portanto, rejeitou-se a hipótese nula para a sequência de dados associada às respostas da Questão 15. Assim, evidenciou-se uma diferença significativa entre as respostas de participantes **inexperientes** e **experientes** apenas para a Questão 15 do QASSU.

A Questão 15 diz respeito à opinião dos participantes acerca do quão clara e intuitiva é a interface do jogo. Para esse item as pontuações médias dos participantes **inexperientes** e **experientes** foram 0,32 e 1,04, respectivamente. Pode-se afirmar que os participantes **inexperientes** acham a interface do jogo menos intuitiva que os participantes **experientes**.

Isto corrobora o efeito produzido pela rejeição da Heurística 3 do Quadro 10 (ver Subseção 5.2), o que permite inferir que os menus do jogo não são intuitivos ou de significado óbvio principalmente para os participantes **inexperientes**.

5.5 Resultados do Rastreamento Ocular

Nesta seção, serão apresentados, por meio de 2 subseções, os resultados obtidos a partir da mensuração do rastreamento ocular dos participantes durante a interação com o jogo-alvo, obtidos a partir das análises preliminar e estatística dos indicadores coletados.

5.5.1 Análise Preliminar dos Indicadores de Rastreamento Ocular

Conforme descrito no Capítulo 2 (Revisão da Literatura), as fixações são movimentos oculares que indicam a estabilização do olhar de indivíduos sobre um objeto de interesse. Portanto, para a análise do comportamento ocular dos participantes, agruparam-se em fixações os dados oculares brutos obtidos a partir do rastreador ocular.

Na Tabela 11, apresenta-se uma visão geral dos valores mínimos e máximos associados aos indicadores de rastreamento ocular definidos no Capítulo 3 (Metodologia), coletados durante as sessões de teste.

Com o propósito de aproveitar melhor a largura útil da página, na Tabela 11, os indicadores de rastreamento ocular dos participantes foram abreviados como segue: (i) **NF** (*número de fixações*); (ii) **TP** (*tempo de permanência nas AOI*); (iii) **DMF** (*duração média de fixação*); e (iv) **NT** (*número de transições entre AOI*). Também se abreviou as colunas *Máximo* e *Mínimo* para *Max* e *Min*, respectivamente.

A escolha dos indicadores de comportamento ocular não objetivou apenas a descoberta de resultados que corroborassem os resultados associados aos indicadores de desempenho (ver Subseção 5.3) ou à avaliação heurística (ver Subseção 5.2), mas também a investigação de diferenças no modo de processamento das informações visuais, da carga cognitiva exercida e da distribuição da atenção visual de ambas as categorias consideradas de participantes durante a interação com o produto-alvo.

Tabela 11 – Máximos e mínimos obtidos a partir do rastreamento ocular

Tarefa	Inexperiente					Experiente				
	Valor	NF	TP	DMF	NT	Valor	NF	TP	DMF	NT
T1A	Max	205,00	50,41	0,29	99,00	Max	314,00	82,92	0,28	178,00
	Min	49,00	13,12	0,23	30,00	Min	54,00	17,15	0,22	39,00
T1B	Max	235,00	59,85	0,27	130,00	Max	291,00	62,02	0,28	216,00
	Min	56,00	14,13	0,23	38,00	Min	103,00	24,64	0,20	46,00
T2	Max	491,00	117,22	0,27	306,00	Max	535,00	119,53	0,26	335,00
	Min	100,00	24,21	0,21	78,00	Min	79,00	23,19	0,18	45,00
T3	Max	420,00	100,26	0,29	263,00	Max	299,00	80,43	0,31	187,00
	Min	163,00	42,83	0,23	77,00	Min	73,00	19,45	0,25	44,00
T4	Max	1020,00	253,33	0,29	714,00	Max	1150,00	308,39	0,29	649,00
	Min	273,00	73,92	0,21	184,00	Min	292,00	65,61	0,23	217,00

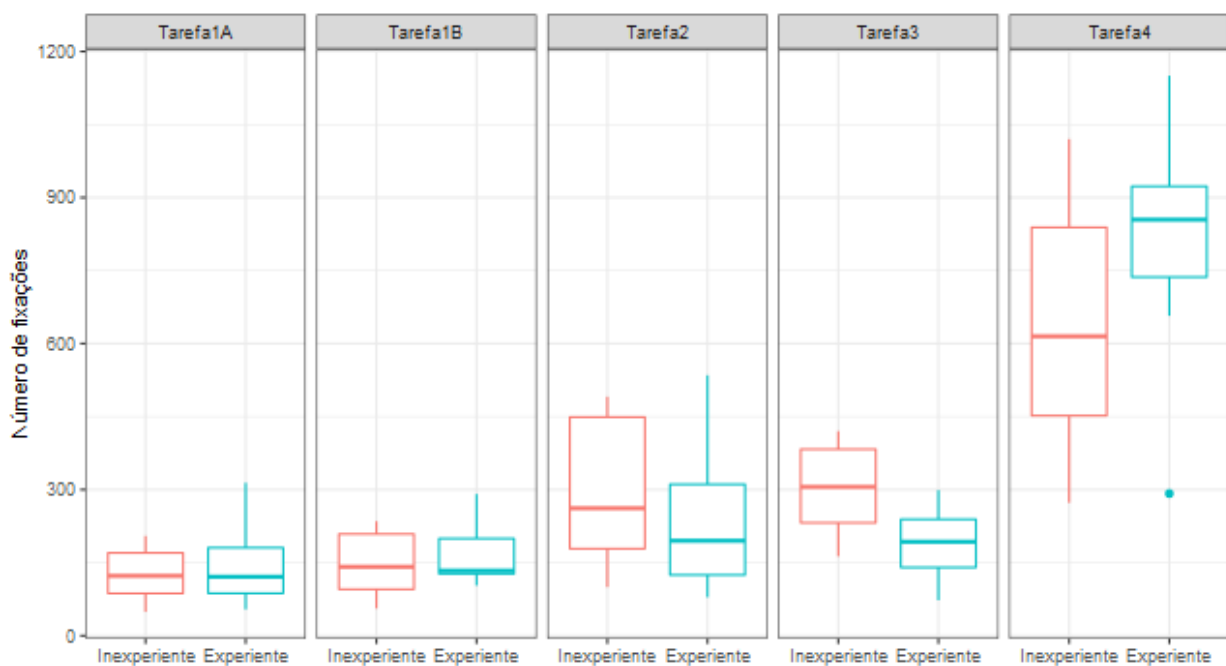
Fonte: Autoria própria

Na Tabela 11, observa-se que as maiores diferenças entre os valores máximos e mínimos associados ao *número de fixações* dos participantes **inexperientes** e **experientes**, estão associados à Tarefa 3. Na Figura 42, observa-se que o menor número de fixações da Tarefa 4 é um *outlier* associado ao mesmo participante cujos dados gerou o *outlier* da Figura 25 (p. 81).

Observa-se que, nas Tarefas 1A e 1B as medianas pertencentes às distribuições de ambas as categorias de participantes assumem valores iguais. No entanto, nas tarefas seguintes, as diferenças entre as medianas das distribuições dos participantes **inexperientes** e **experientes** crescem. Nas Tarefas 2 e 3, os participantes **experientes** apresentam números menores de fixações (medianas menores) do que os participantes **inexperientes**, por executarem as tarefas mais rapidamente (ver Figura 25, p. 81).

Por outro lado, ocorre o inverso na Tarefa 4, de modo que a mediana da distribuição dos participantes **experientes** permite inferir que, ao menos 50% dos participantes desta categoria, tiveram maior *número de fixações* que os participantes **inexperientes**. Isso ocorreu devido à porcentagem de conclusão da Tarefa 4 ter sido mais alta para a categoria **experiente** (92,8%) do que para a categoria **inexperiente** (43,7%), o que significa que mais participantes **experientes** sobreviveram até o final da tarefa e conseqüentemente, tiveram tempos de execução maiores.

Figura 42 – Distribuição do número de fixações por tarefa

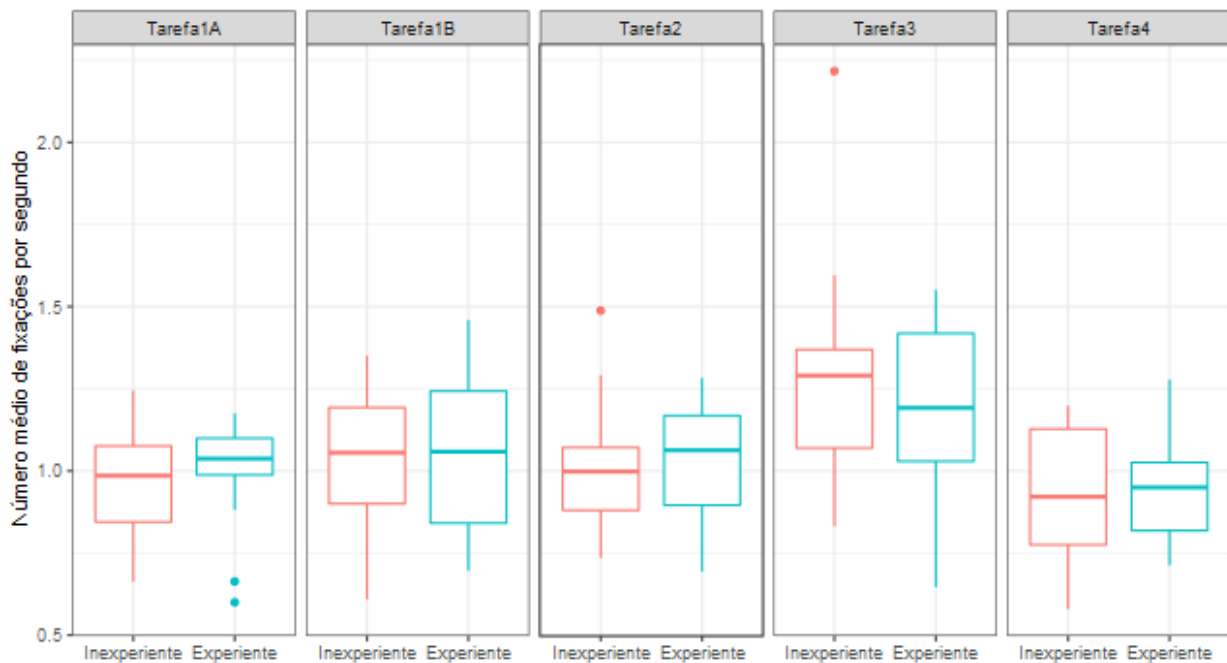


Fonte: Autoria própria

No entanto, na Figura 43, a qual contém a representação do número médio de fixações por segundo por tarefa, observa-se que as medianas das distribuições do número médio de fixações, dos participantes **experientes** e **inexperientes** assumem valores semelhantes na maioria das tarefas.

Apesar de os participantes **inexperientes** terem despendido mais tempo para concluir a Tarefa 2 (ver Figura 25, p. 81), por exemplo, a semelhança nos valores das medianas das distribuições do número médio de fixações por segundo permite inferir um esforço cognitivo semelhante àquele associado aos participantes **experientes**.

Figura 43 – Número médio de fixações por segundo por tarefa



Fonte: Autoria própria

No entanto, na Tarefa 3, observa-se a maior discriminação das medianas das distribuições do número médio de fixações por segundo das categorias de participantes. Isso permite inferir menor esforço cognitivo exercido pelos participantes **inexperientes** nesta tarefa, fato que poderia estar relacionado aos maiores *tempos de execução* (TE) (ver Figura 25, p. 81).

No entanto, o valor do coeficiente de correlação entre o *tempo de execução* e o número médio de fixações por segundo dos participantes **inexperientes**, na Tarefa 3 ($r = -0,23$), permite afirmar que o esforço cognitivo empregado por estes participantes não está necessariamente relacionado ao *tempo de execução* da Tarefa 3.

Nas Tarefas 2 e 3, os *outliers* presentes são provenientes dos participantes **inexperientes** que empregaram o menor esforço cognitivo de sua categoria. Por outro lado, Na Tarefa 1A, os *outliers* causados pela categoria **experiente** pertencem aos participantes para os quais se registrou o menor número médio de fixações por segundo e alguns dos menores *tempos de execução* desta Tarefa.

No que diz respeito ao *tempo de permanência nas AOI*, os dados sumariados na Tabela 11 (p. 111) dão a entender, à primeira vista, que há diferenças entre os valores máximos e mínimos registrados nas duas categorias de participantes, especialmente nas Tarefa 1A, 3 e 4.

No entanto, conforme ilustrado na Figura 44, o valor máximo associado aos participantes **experientes** na Tarefa 1A representa um *outlier*, proveniente do mesmo participante mencionado na análise dos tempos de execução (ver Figura 25, p. 81), o único a não concluir essa tarefa em específico.

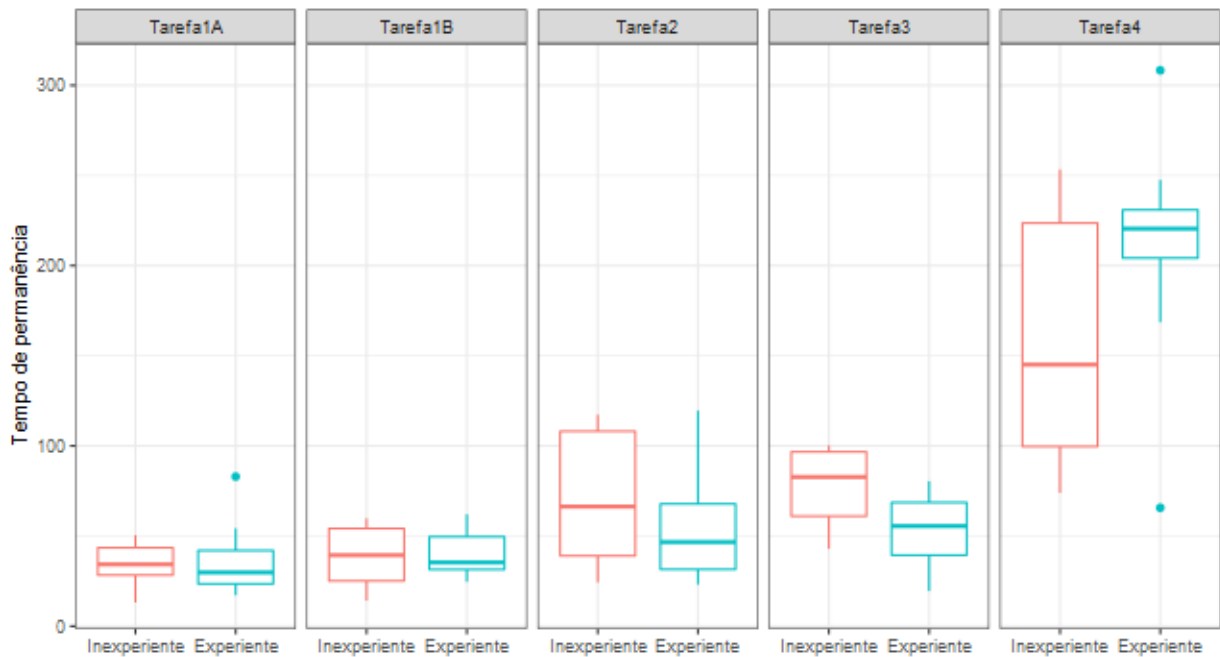
Na Tarefa 4, o *outlier* superior é proveniente do Participante 7, mencionado anteriormente na análise preliminar da mensuração de desempenho (ver Subseção 5.3.1). Apesar de ter concluído a Tarefa 4 em um intervalo de tempo equivalente (900 s) àquele despendido pelos demais participantes, o tempo de permanência do Participante 7 nas AOI foi bastante elevado.

Neste sentido, chama a atenção o fato de o Participante 7 ter sido o único cujo maior tempo de permanência em uma AOI foi registrado na AOI *inventário*. Isto permite inferir que o *inventário* foi o menu com o qual o referido participante mais interagiu, e aquele em que ocorreu a maior parte de seu processamento visual de informações durante a execução da Tarefa 4.

Ainda no tocante à Figura 44, observa-se que, conforme o crescimento do grau de dificuldade na execução das tarefas, com exceção da Tarefa 4, registra-se o crescimento da diferença entre os *tempos de permanência nas AOI*, para ambas as categorias de participantes.

Também se observa que, nas Tarefas 2 e 4, registra-se maior variabilidade nos tempos de permanência nas AOI para os participantes **inexperientes**, em comparação aos participantes **experientes**.

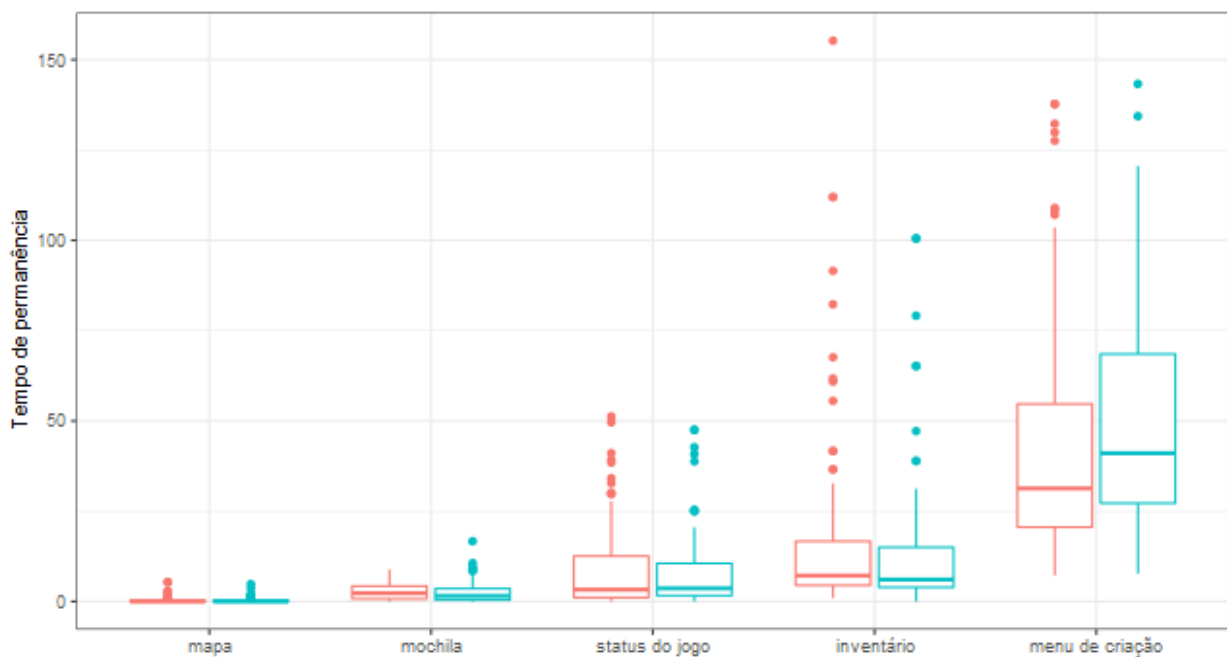
Figura 44 – Distribuição do tempo de permanência (s) nas AOI por tarefa



Fonte: Autoria própria

É necessário compreender o comportamento do tempo de permanência dos participantes em cada AOI. Portanto, na Figura 45, ilustra-se o tempo de permanência do olhar dos participantes em cada uma das AOI definidas.

Figura 45 – Distribuição do tempo de permanência (s) por AOI



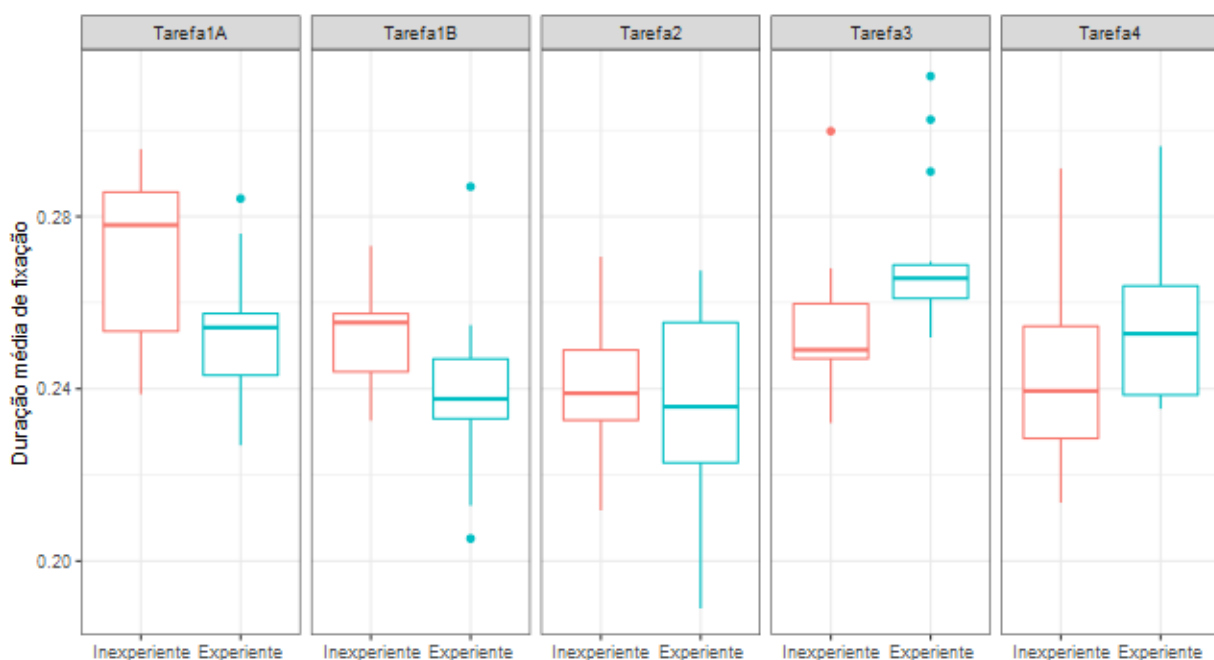
Fonte: Autoria própria

Na Figura 45, observa-se que a maior parte do processamento de informações ocorre no *menu de criação*, o que faz sentido, visto que é nesta AOI em que ocorre a criação de objetos e as consultas à ajuda. Portanto, trata-se da AOI com a qual os participantes mais interagem, o que implica maior tempo de permanência nesse item, independentemente de seu nível de experiência

No tocante à *duração média de fixação*, os dados contidos na Tabela 11 (p. 111) permitem inferir a inexistência de diferenças entre os valores máximos ou mínimos dos participantes de ambas as categorias, com exceção dos valores associados à Tarefa 3, para a qual os participantes **experientes** exibem o maior máximo.

No entanto, a Figura 46 permite verificar que 3 dos valores máximos associados aos participantes **experientes** estão associados a *outliers*, para cujos participantes registrou-se uma *duração média de fixação* fora da faixa de valores da distribuição. Adicionalmente, observa-se que não há um padrão de crescimento ou decrescimento claro na mediana das distribuições, conforme o andamento do processo de execução das tarefas propostas. A *duração média de fixação* oscilou entre 0,2 e 0,3 segundos, com algumas exceções em cada tarefa.

Figura 46 – Distribuição da duração média de fixação (s) por tarefa



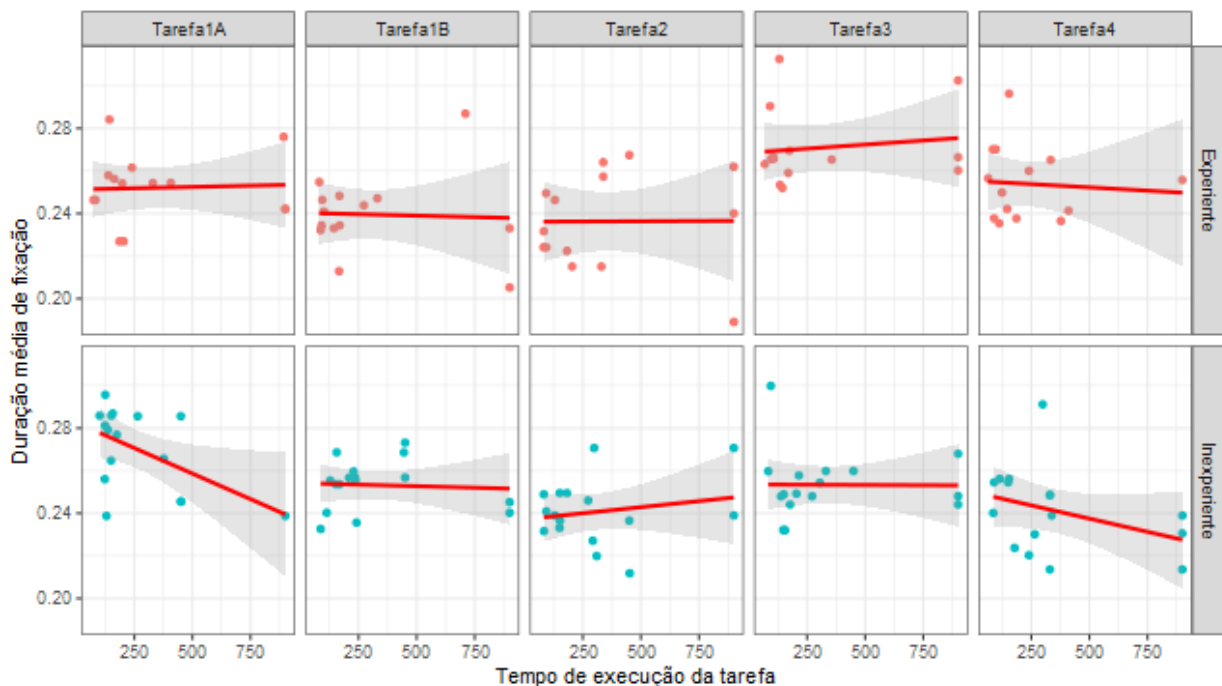
Fonte: Autoria própria

No entanto, conforme ressaltado por Duchowski (2017), a *duração média de fixação* está associada à carga cognitiva, de modo que fixações mais longas podem implicar um aumento da carga cognitiva dos participantes. Portanto, nas Tarefas 1A e 1B, a carga cognitiva dos participantes **inexperientes** foi superior à carga dos participantes **experientes**.

Por outro lado, nas Tarefas 3 e 4, a carga cognitiva exercida pelos participantes **experientes** foi superior à carga dos participantes **inexperientes**, o que permite inferir a existência de uma relação entre a carga cognitiva exercida por um participante e sua chance de sucesso na conclusão de uma tarefa. Tal sugestão é reforçada pelo fato de que os participantes **experientes** cometeram menos erros e concluíram mais tarefas com sucesso que os participantes **inexperientes**.

Na Figura 47, é ilustrado o comportamento da duração média de fixação em função do tempo de execução das tarefas.

Figura 47 – Duração média de fixação em função do tempo de execução da tarefa



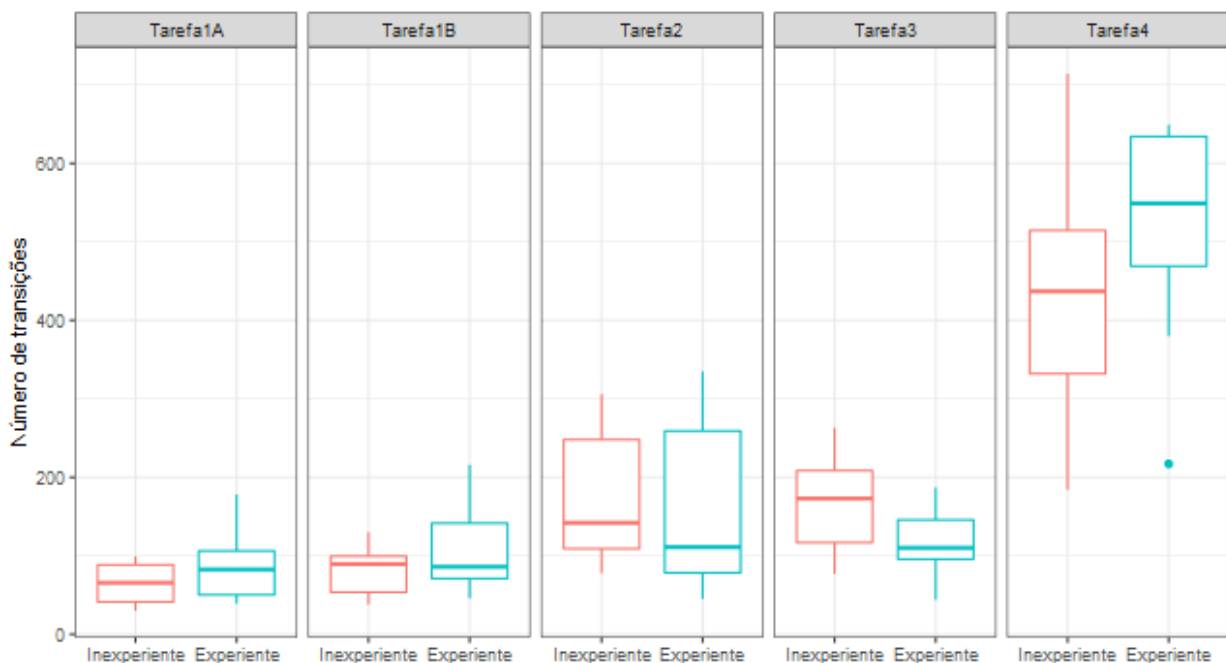
Fonte: Autoria própria

Nas Tarefas 1A e 4, observa-se que para a categoria **inexperiente**, os maiores *tempos de execução* registrados na execução destas tarefas estão associados às menores durações médias de fixação. Isto permite inferir que a carga cognitiva relativa à execução destas tarefas tendeu a diminuir para os participantes **inexperientes**, conforme o andamento do tempo.

No que diz respeito ao *número de transições entre AOI*, observa-se na Tabela 11 (p. 111) a existência de diferenças entre os valores máximos e mínimos em todas as tarefas, para ambas as categorias de participantes.

A Figura 48 contém uma representação da distribuição do *número de transições entre AOI* dos participantes no decorrer das tarefas. Conforme pode ser observado, o indicador **NT** segue um comportamento semelhante para ambas as categorias de participantes, para as Tarefas 1A, 1B e 2.

Figura 48 – Distribuição do número de transições entre AOI por tarefa



Fonte: Autoria própria

Na Tarefa 3, observa-se que a mediana da distribuição do *número de transições entre AOI* associada aos participantes **inexperientes** foi maior que a mediana da distribuição associada aos participantes **experientes**. Isso permite inferir que a atenção visual dos participantes

inexperientes esteve mais distribuída entre as AOI que a atenção visual dos participantes **experientes**. Por outro lado, na Tarefa 4 a situação inverteu-se, além do que o *número de transições entre AOI* nessa tarefa foi mais elevado que nas tarefas anteriores.

Por fim, resta analisar a capacidade de se explicar por meio dos indicadores de rastreamento ocular os motivos pelos quais os participantes não concluíram uma tarefa. Em 11 das 25 situações (44%) em que um participante não teve êxito na conclusão de uma tarefa, i.e, perdeu a tarefa, o motivo pela perda foi a eliminação do personagem, conforme pode ser visto na Tabela 12.

Tabela 12 – Sumário das causas de perda por tarefa

Tarefa	Número de perdas	Motivo
T1A	1	Extrapolação do tempo
T1B	3	Extrapolação do tempo
T2	8	Extrapolação do tempo
T3	3	Eliminação do personagem
	2	Extrapolação do tempo
T4	8	Eliminação do personagem

Fonte: Autoria própria

Ao contrário da perda por extrapolação do tempo máximo de execução permitido para uma tarefa, que não pode ser evitada, a perda por eliminação do personagem pode ser prevista e evitada, por exemplo, caso um participante esteja atento à *tela de alerta* do jogo enquanto participa de um confronto com um inimigo.

Nas Tarefas 3 e 4, por exemplo, em todos os casos nos quais os participantes perderam devido à eliminação do personagem (Participantes 3, 4, 10, 12, 13, 14, 24, 27 e 30), estes não estavam atentos ao medidor de vida do personagem presente na *tela de alerta* do jogo.

Na Figura 49, ilustram-se as fixações que ocorreram a partir do instante em que os participantes iniciaram um confronto com inimigos, até instantes antes da eliminação do personagem. Observa-se que apenas os Participantes 12, 14 e 24 (**experientes**), rotulados de U12, U14 e U24 na Figura 49, fixaram o olhar ao menos uma vez na *tela de alerta*. No entanto, nos 3 casos em que isto aconteceu, a eliminação do personagem não pôde ser evitada, pois os participantes haviam sido emboscados por muitos inimigos ao mesmo tempo.

Figura 49 – Número de fixações na *tela de alerta* de 9 participantes



Fonte: Autoria própria

Eventos em que a falta de atenção a um elemento da interface fez com o participante não concluísse a tarefa, i.e, perdesse a tarefa, não estão associados apenas à *tela de alerta* do jogo. Na Figura 50, ilustra-se uma porção do mapa de trajetória das fixações do Participante 2 (**inexperiente**) nos últimos 25 segundos antes da sua perda por eliminação do personagem.

Em nenhum instante o Participante 2 fixou seu olhar sob o medidor de durabilidade da tocha presente no *inventário*, o qual ilustra a

porcentagem restante de uso da tocha até que se apague. Por esse motivo a única fonte de luz do Participante 2 se esgotou, sem que ele previsse e ocasionou a perda da Tarefa 3.

Figura 50 – Porção do mapa de trajetória do Participante 2



Fonte: Autoria própria

Isto corrobora o efeito produzido pela rejeição da Heurística 4 do Quadro 11 (ver Subseção 5.2), o que permite inferir que as informações relevantes não são exibidas e as informações críticas não são destacadas pelo jogo.

Esse tipo de dado, acerca da visualização de informações da interface, não pôde ser obtido partir da mensuração de desempenho dos participantes por meio da observação direta. Apesar de se tratar de um erro, que poderia ser contabilizado na mensuração de desempenho, a negligência do participante em relação ao medidor de vida durante um confronto ou ao medidor de durabilidade da tocha é um tipo de informação que só pode ser obtida por meio dos dados oculares.

Por fim, na Tarefa 3, observou-se que 7 participantes **inexperientes** (43,75%) não identificaram estar carregando um machado na *mochila*, apesar de terem fixado o olhar ao menos uma vez na *mochila* e, conseqüentemente, gastaram tempo coletando recursos para criar desnecessariamente uma cópia do machado que já possuíam.

Todas estas constatações reforçam que informações relevantes não são exibidas e informações críticas não são destacadas pelo jogo. Tais constatações justificam ainda mais a rejeição da Heurística 4 do Quadro 11 (ver Subseção 5.2).

5.5.2 Análise Estatística dos Indicadores de Rastreamento Ocular

De maneira semelhante ao que foi descrito na análise estatística dos indicadores de desempenho (ver Subseção 5.3), o propósito principal da análise estatística foi encontrar evidências suficientes para concluir que havia um efeito de tratamento significativo nos fatores de interesse (indicadores objetivos mensurados) para os grupos considerados (participantes **inexperientes** e **experientes**).

No entanto, o propósito não se limita somente à investigação de evidências de efeito de tratamento significativo nos indicadores de rastreamento ocular, mas também à investigação de correlações entre os indicadores de rastreamento ocular e os indicadores de desempenho. O processamento estatístico dos dados da mensuração do rastreamento ocular consistiu em duas etapas, a saber: (i) a geração de um relatório das estatísticas univariadas dos dados coletados; (ii) a elaboração das matrizes de correlação dos indicadores pré-definidos.

A Tabela 13 contém um sumário das estatísticas univariadas geradas para a apresentação dos resultados e nela é possível observar diferenças entre as categorias. No entanto, a maioria das constatações que podem ser feitas a partir da Tabela 13 já foram destacadas na análise preliminar da subseção anterior. Com a intenção de aproveitar melhor a largura útil da página, na Tabela 13 abreviou-se a coluna *Estatística* para *Estat*.

Tabela 13 – Estatísticas univariadas obtidas a partir do rastreamento ocular

Tarefa	Inexperiente					Experiente				
	Estat	NF	TP	DMF	NT	Estat	NF	TP	DMF	NT
T1A	\bar{x}	128,12	34,46	0,26	65,18	\bar{x}	138,64	35,19	0,25	87,07
	s^2	2669,98	130,04	0,00	643,76	s^2	5089,17	321,11	0,00	1610,22
	\widehat{C}_v	0,40	0,33	0,07	0,38	\widehat{C}_v	0,51	0,50	0,00	0,46
T1B	\bar{x}	147,18	38,90	0,25	78,31	\bar{x}	161,50	39,25	0,23	107,42
	s^2	4038,82	249,38	0,00	848,62	s^2	3207,19	120,49	0,00	2723,80
	\widehat{C}_v	0,43	0,40	0,04	0,37	\widehat{C}_v	0,35	0,27	0,07	0,48
T2	\bar{x}	287,06	70,03	0,24	169,37	\bar{x}	243,78	53,81	0,23	166,64
	s^2	19186,20	1126,73	0,00	6439,18	s^2	19546,80	787,16	0,00	11437,02
	\widehat{C}_v	0,48	0,47	0,06	0,47	\widehat{C}_v	0,57	0,52	0,09	0,64
T3	\bar{x}	302,43	77,33	0,25	167,75	\bar{x}	190,92	53,29	0,27	116,64
	s^2	8474,92	478,04	0,00	2941,53	s^2	5133,91	409,46	0,00	1893,63
	\widehat{C}_v	0,30	0,28	0,06	0,32	\widehat{C}_v	0,37	0,37	0,06	0,37
T4	\bar{x}	668,37	164,29	0,24	456,68	\bar{x}	816,71	209,81	0,25	526,07
	s^2	61380,52	4570,12	0,00	23358,36	s^2	39166,07	2855,65	0,00	14918,99
	\widehat{C}_v	0,37	0,41	0,08	0,33	\widehat{C}_v	0,24	0,25	0,06	0,23

Fonte: Aatoria própria

Na Tabela 14, apresentam-se as matrizes de correlação dos indicadores de rastreamento ocular, com o propósito de verificar a força das relações entre os indicadores propostos. Destacou-se com um fundo vermelho as células associadas aos coeficientes de correlação relativos a fortes associações ($0,7 < r \leq 1$ ou $-0,7 > r \geq -1$) entre os indicadores objetivos medidos durante as sessões de teste do ensaio de usabilidade, sejam estes positivos ou negativos. Na Tabela 14, observa-se a existência de 31 correlações fortes positivas ($r \geq 0,7$) e apenas 2 negativas ($r \leq -0,7$).

Tabela 14 – Matrizes de correlação dos indicadores de rastreamento ocular

Tarefa	Ind	Inexperiente				Experiente			
		NF	TP	DMF	NT	NF	TP	DMF	NT
T1A	NF	1,00				1,00			
	TP	0,97	1,00			0,98	1,00		
	DMF	-0,47	-0,36	1,00		-0,22	-0,06	1,00	
	NT	0,79	0,82	-0,16	1,00	0,94	0,89	-0,4	1,00
T1B	NF	1,00				1,00			
	TP	0,98	1,00			0,95	1,00		
	DMF	-0,39	-0,27	1,00		-0,71	-0,51	1,00	
	NT	0,85	0,84	-0,31	1,00	0,96	0,86	-0,75	1,00
T2	NF	1,00				1,00			
	TP	0,98	1,00			0,98	1,00		
	DMF	-0,06	0,07	1,00		-0,69	-0,57	1,00	
	NT	0,94	0,91	-0,14	1,00	0,94	0,90	-0,76	1,00
T3	NF	1,00				1,00			
	TP	0,98	1,00			0,94	1,00		
	DMF	-0,48	-0,38	1,00		-0,16	-0,03	1,00	
	NT	0,92	0,91	-0,28	1,00	0,97	0,93	-0,11	1,00
T4	NF	1,00				1,00			
	TP	0,97	1,00			0,91	1,00		
	DMF	0,26	0,43	1,00		0,03	0,39	1,00	
	NT	0,94	0,87	0,18	1,00	0,89	0,69	-0,25	1,00

Fonte: Autoria própria

A análise preliminar dos indicadores de rastreamento ocular realizada na Subseção 5.5.1 do presente capítulo evidenciou as diferenças entre os dados para as duas categorias de participantes, principalmente na Tarefa 3. No entanto, é por meio dos testes de média que se verifica se as diferenças apontadas na subseção anterior são estatisticamente significativas. É necessário administrar o teste de normalidade *Shapiro-Wilk*, com a intenção de administrar o teste de média correto, mediante o tipo de distribuição dos dados.

No Quadro 16, sumarizam-se os resultados do teste, divididos por categoria. As sequências de dados dos indicadores de rastreamento ocular associadas às células que contém um quadrado vermelho não seguem uma distribuição normal, enquanto as demais sequências de dados associadas às células que contém um quadrado verde seguem uma distribuição normal.

Quadro 16 – Resultados do teste *Shapiro-Wilk*

Tarefa	Indicadores de rastreamento ocular							
	Inexperiente				Experiente			
	NF	TP	DMF	NT	NF	TP	DMF	NT
T1A	■	■	■	■	■	■	■	■
T1B	■	■	■	■	■	■	■	■
T2	■	■	■	■	■	■	■	■
T3	■	■	■	■	■	■	■	■
T4	■	■	■	■	■	■	■	■

Fonte: Autoria própria

No Quadro 16, nas sequências de dados dos indicadores associados às células que contém o quadrado verde em ambas as categorias de participantes, administrou-se o *Teste T de Student*. Nas demais sequências administrou-se o *Teste U de Mann-Whitney*. Na Tabela 15, sumarizam-se os resultados dos testes, de modo que cada célula representa a medida do *p-valor* para um nível de confiança de 97,5%.

Tabela 15 – Resultados dos testes de média ($\alpha = 0,025$)

Tarefa	Indicadores de rastreamento ocular			
	NF	TP	DMF	NT
T1A	0,644	0,662	0,020	0,081
T1B	0,466	0,945	0,023	0,204
T2	0,479	0,165	0,543	0,453
T3	0,004	0,004	0,008	0,018
T4	0,083	0,163	0,075	0,092

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 15, destacou-se com um fundo vermelho as células associadas às sequências de dados dos indicadores em que a diferença entre as categorias é estatisticamente significativa, para o nível adotado ($\alpha = 0,025$). Portanto, rejeitou-se a hipótese nula nesses casos. Assim, os testes de média evidenciaram uma diferença representativa entre os participantes **inexperientes** e **experientes** nas Tarefas 1A e 1B, para o indicador **duração média de fixação (DMF)** e na Tarefa 3 para os indicadores **número de fixações (NF)**, **tempo de permanência nas AOI (TP)**, **duração média de fixação (DMF)** e **número de transições entre AOI (NT)**.

Assim sendo, a partir dos testes de média administrados nos dados associados aos indicadores de rastreamento ocular foi possível evidenciar mais diferenças representativas entre as categorias de participantes, do que a partir dos testes de média administrados nos dados associados aos indicadores da mensuração de desempenho.

De acordo com o que foi explicitado na Subseção 5.3.2 deste capítulo, a Tarefa 3 é a tarefa com a maior dificuldade dentre as tarefas elaboradas. Foi nela em que se observou a maior quantidade de diferenças representativas entre as duas categorias de participantes.

Durante a execução da Tarefa 3, os participantes **inexperientes** tiveram maiores *números de fixações do olhar*, maiores *tempos de permanência do olhar nas AOI*, maiores *números de transições do olhar entre AOI* e menores *durações médias de fixação do olhar* que os participantes **experientes**.

Na Tarefa 3, pode-se afirmar que os participantes **inexperientes** gastaram mais tempo processando informações visuais nas AOI do que os participantes **experientes**, em particular no *menu de criação* (ver Figura 44, p. 115). No que diz respeito à atenção visual, conforme o *número de transições entre AOI* permite inferir, a atenção visual dos participantes **inexperientes** esteve mais distribuída entre as AOI do que a atenção visual dos participantes **experientes**, os quais transitaram menos entre as AOI definidas.

Nas Tarefas 1A e 1B, também se constatou que existem diferenças representativas entre a *duração média de fixação* das duas categorias de participantes. Em ambos os casos, os participantes **inexperientes** tiveram

valores mais altos que os participantes **experientes**. Portanto, pode-se afirmar que o esforço cognitivo dos participantes **inexperientes** foi maior que o esforço dos participantes **experientes**.

Na Tabela 16, com a intenção de aproveitar melhor a largura útil da página, abreviou-se a coluna *Indicador* para Ind. Nesta Tabela, apresentam-se as correlações entre os indicadores de rastreamento ocular e os indicadores da mensuração de desempenho, com o propósito de verificar a força das relações entre os indicadores propostos. Destacou-se com um fundo vermelho as células associadas aos coeficientes de correlação considerados fortes ($0,7 < r \leq 1$ ou $-0,7 > r \geq -1$), sejam estes positivos ou negativos.

Tabela 16 – Correlações entre os indicadores de desempenho e de rastreamento ocular

Tarefa	Ind	Inexperiente					Experiente				
		TE	EC	ER	OI	CA	TE	EC	ER	OI	CA
T1A	NF	0,88	0,32	0,06	0,50	-0,17	0,95	0,03	-	0,68	0,67
	TP	0,88	0,29	0,08	0,40	-0,10	0,95	-0,00	-	0,74	0,73
	DMF	-0,37	0,07	0,32	-0,68	0,16	-0,14	-0,09	-	0,06	-0,07
	NT	0,85	0,52	0,48	0,10	0,05	0,89	-0,05	-	0,63	0,62
T1B	NF	0,76	0,33	-0,07	-0,25	0,38	0,84	0,50	0,45	-0,04	0,05
	TP	0,79	0,39	-0,03	-0,25	0,46	0,81	0,55	0,50	-0,00	0,07
	DMF	-0,48	-0,08	0,34	0,33	-0,09	-0,58	-0,28	-0,26	0,12	0,03
	NT	0,70	0,58	0,20	-0,40	0,30	0,87	0,52	0,42	-0,01	0,03
T2	NF	0,92	0,14	0,07	0,71	0,90	0,91	0,58	-	0,14	0,71
	TP	0,95	0,23	0,17	0,68	0,90	0,90	0,55	-	0,08	0,77
	DMF	0,12	0,69	0,71	-0,20	-0,05	-0,61	-0,61	-	-0,44	-0,21
	NT	0,86	0,22	0,15	0,70	0,79	0,96	0,44	-	0,11	0,48
T3	NF	0,75	0,53	0,63	0,43	0,57	0,78	0,43	-	0,20	-0,07
	TP	0,72	0,46	0,55	0,43	0,51	0,66	0,27	-	0,23	-0,19
	DMF	-0,31	-0,23	-0,35	0,13	-0,31	-0,19	-0,08	-	0,33	0,10
	NT	0,71	0,56	0,60	0,48	0,60	0,73	0,29	-	0,06	-0,05
T4	NF	0,76	0,16	0,31	0,34	0,45	0,76	-0,43	-0,38	0,26	0,25
	TP	0,80	0,24	0,37	0,45	0,57	0,77	-0,21	-0,35	0,44	0,35
	DMF	0,56	0,29	0,41	0,35	0,56	-0,30	0,30	-0,16	0,43	0,36
	NT	0,72	-0,02	0,21	0,09	0,23	0,72	-0,59	-0,54	0,04	0,05

Fonte: Autoria própria

Conforme indicado na Tabela 16, todas as correlações fortes ($r \geq 0,7$) entre os indicadores da mensuração de desempenho e do rastreamento ocular são positivas. Observa-se que há correlações fortes principalmente entre o indicador **TE** e os indicadores de rastreamento ocular, **NF**, **TP** e **NT**, em todas as Tarefas. Portanto, pode-se inferir que há uma relação entre o processamento de informações e a distribuição da atenção visual dos participantes e a quantidade de tempo gasta por estes nas tarefas.

Com o intuito de verificar se tais correlações entre os indicadores de rastreamento ocular e da mensuração de desempenho são estatisticamente significativas, administraram-se testes de correlação cujos resultados estão ilustrados na Tabela 17.

De acordo com a literatura da área (GRAVETTER; WALLNAU, 2016; HOGG *et al.*, 2015; MARTIN; BRIDGMON, 2012), no teste de correlação, a hipótese nula de que não há correlação entre os grupos

$$H_0: \rho_{I,E} = 0$$

é testada em relação à hipótese alternativa de que há correlação entre os grupos

$$H_a: \rho_{I,E} \neq 0,$$

em que $\rho_{I,E}$ representa o grau de correlação entre os dados das categorias **inexperientes** e **experientes**.

Na Tabela 17, com a intenção de aproveitar melhor a largura útil da página, abreviou-se a coluna *Indicador* para Ind. Nesta Tabela, sumarizaram-se os resultados dos testes de correlação, de modo que cada célula representa a medida do *p-valor* para um nível de confiança de 97,5%. Destacou-se com um fundo vermelho as células associadas aos casos em que a correlação entre os indicadores é estatisticamente representativa, para o percentual significativo indicado ($\alpha = 0,025$).

Portanto, rejeitou-se a hipótese nula nesses casos. Assim, o teste de correlação evidenciou correlações significativas em ambas as categorias de participantes.

Tabela 17 – Resultados dos testes de correlação

Tarefa	Ind	Inexperiente					Experiente				
		TE	EC	ER	OI	CA	TE	EC	ER	OI	CA
T1A	NF	0,00	0,21	0,80	0,04	0,50	0,00	0,93	-	0,00	0,00
	TP	0,00	0,27	0,75	0,12	0,70	0,00	0,98	-	0,00	0,00
	DMF	0,15	0,78	0,22	0,03	0,55	0,62	0,74	-	0,82	0,79
	NT	0,00	0,03	0,05	0,71	0,83	0,00	0,83	-	0,01	0,01
T1B	NF	0,00	0,20	0,79	0,33	0,14	0,00	0,06	0,10	0,88	0,85
	TP	0,00	0,12	0,90	0,33	0,06	0,00	0,12	0,90	0,33	0,06
	DMF	0,05	0,76	0,19	0,20	0,73	0,03	0,32	0,35	0,67	0,91
	NT	0,00	0,03	0,44	0,12	0,25	0,00	0,05	0,10	0,96	0,90
T2	NF	0,00	0,59	0,77	0,00	0,00	0,00	0,03	-	0,61	0,00
	TP	0,00	0,38	0,52	0,00	0,00	0,00	0,03	-	0,76	0,00
	DMF	0,64	0,00	0,00	0,44	0,83	0,01	0,02	-	0,11	0,47
	NT	0,00	0,40	0,56	0,00	0,00	0,00	0,11	-	0,69	0,07
T3	NF	0,00	0,03	0,00	0,09	0,01	0,00	0,12	-	0,48	0,80
	TP	0,00	0,06	0,03	0,09	0,04	0,00	0,33	-	0,42	0,49
	DMF	0,23	0,37	0,18	0,61	0,23	0,51	0,76	-	0,24	0,72
	NT	0,00	0,03	0,00	0,05	0,01	0,00	0,30	-	0,83	0,85
T4	NF	0,00	0,53	0,22	0,18	0,07	0,09	0,61	0,68	0,03	0,09
	TP	0,00	0,35	0,14	0,07	0,02	0,09	0,34	0,76	0,01	0,09
	DMF	0,02	0,26	0,10	0,17	0,02	0,61	0,06	0,87	0,48	0,89
	NT	0,00	0,02	0,00	0,05	0,01	0,09	0,97	0,40	0,05	0,10

Fonte: Autoria própria

No entanto, nem todas as correlações significativas destacadas na Tabela 17, necessariamente são correlações fortes. Conforme ilustrado na Tabela 16, só existem correlações fortes ($0,7 < r \leq 1$ ou $-0,7 > r \geq -1$) entre os pares de indicadores ilustrados no Quadro 17.

Quadro 17 – Correlações fortes entre os pares de indicadores

Par de indicadores		Sinal de r	Tarefa	Categoria
TE	NF	+	T1A	Experiente e Inexperiente
	TP			
	NT			
OI	TP	+	T1A	Experiente
CA				
TE	NF	+	T1B	Experiente e Inexperiente
	TP			
	NT			
	NF	+	T2	Experiente e Inexperiente
	TP			
	NT			
CA	NF	+	T2	Experiente e Inexperiente
	TP			
	NT	+	T2	Inexperiente
OI	NF	+	T2	Inexperiente
	NT			
ER	DMF	+	T2	Inexperiente
TE	NF	+	T3	Experiente e Inexperiente
	TP			
	NT			
	NF	+	T4	Experiente e Inexperiente
	TP			
	NT			

Fonte: Autoria própria

Observando-se o Quadro 16, conclui-se que a maioria (60%) das correlações fortes ($0,7 < r \leq 1$ ou $-0,7 > r \geq -1$) ocorrem entre o indicador da mensuração de desempenho **TE** e os indicadores de rastreamento ocular **NF**, **TP** e **NT**, em ambas as categorias de participantes. Isso permite inferir que de um modo geral, quanto maior o tempo gasto no processamento de informações nas AOI, especificamente no *menu de criação*, maior o tempo gasto na execução da tarefa como um todo.

Além disso, também é possível inferir que há uma relação entre a distribuição da atenção visual nas AOI, dos participantes e o tempo gasto por eles durante a execução das tarefas.

No entanto, não se pode afirmar que os indicadores de rastreamento ocular refletem o desempenho dos participantes como um todo, visto que, conforme ilustrado na Tabela 16 (p. 127), a maioria das correlações entre os indicadores de rastreamento ocular e os indicadores da mensuração de desempenho são moderadas ou fracas ($r < 0,7$ e $r > -0,7$).

Por fim, vale ressaltar o fato de que o indicador **DMF**, associado à carga cognitiva exercida por um participante não está fortemente correlacionado com outros indicadores da mensuração de desempenho exceto o indicador **ER** (número de erros repetidos), apenas para a categoria **inexperiente**, na Tarefa 2. Isso permite inferir que o nível de esforço cognitivo exercido pelos participantes necessariamente influenciou seu desempenho nas tarefas.

5.6 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo, apresentaram-se e se discutiram os resultados obtidos a partir do processamento dos dados coletados durante o ensaio de usabilidade envolvendo o jogo digital *Don't Starve*. Na avaliação da usabilidade da interface do jogo, consideram-se os principais elementos fixos e interativos de sua interface (menus e tela de alerta), fundamentando-se nas 3 visões do produto: (i) visão da indústria (avaliação heurística); (ii) visão do usuário (sondagem da satisfação subjetiva); e (iii) visão do especialista (mensuração de desempenho, reforçada pela incorporação do rastreamento ocular do participante).

Observou-se que, do ponto de vista da avaliação heurística e da sondagem da satisfação do participante, o diagnóstico da interface do jogo foi satisfatório, visto que a taxa de adoção das heurísticas consideradas foi de 80% e que a maioria dos participantes (80%) se mostrou parcialmente satisfeito com a interface do jogo, mediante os resultados da sondagem da

satisfação subjetiva. No entanto, a partir da análise dos dados da mensuração de desempenho e do rastreamento ocular, detectaram-se problemas na interface do jogo que impactaram a eficiência e a eficácia com que os participantes executaram as tarefas propostas.

No próximo capítulo, são apresentadas as considerações finais da presente pesquisa, resgatando-se as hipóteses formuladas no Capítulo 1 (Considerações Iniciais) e se sugerindo desdobramentos futuros para a pesquisa.

CAPÍTULO 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são formuladas as considerações finais da presente pesquisa. Na Subseção 6.1, delinea-se contextualmente a pesquisa, considerando-se a inclusão do rastreamento ocular enquanto ferramenta auxiliar à observação direta. Na Subseção 6.2, apresentam-se as considerações finais da pesquisa, expondo-se conclusões acerca da questão de pesquisa e das hipóteses formuladas no Capítulo 1 (Considerações Iniciais).

Na Subseção 6.3, apresentam-se as contribuições da pesquisa acerca da inclusão do rastreamento ocular à abordagem multimétodos proposta por Queiroz (2001). Por fim, na Subseção 6.4, serão apontadas as possibilidades de pesquisas futuras nesta linha de pesquisa.

6.1 Visão Contextual da Pesquisa

No presente estudo, ressalta-se a importância do uso de técnicas de rastreamento ocular em uma abordagem metodológica para a avaliação da usabilidade de interfaces de produtos fundamentada nas 3 visões da indústria, a saber: a (i) visão da indústria; a (ii) visão do especialista; e a (iii) visão do usuário.

O emprego das 3 visões do produto na avaliação da usabilidade de produtos considerada no presente estudo foi proposto por Queiroz (2001) e, posteriormente, adaptado por Costa (2017) e Dos Anjos (2018) para os contextos de jogos digitais e rótulos de bebidas lácteas, respectivamente. Seguiu-se a premissa de que a partir da mensuração do rastreamento ocular de indivíduos, a abordagem proposta por Queiroz (2001) alcançaria resultados mais abrangentes.

Conforme descrito nos Capítulos 3 e 4, os dados oculares de indivíduos podem fornecer informações acerca do esforço cognitivo empregado na execução de tarefas e da distribuição da sua atenção visual. Assim, considerou-se investigar e propor uso do rastreamento ocular como uma técnica auxiliar à mensuração de desempenho, com o potencial de possibilitar a obtenção de resultados que corroboram e complementam os resultados da mensuração de desempenho típica.

6.2 Considerações Finais

Conforme exposto na Subseção 1.2 do Capítulo 1 (Considerações Iniciais), para o desenvolvimento desta pesquisa foi formulada a seguinte questão de pesquisa:

Que tipo de conclusões relativas aos dados de atenção visual de usuários, provenientes de um estudo de caso com um jogo eletrônico (aplicação interativa), podem ser formuladas a partir do uso de indicadores de rastreamento ocular (e.g., número de fixações, duração média de fixações, número de transições entre AOI) adotados na avaliação das sessões de jogo?

A fim de responder a questão de pesquisa supracitada, foram formuladas as seguintes hipóteses:

- **H0₁:** O número de fixações do olhar não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas;
- **H0₂:** O tempo de permanência do olhar nas AOI não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas;
- **H0₃:** A duração média de fixação do olhar não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas; e
- **H0₄:** O número de transições do olhar entre AOI não reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas.

Considerando-se os resultados obtidos a partir do processo de avaliação descrito no Capítulo 4 (Validação da Metodologia) e os resultados discutidos no Capítulo 5 (Apresentação e Discussão de Resultados), as seguintes conclusões foram formuladas:

Argumento 1: Revisitando-se os resultados da administração dos testes de correlação (ver Quadro 17, p. 130), observa-se que, embora haja uma correlação significativa forte ($0,7 < \rho \leq 1$ ou $-0,7 > \rho \geq -1$) entre o indicador *número de fixações do olhar* e o indicador *tempo de execução*, para ambas as categorias de participantes, nas tarefas 1A, 1B, 3 e 4, correlações significativas fortes entre o indicador *número de fixações do olhar* e outros indicadores da mensuração de desempenho (*número de opções incorretas* e *número de consultas a ajuda*) ocorrem apenas na Tarefa 2. Assim, não é possível observar uma relação, positiva ou negativa, entre o *número de fixações do olhar* dos participantes e seu desempenho durante a execução das tarefas que compuseram o ensaio de usabilidade conduzido.

Conclusão 1: O *número de fixações do olhar* **não** reflete o desempenho dos participantes durante a realização das tarefas propostas. Assim sendo, para a amostra considerada, a hipótese **HA₁** foi rejeitada.

Argumento 2: Revisitando-se os resultados da administração dos testes de correlação (ver Quadro 17, p. 130), observa-se que a maioria das correlações significativas fortes ($0,7 < \rho \leq 1$ ou $-0,7 > \rho \geq -1$) envolvendo o *tempo de permanência do olhar nas AOI*, ocorrem entre este indicador e o indicador da mensuração de desempenho *tempo de execução*. Apenas nas Tarefas 1A e 2 ocorrem correlações significativas fortes entre o indicador *tempo de permanência* e os indicadores *número de opções incorretas* e *número de consultas a ajuda*. Assim, não é possível observar uma relação, positiva ou negativa, entre o *tempo de permanência do olhar nas AOI* e seu desempenho durante a execução das tarefas que compuseram o ensaio de usabilidade conduzido

Conclusão 2: O *tempo de permanência do olhar nas AOI* **não** reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas. Assim sendo, para a amostra considerada, a hipótese **HA₂** foi rejeitada.

Argumento 3: Revisitando-se os resultados da administração dos testes de correlação (ver Quadro 17, p. 130), observa-se a existência de somente uma correlação significativa forte ($0,7 < \rho \leq 1$ ou $-0,7 > \rho \geq -1$)

entre a *duração média de fixação do olhar* dos participantes e um indicador da mensuração de desempenho. A correlação identificada ocorre entre a *duração média de fixação do olhar* e o *número de erros cometidos* pelos participantes **experientes**, na Tarefa 2. Assim, não é possível observar uma relação, positiva ou negativa, entre a *duração média de fixação do olhar* dos participantes e seu desempenho durante a execução das tarefas que compuseram o ensaio de usabilidade conduzido

Conclusão 3: A *duração média de fixação do olhar* **não** reflete o desempenho dos jogadores no roteiro de tarefas. Assim sendo, para a amostra considerada, a hipótese **HA₃** foi rejeitada.

Argumento 4: Revisitando-se os resultados da administração dos testes de correlação (ver Quadro 17, p. 130), observa-se que, embora haja correlações significativas fortes ($0,7 < \rho \leq 1$ ou $-0,7 > \rho \geq -1$) entre o indicador *número de transições do olhar entre AOI* e o indicador *tempo de execução* nas tarefas 1A, 1B, 3 e 4, correlações significativas fortes entre o indicador *número de transições do olhar entre AOI* e outros indicadores da mensuração de desempenho (*número de opções incorretas* e *número de consultas a ajuda*) ocorrem apenas na Tarefa 2. Assim, não é possível observar uma relação, positiva ou negativa, entre o *número de transições do olhar dos participantes entre AOI* e seu desempenho durante a execução das tarefas que compuseram o ensaio de usabilidade conduzido

Conclusão 4: O *número de transições do olhar entre AOI* **não** reflete o desempenho dos participantes no roteiro de tarefas. Assim sendo, para a amostra considerada, a hipótese **HA₄** foi rejeitada.

6.3 Contribuições da Pesquisa

A adaptação da abordagem multimétodos discutida neste documento é *per se* uma contribuição importante para estudos de avaliação da usabilidade de interface de jogos digitais. Tendo sido adotada nesta pesquisa uma abordagem fundamentada na avaliação heurística, na sondagem da satisfação subjetiva e na mensuração de desempenho do usuário, acrescida do aporte de técnicas de rastreamento ocular, os

resultados obtidos atestam a relevância da incorporação de técnicas de rastreamento ocular ao domínio do problema. Assim sendo, a documentação detalhada da abordagem a torna aplicável a jogos digitais de outros gêneros, mediante as devidas adaptações.

Ao registrar diferenças significativas entre o comportamento ocular de participantes **inexperientes** e **experientes**, com um nível de confiança de 97,5%, os resultados obtidos a partir da análise estatística dos indicadores de rastreamento ocular corroboram os resultados obtidos na análise estatística dos indicadores da mensuração de desempenho do usuário. Houve diferenças significativas entre os indicadores associados aos participantes **inexperientes** e **experientes**, durante a execução da Tarefa 3, conforme se observou nos resultados dos testes de média (ver Tabelas Tabela 4, p. 94 e 15, p. 125).

No entanto, os testes de média administrados nas distribuições de dados referentes aos indicadores de rastreamento ocular não evidenciaram diferenças representativas apenas na Tarefa 3, mas também nas Tarefas 1A e 1B. Assim, constata-se a eficácia dos indicadores de rastreamento ocular em evidenciar diferenças entre as categorias de participantes consideradas, quando comparados com os indicadores de mensuração de desempenho.

Adicionalmente, os indicadores de rastreamento ocular permitiram, durante a realização de testes, a compreensão das diferenças no processamento de informações, no esforço cognitivo e na atenção visual entre as categorias de participantes consideradas, o que também reforça a relevância do presente estudo. Portanto, é possível verificar a importância da inclusão do rastreamento ocular como um conjunto de técnicas auxiliares à mensuração de desempenho típica, via observação direta, em processos de avaliação da usabilidade de interfaces de produtos de *software*.

A possibilidade de extensão da abordagem a novos contextos, fora do escopo dos jogos digitais, amplia sua área de atuação a estudos de avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário de diferentes

naturezas, tais como aplicações de *streaming* de vídeo, o que pode ser visto como outro aspecto que fortalece a importância do presente estudo.

Por fim, o desenvolvimento de uma aplicação de *software* destinada à visualização de mapas de trajetória dinâmicos representa mais uma contribuição dentre aquelas supralistadas, sendo possível sua aplicação na representação de dados oculares de avaliações de usabilidade de produtos.

6.4 Pesquisas Futuras

Tendo em vista que o jogo *Don't Starve* representou apenas um estudo de caso no âmbito desta pesquisa, afigura-se pertinente estender a metodologia proposta não somente a outros gêneros de jogos, mas também a outras aplicações interativas, com o intuito de consolidar a abordagem metodológica. Neste sentido, afigura-se relevante a aplicação da metodologia a novos contextos de uso, a universos amostrais mais representativos de participantes, particionados em categorias com possibilidade de estratificação mais diversificada, *e.g.*, por faixa etária, gênero, nível de instrução.

Também se torna relevante a condução de estudos mais aprofundados acerca da adoção da metodologia ora proposta em processos de avaliação remota da usabilidade, visto que o rastreamento ocular a partir de *webcams* ainda é um campo recente de estudo, com potencial para ampliar o alcance do estudo e promover a coleta *online* de volumes de dados mais significativos possibilitando, por conseguinte, o recrutamento mais abrangente de participantes.

Por fim, a inclusão de mapas de calor na aplicação de *software* desenvolvida neste estudo, *ScanVis*, se mostra pertinente, visto que tal representação de dados oculares pode conduzir a novas conclusões acerca dos dados oculares de indivíduos, mediante a análise de focos de atenção visual que, porventura, possam passar despercebidos em análises dos mapas de trajetória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S.; MEALHA, Ó.; VELOSO, A. Video game scenery analysis with eye tracking. **Entertainment Computing**, 14, p. 1–13, maio 2016.

ANJOS, M. G. C. d. **Rótulos de produtos alimentícios como elementos informativos: um estudo da percepção dos consumidores**. 2018. 186 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

BAILEY, J.; PEARSON, S. Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction. **Management Science**, 29, p. 530-545, maio 1983.

BLASCHECK, T. *et al.* Visualization of eye tracking data: A taxonomy and survey. **Computer Graphics Forum**, 36(8), p.260-284, fev. 2017.

BOJKO, A. Eye tracking in user experience testing: How to make the most of it. In: CONFERENCE OF THE USABILITY PROFESSIONALS' ASSOCIATION (UPA), 2005, Montréal. **Proceedings...** Montréal, 2005.

COSTA, D. L. **Avaliação semântica do design de interfaces humano-computador em jogos digitais fundamentada em uma abordagem multimétodos**. 2017. 221 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

CHO, H. *et al.* Eye-tracking retrospective think-aloud as a novel approach for a usability evaluation. **International Journal of Medical Informatics**, 129, p. 366-373, jul. 2019.

DRUSCH, G.; BASTIEN, J.; PARIS, S. Analysing eye-tracking data: From scanpaths and heatmaps to the dynamic visualisation of areas of interest. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS, 2014, Krakow. **Proceedings...** Krakow, 2014.

DUCHOWSKI, A. **Eye Tracking Methodology - Theory and Practice**. 3. ed. Suíça: Springer International Publishing, 2017.

ERASLAN, S. *et al.* Web users with autism: Eye tracking evidence for differences. **Behaviour & Information Technology**, 38, p. 678-700, dez. 2018.

FASHLER, S.; KATZ, J. Keeping an eye on pain: Investigating visual attention biases in individuals with chronic pain using eye-tracking methodology. **Journal of Pain Research**, 9, p. 551-561, ago. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRAVETTER, F.; WALLNAU, L. **Statistics for the behavioral sciences**. Belmont: Cengage Learning, 2016.

HOCHLEITNER, C. *et al.* A heuristic framework for evaluating user experience in games. In: BERNHAUPT, R (Ed.). **Game User Experience Evaluation**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 187-206.

HOGG, R. V.; TANIS, E. A.; ZIMMERMAN, D. L. **Probability and statistical inference**. 9. ed. Upper Saddle River: Pearson Education, Inc., 2015.

HORSKÁ, E. *et al.* Evaluation of Cheese Packaging Graphics Design Using Eye Tracking and Consumer Survey Research. **International Journal of Management Cases**, 22(2), p. 38-45, 2020.

ISO – International Organization for Standardization. ISO 9241 **Ergonomics of human-system interaction**. Part 11: Usability: Definitions and concepts. International Standard. Suécia, 2018.

JENNETT, C. *et al.* Measuring and defining the experience of immersion in games. **International Journal of Human-Computer Studies**, 66(9), p. 641-661, set. 2008.

KOCK, E. D.; BILJON, J. V.; PRETORIUS, M. Usability evaluation methods: Mind the gaps. In: SAICSIT, 2009, Vanderbijlpark. **Proceedings...** Vanderbijlpark: Association for Computing Machinery, 2009, p. 122-131.

KRAFKA, K. *et al.* Eye tracking for everyone. In: 2016 IEEE CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION (CVPR), 2016, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016. p. 2176-2184.

LANKES, M.; STOCKL, A. Gazing at Pac-Man: Lessons learned from a eye-tracking study focusing on game difficulty. In: ACM SYMPOSIUM ON EYE TRACKING RESEARCH AND APPLICATIONS, 2020, Stuttgart. **Proceedings...** Stuttgart: Association for Computing Machinery, 2020. p. 1-5.

LIAO, H. *et al.* Measuring the influence of map label density on perceived complexity: A user study using eye tracking. **Cartography and Geographic Information Science**, 46(4), p. 1-18, fev. 2018.

MARTIN, W. E.; BRIDGMON, K. D. **Quantitative and statistical research methods: From hypothesis to results**. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2012

MEALHA, Ó. *et al.* Eye tracking data representation and visualization: on information and communication studies at CETAC.MEDIA. **Journal of Eye Tracking, Visual Cognition And Emotion**, p. 65-75, jan. 2012.

PALANI, S. *et al.* An eye tracking study of web search by people with and without dyslexia. In: ACM SIGIR CONFERENCE ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN INFORMATION RETRIEVAL, 2020, China. **Proceedings...** China: Association for Computing Machinery, 2020. p. 729-738.

OLIVEIRA, R. C. L. de. **Webquest: uma ferramenta web configurável para a sondagem da satisfação subjetiva do usuário**. 2005. 217 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal da Paraíba – Campina Grande, 2005.

QUEIROZ, J. E. R. **Abordagem híbrida para a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário**. 2001. 410 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 2001.

RENSHAW, T.; STEVENS, R.; DENTON, P. Towards understanding engagement in games: An eye-tracking study. **On The Horizon**, 17(4), p. 408-420, set. 2009.

SALVUCCI, D.; GOLDBERG, J. Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. In: EYE TRACKING RESEARCH AND APPLICATIONS SYMPOSIUM, 2000, Florida. **Proceedings...** Florida: Association for Computing Machinery, 2000, p. 71-78.

SARMENTO, C.; RANGEL, E; GOMES, H; **Avaliação Comparativa da Usabilidade de Rastreadores Oculares: um Estudo de Caso**. Letônia: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

SÁNCHEZ, J.; ZEA, N.; VELA, F. From usability to playability: Introduction to player-centered video game development process. In: KUROSU M. (EDS) HUMAN CENTERED DESIGN. HCD 2009. LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE, 2009, California. **Proceedings...** California: Springer International Publishing, 2009, p. 65-74.

TOBII. **What is eye tracking?** 2020. Disponível em: <<https://www.tobii.com/about/new-to-eye-tracking/>>. Acesso em: 15 Ago. 2020.

WU, Y.; CHENG, J.; KANG, X. Study of smart watch interface usability evaluation based on eye-tracking. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF DESIGN, USER EXPERIENCE AND USABILITY, 9748, 2016, Cham. **Proceedings...** Cham: Springer International Publishing, 2016, p. 98-109.

YAN, S.; EL-NASR, M. S. Visual attention in 3D video games. In: ACM SIGCHI INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTER ENTERTAINMENT TECHNOLOGY, 2006, California. **Proceedings...** California: Association for Computing Machinery, 2006, p. 22-es.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO QDPU

Prezado participante, obrigado por aceitar participar da avaliação da usabilidade do jogo *Don't Starve*. Inicialmente, você deverá preencher o Questionário de Delineamento do Perfil do Usuário (QDPU). Caso tenha alguma dúvida a respeito do preenchimento, por favor não hesite em me contactar por e-mail (erickrodrigues@copin.ufcg.edu.br), antes de enviar suas respostas. É fundamental o preenchimento de **todas as seções** do questionário.

01. Endereço de e-mail:

02. Nome completo:

SEÇÃO 1

03. Qual sua faixa etária?

- Menos de 18 anos Entre 18 e 23 anos
 Entre 24 e 29 anos Acima de 30 anos

04. Qual seu gênero?

- Masculino Feminino Outro

05. Qual seu grau de instrução?

- Ensino médio incompleto Ensino médio completo
 Ensino superior incompleto Ensino superior completo
 Pós-graduação incompleta Pós-graduação completa

SEÇÃO 2

06. Você usa algum dispositivo de entrada alternativo, com seu computador?

- Sim Não

07. Em caso positivo, quais dispositivos e com que frequência?

SEÇÃO 3

08. Você usa óculos, lentes de contato ou outro corretivo visual?

- Sim Não

09. Seus óculos são para:

- Leitura Enxergar objetos distantes Ambos

10. Você consegue ler a tela do computador sem dificuldade com suas lentes de contato ou óculos?

- Sim Não

SEÇÃO 4

11. Você tem catarata?

- Sim Não

12. Você tem implantes oculares?

- Sim Não

13. Você tem glaucoma?

- Sim Não

14. Você usa um leitor de tela, uma lente de aumento ou outra tecnologia assistencial para usar o computador?

- Sim Não

15. Alguma de suas pupilas está permanentemente dilatada?

- Sim Não

SEÇÃO 5

16. Há quanto tempo você joga jogos digitais?

- Menos de 1 ano Entre 1 e 3 anos
 Entre 3 e 5 anos Acima de 5 anos

17. Com que frequência você joga jogos digitais?

- Diariamente Entre 5 e 3 vezes na semana
 Entre 2 e 1 vez na semana Quase nunca

18. Por quanto tempo você costuma jogar jogos digitais?

- Menos de 30 minutos Entre 30 minutos e 1 hora
 Entre 2 e 4 horas Acima de 5 horas

19. Qual plataforma você utiliza com mais frequência para jogar?

- Consoles dedicados Computador pessoal
 Consoles portáteis Smartphones e tablets

20. Há quanto tempo você joga o jogo *Don't Starve*?

- Menos de 1 mês Entre 1 e 6 meses
 Entre 6 meses 1 ano Mais de 1 ano

21. Com que frequência você joga o jogo *Don't Starve*?

- Diariamente Entre 5 e 3 vezes na semana
 Entre 2 e 1 vez na semana Quase nunca

22. Por quanto tempo você costuma jogar o jogo *Don't starve*?

- Menos de 30 minutos
- Entre 30 minutos e 1 hora
- Entre 2 e 4 horas
- Acima de 5 horas

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO QASSU

Prezado participante, obrigado por aceitar participar da avaliação da usabilidade do jogo *Don't Starve*. Agora que você já cumpriu todo o roteiro de tarefas, será necessário preencher o Questionário de Avaliação da Satisfação Subjetiva do Usuário (QASSU). Cada questão apresenta uma afirmação que você poderá concordar ou discordar, e, em seguida, atribuir a importância do aspecto questionado na sua experiência de uso. Caso tenha alguma dúvida no preenchimento de alguma questão, por favor não hesite em me perguntar. É fundamental o preenchimento de **todos os itens** do questionário!

01. Endereço de e-mail:

02. Nome completo:

Uso e navegação (Seção 1)

01. O uso do jogo como um todo:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

02. Localização dos botões e menus associados às tarefas:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

03. Comunicação com o jogo (terminologia, simbologia, linguagem, realimentação da informação e das ações em geral):

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

04. Visualização das instruções e advertências do jogo:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

05. Navegação pelos menus do jogo:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

06. Criação de objetos:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

07. Busca de um item específico no menu de criação:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

08. Navegação no menu de criação:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

09. Busca de recursos para criação de um item específico no menu de criação:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

10. Busca de um item específico no inventário:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil
 Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

11. Navegação no inventário:

- Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil

Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

12. Visualização do estado de itens no inventário:

Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil

Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

13. Visualização dos status de saúde do personagem (fome, vida e sanidade):

Muito fácil Fácil Nem fácil nem difícil

Difícil Muito difícil *Importância (0-10):_*

Você e *Don't Starve* (Seção 2)

14. *Don't Starve* é um jogo divertido:

Concordo totalmente Concordo parcialmente

Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente

Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

15. A interface de *Don't Starve* é clara e intuitiva:

Concordo totalmente Concordo parcialmente

Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente

Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

16. Os ícones, botões e símbolos apresentados em *Don't Starve* tem tamanhos satisfatórios e são facilmente reconhecidos pelo usuário.

Concordo totalmente Concordo parcialmente

Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente

Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

17. A visualização e a leitura das informações em *Don't Starve* são agradáveis:

Concordo totalmente Concordo parcialmente

- Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente
- Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

18. As respostas de interface de *Don't Starve* são perceptíveis:

- Concordo totalmente Concordo parcialmente
- Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente
- Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

19. Eu sinto falta de um modo de ajuda em *Don't Starve*:

- Concordo totalmente Concordo parcialmente
- Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente
- Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

20. De modo geral, me divirto de forma satisfatória jogando *Don't Starve*:

- Concordo totalmente Concordo parcialmente
- Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente
- Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

21. Recomendaria sem hesitação *Don't Starve* aos meus amigos:

- Concordo totalmente Concordo parcialmente
- Nem concordo e nem discordo Discordo parcialmente
- Discordo totalmente *Importância (0-10):_*

APÊNDICE C - ROTEIRO DE TAREFAS (VERSÃO DO AVALIADOR)

- 1. Leia o roteiro com atenção antes de iniciar as tarefas.**
- 2. Sempre informe quando começar e terminar a leitura da tarefa.**
- 3. Sempre informe quando começar e terminar uma tarefa.**

Roteiro: Todos os seus amigos estão jogando o jogo *Don't Starve*, você decide baixá-lo e começa a jogar.

Tempo estimado para conclusão das tarefas: 45 minutos.

Observações:

- Antes da execução das tarefas sinta-se à vontade para observar os controles e memorizá-los, caso ache necessário.
- Certifique-se que todas as instruções foram entendidas antes da execução de cada tarefa, caso contrário, não deixe de perguntar ao avaliador.
- Sempre que possível, evite desviar o olhar da tela do jogo enquanto estiver executando as tarefas.
- Durante a execução das tarefas, só faça perguntas caso ache bastante necessário.

Tarefa 1A: Cozinhe comida.

Tempo: 7,5 minutos.

Roteiro: Você tem jogado a um bom tempo e agora seu personagem está faminto, é hora de criar uma fogueira e cozinhar.

Objetivo Geral: Investigação do desempenho do jogador e da usabilidade da interface do jogo durante a realização da tarefa em questão.

Objetivos específicos:

- Análise da facilidade de execução da tarefa.

- Análise da facilidade de navegação na interface.
- Mensuração do tempo de execução da tarefa.
- Mensuração do número de erros cometidos.
- Mensuração do número de erros repetidos.
- Mensuração do número de opções incorretas nos menus.
- Mensuração do número de consultas à ajuda.

Instruções:

- Colete comida (e.g., cenouras e frutas) no ambiente.
- Colete os recursos necessários para criar um machado.
- Use o machado para coletar madeira das árvores.
- Crie uma fogueira.
- Cozinhe os alimentos que coletou e alimente-se.

Tarefa 1B: Cace um coelho.

Tempo: 5,5 minutos.

Roteiro: Você descobriu que pode se alimentar de outras coisas além de frutas, cace um coelho para comer sua carne.

Objetivo Geral: Investigação do desempenho do jogador e da usabilidade da interface do jogo durante a realização da tarefa em questão.

Objetivos específicos:

- Análise da facilidade de execução da tarefa.
- Análise da facilidade de navegação na interface.
- Mensuração do tempo de execução da tarefa.
- Mensuração do número de erros cometidos.
- Mensuração do número de erros repetidos.
- Mensuração do número de opções incorretas nos menus.
- Mensuração do número de consultas à ajuda.

Instruções:

- Colete os recursos necessários para criar uma armadilha.
- Colete ao menos uma cenoura.
- Posicione a armadilha no chão, próxima a um coelho.
- Ponha uma cenoura dentro da armadilha e aguarde.
- Ao capturar o coelho, recolha-o e mate-o.

Tarefa 2: Construa uma máquina da ciência.

Tempo: 7,5 minutos.

Roteiro: Agora que você já jogou o bastante é hora de criar sua máquina da ciência para construir coisas novas.

Objetivo Geral: Investigação do desempenho do jogador e da usabilidade da interface do jogo durante a realização da tarefa em questão.

Objetivos específicos:

- Análise da facilidade de execução da tarefa.
- Análise da facilidade de navegação na interface.
- Mensuração do tempo de execução da tarefa.
- Mensuração do número de erros cometidos.
- Mensuração do número de erros repetidos.
- Mensuração do número de opções incorretas nos menus.
- Mensuração do número de consultas à ajuda.

Instruções:

- Colete os recursos necessários para criar um machado.
- Colete os recursos necessários para criar uma picareta.
- Colete os recursos necessários para criar a máquina de ciência.
- Crie a máquina de ciência.

Tarefa 3: Destrua um casulo.

Tempo: 7,5 minutos.

Roteiro: Após reunir recursos o suficiente para criar uma lança, é hora de matar alguns inimigos.

Objetivo Geral: Investigação do desempenho do jogador e da usabilidade da interface do jogo durante a realização da tarefa em questão.

Objetivos específicos:

- Análise da facilidade de execução da tarefa.
- Análise da facilidade de navegação na interface.
- Mensuração do tempo de execução da tarefa.
- Mensuração do número de erros cometidos.
- Mensuração do número de erros repetidos.
- Mensuração do número de opções incorretas nos menus.
- Mensuração do número de consultas à ajuda.

Instruções:

- Colete os recursos necessários para criar uma lança.
- Crie a lança próximo à máquina da ciência e equipe-a.
- Vá até o local onde estão as aranhas.
- Elimine-as e destrua seu casulo.
- Fique atento ao medidor de vida.

Tarefa 4: Sobreviva por dois dias.

Tempo: 15 minutos.

Roteiro: Após ter acumulado experiência no jogo, é hora de tentar sobreviver por alguns dias.

Objetivo Geral: Investigação do desempenho do jogador e da usabilidade da interface do jogo durante a realização da tarefa em questão.

Objetivos específicos:

- Análise da facilidade de execução da tarefa.

- Análise da facilidade de navegação na interface.
- Mensuração do tempo de execução da tarefa.
- Mensuração do número de erros cometidos.
- Mensuração do número de erros repetidos.
- Mensuração do número de opções incorretas nos menus.
- Mensuração do número de consultas à ajuda.

Instruções:

- Fique atento aos medidores de vida, sanidade e fome.
- Colete recursos para criar ferramentas.
- Fique atento à presença de inimigos.
- Crie uma fonte de luz para sobreviver à noite.

APÊNDICE D - ROTEIRO DE TAREFAS (VERSÃO DO USUÁRIO)

1. **Leia o roteiro com atenção antes de iniciar as tarefas.**
2. **Sempre informe ao começar e terminar a leitura de uma tarefa.**
3. **Sempre informe ao começar e terminar a execução da tarefa.**

Roteiro: Todos os seus amigos estão jogando o jogo *Don't Starve*, você decide baixá-lo e começa a jogar.

Observações:

- Antes da execução das tarefas sinta-se à vontade para observar os controles e memorizá-los, caso ache necessário.
- Certifique-se que todas as instruções foram entendidas antes da execução de cada tarefa, caso contrário, não deixe de perguntar ao avaliador.
- Sempre que possível, evite desviar o olhar da tela do jogo enquanto estiver executando as tarefas.
- Durante a execução das tarefas, só faça perguntas caso ache bastante necessário.

Tarefa 1A: Cozinhe comida.

Tempo: 7,5 minutos.

Roteiro: Você tem jogado a um bom tempo e agora seu personagem está faminto, é hora de criar uma fogueira e cozinhar.

Instruções:

- Colete comida (*e.g.*, cenouras e frutas) no ambiente.
- Colete os recursos necessários para criar um machado.
- Use o machado para coletar madeira das árvores.
- Crie uma fogueira.
- Cozinhe os alimentos que coletou e alimente-se.

Tarefa 1B: Cace um coelho.

Tempo: 5,5 minutos.

Roteiro: Você descobriu que pode se alimentar de outras coisas além de frutas, cace um coelho para comer sua carne.

Instruções:

- Colete os recursos necessários para criar uma armadilha.
- Colete ao menos uma cenoura.
- Posicione a armadilha no chão, próxima a um coelho.
- Ponha uma cenoura dentro da armadilha e aguarde.
- Ao capturar o coelho, recolha-o e mate-o.

Tarefa 2: Construa uma máquina da ciência.

Tempo: 7,5 minutos.

Roteiro: Agora que você já jogou o bastante é hora de criar sua máquina da ciência para construir coisas novas.

Instruções:

- Colete os recursos necessários para criar um machado.
- Colete os recursos necessários para criar uma picareta.
- Colete os recursos necessários para criar a máquina de ciência.
- Crie a máquina de ciência.

Tarefa 3: Destrua um casulo.

Tempo: 7,5 minutos.

Roteiro: Após reunir recursos o suficiente para criar uma lança, é hora de matar alguns inimigos.

Instruções:

- Colete os recursos necessários para criar uma lança.
- Crie a lança próximo à máquina da ciência e equipe-a.
- Vá até o local onde estão as aranhas.

- Elimine-as e destrua seu casulo.
- Fique atento ao medidor de vida.

Tarefa 4: Sobreviva por dois dias.

Tempo: 15 minutos.

Roteiro: Após ter acumulado experiência no jogo, é hora de tentar sobreviver por alguns dias.

Instruções:

- Fique atento aos medidores de vida, sanidade e fome.
- Colete recursos para criar ferramentas.
- Fique atento à presença de inimigos.
- Crie uma fonte de luz para sobreviver à noite.

APÊNDICE E - E-MAIL DE RECRUTAMENTO

Caros colegas,

Estou cursando o Mestrado em Ciência da Computação, sob a orientação dos professores Eustáquio Rangel e Herman Martins Gomes. Minha pesquisa envolve a aquisição de dados de rastreamento ocular de usuários durante a execução de tarefas computacionais e eu gostaria de contar com sua participação.

Estou recrutando participantes voluntários para a condução de um experimento envolvendo o jogo *Don't Starve*. Sua duração será de aproximadamente 30 minutos, para o qual lhe será fornecido um roteiro de tarefas. Durante a sessão do experimento, seus movimentos oculares serão registrados por meio de um rastreador ocular.

Devido a impossibilidade de se realizar tais experimentos de maneira remota, eles serão conduzidos em minha casa, onde serão realizados de acordo com as normas da OMS. Materiais como **LUVAS E ÁLCOOL GEL** serão oferecidos por mim, assim como o transporte de ida e volta, para a maior comodidade de cada usuário. Ao final de cada experimento e após responder um questionário de sondagem de sua opinião sobre a interação com o jogo *Don't Starve*, cada participante receberá de brinde **UMA CÓPIA DO JOGO**, como forma de agradecimento pela inestimável colaboração.

Aqueles que estiverem dispostos a participar dessa etapa tão importante de minha pesquisa, peço-lhes a gentileza de preencher o questionário apresentado a seguir.

Oportunamente, entrarei em contato com cada um daqueles que decidirem participar do experimento, a fim de agendar um horário a sua conveniência para a condução do experimento.

Agradeço-lhes antecipadamente por toda a colaboração!

APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar, voluntariamente, da pesquisa de mestrado intitulada "**Análise de Dados de Rastreamento Ocular em Jogos: um Estudo de Caso**". Após os esclarecimentos sobre o estudo, você poderá: a) aceitar participar e assinar este documento; b) recusar-se; ou c) desistir de participar e retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo.

O objetivo desta pesquisa é propor uma metodologia de aquisição e representação de dados de rastreamento ocular, por meio de estudo de caso envolvendo o jogo-alvo, com o propósito de formalizar tais processos e avaliar a usabilidade da UI de um jogo por meio do comportamento ocular de jogadores. O estudo contribui para a área de rastreamento ocular por apresentar uma metodologia robusta, capaz de produzir resultados eficientes. Seus resultados poderão promover uma melhoria em processos de avaliação de usabilidade, tendo como implicações práticas, resultados mais consistentes.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em realizar uma série de tarefas enquanto joga o jogo-alvo da pesquisa e responder um questionário sobre sua satisfação. Para tanto, serão disponibilizados o jogo-alvo e um roteiro de tarefas, com os quais você poderá interagir tátil e visualmente, e a partir daí realizar as tarefas propostas e inferir suas respostas.

Os possíveis riscos relacionados à sua participação podem ser cansaço e perda de atenção por ter que passar alguns minutos jogando e respondendo questionários. O procedimento de coleta de dados não será invasivo e não causará nenhum risco à sua integridade física.

Solicito a sua autorização para registrar imagens da sessão. Estas informações serão tratadas com sigilo e confidencialidade, e utilizadas somente para fins desta pesquisa (dissertação e artigos científicos). Você

receberá uma via deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o Projeto de Pesquisa, agora ou a qualquer momento.

Eu, _____, portador do RG _____ e inscrito no CPF/MF _____, nascido em ___/___/___, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação no estudo "Análise de Dados de Rastreamento Ocular na Avaliação de Jogos: um Estudo de Caso" e concordo em participar. Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.

Caso me sinta prejudicado (a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos – CEP, do Hospital Universitário Alcides Carneiro - HUAC, situado na Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n, São José, CEP: 58401 – 490, Campina Grande-PB, Tel.: 2101 – 5545, E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br; Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.

Campina Grande - PB, _____ de _____ de 2021.

Pesquisador responsável

Participante voluntário

Erick Santana Rodrigues.

E-mail, erickrodrigues@copin.ufcg.edu.br

Rua Arruda Câmara, 404.

Bairro Santo Antônio, Campina Grande – PB.

Tel.: (83) 99667-3231

APÊNDICE G – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Comprometo-me a manter completo e absoluto sigilo, em relação a quaisquer dados, materiais, informações transmitidas, documentos, especificações técnicas ou comerciais, de que venha a ter conhecimento, acesso de forma verbal e/ou escrita ou que a mim venha a ser confiado em razão deste ensaio de usabilidade envolvendo o jogo digital *Don't Starve*, realizado em ____ de _____ de _____, não podendo, sob qualquer pretexto, reproduzir, divulgar, ceder, vender, doar, explorar, comercializar, revelar, utilizar ou de qualquer forma dar conhecimento a terceiros/estranhos.

Declaro estar ciente de que, na forma da lei, sou responsável civilmente pela divulgação indevida ou descuidada e pela utilização incorreta das informações de natureza confidencial que me tenham sido reveladas.

Campina Grande - PB, _____ de _____ de 2021.

Participante voluntário

APÊNDICE H – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR

Por este termo de responsabilidade, nós abaixo-assinados, Orientador e Orientando(s) respectivamente, da pesquisa intitulada “Análise de Dados de Rastreamento Ocular na Avaliação de Jogos: um Estudo de Caso”, assumimos cumprir fielmente as diretrizes regulamentadoras emanadas da Resolução nº 466, de 12 de Dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde/ MS e suas Complementares, homologada nos termos do Decreto de delegação de competências de 12 de novembro de 1991, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, ao (s) sujeito (s) da pesquisa e ao Estado.

Reafirmamos, outrossim, nossa responsabilidade indelegável e intransferível, mantendo em arquivo todas as informações inerentes a presente pesquisa, respeitando a confidencialidade e sigilo das fichas correspondentes a cada sujeito incluído na pesquisa, por um período de 5 (cinco) anos após o término desta.

Apresentaremos sempre que solicitado pelas instâncias envolvidas no presente estudo, relatório sobre o andamento da mesma, assumindo o compromisso de:

- Preservar a privacidade dos participantes da pesquisa cujos dados serão coletados;
- Assegurar que as informações serão utilizadas única e exclusivamente para a execução do projeto em questão;
- Assegurar que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que as informações somente serão divulgadas de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificar o sujeito da pesquisa;

- Assegurar que os resultados da pesquisa serão encaminhados para a publicação, com os devidos créditos aos autores.

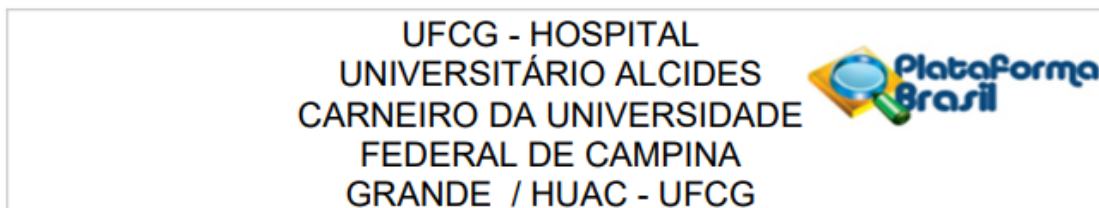
Em cumprimento às normas regulamentadoras, declaramos que a coleta de dados do referido projeto não foi iniciada e que somente após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, do Hospital Universitário Alcides Carneiro da Universidade Federal de Campina Grande (CEP-UFCG), os dados serão coletados.

Campina Grande - PB, _____ de _____ de 2021.

Orientador(a)

Orientando

APÊNDICE I – COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA



Continuação do Parecer: 4.629.298

Infraestrutura	declaracao_institucional_CEI.pdf	17/03/2021 16:33:01	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_institucional_UAF.pdf	17/03/2021 16:32:50	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	17/03/2021 16:32:01	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	17/03/2021 16:29:37	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Outros	declaracao_resultado.png	21/01/2021 13:10:30	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Outros	roteiro_erick_santana_rodrigues.pdf	21/01/2021 12:13:03	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Outros	participacao_erick_santana_rodrigues.pdf	21/01/2021 12:12:53	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Outros	questionario_erick_santana_rodrigues.pdf	21/01/2021 12:12:33	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Orçamento	orcamento_erick_santana_rodrigues.pdf	21/01/2021 12:07:38	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito
Cronograma	cronograma_erick_santana_rodrigues.pdf	21/01/2021 12:07:31	ERICK SANTANA RODRIGUES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINA GRANDE, 05 de Abril de 2021

Assinado por:
Andréia Oliveira Barros Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n

Bairro: São José

CEP: 58.107-670

UF: PB

Município: CAMPINA GRANDE

Telefone: (83)2101-5545

Fax: (83)2101-5523

E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br

APÊNDICE J – EXCERTO DOS DADOS OCULARES BRUTOS DOS PARTICIPANTES

X	Y	Tempo (s)
663.30	471.78	2.10
658.89	477.24	2.13
651.87	480.11	2.18
650.14	480.11	2.24
650.72	480.39	2.25
648.91	481.42	2.28
651.08	477.83	2.31
645.97	475.25	2.36
634.57	437.67	2.38
632.52	427.30	2.42
632.31	424.91	2.47
630.16	424.94	2.50
631.27	424.01	2.52
629.53	424.93	2.56
634.71	421.55	2.60
637.10	422.06	2.64
637.42	425.30	2.67
639.52	432.37	2.69
641.54	433.90	2.73
643.32	436.84	2.76
670.02	436.87	2.78
864.93	442.62	2.82
872.35	442.82	2.84
890.03	441.27	2.87
888.30	437.92	2.90
888.59	436.75	2.92
923.62	438.11	2.97
935.93	437.97	3.01
936.74	435.05	3.05
936.78	434.49	3.07
935.91	432.83	3.12
933.03	434.08	3.15
934.04	436.17	3.23
934.50	436.00	3.27

Fonte: Autoria própria