FERNANDO YOITI OBANA

**Rastreamento do olhar na avaliação de presença em atividades
mediadas por vídeo**

São Paulo
2015

FERNANDO YOITI OBANA

**Rastreamento do olhar na avaliação de presença em atividades
mediadas por vídeo**

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

Orientador:
Prof. Livre-Docente Romero Tori

São Paulo
2015

FERNANDO YOITI OBANA

**Rastreamento do olhar na avaliação de presença em atividades
mediadas por vídeo**

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

Área de Concentração: Sistemas Digitais

Orientador:
Prof. Livre-Docente Romero Tori

São Paulo
2015

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

São Paulo, 03 de Novembro de 2015.

Assinatura do autor

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'F. Y. Obana', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Assinatura do orientador

Catálogo-na-publicação

Obana, Fernando Yoiti

Rastreamento do olhar na avaliação de presença em atividades mediadas por vídeo / F. Y. Obana. -- versão corr. -- São Paulo, 2015.
186 p.

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

1.Processamento digital de imagens 2.Vídeo 3.Reconhecimento de padrões 4.Rastreamento I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.

**Dedico este trabalho aos meus filhos
Pedro Henrique e Arthur Kenzo
Aos meus pais Minori e Midori
E a minha esposa Lorena**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu orientador Prof. Romero Tori que me acompanhou, auxiliou e aconselhou durante todo o desenvolvimento do trabalho com muita paciência e dedicação.

A Profa. Fátima de Lourdes dos Santos Nunes que sempre que possível auxiliou na pesquisa com seus conselhos e sua experiência.

A graduanda do curso de licenciatura em computação Franciele Gomes Barbosa pela contribuição neste trabalho.

Aos professores Einstein, Moisés e André da UFMT Cuiabá pelo incentivo e auxílio com o equacionamento matemático da pesquisa.

Aos coordenadores do Doutorado Interinstitucional (DINTER) que promoveram a cooperação entre UFMT e Poli-USP. Aos professores da USP que se deslocaram até Cuiabá para ministrar as disciplinas, aos professores do Instituto de Computação da UFMT e aos professores do departamento de computação de da UNEMAT de Alto Araguaia pelo apoio, em especial ao Prof. Me. Lucas e seu conhecimento em programação JAVA, imprescindível para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos membros da banca examinadora pela disposição e contribuição que deixarão para a continuidade da pesquisa.

Membros do círculo familiar e amigos que também estiveram presentes durante a trajetória do Doutorado, acompanhando momentos de alegria, angústia, reflexão, desânimo, tensão, desespero, e claro, conquistas. Impossível agradecer e nomear um a um em um espaço tão curto. Externo minha gratidão e agradecimentos aos meus pais Minori e Midori, minhas irmãs Silvia e Flávia e aos amigos e colegas de trabalho Prof. Dr. Milton, Prof. Me. Max e Prof. Me. Juvenal.

Aos amigos que surgiram durante o desenvolvimento da pesquisa Ana Cláudia, Ivairton, Raul, Alexandre, Juliana Evandro e todos os colegas do DINTER, em especial aos amigos e colegas do Interlab/USP Eunice, Makoto, Cleber, Silvio.

As secretárias do Interlab/USP Mariza e Mayra pelo empenho e paciência a atender todos os pedidos solicitados com presteza e rapidez.

Todos contribuíram para o meu crescimento pessoal, emocional e principalmente profissional.

Ao Sr. Ivo, Sra. Nilva e Ângela pela compreensão, paciência e apoio durante minha crise depressiva. A todos da família Ribeiro pelos momentos de descontração necessários para a recuperação física e mental.

Ao meu amigo Eli Jairo de Araújo que por várias vezes fez de sua residência em Cuiabá um hotel para que pudesse me alojar.

Ao meu filho Pedro Henrique pela paciência e compreensão pelos momentos de ausência, ao meu filho Arthur Kenzo pela paciência e compreensão nos meus momentos de impaciência. Especialmente a Lorena por todo o apoio, amor, carinho e cuidado com nosso filho Arthur Kenzo e o Pedro Henrique durante minha ausência e momentos de impaciência.

UNEMAT pelo apoio concedido na forma de afastamento remunerado por 2 anos.

Ao CNPq - Processo 559931/2010-7, ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC), à Fapesp - Processo 2010/15691-0, ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – PIBITI/CNPq/USP pelo apoio financeiro. A CAPES e Fapemat por apoiarem financeiramente a oferta do DINTER em Cuiabá.

Finalmente e não menos importante a Deus.

RESUMO

A percepção de presença (PP), evolução do conceito de telepresença, pode ser definida como ilusão perceptiva de não mediação e/ou a percepção ilusória da realidade. O método mais utilizado para a avaliação da PP faz uso de questionários aplicados aos sujeitos, após sua participação numa experiência. Além de não fornecer informações em tempo real esse método sofre muitas interferências advindas tanto dos sujeitos submetidos ao experimento como dos avaliadores dos questionários. Os métodos que poderiam ser mais efetivos para a avaliação da PP, em tempo real, fazem uso de sinais fisiológicos que variam independentemente da vontade dos sujeitos, como batimento cardíaco, eletrocardiograma, eletroencefalograma, resistividade e umidade da pele. Os sinais fisiológicos, no entanto, só variam de forma significativa em situações de estresse, inviabilizando sua utilização em atividades normais, sem estresse. Outra forma de avaliar a PP é utilizar sistemas de rastreamento do olhar. Estudados e desenvolvidos desde o século 19, os sistemas de rastreamento do olhar fornecem um mapeamento do movimento dos olhos. Além de indicar para onde os sujeitos estão olhando, podem também monitorar a dilatação da pupila e as piscadas. Atualmente existem sistemas de rastreamento do olhar comerciais de baixo custo, que apesar de terem menos precisão e frequência que os equipamentos de alto custo são mais práticos e possuem software de plataforma aberta. No futuro serão tão comuns e simples de usar como são hoje as câmeras em dispositivos móveis e computadores, o que viabilizará a aplicação das técnicas e métodos aqui propostos em larga escala, principalmente para monitorar a atenção e envolvimento de atividades mediadas por vídeo. É apresentada uma ferramenta que faz uso do rastreamento do olhar para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo (com estímulos sonoros). Dois experimentos foram realizados para validar as hipóteses da pesquisa e a ferramenta. Um terceiro experimento foi executado para verificar a capacidade da ferramenta em avaliar a percepção de presença em atividades não estressantes mediadas por vídeo.

Palavras chave: Percepção de Presença. Rastreamento do Olhar. Vídeo. Avaliação Qualitativa. Avaliação Quantitativa. Entropia.

ABSTRACT

The presence perception (PP), evolution of the concept of telepresence, could be defined as the perceptual illusion of nonmediation and/or the ilusional perception of reality. The most utilized method for PP evaluation make uses questionnaires applied for the subjects, after your participation in an experience. Besides it does not provide real-time information this method suffers with many interferences in the results that come from the subjects undergoing and form the reviewers of the of the questionnaires. The methods could be more effective for PP evaluation, in real time, make uses of physiologic signals that vary independently of the request of the subjects, e.g. heart rate, electrocardiogram, electroencephalogram, skin resistivity and skin humidity. However, meaningful physiologic signals occurs only in stress situations, unfeasible Its use in normal environments, whit no stress. Another way to evaluate the PP is using eye gaze tracking systems. Studied and developed since the 19th century, eye gaze tracking systems provide an eye movements mapping. Moreover it indicate where the subjects are viewing, these systems can follow up pupil dilatation and blinks. Currently there are commercial gaze tracking systems inexpensive, despite having less precision and frequency that expensive-equipments are more practical and open software platform is available. In the future these technologies will be common and simple to use as today are cameras on mobile devices and computers, which will enable the implementation of the techniques and methods here proposed on a large scale, mainly to monitor the attention and involvement during activities mediated by video. A tool that makes use of gaze tracking to evaluate presence perception in activities video mediated (with sound stimuli) is displayed. Two experiments were conducted to validate the hypotheses of the research and the tool. A third experiment was performed to verify the tool's ability to assess presence perception in non-stressful activities video mediated.

Palavras chave: Presence Perception. Gaze tracking. Vídeo. Qualitative Evaluation. Quantitative Evaluation. Entropy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O processo perceptivo	24
Figura 2 – Classificação de presença física, copresença e presença social	27
Figura 3 – <i>Continuum</i> real-virtual, baseado em Milgram e Kishino (1994).....	31
Figura 4 – <i>Continuum</i> real-virtual, baseado em Milgram e Kishino (1994).....	32
Figura 5 – Relação da presença com o tempo e zona ótima de presença	33
Figura 6 – Mapeamento de outros questionários comparados com os questionários de Witmer-Singer e SUS.	38
Figura 7 - Visão geral da metodologia para avaliação contínua de presença.	39
Figura 8 – Desenho esquemático de um rastreador do olhar mecânico.	46
Figura 9 – Aspecto chave da anatomia do globo ocular	47
Figura 10 – Scleral search coil – (a) 2D Scleral Search Coil – (b) 3D Scleral Search Coil.	49
Figura 11 - bobina de torção inserida no olho com os fios saindo sobre o nariz.....	49
Figura 12 – Eletrodos posicionados em usuária de RO baseado em EOG	50
Figura 13 - Representação simplificada do olho humano.....	51
Figura 14 – Quatro imagens Purkinje - O reflexo de L (raio de luz) em diferentes partes do globo ocular: P1 da camada externa da córnea, P2 da camada interna da córnea, P3 da superfície anterior das lentes, P4 da superfície posterior das lentes.	52
Figura 15 - a) efeito pupila-escura com <i>glint</i> ; b) efeito pupila-brilhante com <i>glint</i>	52
Figura 16 – Exemplos de ROs de mesa ou remotos.	54
Figura 17 – (a) <i>Bite Bar</i> – imagem reproduzida de Houben (2006) (b) Descanso de cabeça.	55
Figura 18 – ROs do tipo HMD.	55
Figura 19 – Imagem de Lena (a) Imagem completa. (b) Imagem Foveada	58
Figura 20 - <i>Scanpath</i> sobre a figura “Menina do Volga” como utilizada por Yarbus (1967) Fonte: (fotografado por S. Fridlyand.) Movimento do Olho e visão, 1967, originalmente publicado por Plenum Press com permissão da <i>Springer Science and Business Media</i>	60
Figura 21 – Idiosincrasia do scanpath demonstrada por Yarbus, Haigh e Rigss (1967). Pintura de I. E. Repin “Um visitante inesperado” e gravação do movimento do olho de sete diferentes sujeitos. Cada sujeito examinou a figura livremente por 3 minutos com os dois olhos.	62
Figura 22 – Repetição do <i>scanpath</i> para a mesma pessoa demonstrada por Yarbus, Haigh e Rigss (1967). Sete registros do movimento do olho pelo mesmo sujeito, examinando a figura de Repin de forma livre com os dois olhos. Os registros foram organizados de forma cronológica, duraram 3 minutos. O intervalo entre os registros foi de 1 ou 2 dias.	63
Figura 23 – Relação entre percepção, reconhecimento de imagem e scanpath demonstrado por Yarbus, Haigh e Rigss (1967). Sete registros do movimento do olho, durante 3 minutos, para o mesmo objeto com tarefas diferentes.	64
Figura 24 – Ilusão de ótica – Visão de uma árvore processo <i>bottom up</i> . Visão de duas faces processo <i>top down</i>	65
Figura 25 – Capacete de Realidade Virtual com rastreador de olhar acoplado.	67
Figura 26 – Corpo virtual	68
Figura 27 – Exemplo de construção do ambiente estressante com a inserção aleatória de polígonos. Fonte: Jordan (2010)	69
Figura 28 – (a) Ambiente virtual estressante (b) ambiente virtual normal.	70
Figura 29 – Ambiente virtual randômico – sem formação de imagem significativa.	70

Figura 30 – (a) Poliedro de 20 faces (b) Poliedro de 80 faces.	71
Figura 31 - Gráfico típico de Hc obtido com dados de um dos voluntários.	77
Figura 32 – Imagem da primeira parte do vídeo.	84
Figura 33 – Imagem da segunda parte do vídeo.	84
Figura 34 – Imagem da terceira parte do vídeo.	85
Figura 35 – Imagem da quarta parte do vídeo.	85
Figura 36 – Imagem da quinta parte do vídeo.	86
Figura 37 – Imagem da sexta parte do vídeo.	86
Figura 38 – Imagem da sétima parte do vídeo	87
Figura 39 – Imagem da oitava parte do vídeo	87
Figura 40 – Imagem da nona parte do vídeo	88
Figura 41 – imagem da décima parte do vídeo.....	88
Figura 42 – Imagem da décima primeira parte do vídeo	89
Figura 43 – Imagem da décima segunda parte do vídeo	89
Figura 44 – Imagem da décima terceira parte do vídeo.	90
Figura 45 – Vista frontal do equipamento de rastreamento do olhar utilizado na pesquisa.	91
Figura 46 – Rastreador do olhar posicionado na frente do monitor de vídeo.	92
Figura 47 – Suporte para cabeça com altura regulável (a) vista frontal (b) vista lateral.	92
Figura 48 – Caixa que serviu de base para monitor e RO.....	93
Figura 49 – Fone de ouvido intra-auricular utilizado nos experimentos.	94
Figura 50 – Vista de todos os equipamentos utilizados para realizar os experimentos.	94
Figura 51 – Amostra dos dados gravados em arquivo	95
Figura 52 – Quatro possibilidades de posicionamento da cabeça e dos olhos. (a) Bom. (b) Limitado. (c) Ruim. (d) Mensagem de erro.	97
Figura 53 - Tela de calibração mostrando nove pontos simultaneamente.	97
Figura 54 – Voluntário assistindo ao vídeo.	98
Figura 55 – Imagem da vídeo-aula sobre Realidade Virtual, Aumentada e Misturada.	100
Figura 56 – Imagem dividida em 64 quadrantes.....	101
Figura 57 – Perfil geral dos voluntários – Item sexo.	103
Figura 58 – Perfil geral – Item Correção da visão por lente	104
Figura 59 – Perfil geral – Item Etnia.....	104
Figura 60 - Perfil geral – Item escolaridade	104
Figura 61 - Perfil geral – Item tempo de uso do computador.....	105
Figura 62 - Perfil geral – Item conhecimento em computação	105
Figura 63 - Perfil geral – Item utilização do computador	105
Figura 64 – Presença Espacial, Envolvimento e Realismo experimentado com áudio estressante e áudio relaxante.	117
Figura 65 – Gráfico de Hci do voluntário 1. Hci= 0,268935209. Hc = 2,801288473.....	121
Figura 66 – Ampliação dos valores de Hci entre os tempos 206 e 208 segundos.....	122
Figura 67 - Gráfico de Hci do voluntário 2. Hci= 0,374321761780293. Hc = 2,797509705.	123
Figura 68 - Gráfico de Hci do voluntário 3. Hci=0,360687553. Hc = 2,877627703.	124

Figura 69 - Gráfico de Hci do voluntário 4. Hci= 0,309365229944215. Hc = 3,046246459.	125
Figura 70 - Gráfico de Hci do voluntário 5. Hci=0,268935209. Hc = 3,001770345.	127
Figura 71 - Gráfico de Hci do voluntário 6. Hci= 0,320642719. Hc = 2,700046795.	128
Figura 72 - Gráfico de Hci do voluntário 7. Hci= 0,343378883. Hc = 3,036198028.	129
Figura 73 - Gráfico de Hci do voluntário 8. Hci= 0,301135475. Hc = 2,68198402.	130
Figura 74 - Gráfico de Hci do voluntário 9. Hci= 0,313794444. Hc = 2,889756591.	131
Figura 75 - Gráfico de Hci do voluntário 10. Hci= 0,229461774. Hc = 2,612398212.	132
Figura 76 - Gráfico de Hci do voluntário 11. Hci= 0,345484083. Hc = 2,699923677.	134
Figura 77 - Gráfico de Hci do voluntário 12. Hci = 0,363261514. Hc = 0,363261514.	135
Figura 78 - Gráfico de Hci do voluntário 13. Hci = 0,290156690. Hc = 2,621941871.	136
Figura 79 - Gráfico de Hci do voluntário 14. Hci = 0,330688425. Hc = 2,772418547.	137
Figura 80 - Gráfico de Hci do voluntário 15. Hci = 0,275552373. Hc = 2,742941219.	138
Figura 81 - Gráfico de Hci do voluntário 16. Hci = 0,291432990. Hc = 2,722442675.	139
Figura 82 - Gráfico de Hci do voluntário 17. Hci = 0,256985534. Hc = 2,163513225.	140
Figura 83 - Gráfico de Hci do voluntário 18. Hci = 0,365075461. Hc = 2,93914798.	141
Figura 84 - Gráfico de Hci do voluntário 19. Hci = 0,364668708. Hc = 2,958298706.	142
Figura 85 - Gráfico de Hci do voluntário 20. Hci = 0,202292260. Hc = 2,607854226.	143
Figura 86 - Gráfico de Hci do voluntário 21. Hci = 0,312412214. Hc = 2,392747002.	144
Figura 87 - Gráfico de Hci do voluntário 21. Hci = 0,358362275. Hc = 2,868059586.	145
Figura 88 – Correlação entre Hci e Q21.	147
Figura 89 – Gráfico do IPQ para o voluntário 1.	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características técnicas do RO utilizado.	91
Tabela 2 – Uso/conhecimento de computação.....	106
Tabela 3 – Perfil de conhecimento tecnológico do usuário - Vídeo estressante com áudio estressante	107
Tabela 4 - Perfil de conhecimento tecnológico do usuário - Vídeo estressante com áudio relaxante.	108
Tabela 5 – Teste F para o tempo percebido do vídeo	108
Tabela 6 – Teste t de <i>student</i> para o tempo percebido do vídeo	109
Tabela 7 – Acertos e erros de cada Grupo para as questões 2 a 5 do IPQ	109
Tabela 8 – Respostas obtidas com o IPQ para voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio estressante	111
Tabela 9 - Respostas obtidas com o IPQ para voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio relaxante	112
Tabela 10 – Teste F para o realismo experimentado	113
Tabela 11 – Teste t de <i>student</i> para o realismo experimentado.....	113
Tabela 12 – Teste F para presença espacial	114
Tabela 13 - Teste t de <i>student</i> para a presença espacial	114
Tabela 14 – Teste F para o envolvimento.....	115
Tabela 15 - Teste t de <i>student</i> para o envolvimento.....	115
Tabela 16 – Teste F para a variável independente G1	116
Tabela 17 - Teste t de <i>student</i> para a variável independente G1	116
Tabela 18 – Entropia Condicional (Hc) calculada ao final de cada exibição do vídeo	118
Tabela 19 - Teste F para os valores de Hc.....	118
Tabela 20 - Teste t de <i>student</i> para os valores de Hc.	119
Tabela 21 – Período em segundos de cada vídeo exibido	120
Tabela 22 – Momentos de estresse indicados pelos voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio estressante.	121
Tabela 23 – Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 1.	122
Tabela 24 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 2.	123
Tabela 25 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 3.	124
Tabela 26 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 4.	126
Tabela 27 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 5.	128
Tabela 28 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 6.	129
Tabela 29 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 7.	130
Tabela 30 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 8.	131
Tabela 31 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 9.	132
Tabela 32 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 10.	133
Tabela 33 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 11.	134
Tabela 34 - Momentos de estresse indicados pelos voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio relaxante.	135
Tabela 35 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 1.	136

Tabela 36 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 2.	137
Tabela 37 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 3.	138
Tabela 38 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 4.	139
Tabela 39 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 5.	140
Tabela 40 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 6.	141
Tabela 41 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 7.	142
Tabela 42 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 8.	143
Tabela 43 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 9.	144
Tabela 44 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 10.	145
Tabela 45 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 11.	146
Tabela 46 – Resumo das correlações obtidas entre Hci e os resultados obtidos com questionários	146
Tabela 47 – Respostas do questionário pré-teste a vídeo-aula. N – Não, SC – Sim resposta Correta, SE – Sim resposta Errada.	148
Tabela 48 – Resultados do IPQ obtidos com os voluntários que assistiram a vídeo-aula.	150
Tabela 49 – Média individuais de Real (Realismo experimentado), SP (Presença Espacial), Inv (Envolvimento) e G1 (Item Geral) do IPQ e sua correlação com Hc.	150
Tabela 50 – Trechos distintos da vídeo-aula.	151
Tabela 51 – Trechos distintos da vídeo-aula e valores de Hci dos voluntários com resposta da questão 5. V1-e = Voluntário 1, Trecho e do vídeo.	151
Tabela 52 – Respostas dos voluntários para as questões de 21 a 26.	152

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	duas dimensões
3D	três dimensões
EaD	Educação a Distância
ECG	Eletro Cardiograma
EEG	Eletro Encefalograma
EMF	Eletro Miografia Facial
EOG	Eletro-oculografia
FMRI	Imagem de Ressonância Magnética Funcional
GSR	<i>Galvanic Skin Response</i>
Hc	Entropia condicional
Hci	Entropia condicional Intermediária
IPQ	<i>Igroup Presence Questionnaire</i>
ISPR	<i>International Society for Presence Research</i>
PP	Percepção de presença
PPM	Percepção de Presença Máximo
PQ	<i>Presence Questionnaire</i>
RA	Realidade Aumentada
RAIR	<i>Response As If Real</i>
RM	Realidade Misturada
RO	Rastreador do olhar
RV	Realidade Virtual
SMI	<i>Sensomotoric Instruments</i>
SUS questionnaire	Slater-Usch-Steed <i>questionnaire</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TV3D	Televisão 3D
V	volume
VOG	Vídeo-oculografia
WYSIWIS	<i>What you see is what i see</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	ATENÇÃO, PERCEPÇÃO E SENSACÃO	24
2.1	PERCEPÇÃO DE PRESENÇA	26
2.2	PRESENÇA EM SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA	30
2.3	GRANDEZAS A SEREM CONSIDERADAS PARA AVALIAÇÃO DE PRESENÇA	33
2.3.1	<i>Fatores do ambiente real</i>	<i>34</i>
2.3.2	<i>Fatores da mídia.....</i>	<i>35</i>
2.3.3	<i>Fatores do usuário.....</i>	<i>36</i>
2.3.4	<i>Fatores tecnológicos.....</i>	<i>37</i>
2.4	AVALIAÇÕES SUBJETIVAS DE PRESENÇA.....	37
2.4.1	<i>Escalas de medidas após o teste</i>	<i>37</i>
2.4.2	<i>Avaliações contínuas de presença.....</i>	<i>39</i>
2.4.3	<i>Métodos Qualitativos</i>	<i>39</i>
2.4.4	<i>Métodos psicofísicos.....</i>	<i>40</i>
2.4.5	<i>Avaliações Corroborativas Subjetivas.....</i>	<i>41</i>
2.5	AVALIAÇÕES CORROBORATIVAS OBJETIVAS PARA AVALIAÇÃO DE PRESENÇA	41
2.5.1	<i>Avaliações Psico-fisiológicas.....</i>	<i>42</i>
2.5.2	<i>Correlação Neural.....</i>	<i>42</i>
2.5.3	<i>Avaliações de comportamento.....</i>	<i>43</i>
2.5.4	<i>Avaliação do desempenho de tarefas</i>	<i>43</i>
2.5.5	<i>Rastreamento do olhar.....</i>	<i>44</i>
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	44
3	RASTREAMENTO DO OLHAR	46
3.1	ANATOMIA DO OLHO	47
3.2	RASTREADORES DO OLHAR	48
3.2.1	<i>Tecnologia Scleral search coil.....</i>	<i>48</i>
3.2.2	<i>Eletro-oculografia (EOG)</i>	<i>50</i>
3.2.3	<i>Vídeo-oculografia (VOG)</i>	<i>50</i>
3.2.4	<i>VOG baseada no método centro-da-pupila/reflexão-na-córnea.....</i>	<i>51</i>
3.2.5	<i>Determinação do ponto observado.....</i>	<i>53</i>
3.3	TIPOS DE RASTREADORES DO OLHAR.....	54
3.3.1	<i>Dispositivos montados no desktop (DMD) ou remotos</i>	<i>54</i>
3.3.2	<i>Dispositivos montados na cabeça (HMD).....</i>	<i>55</i>
3.4	CLASSIFICAÇÃO DOS RASTREADORES DE OLHAR.....	56
3.5	DESCRIÇÃO DOS MOVIMENTOS DOS OLHOS	57

3.5.1	<i>Sacadas</i>	58
3.5.2	<i>Fixações ou Foveação</i>	59
3.5.3	<i>Perseguições ou perseguições suaves</i>	59
3.5.4	<i>Região de interesse</i>	59
3.5.5	<i>Duração do olhar</i>	60
3.5.6	<i>Scanpath</i>	60
3.5.7	<i>Piscadas</i>	60
3.6	DADOS DE INTERESSE DESSA PESQUISA	61
3.7	RASTREAMENTO DO OLHAR E PERCEPÇÃO DE PRESENÇA.....	66
3.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	74
4	MATERIAL E MÉTODOS	75
4.1	METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE PRESENÇA EM ATIVIDADES MEDIADAS POR VÍDEO UTILIZANDO RASTREAMENTO DO OLHAR.....	75
4.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	80
5	METODOLOGIA PARA VALIDAR A FERRAMENTA (HARDWARE, SOFTWARE E MÉTODO)	81
5.1	QUESTIONÁRIO UTILIZADO (IPQ)	81
5.2	SELEÇÃO E EDIÇÃO DE VÍDEOS.....	83
5.3	RASTREADOR DO OLHAR ESCOLHIDO	90
5.4	EQUIPAMENTOS AUXILIARES E ACESSÓRIOS	92
5.5	SOFTWARE	95
5.6	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	96
5.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	102
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	103
6.1	PERFIL DOS VOLUNTÁRIOS	103
6.2	EXPERIMENTO COM VÍDEO ESTRESSANTE.....	106
6.2.1	<i>Avaliação de PP final com IPQ</i>	106
6.2.2	<i>Avaliação de PP com RO</i>	118
6.2.3	<i>Comparação de resultados obtidos com IPQ e RO</i>	119
6.3	AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÕES DE PRESENCAS INTERMEDIÁRIAS	120
6.3.1	<i>Resultados obtidos com IPQ e RO para VEAE</i>	121
6.3.2	<i>Resultados obtidos com IPQ e RO para VEAR</i>	135
6.3.3	<i>Análise dos resultados obtidos com IPQ e RO para PP intermediárias</i>	147
6.3.4	<i>Análise final do experimento com vídeo estressante</i>	147
6.4	EXPERIMENTO COM VÍDEO-AULA.....	148
6.4.1	<i>Entropia Total</i>	149
6.4.2	<i>Entropias intermediárias</i>	151

6.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	153
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	154
7.1	TRABALHOS FUTUROS.....	156
7.2	ARTIGOS PUBLICADOS	157
7.3	ARTIGO SUBMETIDO.....	157
	APENDICE A - CARTA QUE ACOMPANHA O TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	170
	APENDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	172
	APENDICE C – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE - VÍDEO ESTRESSANTE	173
	APENDICE D – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE - VÍDEO ESTRESSANTE.....	174
	APENDICE E - QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE – VÍDEO-AULA	178
	APENDICE F - QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE – VÍDEO-AULA.....	180
	ANEXO 1 - ROTEIRO DO MODERADOR.....	184

1 INTRODUÇÃO

A educação a distância (EaD) hoje é uma realidade desde a educação básica até a pós-graduação, principalmente em regiões remotas e com baixa densidade populacional. De 2004 a 2007 houve um crescimento de 213% no número de alunos matriculados (SANCHES, 2008). De 2009 para 2010, a educação a distância obteve um crescimento de 10,2%, somente em cursos de graduação (MOROSINI *et al.*, 2012).

O deslocamento de alunos do interior para os grandes centros para a obtenção de qualificação profissional nem sempre é possível por vários motivos. A essas pessoas restam então os cursos de educação a distância que estão se disseminando por todo o país, principalmente no interior (LIMA *et al.*, 2011).

Um exemplo dessa expansão da EaD é a Universidade Aberta do Brasil (UAB), que é um programa público que fornece a estrutura física de pólos de EaD para que universidades públicas ofereçam cursos de nível superior à distância (Lima *et al.*, 2011). No âmbito do Estado de Mato Grosso pode-se citar o exemplo da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) que no primeiro semestre de 2012, através da UAB, ofereceu 525 vagas em cursos superiores à distância. Alia-se a essa expansão da EaD no estado o programa MT Preparatório, da Secretaria de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (www.secitec.mt.gov.br), que oferecia 10.000 vagas em 2010 e atualmente oferece 23.000 vagas em cursos preparatórios para exames seletivos (Enem, Vestibular e concurso público).

Mesmo diante do forte crescimento da EaD, pesquisas indicam que existe uma grande evasão de alunos dos cursos, cerca de 30% (SANCHES, 2008). Pesquisas indicam que fatores como falta de interesse, participação, interação (entre colegas e professores), motivação e hábitos de estudo podem ser considerados como preditores dessa evasão (WALTER, 2011).

De acordo com Morosini *et al.* 2012 programas de combate a evasão nas instituições de ensino brasileiras, durante o percurso acadêmico, ainda precisam ser instituídos.

Essa falta de engajamento dos alunos, muitas vezes só é percebida tarde demais, em parte porque apesar do curso ser a distância a metodologia utilizada ainda é a mesma de cursos presenciais, isso acaba diminuindo a interatividade entre alunos, professores e conteúdo.

Tanto em cursos presenciais como em cursos a distância é importante considerar além da distância física, a distância transacional (distância psicológica) entre alunos e professores (MOORE, 2002). A percepção de presença, a sensação que uma pessoa tem de estar em determinado lugar, pode ser utilizada como um indicador de distância transacional. Sendo assim quanto mais presente o aluno se sentir, menor será a distância transacional por ele percebida (TORI, 2010).

Existem várias características de EaD que estão relacionadas com a qualidade da interação, as quais podemos dividir em características tecnológicas e humanas. Nos últimos anos tem acontecido um grande desenvolvimento da tecnologia permitindo que professor e aluno em pontos opostos do globo terrestre se comuniquem como se estivessem em um mesmo lugar. No entanto, devido a mediação, percepções humanas como engajamento, atenção e presença são difíceis de avaliar a distância, dificultando a interação (LAGUARDIA; PORTELA, 2009).

A partir de várias definições para percepção de presença, chegou-se a uma adequada para a abordagem deste trabalho e que será aqui utilizada:

Presença é um estado psicológico, no qual a pessoa falha em perceber a ocorrência de mediação no processo de captação de informações providas de objetos reais ou virtuais (OBANA e TORI, 2011).

Dessa forma o maior valor para a percepção de presença pode ser obtido em ambientes reais, sem o uso de tecnologias mediadoras, desde que o sujeito esteja atento. Conforme mais mediação se interpõe entre sujeito e o objeto de sua atenção menos presença se sentirá (do objeto em seu ambiente ou de si no ambiente). Em uma atividade mediada por vídeo, pode-se dizer que quanto mais presente o aluno se sentir, mais o seu comportamento se assemelhará as atitudes que ele tomaria em uma atividade presencial (SLATER, 2009). Esta falha na percepção faz com que as pessoas se comportem, de forma subjetiva, comportamental e fisiologicamente, como se estivessem em um ambiente real quando de fato estão em um ambiente virtual (*RAIR – Response As If Real*) (SLATER, 2009; SANCHEZ-VIVES; SLATER, 2005a).

Existem vários métodos para avaliar a percepção de presença e o método mais aceito é fazer uso de questionários, aplicando-os após a experiência virtual. Experimentos demonstraram que sinais fisiológicos, como EEG, ECG, GSR e EMF têm relação com a percepção de presença. Essas variáveis, no entanto,

demonstraram bom funcionamento somente para casos em que a pessoa é submetida a situações de estresse (VAN BAREN e IJSSELSTEIJN, 2004).

Ellis e Stark (1986) relataram um experimento que demonstrava que a entropia do movimento do olhar tinha ligação com a percepção humana (interpretação significativa) enquanto pessoas estavam observando imagens. A equação para o cálculo da entropia do movimento do olhar coletados durante o experimento foi apresentado por Brillouin (1962).

Recentemente Jordan e Slater (2009) demonstraram que existe uma relação entre percepção de presença e a entropia condicional (H_c) do rastreamento do olhar em um ambiente virtual. Esse experimento utilizou estímulos visuais estáticos.

Da mesma forma que os sinais fisiológicos movimento oscilatórios dos olhos acontecem independentemente da vontade do sujeito e não ocorre de forma suave e contínua, mas em sacadas e fixações. Sacadas são movimentos rápidos com duração de 20 a 100 ms e fixações são paradas com duração de 100 a 400 ms. Quando se olha para uma cena (um quadro, por exemplo), nosso cérebro determina regiões de interesse na cena e utiliza as sacadas para focar o olhar nessas regiões e as fixações para captar as informações, os olhos captam apenas pequenas regiões da cena, ficando a cargo do cérebro a construção e interpretação da cena.

Os primeiros rastreadores do olho utilizavam observação direta com o auxílio de espelhos, lentes presas a canetas e fotos (HUEY, 1908). Atualmente estes dispositivos utilizam câmeras de vídeo e software de rastreamento como ITU Gaze Tracker (SAN AGUSTIN *et al.*, 2009).

Um dos principais problemas para a implementação desse tipo de experimento era o custo de equipamentos de rastreadores do olhar comerciais (superiores a 1000 dólares). Atualmente existem aparelhos para rastreamento do olhar comerciais na faixa de 100 dólares (<https://theeyetribe.com/products/>).

A grande disseminação de câmeras em áreas públicas (câmeras de segurança) e em dispositivos eletrônicos como *smartphones*, *tablets* e *notebooks* e pesquisas como a desenvolvida por Hansen *et al.* (2010) e iniciativas como a da Fujitsu¹, em um futuro próximo, tornarão a tecnologia de rastreadores do olhar comum no dia a dia das pessoas.

¹ Fujitsu Develops Eye Tracking Technology
<http://www.fujitsu.com/global/news/pr/archives/month/2012/20121002-02.html>

Esta pesquisa irá expandir o trabalho de (JORDAN, 2010) ampliando a relação entre percepção de presença e a entropia condicional do rastreamento do olhar em ambientes virtuais com estímulos visuais em movimento e a inclusão de estímulos sonoros, possibilitando o conhecimento da percepção de presença, em tempo real, durante a realização de uma atividade mediada por vídeo.

A atenção visual é a primeira percepção que será direcionada para um estímulo fornecido, seja ele visual, sonoro, tátil, olfativo ou gustativo (DESIMONE e DUNCAN, 1995). Dessa forma, quando um professor estimula um aluno de forma auditiva, sua atenção visual será direcionada para o estímulo indicado, diminuindo a entropia do movimento dos olhos. Em uma atividade mediada por vídeo o que se espera é o mesmo comportamento da pessoa (RAIR – *Response As If Real*) quando ele se sentir presente no ambiente virtual (SLATER, 2009; SANCHEZ-VIVES; SLATER, 2005a).

Em 1986 foi descoberta a relação entre entropia do movimento do olhar e a percepção humana (ELLIS e STARK, 1986). Apesar de antiga esta metodologia só foi retomada em 2009, para avaliar especificamente a relação entre percepção de presença e o movimento do olhar (JORDAN e SLATER, 2009; JORDAN, 2010).

Os experimentos de 1986 utilizaram como objeto de observação as fotos utilizadas por Yarbus, Haigh e Riggs (1967) para demonstrar a idiosincrasia do olhar.

Jordan (2010), por considerar que a percepção de presença só existe em ambientes virtuais imersivos, fez uso de uma cena estática tridimensional imersiva.

Resta, então, a lacuna de aplicação desta metodologia para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo em duas dimensões. Por considerar que a percepção de presença não acontece somente em ambientes virtuais imersivos esta pesquisa pretende preencher esta lacuna, adaptando o método utilizado por Jordan (2010) para ser utilizado em situações não imersivas, mais especificamente com vídeos.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta que permita avaliar a percepção de presença, em tempo real, de pessoas em uma atividade mediada por vídeo, por meio de dispositivos de rastreamento do olhar de baixo custo. A mensuração da avaliação da percepção de presença de pessoas durante uma atividade mediada por vídeo pode fornecer um indicador de engajamento e atenção que pode ser utilizada para avaliar a percepção de presença

de alunos durante uma atividade de ensino. Esta ferramenta poderá ser utilizada como parâmetro de avaliação de aulas ministradas a distância (gravadas ou ao vivo) como as que acontecem na maior parte dos cursos a distância como o MT-preparatório e na UAB.

Este trabalho está organizado em 7 capítulos sendo o Capítulo 1 a Introdução.

O Capítulo 2 apresenta a definição e o conceito de atenção, percepção e sensação. Conhecimentos necessários para compreensão do conceito de presença. Todo o histórico, definição e conceito de percepção de presença também são apresentados no Capítulo 2. É apresentado também todos os métodos e ferramentas, encontrados na literatura, utilizados para avaliar a percepção de presença de usuários de ambientes virtuais.

O Capítulo 3 apresenta o histórico, o conceito e a definição de rastreamento do olhar, iniciando com uma descrição da estrutura do olho humano e terminando com a descrição das variáveis que podem ser captadas com equipamentos de rastreamento do olhar atuais. Descreve também como o rastreamento do olhar foi utilizado para avaliar a percepção de presença em um ambiente virtual tridimensional estático através do cálculo da entropia condicional dos pontos de parada do olhar.

O Capítulo 4 descreve como o método utilizado para avaliar a percepção de presença em um ambiente virtual estático tridimensional imersivo pode ser adaptado para avaliar a percepção de presença de usuário enquanto estes assistem a vídeos.

No Capítulo 5, é descrita metodologia para validar o funcionamento da ferramenta para avaliar a percepção de presença de usuários enquanto estes assistem a vídeos. A metodologia é composta por 3 experimentos.

O Capítulo 6 apresenta os resultados obtidos com os 3 experimentos bem como uma análise dos mesmos.

As conclusões, as respostas às questões de pesquisa e as contribuições da tese, são apresentadas no Capítulo 7.

Após as conclusões são apresentados as listas das referências que embasaram a teoria apresentada nesta tese, seguidos dos apêndices e anexos.

2 ATENÇÃO, PERCEPÇÃO E SENSACÃO

“Precisamos levar informações para a mente para que possamos fazer alguma coisa com elas. A percepção é um processo complexo que depende tanto do meio ambiente como da pessoa que percebe” (DAVIDOFF, 2001).

A frase de Davidoff claramente divide sensação e percepção em processos diferentes. Uma sensação ocorre toda vez que um estímulo ativa um de nossos receptores. A percepção ocorre quando você utiliza sua experiência para interpretar sensações.

Goldstein (2013) afirma que a percepção é uma experiência sensorial consciente que ocorre quando os sinais elétricos que representam uma sensação são transformados pelo cérebro em uma experiência significativa que envolve reconhecimento e ação. Reconhecimento é a capacidade de colocar um objeto em uma categoria e ação é uma atividade motora advinda da percepção.

Figura 1 – O processo perceptivo

Fonte: Adaptado de (BRUCE GOLDSTEIN, 2013)

A Figura 1 tem forma circular para ilustrar que, apesar da descrição do processo perceptivo começar com os estímulos e terminar em percepção,

reconhecimento e ação, todo o processo é tão dinâmico e continuamente modificado que não é possível estabelecer um ponto inicial e final do processo (BRUCE GOLDSTEIN, 2013).

É importante destacar que nem toda sensação ativa uma percepção e nem toda percepção advém de uma sensação. Uma ou mais sensações são levadas a uma percepção devido ao processo de atenção que seleciona, entre as várias sensações que recebemos simultaneamente, quais devem ser percebidas (RIES e RODRIGUES, 2004).

Para Raffaelli (2002) a percepção pode ser inconsciente ou consciente e o que difere uma da outra é a atenção. A atenção por sua vez pode ser voluntária ou involuntária (como no caso da dor e do arco-reflexo).

Estranhamente, a atenção voluntária é o que leva à cegueira por desatenção, ou seja, à falta de percepção de objetos e pessoas em uma cena ou filme, mesmo que estes estejam em destaque. O objeto ou pessoa é visto, mas não percebido (SIMONS, 2000).

A atenção é um processo cognitivo pelo qual o intelecto focaliza e seleciona estímulos. É um processo de extrema importância para a educação, pois em uma aula é necessário que o aluno preste atenção às matérias lecionadas pelo professor e ignore outros estímulos distratores (KASTRUP, 2007).

Existe então entre sensação, atenção e percepção uma relação muito forte que ainda não foi totalmente elucidada pela ciência. Apesar dessa falta de conclusão as pesquisas continuam e de todos os sentidos humanos, o mais utilizado é a visão, pois ela é o principal meio de reconhecimento e orientação para a interação com os objetos que nos rodeiam. Talvez por isso as pesquisas mais avançadas a respeito da percepção humana utilizem a visão (VICENTE, 2009; RIES e RODRIGUES, 2004).

2.1 PERCEPÇÃO DE PRESENÇA

O termo telepresença foi utilizado pela primeira vez por Minsky (1980), para se referir à tecnologia de teleoperação que proporcionava aos usuários uma “presença remota”, por meio de sistemas de realimentação que permitiam ao usuário “ver e sentir o que está acontecendo” em outro local. Atualmente a maior parte das pesquisas não diferencia telepresença do conceito mais amplo de “presença”. Neste trabalho apesar do foco ser a telepresença também será utilizado o conceito mais amplo de “presença”.

De 1980 até os dias atuais, muitas pesquisas foram realizadas, mas até o momento não existe uma definição do conceito de “presença” que seja amplamente aceito pela comunidade científica e isso se deve ao fato de que tal conceito é multidimensional (WITMER e SINGER, 1998; SCHUBERT *et al.* 1999) e várias áreas da ciência realizam pesquisas tendo-o como foco. Como consequência de sua multidimensionalidade existem várias conceituações, determinantes e técnicas de avaliação da percepção de presença. A *International Society for Presence Research* – ISPR (2000), por exemplo, apresenta 12 enunciados diferentes para explicar o que é “presença”.

Estudos sobre “presença” têm sido realizados em vários campos de pesquisa como engenharia, ciência computação, psicologia, ciência cognitiva, comunicação, filosofia, telecomunicação e teleoperação. Esse interesse se deve ao fato de que um elevado senso de presença é considerado essencial para a eficiência de psicoterapias, para o desempenho em treinamentos simulados (Realidade Virtual) e para uma grande variedade de outras aplicações em ambientes virtuais, principalmente de Realidade Virtual e Realidade Aumentada.

Muito pesquisadores têm tentado definir um conceito claro de “presença”, porém como o conceito é multidisciplinar, diferentes áreas utilizam diferentes palavras para se referir ao mesmo conceito (telepresença, presença social, autpresença, presença mediada e presença virtual, entre outros).

Para Loomis (1992), a “presença” pode ser descrita como um estado de consciência: a percepção da sensação de algum estímulo distante, ou de um modo geral, de algum ambiente.

Garau (2003) trabalha com três conceitos de presença: presença, presença social e copresença, e define que “presença” é a sensação de “estar lá” (imersão),

presença social como “estar junto” e copresença como “estar junto em um ambiente compartilhado” (Figura 2).

A definição de Schroeder (2002) considerou “presença” como a sensação de “estar em um lugar diferente do que você está fisicamente”, e esta situação pode acontecer mesmo sem a utilização de um meio tecnológico, por exemplo, quando o usuário muda o foco da sua atenção do mundo real e do mundo virtual e se concentra em uma imagem gerada mentalmente como acontece em sonhos (BIOCCA, 1997).

Nowak e Biocca (2003) definem:

Presença como a medição da sensação que uma pessoa tem de estar dentro de um ambiente virtual, a sensação de “estar lá”;

Copresença como a sensação de conexão entre duas pessoas;

Presença social como a habilidade do meio em conectar pessoas.

Figura 2 – Classificação de presença física, copresença e presença social

Fonte: (IJSELSTEIJN, FREEMAN e DE RIDDER, 2001). Os termos em negrito foram adicionados por Heeter (2003).

Para Jung e Lee (2004) “presença é um estado psicológico no qual objetos virtuais (quase autênticos ou autênticos) são sentidos como objetos reais de forma sensorial ou não sensorial” e concluem seu artigo definindo três subtipos de presença:

- Presença física – quando se atua sobre objetos com mediação da tecnologia ou quando os objetos são criados artificialmente pela tecnologia
- Presença social – quando se atua com atores sociais com mediação da tecnologia ou quando atores sociais são criados artificialmente pela tecnologia
- Auto presença – quanto a própria percepção é mediada pela tecnologia ou criada artificialmente pela tecnologia.

Apesar destes três termos estarem utilizando a mesma nomenclatura empregada por Biocca (1997), eles possuem conceituações bem diferentes.

A “Teoria da Presença Social” elaborada por Short, Williams e Christie (1976) *apud* Santos; *et al.* (2008), concentra a investigação na forma como os meios conseguem com sucesso dar aos usuários a sensação de proximidade e intimidade que normalmente é sentida na presença física.

Várias pesquisas têm sido realizadas tendo como tema a presença social tentando compreender o que ela é e como aumentar o senso de estar com outras pessoas em ambientes de Realidade Virtual e Realidade Aumentada. A presença social é de interesse de todas as aplicações que envolvam algum tipo de interação social, para colaboração com usuários humanos remotos, para ensaios virtuais de representação e para praticar a fala em público com uma audiência virtual.

A definição de Riva (2009) sugere que a “presença” é um estado psicológico que tem a função de controlar, através da separação inconsciente, as ações e interações sociais internas e externas, próprias e de outros.

Um dos artigos mais citados na literatura pesquisada é o de Lombard e Ditton (1997), “*At the heart of it all: The concept of presence*”. Neste artigo os autores citam seis conceituações de presença mais utilizadas na época e que, apesar de não serem equivalentes, são inter-relacionadas. São elas²:

² Termos originais em inglês são: *Presence as social richness*, *Presence as realism*, *Presence as transportation*, *Presence as immersion*, *Presence as social actor within medium* e *Presence as medium as social actor*, respectivamente.

- Presença como nível de sociabilidade;
- Presença como nível de realismo;
- Presença como transporte;
- Presença por meio de imersão;
- Presença de ator social através do meio;
- Presença em que o ator social é o meio

A partir de seus estudos, Lombard e Ditton (1997) definiram formalmente que “presença” é a “ilusão perceptiva de não mediação³”, ou seja, é quando o usuário falha em perceber ou reconhecer a participação da mediação tecnológica e se comporta como se o meio não existisse. De acordo com os autores essa definição abrange todas as seis conceituações citadas.

Tal definição se restringe a situações com mediação tecnológica (também conhecido como experiência de segunda ordem (*INTERNATIONAL SOCIETY FOR PRESENCE RESEARCH*, 2000), como por exemplo, sistemas de teleconferência. Vários autores atualmente seguem essa mesma conceituação: IJsselsteijn, Freeman e De Ridder (2001), Garau (2003), Nowak e Biocca (2003) e Jung e Lee (2004).

Considerando que tudo o que sentimos e percebemos é captado pelo sistema sensorial humano, que nos fornece informações através da interação com o meio ambiente, têm-se então que mesmo em interações sem mediação tecnológica temos de fato uma mediação, a qual é realizada pelos sistemas sensórios humanos (OBANA e TORI, 2010). A esse fenômeno de “mediação natural” damos o nome de experiência de primeira ordem (*INTERNATIONAL SOCIETY FOR PRESENCE RESEARCH*, 2000).

Vários pesquisadores consideram apenas o fenômeno da presença em experiências de segunda ordem (MINSKY, 1980), (JUNG e LEE, 2004), (SANTOS, *et al.*, 2008) e (LOMBARD e DITTON, 1997), outros, no entanto, tratam a presença como um estado psicológico que ocorre independentemente da utilização de tecnologia (GARAU, 2003) (SCHROEDER, 2002) (RIVA, 2009).

As definições de presença de Nowak e Biocca (2003) e Jung e Lee (2004) fazem uma mistura entre características internas e externas do meio e do usuário e execução de uma ação com objetos ou entidades criados tecnologicamente.

³ Frase original em inglês: *the perceptual illusion of nonmediation*.

Em uma tentativa de unificar conceitos para facilitar a comparação de trabalhos e resultados, Lombard e Jones (2006) apresentaram um quadro comparativo que cruza os tipos de presença com uma série de características indicando a ocorrência ou não de tais características para cada tipo de presença⁴.

O artigo apresentado por Riva (2008) define “presença” como a possibilidade que um ambiente tem de transformar intenções em ações e presença social é a possibilidade de representar outros em um ambiente externo.

A partir do estudo de todas as definições de presença, acima descritas, optou-se neste trabalho por utilizar a seguinte conceituação, que une e expande aquelas propostas por Lombard e Ditton (1997) e Biocca (1997):

Presença é um estado psicológico, no qual a pessoa falha em perceber a ocorrência de mediação no processo de captação de informações providas de objetos reais ou virtuais (OBANA e TORI, 2011).

Esta falha em perceber a mediação, quando se usa tecnologia, permite que a percepção de presença seja mais transparente e faz com que o comportamento do sujeito seja o mesmo que ele teria se estivesse vivenciando a experiência no mundo real.

Ressalta-se que o conceito de presença aqui utilizado engloba também experiências de primeira ordem (*INTERNATIONAL SOCIETY FOR PRESENCE RESEARCH*, 2000), ou seja, aquelas mediadas apenas pelos nossos sentidos naturais. As experiências de primeira ordem serão utilizadas como referência para avaliar a percepção de presença em experiências de segunda ordem, que são aquelas mediadas por tecnologia.

2.2 PRESENÇA EM SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

Para Stanney *et al.* (1998) e Meehan *et al.* (2005) a efetividade de um sistema de Realidade Virtual, depende além de outros fatores do grau de presença proporcionado pelo mundo virtual.

Para Sherman e Craig (2003) “presença” está relacionada com a qualidade de sistemas de Realidade Virtual.

⁴ <http://matthewlombard.com/presence-definitions/index.html>

Lee e Nass (2003) destacam a importância do conceito de presença no desenvolvimento de interfaces avançadas em sistemas de Realidade Virtual e em mídias tradicionais como televisão, filmes e livros.

Na área de saúde, vários autores concordam que a relação entre nível de presença e as necessidades médicas de pacientes que sofrem de algum tipo de fobia é muito importante no projeto e desenvolvimento de ambientes de Realidade Virtual para o tratamento desse tipo de distúrbio psicológico (RIZZO; WIEDERHOLD; BUCKWALTER, 1998).

Considerando a definição de presença, adotada anteriormente, fica evidente sua relação com a Realidade Virtual e que essa relação, com os recursos tecnológicos atuais, é inversamente proporcional, ou seja, quanto maior for a virtualização menor será o potencial de presença (Figura 3).

Alinhando este último conceito com o *continuum* de Milgram:

Figura 3 – *Continuum* real-virtual, baseado em Milgram e Kishino (1994).

Fonte: Adaptado por Tori, (2010). Elaborado pelo autor: Acrescentado Gráfico de relacionamento com potencial de presença.

O trabalho de Goldiez e Dawson (2004) relaciona “presença” com sistemas de RA, utilizando somente dois componentes da definição proposta por Heeter (1992):

Sociais - a presença de outras pessoas no mundo virtual;

Ambientais - o quanto e como o mundo virtual se comporta como o mundo real.

Fazendo uma crítica ao trabalho de Goldiez e Dawson (2004), Wagner *et al.* (2009) afirmavam que só uma pequena parte da presença foi captada pois o mundo real (elemento mais importante da RA) foi desconsiderado.

Utilizando a definição de presença de Lombard e Ditton (1997), Macintyre, Bolter e Gandy (2004) afirmam que a presença pode aumentar ou diminuir na RM/RA da mesma forma como ocorre na RV.

Compartilhando a mesma ideia Heeter (2003) afirma que a percepção de presença varia de acordo com sua duração, intensidade e complexidade, e não tem relação nenhuma com a tecnologia, porém a tecnologia se relaciona com a “presença” aumentando ou diminuindo sua percepção.

Unindo os conceitos apresentados anteriormente e considerando que a RA faz uso de tecnologia e esta é aparente (atualmente) para o usuário, pode-se considerar então que o uso da RA diminui o potencial de presença que é oferecido ao usuário.

Figura 4 – *Continuum real-virtual*, baseado em Milgram e Kishino (1994).

Fonte: Adaptado por Tori (2010). Elaborado pelo autor: Acrescentado Gráfico de relacionamento com potencial de presença - perspectiva futura.

A Figura 3 apresenta a relação da presença com o Continuum de Milgram para os primórdios da RV e RA. Atualmente o ponto mínimo de presença, não é mais zero sobre o ambiente virtual. Futuramente o que se deseja é que a representação de presença seja mais parecida com um retângulo e não com um triângulo, como ilustra a Figura 4 (OBANA e TORI, 2011).

2.3 GRANDEZAS A SEREM CONSIDERADAS PARA AVALIAÇÃO DE PRESENÇA

“Presença” é um conceito multidimensional, por considerar aspectos do ambiente real, do ambiente virtual e da pessoa que está passando pela experiência, como consequência disso fatores reais, virtuais e pessoais influenciam a percepção de presença de forma positiva ou negativa, o que leva então a muitas variáveis para sua avaliação. Serão apresentados aqui os principais fatores que influenciam ou que são influenciados pela percepção de presença, e são utilizados para sua avaliação.

Para Heeter (2003) a excitação que cria a sensação de presença é uma percepção individual que é experimentada de formas diferentes por diferentes pessoas e varia com o tempo da mesma forma que o estado de *flow*, definido por Csikszentmihalyi (1991) como sendo um estado no qual a pessoa funde corpo e consciência e desenvolve a atividade na qual está focada com máximo desempenho (Figura 5).

Figura 5 – Relação da presença com o tempo e zona ótima de presença

Fonte: Baseado em Heeter (2003).

Apesar de considerarem que ambientes virtuais com alta definição evocam um alto grau de presença, Thornson, Goldiez e Le (2009), afirmam que a “presença” deve ser avaliada de acordo com traços de personalidade como: (i) Empatia; (ii) Orientação espacial; (iii) Envolvimento cognitivo (passivo); (iv) Envolvimento cognitivo (ativo); (v) Habilidade de construir modelos mentais; (vi) Introversão.

Como consequência das várias definições de presença tem-se a dificuldade de avaliação e comparação de experimentos que vão desde experimentos objetivos e cognitivos, internos e externos do ambiente e do usuário. Essa dificuldade de avaliação, por sua vez, dificulta a criação de uma metodologia de pesquisa que atenda a todas essas necessidades divergentes de observações objetivas e cognitivas (WAGNER *et al.*, 2009).

Considerando os diversos fatores utilizados para a avaliação da percepção de presença encontrados na literatura pesquisada, podemos agrupá-los em fatores: (i) Do ambiente; (ii) Da mídia; (iii) Do usuário; (iv) Da tecnologia.

2.3.1 Fatores do ambiente real

O ambiente real pode influenciar de forma positiva ou negativa a percepção de presença. As características de um ambiente virtual e de um avatar devem coincidir com as características do mundo e de pessoas reais para aumentar a percepção de presença. No entanto um mundo virtual mais reativo (respostas exageradas em relação ao mundo real) pode proporcionar uma maior percepção de presença que um mundo virtual onde o comportamento é exatamente igual ao mundo real (HEETER, 1992).

Mestre e Fuchs (2006) relacionam “presença” e imersão definindo que imersão é a capacidade de produzir a sensação de presença, a sensação de estar lá.

De acordo com Witmer e Singer (1998) imersão e “presença” estão relacionadas de forma proporcional e um aumento da sensação de presença pode ser conseguido com o isolamento das sensações do usuário, do ambiente real, fornecendo-lhe somente estímulos do mundo virtual, ou seja, aumentando o senso de imersão.

Concordando com Witmer e Singer (1998), IJsselstein *et al.* (2000) afirmam que para criar e manter ilusão de não mediado, distrações (como o toque de um telefone) que desviam a atenção do usuário do ambiente virtual para o ambiente real devem ser evitados.

Os experimentos de Gandy *et al.* (2010), indicaram atitudes mais extremas no trabalho de campo do que em laboratório. Este estresse foi atribuído à interferência de pessoas externas ao experimento que incentivavam ou desencorajavam os usuários contribuindo para a vontade de acreditar.

Atualmente as tecnologias imersivas utilizam estímulos para os sentidos de visão, audição e o tátil do usuário (MACHADO, 2010) isolando parcialmente (ou quase totalmente) esses sentidos dos ambientes reais. Estímulos para o paladar e o olfato ainda estão em estágios iniciais de desenvolvimento, mas alguns trabalhos já foram realizados utilizando esses sentidos (IWATA *et al.*, 2004) (MATSUKURA *et al.*, 2009) (HAMZA-LUP, 2010).

A maior parte dos experimentos relacionados com a percepção de presença considerou o fenômeno em ambientes virtuais, por isso a necessidade de isolamento do mundo real. Esse isolamento, no entanto, não é desejável em ambientes de Realidade Aumentada onde há uma mistura de objetos reais e virtuais no ambiente real.

2.3.2 Fatores da mídia

O meio de comunicação também influencia a “presença” de forma positiva ou negativa. De nada adianta termos uma ótima comunicação por áudio se o vídeo tem baixa resolução, por exemplo.

IJsselsteijn *et al.* (2000) colocam como fatores do meio: (i) Extensão e fidelidade da informação sensorial (visão monocular ou binocular, resolução, campo de visão e áudio espacial); (ii) A conformidade entre os sensores (alinhamento estereoscópico e rastreamento do usuário).

Já Lessiter *et al.* (2001) consideram como características do meio de comunicação a forma (vídeo foto realístico e computação gráfica animada) e o conteúdo (tema geral, narrativa ou história) do meio de comunicação.

Para Garau (2003) e Nowak e Biocca (2003) a fidelidade comportamental de um avatar ou entidade social é mais importante para a “presença” do que a fidelidade da imagem.

O experimento de Hills (2005) demonstrou que a percepção de presença e presença social aumentam quando os usuários compartilham um ambiente virtual 3D, que permite uma visualização individual, em comparação com um ambiente convencional 2D do tipo "*What you see is what i see*" (WYSIWIS).

Witmer e Singer (1998) consideram que imersão e envolvimento com o ambiente são necessários para experimentar “presença”.

Whitelock *et al.* (2000) afirmam que uma das formas de criar um grande nível de presença é a utilização de som, sem desconsiderar a qualidade dos gráficos.

2.3.3 Fatores do usuário

Para Picciano (2002) a sensação de comunidade está relacionada com a percepção de presença, pois ambas permitem que o usuário (aluno no caso da pesquisa) desenvolva relacionamentos que irão levar a discussões sobre o conteúdo da aula com colegas, mesmo estando fora da sala de aula.

De acordo com Heeter (2003) diferentes pessoas prestam atenção a diferentes estímulos e isto depende das experiências vividas, temperamento atual e da natureza do estímulo e isso faz com que diferentes pessoas tenham diferentes percepções de presença.

Obana *et al.* (2012) demonstrou que a percepção de presença está relacionada com a experiência que o usuário tem na utilização da interface de ambientes virtuais. Quanto maior for a experiência mais transparente a interface se torna e mais presente no ambiente virtual o usuário se sentirá.

Já para Lessiter *et al.* (2001) características do usuário como habilidades perceptuais, cognitivas e motoras, traços de personalidade e *willingness to suspend disbelief*⁵ (SLATER e USOH, 1993) são importante determinantes de presença (WITMER; SINGER, 1998).

Para Witmer e Singer (1998) a percepção de presença em um ambiente virtual depende de um desvio de atenção do ambiente físico para o ambiente virtual, sem necessidade de um total desligamento do local físico. Sendo assim, no decorrer de um dia experimentamos diferentes níveis de presença dividindo a atenção entre o mundo físico (presente) e as memórias (passado), os sonhos (inconsciente) e os planos futuros (futuro).

Outro fator importante destacado por IJsselsteijn (2005) é a adaptabilidade do cérebro humano que altera nossas necessidades sensório-motoras conforme exploramos o ambiente. Essa capacidade de adaptação permite a utilização dos dispositivos de interação como extensões de nós mesmos deixando-os transparentes e aumentando assim a percepção de presença.

⁵ Credulidade intencional

2.3.4 Fatores tecnológicos

Para Lombard e Ditton (1997) “presença” é a “ilusão perceptiva de não mediação” e para que esta ilusão seja efetiva o meio não pode ser óbvio ou incômodo. Os usuários não devem perceber displays, alto falantes, microfones, dispositivos de medição, teclado, mouse, controles ou luzes que não fazem parte do contexto da experiência.

Seguindo a mesma linha de raciocínio IJsselsteijn (2005) relata que “presença” depende de fatores da tecnologia, como dispositivos de interação intuitivos adaptados as nossas habilidades sensório-motoras e mais transparentes para o usuário.

Nos experimentos conduzidos por Giannopoulos (2008) foi demonstrado que um retorno tátil simples (um pequeno toque), entre usuários de um ambiente virtual, melhora a percepção de presença social. Este retorno tátil foi realizado com um aparato tecnológico preso ao dedo do usuário.

Meehan *et al.* (2005) realizaram experimentos que também demonstraram que a inclusão de um elemento tátil passivo elevou o batimento cardíaco indicando um possível aumento de presença.

Elevados níveis de qualidade de áudio, vídeo e rastreamento exigem que os usuários utilizem recursos tecnológicos na forma de aparatos presos ao corpo como capacetes de Realidade Virtual, fones de ouvido, luvas, etc. que tornam o meio tecnológico visível ao usuário, influenciando a percepção de presença.

2.4 AVALIAÇÕES SUBJETIVAS DE PRESENÇA

A avaliação da percepção subjetiva de presença depende da análise pessoal do usuário que passou pela experiência. Geralmente os dados são coletados por meio de questionários aplicados após a participação no experimento.

2.4.1 Escalas de medidas após o teste

Slater *et al.* (1994) desenvolveram um questionário para avaliar a “presença” considerando a representação do sistema, o posicionamento e a sensação de “estar lá”. Este questionário tem como foco de avaliação a presença no ambiente virtual.

Outro questionário para avaliação de presença, (*Presence Questionnaire - PQ*) foi desenvolvido e validado por Witmer e Singer (1998). São avaliados quatro determinantes teóricos para a presença: controle, fatores sensoriais, distração e realismo. O foco deste questionário são os fatores que influenciam envolvimento e imersão.

Slater (2004) apresentou informações que indicavam que a avaliação de presença através de questionários aplicados após a experiência não eram a melhor forma para obter dados e recomenda que esses sejam utilizados como suporte para dados obtidos de outras formas.

Reafirmando suas convicções Slater e Garau (2007) afirmaram que os resultados obtidos com questionários não devem ser levados com muita seriedade, uma vez que a escala likert (LIKERT, 1932), muito utilizada para a construção dos questionários, indica uma tendência e não um valor absoluto. Os autores criticam a utilização de questionários porque avaliam a percepção de presença em função das características dos estímulos fornecidos desconsiderando a parte psicológica da percepção. Apesar de não recomendarem a utilização de questionários Slater e seus colegas continuaram a utilizar questionários como suporte para suas pesquisas (SLATER *et al.*, 2010 e JORDAN e SLATER, 2009), pois não existia, até o momento, outro método mais adequado para a avaliação de presença.

Youngblut (2007) encontrou, na literatura especializada, 206 experimentos para avaliação de presença e concluiu que a maioria dos experimentos utilizaram questionários que tomaram como base os questionários desenvolvidos por Witmer e Singer (1998) (*Presence Questionnaire - PQ*) e Slater *et al.* (1994) (Slater-Usoh-Steed - SUS) ou os dois. A Figura 6 coloca os dois questionários PQ e SUS nos extremos e cita outros questionários que foram desenvolvidos tomando como base o PQ e o SUS.

Figura 6 – Mapeamento de outros questionários comparados com os questionários de Witmer-Singer e SUS.

Fonte: Baseado em Youngblut (2007).

Outro questionário muito utilizado é o desenvolvido pelo Igroup (*Igroup Presence Questionnaire – IPQ*). O IPQ avalia a presença espacial, o envolvimento e o realismo da experiência Schubert *et al.* (2001).

2.4.2 Avaliações contínuas de presença

Considerando que a “presença” varia com o tempo e tem uma zona ótima (Figura 5), como afirma Heeter (2003), as medidas de presença realizadas após o teste não conseguem captar as variações sutis de presença que acontecem durante a experiência.

Para captar a profundidade percebida e sua relação com a sensação de presença em TV3D, IJsselsteijn *et al.* (1998) criaram uma metodologia para acessar continuamente as percepções de presença durante o experimento (

Figura 7). O usuário movimentava uma alavanca (resistor variável) para frente indicando maior percepção de presença ou para trás indicando menor percepção de presença. Essa metodologia, no entanto, desviava a atenção do usuário para a alavanca, causando a diminuição da percepção de presença.

Figura 7 - Visão geral da metodologia para avaliação contínua de presença.

Fonte: IJsselsteijn *et al.* (1998).

2.4.3 Métodos Qualitativos

A pesquisa qualitativa baseia-se na observação cuidadosa dos ambientes onde o sistema está sendo usado ou onde será usado e é predominantemente descritiva (CAMPOS, 2004). Em uma pesquisa qualitativa nada é trivial; toda e qualquer informação (fotos, depoimentos, entrevistas, etc.) pode auxiliar na compreensão do objeto de estudo (WAINER, 2007). Análise de satisfação, entrevistas e abordagens etnográficas são exemplos de pesquisas qualitativas.

Pesquisas qualitativas fornecem informações muito ricas e detalhadas que enriquecem uma pesquisa, no entanto, ela também a prejudica por: (i) Tomar muito tempo durante a análise; (ii) Dificultar a generalização; (iii) Falta de confiabilidade devido a interpretação dos dados pelo pesquisador (BAREN e IJSSELSTEIJN, 2004).

Apesar disso, alguns trabalhos, sobre percepção de presença, foram desenvolvidos utilizando essa metodologia: (i) Método da autoconfrontação (RETAUX, 2003); (ii) Análise de Satisfação (ROURKE *et al.*, 1999); (iii) Observação Etnográfica (MCGREEVY, 1992); (iv) Método de Amostragem da experiência (GAGGIOLI, BASSI e FAVE, 2003); (iv) Exploração do Grupo de Foco (FREEMAN e AVONS, 2000); (v) Auto Relatórios de Formato Livre (TURNER *et al.*, 2003 e MURRAY, ARNOLD e THORNTON, 2000); (vi) Análise de Interação (SPAGNOLLI, VAROTTO e MANTOVANI, 2003); (vii) Entrevista (MURRAY, ARNOLD e THORNTON, 2000); (viii) Sondagem de presença (MCCALL *et al.*, 2004); (ix) Análise do Grid do Repertório (STEED e MCDONNELL, 2003); (x) Pensamento em Voz Alta (TURNER (a) *et al.*, 2003 e TURNER (b) *et al.*, 2003).

2.4.4 Métodos psicofísicos

Métodos psicofísicos solicitam que o observador forneça uma escala subjetiva da magnitude física de um estímulo.

Os experimentos que utilizaram esta metodologia foram:

- (i) Equivalência de modalidades cruzadas (STANNEY e SALVENDY, 1997), neste experimento, após um passeio por um mundo virtual, os sujeitos respondiam a um questionário que avaliava o nível de dor de cabeça, enjoo, arrotos, vômitos, ansiedade, depressão e apatia;
- (ii) Estimação da magnitude de módulo livre (SNOW e WILLIGES, 1998), neste experimento eram apresentados para o sujeito vários estímulos virtuais e sua tarefa era atribuir um número positivo para cada estímulo;
- (iii) Comparação de pares ((WELCH *et al.*, 1996), dois estímulos visuais eram apresentados para os sujeitos: um ambiente virtual realístico e um ambiente virtual menos realístico. A tarefa era guiar um carro virtual por estes ambientes e atribuir um número de 1 a 100 de acordo com o nível de presença percebido;

- (iv) Teste de Turing de Realidade Virtual (SCHLOERB, 1995), o autor considera que uma avaliação quantitativa da percepção de presença pode ser realizada ao se considerar que presença objetiva é percebida se e somente se um operador consegue executar, com sucesso, uma tarefa específica em um ambiente virtual;
- (v) Simulação de ambientes virtuais dentro de ambientes virtuais (SLATER *et al.*, 2010), nesta pesquisa o autor considerou que características físicas do ambiente virtual influenciam na percepção de presença, para o trabalho foram considerados a iluminação, o corpo virtual, o campo de visão e o tipo de display utilizado.

Como todos os métodos subjetivos, este também está sujeito a influências, pois o que está sendo medido depende muito das instruções do pesquisador e da interpretação dos participantes.

2.4.5 Avaliações Corroborativas Subjetivas

Medidas Corroborativas Subjetivas são aquelas que não avaliam diretamente a “presença”, mas fornecem informações sobre processos mentais, como atenção, memória e cognição espacial, que provavelmente estão relacionados com presença e servem de suporte para validar as avaliações de presença.

Os experimentos que utilizaram essa metodologia foram: (i) Quebras na presença (SLATER e STEED, 2000); (ii) Avaliação da duração (IJSELSTEIJN *et al.*, 2001); (iii) Questionário de enjoo do simulador (KENNEDY *et al.*, 1993); (iv) Questionário de características da memória (HOFFMAN *et al.*, 1995); (v) Atenção/Consciência (DARKEN *et al.*, 1999); (vi) Memória espacial (DARKEN *et al.*, 1999); (vii) Estado de Consciência da Memória Espacial (MANIA *et al.*, 2003); (viii) Nível de visão de acordo com a gravidade (NEMIRE, JACOBY e ELLIS, 1994); (ix) Ângulo de inclinação subjetivo (HATADA, SAKATA e KUSAKA, 1980).

2.5 AVALIAÇÕES CORROBORATIVAS OBJETIVAS PARA AVALIAÇÃO DE PRESENÇA

Esse tipo de avaliação independe da subjetividade do usuário que passou pela experiência, uma vez que os dados são coletados por meio de sensores eletrônicos.

Uma das vantagens dessa técnica de medição é sua quase imperceptibilidade pelo usuário, pois os sensores são acoplados nos equipamentos de RV que os usuários já utilizam. As principais desvantagens desse método estão relacionadas ao fato de que muitos efeitos podem ter mais de uma causa, em outras palavras, diferentes estímulos podem produzir a mesma resposta fisiológica. A seguir são apresentadas as principais técnicas baseadas em sensores.

2.5.1 Avaliações Psico-fisiológicas

As avaliações psico-fisiológicas acessam processos fisiológicos como batimento cardíaco, fluxo sanguíneo, processos eletrotérmicos, resposta dos olhos e respostas musculares. Considera-se que tais processos fisiológicos reagem aos ambientes virtuais como se estes fossem reais e um aumento na percepção de presença causa um aumento na resposta fisiológica (BAREN e IJSSELSTEIJN, 2004).

A metodologia baseada em avaliações psico-fisiológicas tem como principal vantagem a possibilidade de avaliar a variação de presença com o tempo, e tem como desvantagens a ocorrência de: ruídos, efeitos de orientação, baixo tempo de resposta, diferenças fisiológicas entre os participantes, incomodo causado pelos sensores, alto custo dos sensores (INSKO, 2003) e a dificuldade em relacionar a medida com o que se quer avaliar (IJSSELSTEIJN, 2004).

Utilizando a metodologia aqui descrita foram realizadas avaliações: (i) Cardiovasculares – Eletrocardiograma (ECG) (MEEHAN et al., 2001); (ii) Pele (DILLON, KEOGH e FREEMAN, 2002); (iii) Oculares (LAARNI, RAVAJA e SAARI, 2003); (iv) Eletromiografia Facial (RAVAJA, 2002).

2.5.2 Correlação Neural

Técnicas psico-fisiológicas também estudam os processos e as atividades cerebrais. Tais técnicas têm como principal vantagem o fato de que os dados são obtidos objetivamente, sem passar pela interpretação subjetiva do participante. A interpretação dos dados, no entanto, é muito difícil porque os processos neurais que estão envolvidos com a percepção de presença são pouco conhecidos. Outras desvantagens estão relacionadas com o alto preço dos equipamentos que fazem a

imagem cerebral, a restrição de movimentos, e os ruídos gerados pelos equipamentos de ressonância magnética (BAREN e IJSSELSTEIJN, 2004).

Utilizando a metodologia de correlação neural foram realizadas avaliações: (i) Eletroencefalograma (EEG) (STRICKLAND e CHARTIER, 1997); (ii) Imagem de Ressonância Magnética Funcional (fMRI) (HOFFMAN *et al.*, 2003).

2.5.3 Avaliações de comportamento

As avaliações de comportamento tomam como base a mesma ideia das medidas fisiológicas, quanto mais os participantes se sentirem “presentes” no ambiente virtual, mais eles deverão se comportar como se estivessem em um ambiente real (BAREN e IJSSELSTEIJN, 2004).

Baren e IJsselsteijn (2004) afirmam que a principal vantagem das medidas comportamentais é que elas acontecem espontaneamente sem controle do usuário, não necessitam de instruções, não interrompem o experimento e por isso estão livres de influências. Apesar de não sofrer influência dos participantes os resultados podem sofrer influência do observador que vai interpretar a experiência. Outra desvantagem está relacionada com o fato de que as medidas comportamentais são limitadas e a maioria só pode ser aplicada em determinados ambientes e conteúdos.

Os experimentos encontrados na literatura pesquisada foram: (i) Expressão Facial (EKMAN, 1982) (HUANG e ALESSI, 1999); (ii) Anulação (PROTHERO e PARKER, 2003); (iii) Respostas Posturais (FREEMAN *et al.*, 2000); (iv) Apontamentos (pistas conflitantes) (SLATER *et al.*, 1995); (v) Respostas de reflexo (NICHOLS, HALDANE e WILSON, 2000); (vi) Respostas sociais (SHERIDAN, 1992).

2.5.4 Avaliação do desempenho de tarefas

Esta técnica utiliza avaliações de desempenho de tarefas como um indicador corroborativo objetivo de presença (BARFIELD e WEGHORST, 1993). Assume-se então que maiores níveis de percepção de presença estão associados com melhores desempenhos na execução de tarefas. No entanto essa relação ainda não está clara, uma vez que não só características do Ambiente virtual (IJSSELSTEIJN, 2004) melhorariam o desempenho de tarefas, mas também a habilidade e a motivação do usuário (HEETER, 2003).

Alguns experimentos que utilizaram a técnica de avaliação de desempenho são: (i) Tempo de Conclusão e taxa de erros (BASDOGAN *et al.*, 2000); (i) Número

de Ações (SLATER *et al.*, 1996); (ii) Desempenho de uma Tarefa Secundária (NICHOLS, HALDANE e WILSON, 2000); (iii) Transferência (YOUNGBLUT e PERRIN, 2002).

2.5.5 Rastreamento do olhar

Ellis e Stark (1986), demonstraram que o *scanpath* tem relação com a percepção das pessoas, enquanto elas observam fotos.

Jordan e Slater (2009) demonstraram que existe uma relação entre o rastreamento do movimento do olhar e a percepção de presença em um ambiente virtual imersivo. No experimento desenvolvido pelos autores algumas pessoas foram colocadas em uma cena estática tridimensional com a utilização de um HMD (*Head Mounted Device*).

A cena tridimensional era construída gradativamente com polígonos que eram aleatoriamente mostrados, partindo do zero até a construção completa da cena.

O trabalho demonstrou que a partir do momento em que a cena fazia sentido as pessoas passaram a se sentir presentes no ambiente virtual. Foram utilizados como métodos alternativos de avaliação de presença questionários e sinais fisiológicos (a cena era estressante).

Por ser de interesse do trabalho o rastreamento do olhar será descrito com maiores detalhes no Capítulo 3.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O sentido humano mais utilizado é a visão e este também é o sentido mais utilizado em pesquisas sobre percepção humana. O processo perceptivo da visão sempre tem início com um estímulo que nos leva a atenção e então a percepção que depende não só dos estímulos externos, mas também, do conhecimento que a pessoa tem sobre o estímulo fornecido. Percepção é então a interpretação significativa que a pessoa tem de um estímulo fornecido.

Para aplicação envolvendo Realidade Virtual e Realidade Aumentada e outras formas de telepresença é muito importante a avaliação da percepção de presença percebida pelos usuários desses tipos de ambientes.

Apesar de várias pesquisas, sobre percepção de presença, estarem sendo realizadas ainda existem muitas definições sobre presença sendo utilizadas,

algumas possuem descrições diferentes e um mesmo significado e outras descrições e significados diferentes.

Este trabalho propõe que sejam utilizados, independentemente do uso ou não de tecnologia, somente o termo presença e um conceito de percepção de presença, definindo-o como:

Presença é um estado psicológico, no qual a pessoa falha em perceber a ocorrência de mediação no processo de captação de informações providas de objetos reais ou virtuais (OBANA e TORI, 2011).

Esta falha em perceber a mediação permite que a percepção de presença seja mais transparente e faz com que o sujeito se comporte como se estivesse vivenciando a experiência no mundo real.

Com esta definição tem-se então que os valores máximos de presença podem ser encontrados no mundo real e conforme a mediação faz uso de recursos tecnológicos têm-se então menores níveis de presença.

Um das consequências da falta de definição conceitual sobre “presença” é a falta de uma metodologia ou técnica, amplamente aceita, para avaliar a percepção de presença.

Devido a multidisciplinaridade e multidimensionalidade do conceito, a avaliação da percepção de presença utiliza técnicas subjetivas e objetivas de diversos campos da ciência sem um consenso geral sobre qual técnica ou metodologia mais adequada para esta tarefa.

Apesar da falta de consenso a literatura pesquisada relata experiências que utilizaram avaliações subjetivas através de questionários (pós-teste) e/ou medidas objetivas corroborativas, com a utilização de sensores para captação de sinais Psico-fisiológicas dos usuários.

Fazendo uma análise dos trabalhos publicados fica claro que a avaliação da percepção de presença, depende de características dos ambientes real e/ou virtual, além de características psicológicas dos usuários, dificultando ainda mais sua avaliação devido a mistura de técnicas das ciências exatas e humanas.

3 RASTREAMENTO DO OLHAR

Rastreadores do olho e do olhar são estudados há muito tempo. O início desses trabalhos aconteceu no século 19 com os trabalhos de Louis-Émile Javal (HUEY, 1908). No entanto, só há pouco tempo os rastreadores de olhar se tornaram robustos o suficiente para a utilização em campo (HANSEN, AGUSTIN e VILLANUEVA, 2010).

Os primeiros Rastreadores do olhar (RO) utilizavam observação direta com o auxílio de espelhos, lentes presas a canetas e fotos. Estes processos em sua maioria eram muito incômodos e invasivos que faziam uso de holocaina (anestésico ocular) e ou cocaína para diminuir o incômodo. A figura 1 ilustra este tipo de aparato (HUEY, 1908).

Figura 8 – Desenho esquemático de um rastreador do olhar mecânico.

Fonte: Huey (1908)

Atualmente estes dispositivos utilizam câmeras de vídeo, luz infravermelha e softwares de rastreamento como ITU Gaze Tracker (SAN AGUSTIN *et al.*, 2009) e o Eye Tribe ("The Eye Tribe"). Existem aparelhos muito precisos de plataforma fechada com custo elevado como o SMI⁶ e o TOBII⁷, como também aparelhos de baixo custo como o The Eye Tribe⁸.

⁶ <http://www.smivision.com>

⁷ <http://www.tobii.com/>

⁸ <http://www.theeyetribe.com/>

3.1 ANATOMIA DO OLHO

Segundo Tossato (2005) uma das primeiras representações anatômicas do olho, atribuída a Rufo de Éfeso (50 d.c.), já continha a estrutura anatômica básica do olho, utilizada até os dias atuais.

Para que seja possível captar imagens a luz ou energia eletromagnética deve ser transformada em energia eletroquímica neural, e esse processo é executado pelo olho. A Figura 9 apresenta uma visão esquemática desse sistema receptor o globo ocular (WICKENS, GORDON e LIU, 2004).

Figura 9 – Aspecto chave da anatomia do globo ocular

Fonte: Baseado em Wickens, Gordon e Liu (2004).

Não está ilustrado na figura, mas a primeira camada que a luz tem de atravessar é a córnea (uma camada protetora) que absorve parte da energia luminosa (e aumenta essa absorção com a idade). Após a córnea a luz passa pela pupila que é um orifício com diâmetro variável. Sua função é regular a quantidade de luz que entra no globo ocular (WICKENS, GORDON e LIU, 2004).

As lentes são responsáveis por focar precisamente uma imagem no fundo do globo ocular, a retina. Para essa tarefa as lentes mudam de forma com a ajuda dos músculos ciliares (WICKENS, GORDON e LIU, 2004).

A região mais precisa da retina, a fóvea, está localizada no meio da retina e é composta exclusivamente por cones. Quanto mais se distancia da córnea a quantidade de cones diminui e aumenta a quantidade de bastonetes. Cones e bastonetes são as células responsáveis por transformar energia eletromagnética

luminosa em energia neural na forma de impulsos elétricos que são levados ao cérebro pelo nervo ótico (WICKENS, GORDON e LIU, 2004).

Os cones são mais precisos que os bastonetes e captam toda a faixa de cores, porém são menos sensíveis que os bastonetes que por sua vez captam somente imagens em tons de cinza, A visão escotópica acontece quando existe luz para ativar somente bastonetes e a visão fotópica quando a iluminação é suficiente para ativar cones e bastonetes (WICKENS, GORDON e LIU, 2004).

Por serem mais sensíveis que os cones, os bastonetes precisam de mais tempo para se adaptar quando a quantidade de luz é modificada bruscamente, e isso causa uma cegueira temporária. Apesar de menos sensíveis os cones podem se tornar hipersensíveis quando em ambientes escuros são estimulados por pequenos estímulos (ofuscamento) (WICKENS, GORDON e LIU, 2004).

3.2 RASTREADORES DO OLHAR

Existem vários tipos de aparelhos para realizar o rastreamento do olhar. Apesar de existência de aparelhos comerciais de alto e baixo custo as pesquisas continuam com o objetivo de obter um aparelho de baixo custo, que permita movimentar livremente a cabeça e funcione sem a utilização de infravermelho.

Apesar da variedade de RO todos se encaixam em 3 categorias distintas: a primeira faz uso de lentes de contato posicionadas no olho, a segunda técnica utiliza eletrodos ao redor dos olhos para captar pequenas diferenças de potencial elétrico da pele, e a terceira utiliza ferramentas remotas e vestíveis para rastrear o olhar, geralmente com a utilização de câmeras e luz infravermelha (KIDERMAN, EYDELMAN e SCHROEDER, 2014).

3.2.1 Tecnologia *Scleral search coil*

Como citado anteriormente os primeiros experimentos faziam uso de lentes de contato, mas a tecnologia mais efetiva com esta técnica foi a *Scleral Search Coil*. Esta tecnologia inicialmente proposta por Robinson (1963) utilizava uma pequena bobina metálica instalada em uma lente de silicone, um fio fino faz a conexão da bobina com o dispositivo de medição, os dados eram obtidos através da indução magnética da bobina com um campo magnético alternado ao redor da cabeça do observador. A Figura 10 apresenta os tipos de lentes existentes atualmente e a Figura 11 mostra a lente posicionada no olho.

Figura 10 – Scleral search coil – (a) 2D Scleral Search Coil – (b) 3D Scleral Search Coil.

Fonte: http://www.chronos-vision.de/downloads/CV_Product_SSC.pdf

Figura 11 - bobina de torção inserida no olho com os fios saindo sobre o nariz.

Fonte: http://www.chronos-vision.de/downloads/CV_Product_SSC.pdf

Experimentos realizados por Houben (2006) concluíram que quando se necessita de respostas com alta precisão dos movimentos oculares ou quando a atividade tem movimentos de cabeça com muita frequência, sistemas que utilizam a *scleral search coil* são a melhor escolha, no entanto se a necessidade de precisão é menor e a cabeça é mantida estática, os rastreadores modernos com sistemas infravermelho são a melhor opção. Este tipo de RO possui exatidão de $0,08^\circ$ (MORIMOTO e MIMICA, 2005).

3.2.2 Eletro-oculografia (EOG)

O rastreamento do olhar através de eletro-oculografia faz uso de eletrodos posicionados próximos aos olhos (Figura 12) que captam pequenas diferenças de potencial elétrico da pele que correspondem ao movimento dos olhos. É uma tecnologia mais barata e menos exata (2º) que a *scleral search coil* e é muito utilizada em aplicações clínicas devido a sua simplicidade técnica (MORIMOTO e MIMICA, 2005).

Figura 12 – Eletrodos posicionados em usuária de RO baseado em EOG

Fonte: "Metrovision - Electro-oculography"

3.2.3 Vídeo-oculografia (VOG)

Esta categoria realiza a medição de características distinguíveis dos olhos, sob rotação/translação, por exemplo, a forma aparente da pupila, a posição do limbo (o limite entre íris e esclera), e as reflexões na córnea de uma fonte de luz próxima (MORIMOTO e MIMICA, 2005). As medições de características oculares fornecidas por estas técnicas podem ser automáticas ou não, e podem envolver a inspeção visual dos movimentos oculares (geralmente gravados em vídeo). Vários destes métodos requerem que a cabeça seja fixada, por exemplo, usando um apoio ou descanso para cabeça ou queixo (DUCHOWSKI, 2007).

O aumento da capacidade de processamento dos computadores aliado a miniaturização das câmeras e os avanços no processamento de imagens e em visão computacional alavancaram o desenvolvimento desta técnica de RO (GIANNOTTO, 2009).

A grande maioria das implementações usando VOG utiliza a detecção do limbo ou a detecção da pupila, o limbo é o limite entre a esclera e a córnea (Figura 13). A detecção do limbo é mais fácil de ser executada, no entanto parte desta região sempre permanece oculta pelas pálpebras, resultando em perdas de precisão. Já a pupila encontra-se sempre visível, mas sua detecção é mais difícil devido ao baixo contraste entre a pupila e a íris (MORIMOTO *et al.*, 1999).

Figura 13 - Representação simplificada do olho humano

Fonte: Giannotto (2009).

3.2.4 VOG baseada no método centro-da-pupila/reflexão-na-córnea

Apesar das técnicas anteriores serem adequadas para rastrear o movimento dos olhos, elas não indicam o ponto de observação. Para tanto é necessário que a cabeça esteja imóvel e várias características devam ser medidas, duas destas características são: a reflexão na córnea de uma fonte de luz (geralmente infravermelho) e o centro da pupila (DUCHOWSKI, 2007).

Atualmente o método mais utilizado na construção de um RO é chamado de método centro-da-pupila/reflexão-na-córnea (PC/CR). Desenvolvido no final da década de 60, este método detecta a pupila e feixes de luz refletidos nos olhos das pessoas (GIANNOTTO, 2009).

ROs baseados no PC/CR utilizam diodos emissores de luz como fontes de luz infravermelha (diferente do VOG que utiliza luz visível) para estabilizar a iluminação do rosto da pessoa e aumentar o contraste entre a pupila e a íris, facilitando assim sua localização. A luz infravermelha não distrai o usuário, nem causa desconforto, pois é invisível para os humanos (MORIMOTO *et al.*, 1999).

Os reflexos na córnea são chamados de reflexos ou imagens de Purkinje, quatro reflexos de Purkinje são formados pela reflexão da luz no globo ocular (Figura 14), a maioria dos RO captam somente a reflexão da camada mais externa do globo ocular, como demonstrado na Figura 15 (MORIMOTO, *et al.*, 1999).

A pupila é um orifício na íris que regula a passagem de luz para o interior do globo ocular. Quando fontes de luz são alinhadas ao eixo óptico de uma câmera de vídeo e ambos são direcionados para a face usuário, uma parte da luz é refletida no fundo do olho e volta para a câmera produzindo uma imagem clara da pupila, causando o efeito pupila-brilhante (Figura 15b).

Figura 14 – Quatro imagens Purkinje - O reflexo de L (raio de luz) em diferentes partes do globo ocular: P1 da camada externa da córnea, P2 da camada interna da córnea, P3 da superfície anterior das lentes, P4 da superfície posterior das lentes.

Fonte: Popelka *et al.* (2012).

Figura 15 - a) efeito pupila-escura com *glint*; b) efeito pupila-brilhante com *glint*.

Fonte: Morimoto *et al.* (1999).

Quando fontes de luz não são alinhadas ao eixo ótico de uma câmera de vídeo e ambos são direcionados para a face usuário, a luz refletida no fundo do olho não volta para câmera e produz uma imagem escura da pupila, causando o efeito pupila-escura (Figura 15a).

O posicionamento da fonte de luz fora do eixo ótico da câmera produz os reflexos de Purkinje e o primeiro reflexo é chamado de *corneal reflection* ou *glint* (destacado na Figura 15b). Devido à anatomia quase esférica do globo ocular humano, a posição do *glint* sofre muito pouca alteração durante os movimentos de rotação dos olhos, permitindo que o *glint* seja utilizado como ponto de referência no cálculo da rotação da pupila em relação à posição do olho na face, supondo que a cabeça esteja imóvel.

Li, Babcock e Parkhurst (2006) indicam que a principal desvantagem de ferramentas que utilizam técnicas com luz infravermelha é que elas não podem ser utilizadas em ambientes externos de dia devido a iluminação infravermelha da luz natural.

3.2.5 Determinação do ponto observado

A maioria dos pesquisadores, que trabalham com rastreamento do olhar, não estão interessados somente no movimento dos olhos em relação a cabeça, mas sim, em determinar para onde a pessoa está olhando. Com estas informações é possível determinar o que mais chama a atenção dos usuários em uma imagem, que palavras são puladas ou revisitadas durante a leitura de um texto longo, qual a primeira opção do menu vista em determinado sistema, ou se um anúncio patrocinado está realmente chamando a atenção dos usuários (GIANNOTTO, 2009).

Para descobrir para onde os usuários estão olhando, é necessária a execução de procedimentos de calibração em conjunto com o rastreamento dos olhos dos usuários. Este processo é realizado pelas técnicas apresentadas nas seções anteriores, em coordenadas de um monitor ou nos próprios objetos vistos pelos usuários (GIANNOTTO, 2009).

Segundo Duchowski (2007) o processo de calibração é de extrema importância para alinhar o que se está vendo com o que está sendo mostrado. O autor afirma ainda que um processo de calibração pode ser realizado através da perseguição de uma sequência de pontos, percorrendo os limites de uma tela em branco.

Teoricamente os ROs são capazes de rastrear o olhar em qualquer superfície plana, desde que esta superfície seja a que foi utilizada para realizar a calibração. Este processo é conhecido como mapeamento 2D (2 dimensões) (GIANNOTTO, 2009).

Alguns ROs também realizam o mapeamento em 3D (3 dimensões) geralmente em ambientes tridimensionais gerados por computador. Estes ROs são muito utilizados em ambientes de Realidade Virtual imersivo (GIANNOTTO, 2009).

3.3 TIPOS DE RASTREADORES DO OLHAR

Os ROs podem ser classificados de acordo com a forma que são montados em duas categorias: dispositivos montados no desktop (DMD) ou remotos e dispositivos montados na cabeça (HMD) (GIANNOTTO, 2009).

3.3.1 Dispositivos montados no desktop (DMD) ou remotos

Os primeiros ROs necessitavam manter a cabeça do usuário imóvel e para isto faziam uso de várias de estruturas (Figura 17) para atingir este objetivo. Embora fossem adequados para exames oftalmológicos, a restrição de movimentos limitou sua utilização em outras aplicações.

Atualmente, modernos ROs fazem uso de softwares que acompanham não só o movimento dos olhos, mas também da cabeça permitindo maior liberdade e conforto para os usuários.

Embora os ROs modernos permitam total liberdade de movimentos ROs de baixo custo ou alta precisão ainda limitam os movimentos dos usuários.

Figura 16 – Exemplos de ROs de mesa ou remotos.

Fontes: (a) <http://www.smivision.com>, (b) <http://www.tobii.com>, (c) <http://www.smivision.com>
(d) <http://theeyetribe.com/>

A Figura 16 (c) é um exemplo de RO extremamente exato e ultra rápido baseado em vídeo oculografia que necessita de fixar a cabeça (iView X™ Hi-Speed -

<http://www.smivision.com>), As Figura 16 (a), (b) e (d) são ROs remotos que, obrigatoriamente não necessitam de fixação da cabeça, porém essa liberdade diminui a exatidão do RO. Dispositivos conhecidos por *bite bars* (barra para morder) (Figura 17 (a)), e descansos de cabeça (Figura 17(b)), ainda são utilizados em diversos experimentos.

Figura 17 – (a) *Bite Bar* – imagem reproduzida de Houben (2006) (b) Descanso de cabeça.

Fonte: “Clearview Creations”.

3.3.2 Dispositivos montados na cabeça (HMD)

A liberdade não só dos movimentos da cabeça mas total do usuário teve início com o primeiro RO montado sobre a cabeça do usuário, proposto por Hartridge e Thompson em 1948 (JACOB e KARN, 2003).

Os primeiros ROs deste tipo foram a solução para o movimento da cabeça, pois sensores adicionais podiam ser colocados na cabeças dos usuários. Atualmente estes dispositivos pode ser colocados em qualquer objeto que possa ser colocado na cabeça (GIANNOTTO, 2009).

Figura 18 – ROs do tipo HMD.

Fonte: (a) *Natural Gaze* da *SensoMotoric Instruments* e (b) *Tobii Glasses 2* da *Tobii*

A evolução da tecnologia e a miniaturização dos componentes permite que estes dispositivos funcionem sem fio, enviando dados para um receptor remoto como um *tablet* ou *smartphone*. A utilização destes dispositivos tornou-se tão discreta como vestir uma roupa e estes então passaram a ser chamados de dispositivos *wearable* (vestíveis).

Além da liberação dos movimentos da cabeça esta tecnologia, adicionada a tecnologia sem fio e a uma câmera adicional que mostra o ponto de vista do usuário permitiu a aplicação do rastreamento do olhar em situações da vida real, durante as atividades diárias das pessoas, como fazer compras, jogar tênis, utilizar dispositivos como computadores, *tables* e *smartphones* (RYAN, DUCHOWSKI e BIRCHFIELD, 2008; Tobii).

3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RASTREADORES DE OLHAR

Giannotto (2009) propôs uma classificação de RO, independente da tecnologia utilizada. Esta classificação considera que os ROs podem ser classificados pelas seguintes características: forma de montagem, tipo de dados, taxa de dados, precisão, intrusividade e robustez.

Montagem: Como visto na seção 3.3, de acordo com a montagem os ROs pode ser classificados como de mesa ou remotos e montados na cabeça.

Tipo de dados: Os dados fornecidos pelos ROs não são padronizados, as informações disponibilizadas com mais frequência são a posição dos olhos na face, posição da cabeça, ponto observado e diâmetro da pupila. Alguns ROs além dos dados anteriores também fornecem dados sobre a orientação da cabeça, frequência de piscadas e até abertura da sobrancelha.

Taxa de dados: É a frequência ou taxa de amostragem, representa a velocidade em que os RO capturam as informações. Este número pode variar de menos de 15 Hz até mais de 2000 Hz.

Precisão: Indica o erro associado com a medida do RO, é expressa em graus do campo visual. Essa informação permite calcular a distância em pixels entre a posição medida e a posição realmente observada na tela do computador. A maioria dos ROs são capazes de rastrear os dois olhos dos usuários e, assim, procuram

aumentar sua precisão e, em alguns casos, permitem o estudo de movimentos vergenciais⁹ dos olhos. (CUI e HONDZINSKI, 2006).

Intrusividade: Característica subjetiva dos ROs que representam o nível de desconforto infringido no usuário do equipamento. As técnicas invasivas aumentam bastante a intrusividade do equipamento. Dispositivos baseados em câmeras e de montagem remota, apesar de não invasivos, são intrusivos quando restringem a movimentação da cabeça do usuário.

Robustez: Necessidade de calibração frequente, uso por curto período de tempo, falta de suporte a diferentes etnias, e pessoas portadoras de problemas de visão que usam óculos ou lentes de contato, são características de aparelhos pouco robustos.

3.5 DESCRIÇÃO DOS MOVIMENTOS DOS OLHOS

Além do próprio rastreamento do olhar, informado na forma de coordenadas x e y (*pixels*) de um monitor, por exemplo, outras informações podem ser captadas com os equipamentos disponíveis atualmente no mercado, abaixo uma breve listagem dos principais dados.

Os olhos estão constantemente se movimentando e este movimento, na maior parte do tempo, não é comandado pelas pessoas. Isso acontece porque o nosso aparelho visual só consegue captar uma pequena parte do mundo de cada vez e o cérebro une estes pequenos pedaços do mundo para formar uma imagem completa. Isto acontece porque somente uma pequena parte da retina é formada pelas células mais sensíveis a luz (cones - Figura 9), essa região é chamada de fóvea. O movimento constante dos olhos tem o objetivo de focar imagens na fóvea para formar uma cena completa, para tanto é necessário que várias partes da cena devam ser foveadas (ou simplesmente fovear significa focadas na fóvea) (RAYNER, 1998). A Figura 19 ilustra uma imagem completa (a) e uma imagem foveada (b).

⁹ Movimento dos dois olhos, no qual os eixos visuais deixam de estar paralelos, podendo aproximar-se (convergência) ou afastar-se (divergência) (CASTAGNO, 2014).

Figura 19 – Imagem de Lena (a) Imagem completa. (b) Imagem Foveada

Fonte: Foi e Boracchi (2012)

A informação mais comum fornecida pelos RO e fornecida na forma de coordenadas x e y que representam as posições observadas. A frequência de amostragem dos ROs varia de algumas dezenas de Hz até milhares de Hz.

Com o objetivo de fovear imagens, o olho humano realiza uma combinação de cinco movimentos básicos: sacádicos, de perseguição, vergenciais, de reflexo vestibulo-ocular¹⁰ e nistagmo optocinético¹¹ (DUCHOWSKI, 2007). Além da coordenadas x e y os ROs também deveriam capturar estes movimentos para fornecer dados mais exatos. No entanto alguns destes movimentos só podem ser capturados por ROs extremamente rápidos e precisos e forneceriam dados úteis somente para aplicações clínicas. Sendo assim, a maioria dos ROs não capta os cinco movimentos básicos dos olhos e fornecem dados sobre sacadas, fixações, perseguições, caminhos percorridos, áreas de interesse, duração do olhar e outros, dependendo do aparelho utilizado (GIANNOTTO, 2009). São apresentadas algumas das características fornecidas pelos ROs.

3.5.1 Sacadas

Para fovear diferentes regiões os olhos realizam movimentos rápidos, com duração de 10 ms a 100 ms, chegando a alcançar a velocidade de 500 graus por segundo, rápido o suficiente para o que a pessoa não veja nada significativo durante

¹⁰ Movimento dos olhos na direção oposta ao movimento da cabeça, responde a estímulos de aceleração. (BREGOLIN, 2013; PEREIRA)

¹¹ Movimentos oscilatórios dos olhos para auxiliar o movimento reflexo vestibulo-ocular, responde a estímulos de velocidade constante (PEREIRA).

o movimento. Presume-se que a sacada é um movimento balístico, ou seja, uma vez determinada o próximo ponto de fixação (200 ms) a sacada não pode mais ser alterada (DUCHOWSKI, 2007).

Os movimentos vergenciais, de reflexo vestibulo-ocular e nistagmo optocinético também fazem parte da sacada porém são desconsiderados pela maioria dos ROs (RAYNER, 1998).

3.5.2 Fixações ou Foveação

Pequenos movimentos que estabilizam a imagem da região de interesse na fóvea. Duram de 150 ms a 600 ms e apesar de serem considerados como períodos em que os olhos permanecem fixos, eles nunca ficam parados. Os olhos são sensíveis ao movimento e se uma imagem é mantida constante na retina ela desaparecerá em aproximadamente 1 segundo (DUCHOWSKI, 2007).

O que ocorre durante uma fixação são os movimentos nistagmo optocinéticos para manter uma imagem fixa na retina, e dois outros movimentos chamados de escorregamentos (drift) e micro sacadas. Escorregamentos são movimentos lentos e de pequena amplitude, associados a falhas no sistema nervoso de controle e as micro sacadas são movimentos para corrigir estes escorregamentos (DUCHOWSKI, 2007).

3.5.3 Perseguições ou perseguições suaves

Acontece quando se observa um objeto em movimento. Em movimentos muito rápidos essa observação acontece em sacadas, em movimentos mais lentos a velocidade do movimento do olho se iguala a velocidade do movimento do objeto (DUCHOWSKI, 2007; RAYNER, 1998).

3.5.4 Região de interesse

São regiões onde as fixações acontecem ou devem acontecer. Elas podem ser determinadas pelos pesquisadores, quando se deseja observar o comportamento das pessoas ao olhar para a região ou determinadas por experimentos quando se deseja descobrir o que é mais interessante visualmente em uma imagem. São fornecidos na forma de coordenadas X e Y observadas pelo usuário na tela do computador.

3.5.5 Duração do olhar

É determinada por uma sequência de fixações consecutivas em uma região de interesse, sua duração é composta pela soma do tempo das fixações que a compõem e sua posição é a posição média dessas fixações. A primeira fixação fora da região de interesse marca o fim da duração do olhar.

3.5.6 Scanpath

São caminhos ordenados de fixações e sacadas, formados durante uma observação (Figura 20). Podem auxiliar a desvendar a estratégia utilizada, pelo observador, para executar uma tarefa. Também pode ser referenciado como *searchpath* quando avaliados individualmente ou *scanpattern* quando avaliados em grupo (JORDAN, 2010).

Figura 20 - *Scanpath* sobre a figura “Menina do Volga” como utilizada por Yarbus (1967) Fonte:

(fotografado por S. Fridlyand.) Movimento do Olho e visão, 1967, originalmente publicado por Plenum Press com permissão da *Springer Science and Business Media*.

3.5.7 Piscadas

Movimento da pálpebra que abre e fecha os olhos, pode ser voluntário ou espontâneo. A piscada voluntária acontece de forma muito rápida (0,2 s). A piscada espontânea é um movimento rítmico e involuntário de abertura e fechamento da pálpebra que acontece a uma frequência de 10 a 30 vezes por minuto, dependendo da atividade em execução e da saúde da pessoa (LO CASTRO, 2008).

3.6 DADOS DE INTERESSE DESSA PESQUISA

De todos os dados possíveis de se coletar com dispositivos de rastreamento do olhar os que são de interesse dessa pesquisa são o *scanpath*, as sacadas e as fixações. Estas três informações já demonstraram possuir relação com percepções humanas (ELLIS e STARK, 1986; JORDAN e SLATER, 2009; JORDAN, 2010).

O *scanpath* é formado pelo conjunto de sacadas e fixações, formado durante a observação de uma imagem.

Blackmon et al. (1999) e Dorr et al. (2010) demonstraram que o *scanpath* em cenas dinâmicas tem as mesmas características que o *scanpath* em cenas estáticas, os resultados dos trabalhos indicam que em cenas mais lentas (velocidade <30 graus/s) as perseguições suaves podem ser consideradas como fixações e em casos de cenas muito rápidas as perseguições suaves podem ser consideradas como sacadas. Desta forma o mesmo processo utilizado para obter o *scanpath* enquanto se observa uma imagem pode ser utilizado para obter o *scanpath* enquanto se observa vídeos.

Yarbus, Haigh e Rigss (1967) e Buswell (1935) demonstraram que o *scanpath* é idiossincrático (Figura 21) e se repete para a mesma pessoa e imagem (Figura 22). Yarbus, Haigh e Rigss (1967) ainda demonstraram, através do *scanpath*, que a percepção e o reconhecimento de imagem realizado pelos observadores, para uma mesma imagem é diferente se diferentes tarefas são solicitadas (Figura 23).

Figura 21 – Idiossincrasia do scanpath demonstrada por Yarbus, Haigh e Rigss (1967). Pintura de I. E. Repin “Um visitante inesperado” e gravação do movimento do olho de sete diferentes sujeitos. Cada sujeito examinou a figura livremente por 3 minutos com os dois olhos.

Fonte: Yarbus, Haigh e Rigss (1967).

Figura 22 – Repetição do *scanpath* para a mesma pessoa demonstrada por Yarbus, Haigh e Riggs (1967). Sete registros do movimento do olho pelo mesmo sujeito, examinando a figura de Repin de forma livre com os dois olhos. Os registros foram organizados de forma cronológica, duraram 3 minutos. O intervalo entre os registros foi de 1 ou 2 dias.

Fonte: Yarbus, Haigh e Riggs (1967).

Figura 23 – Relação entre percepção, reconhecimento de imagem e scanpath demonstrado por Yarbus, Haigh e Rigss (1967). Sete registros do movimento do olho, durante 3 minutos, para o mesmo objeto com tarefas diferentes.

Fonte: Yarbus, Haigh e Rigss (1967).

Os trabalhos de Stark e Choi (1996) e Stark (1995) tem como hipótese que a Realidade Virtual funciona porque o real é virtual, ou seja, a maior parte do que o sistema sensorial capta é interpretado como um modelo pelo cérebro humano.

Ao se observar uma imagem, os olhos se movimentam com o objetivo de captar informações suficientes para que se consiga uma interpretação da imagem. Quando se foca o olhar em um ponto específico de uma imagem, a imagem completa ainda permanece, não porque estamos olhando para ela, mas porque o cérebro constrói a imagem completa apesar de estarmos olhando somente para um ponto da mesma.

Jordan e Slater (2009) e Jordan (2010) trabalham com a hipótese de que a percepção de presença acontece de forma *bottom up*, assumindo que o estímulo é que leva a percepção (ilusão perceptiva). Existem, no entanto, trabalhos que

afirmam que a percepção e a cognição são processos *top down*, ou seja, a mente é quem leva a percepção (percepção ilusória) (MARSHALL, 2007). Não existe percepção sem estímulo e o processamento *bottom up* ou processamento de base de dados acontece quando recebemos dados de entrada ou estímulos. O processamento *top down* ou processamento de conhecimento acontece com o processamento de conhecimento prévio sobre o estímulo (BRUCE GOLDSTEIN, 2013). Como exemplo olhe a Figura 24, o que se vê?

Figura 24 – Ilusão de ótica – Visão de uma árvore processo *bottom up*. Visão de duas faces processo *top down*.

Fonte: www.minilua.com, autor desconhecido.

No âmbito dessa pesquisa será considerada tanto a percepção *top down* como a percepção *bottom up*.

3.7 RASTREAMENTO DO OLHAR E PERCEPÇÃO DE PRESENÇA

Slater (2009) propôs uma quebra de paradigma nas pesquisas sobre presença e adotou uma linha de pesquisa diferente para a avaliação da percepção de presença. Slater passou a considerar que presença é o quanto um ambiente virtual pode fazer com que um usuário responda como se o ambiente fosse real, conceito apresentado como RAIR (*Response As If Real*) em substituição a definição mais aceita de Ilusão perceptiva de não mediação. Dessa forma Slater e seus colegas desconsideraram a parte psicológica da percepção de presença e a definem como um resultado dos estímulos fornecidos ao usuário, obtendo assim um potencial de presença para ambientes virtuais. Jordan e seus colegas adotaram este conceito por considerar que a percepção de presença só acontece quando ocorre mediação tecnológica e a percepção é um processo *bottom up*, ou seja, só existe percepção porque existe um estímulo que o leva a percepção. No entanto existem trabalhos que demonstram que a percepção de presença também tem seu lado psicológico (MARSHALL, 2007) e é um processo *top down*, que só ocorre percepção quando o sujeito, através de conhecimento prévio, interpreta o estímulo. No âmbito deste trabalho o conceito utilizado por Slater e seus colegas, desprezando a parte psicológica da percepção, é considerado como complementar ao conceito descrito na Introdução.

Complementando os trabalhos de Slater, Jordan desenvolveu uma pesquisa que demonstrou a existência de uma relação entre a percepção de presença e o rastreamento do olhar através do cálculo da entropia condicional dos pontos de fixação do olhar. (JORDAN, 2010).

O conceito de entropia nasceu em meados do século XIX, quando a termodinâmica se desenvolvia e se tornava o ponto chave da Revolução industrial com as máquinas térmicas. Nesta época o conceito de entropia era utilizado como um indicador de processos reversíveis e irreversíveis. A primeira reinterpretação do conceito aconteceu com a Mecânica Estatística que através da entropia conciliou mecânica e termodinâmica com o conceito de que a diminuição da entropia não é impossível, mas tem uma probabilidade muito pequena de acontecer. Aproximadamente 20 anos depois John von Neumann (1905-1957) fez a ligação do conceito de entropia com a teoria de fenômenos microscópicos, a mecânica Quântica. A contribuição de von Neumann foi uma preparação para a teoria quântica

da informação. Em 1948, Claude E. Shannon (1916-2001) apresentou a teoria sobre a entropia de uma fonte de informação. Surgia então a Teoria da Informação, e o conceito de entropia dizia como armazenar e transmitir informação de maneira mais econômica (LIMA et al., 2004).

Combinando a teoria da informação e a estatística é possível obter a quantidade de informação de um processo através de matrizes de transição criadas com dados de rastreamento do olhar (ELLIS e STARK, 1986). A equação que permite esta extração de dados é chamada de entropia condicional. É importante notar que a informação está na transição de um processo (informação de segunda ordem) e não somente na quantificação de estados visitados neste processo (informação de primeira ordem) e foi demonstrado por Ellis e Stark (1986) que a informação de segunda ordem possui relação (ainda não elucidada pela ciência) inversamente proporcional com percepções humanas e portanto com a percepção de presença (JORDAN, 2010).

O experimento de Jordan consistia em colocar um usuário imerso em um ambiente virtual tridimensional estático com o auxílio de um capacete de Realidade Virtual que tinha acoplado um dispositivo de rastreamento do olhar (Figura 25).

Figura 25 – Capacete de Realidade Virtual com rastreador de olhar acoplado.

Fonte: Jordan (2010)

Durante o experimento o movimento da cabeça do usuário era rastreado para que o deslocamento das imagens do ambiente virtual acompanhasse o movimento do usuário.

Inicialmente somente a imagem do corpo virtual (Figura 26) do usuário era visualizada, gradativamente o ambiente virtual era construído através da inserção aleatória de polígonos (Figura 27). A tarefa atribuída ao usuário era a de encontrar uma flor, que não existia, no ambiente.

Figura 26 – Corpo virtual

Fonte: Jordan (2010)

Figura 27 – Exemplo de construção do ambiente estressante com a inserção aleatória de polígonos.

Fonte: Jordan (2010)

Figura 28 – (a) Ambiente virtual estressante (b) ambiente virtual normal.

Fonte: Jordan (2010)

Três ambientes virtuais foram utilizados: Um estressante (Figura 28a), um normal (Figura 28b) e um randômico (Figura 29) (não formava imagem significativa).

Figura 29 – Ambiente virtual randômico – sem formação de imagem significativa.

Fonte: Jordan (2010)

Em qualquer ambiente o usuário podia realizar movimentos de corpo e cabeça, mas não podia sair do lugar. No ambiente estressante e no ambiente normal o corpo virtual estava posicionado sobre um pilar, porém no ambiente estressante o pilar tinha 3 metros de altura e no ambiente normal o pilar tinha 1 cm de altura.

As informações coletadas durante o experimento foram a atividade eletrodérmica e o *scanpattern*. Após o experimento os usuários respondiam um questionário de avaliação de presença.

Em seu trabalho Jordan (2010) tomou como base o trabalho de Choi *et al.* (1995) que utilizava o termo *searchpath* que como definido no trabalho é o mesmo que *scanpath* utilizado por Noton e Stark (1971) e *scanpattern* utilizado por Henderson (2003). A escolha pelo termo *scanpattern* se deu pelo fato de que o termo é considerado, pelo autor, como neutro e não está associado com características cognitivas, não consideradas como preditoras da percepção de presença para o trabalho em questão. Para Jordan (2010) o *scanpattern* em ambientes 3D é equivalente ao *scanpath* em ambientes 2D.

Para viabilizar o cálculo da entropia condicional, os dados do *scanpattern* foram coletados através da linha de sinal que passava através de um poliedro (20 e 80 faces) que envolvia a cabeça do usuário (Figura 30). Em outras palavras não foram utilizados dados reais do *scanpattern* pois o RO utilizado não captava informações de profundidade.

Figura 30 – (a) Poliedro de 20 faces (b) Poliedro de 80 faces.

Fonte: Jordan (2010)

A entropia condicional (H_c) foi calculada através da equação (1):

$$H_c = - \sum_{i=1}^n p(i) \left[\sum_{j=1}^n p(i \rightarrow j) \log_2 p(i \rightarrow j) \right], i \neq j \quad (1)$$

$p(i \rightarrow j)$ é definido como probabilidade condicional de transição da região i para j , dado que a linha de sinal está atualmente cruzando a região i :

$$p(i \rightarrow j) = \frac{p(i, j)}{\sum_k p(i, k)} \quad (2)$$

$p(i, j)$ é a probabilidade de transição da região i para j . Pode ser considerado como transições de i para j dividido pelo numero total de transições. i e j são faces do poliedro.

$p(i)$ é a probabilidade marginal de fovear a região i (fovear i independente da região foveada atualmente). É estimado como:

$$p(i) = \sum_k p(k, i) \quad (3)$$

Os resultados do trabalho de Jordan (2010) demonstraram que existe uma relação entre a entropia condicional e a percepção de presença. Foram indicadas variações significativas no valor da entropia condicional com a utilização do poliedro de 80 faces. Estas variações foram condizentes com os resultados de percepção de presença obtidos com a resposta eletrodérmica (DILLON, KEOGH e FREEMAN, 2002) e com o questionário.

Existem dois tipos de respostas psico-fisiológicas relacionada com a pele: a condutividade da pele (resposta eletrodérmica ou *Galvanic Skin Conductance* (GSC)) e a temperatura da pele.

A resposta eletrodérmica utiliza o fato de que em situações de estresse o organismo segrega mais suor, principalmente nas palmas das mãos e nas solas dos pés, e em consequência a resposta eletrodérmica, medida através da condutividade da pele, aumenta (MEEHAN *et al.*, 2001).

Experimentos (MEEHAN *et al.*, 2001 e DILLON *et al.*, 2002) demonstraram que a atividade eletrodérmica tem correlação com a PP em situações de estresse, apresentando valores de GSC condizentes com as respostas de avaliação de PP, obtidos com questionários.

Apesar de demonstrar a relação entre PP e a entropia condicional do movimento dos olhos, Jordan (2010) também demonstrou que os movimentos da cabeça também apresentavam relação com a percepção de presença e para o caso de sua pesquisa, que rastreava os movimentos da cabeça, esta relação era mais apropriada.

3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Pesquisas sobre rastreamento do olhar são realizadas desde o século 19. Os primeiros rastreadores do olhar eram muito intrusivos e faziam uso de lentes de contato presos a fios e aparelhos mecânicos para traçar o caminho do olhar. Atualmente existem dispositivos de baixo custo que fazem o rastreamento do olhar sem a necessidade de contato físico, exigindo somente que a cabeça permaneça o mais imóvel que for possível. Rastreadores de olhar precisos e de alta velocidade ainda exigem a fixação da cabeça em estruturas para evitar movimento. Outra classe de rastreadores do olhar é montada na cabeça e utiliza tecnologia sem fio para transmissão de dados, dando total liberdade ao usuário.

Várias informações podem ser captadas com os rastreadores do olhar, mas para a realização desta pesquisa os dados de interesse são os pontos de fixação, as sacadas e o *scanpath*, uma vez que pesquisas com estas informações demonstraram que elas possuem relação com percepções humanas.

O rastreamento do olhar se mostrou uma tecnologia adequada para avaliar a percepção de presença por ser não intrusivo, de baixo custo, fornecer a possibilidade de obter respostas em tempo real e possuir metodologia que relaciona rastreamento do olhar e percepção de presença.

Atualmente as pesquisas sobre percepção de presença estão divididas em duas linhas: uma prioriza a percepção *top down* (Lombard, Ditton, IJsselsteijn e outros) que considera que a percepção é dependente da mente (Ilusão perceptiva) e a outra linha prioriza a percepção *bottom up* (Slater e outros) onde a percepção é dependente dos estímulos (*RAIR*) ou percepção ilusória.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Aqui são apresentados os instrumentos e os procedimentos utilizados para desenvolver uma ferramenta capaz de avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo, que é o principal objetivo desta pesquisa.

Várias etapas foram executadas para que se alcançasse um modelo teórico que permitiria a avaliação da percepção de presença em atividades mediadas por vídeo. Algumas destas etapas foram:

- Revisão bibliográfica sobre Percepção de presença;
- Revisão bibliográfica sobre percepção, atenção e sensação;
- Revisão bibliográfica sobre avaliação da percepção de presença;
- Revisão bibliográfica sobre rastreamento do olhar;

Durante a revisão bibliográfica sobre rastreamento do olhar foram encontrado dois trabalhos (ELLIS e STARK, 1986; JORDAN e SLATER, 2009; JORDAN, 2010) que relacionavam rastreamento do olhar e percepção de presença. Estes trabalhos serão utilizados como base para o desenvolvimento de uma ferramenta para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo.

4.1 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE PRESENÇA EM ATIVIDADES MEDIADAS POR VÍDEO UTILIZANDO RASTREAMENTO DO OLHAR

Tomando como base o método criado por Ellis e Stark (1986), que demonstraram que o *scanpath* tem relação (inversamente proporcional) com a percepção das pessoas, enquanto elas observam fotos, adaptado e utilizado por Jordan (2010) para avaliar a percepção de presença em uma cena estática tridimensional imersiva, foi desenvolvido uma ferramenta para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo utilizando rastreamento do olhar.

Como o objetivo da pesquisa é desenvolver uma ferramenta para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo, será necessária uma adaptação do método utilizado por Jordan (2010) que trabalhou com uma cena estática tridimensional com a utilização de capacete de Realidade Virtual. A cena estática tridimensional do experimento era um modelo de uma sala, com objetos

estáticos, que acompanham os movimentos da cabeça do voluntário. Apesar de utilizar uma definição diferente para percepção de presença, a definição utilizada nesta pesquisa, definida por Obana e Tori (2011), abrange a definição (RAIR) utilizada por Jordan (2010).

Para realizar o cálculo da entropia condicional do rastreamento do olhar em um ambiente tridimensional Jordan (2010) não utilizou o *scanpattern*, mas sim o cruzamento da linha de sinal do olhar com um poliedro de 20 ou 80 faces, desprezando informações sobre a profundidade do olhar. Nesta pesquisa esta adaptação não será necessária uma vez que serão utilizadas somente imagens em duas dimensões, o que permitirá a utilização de dados reais do *scanpath*.

Outra função do poliedro utilizado por Jordan (2010) era determinar um número máximo de estados para se calcular a entropia condicional, no caso cada face do poliedro era um estado. Um número pequeno de faces poderia levar a uma entropia muito pequena e um número muito grande de faces a uma entropia muito alta. Essa divisão em áreas também será necessária para o caso de duas dimensões, Jordan (2010) conseguiu dados consistentes com 80 faces. Para esta pesquisa serão utilizadas 64 divisões. Visualmente, 64 divisões, apresentavam uma divisão das supostas regiões de interesse em 4 áreas.

Não será necessária nenhuma adaptação para a utilização do *scanpath* com vídeos, uma vez que as pesquisas de Blackmon *et al.* (1999) e Dorr *et al.* (2010) demonstraram que o *scanpath* em cenas dinâmicas tem as mesmas características que o *scanpath* em cenas estáticas.

Não será atribuída nenhuma tarefa específica aos usuários, a não ser assistir ao vídeo e para o caso da vídeo-aula assimilar o conteúdo.

Para calcular a entropia condicional é necessário que tenha ocorrido no mínimo duas fixações e uma mudança de estado (ou fixações em quadrantes diferentes), Jordan (2010) utilizou um intervalo de 30 segundos por considerar este intervalo necessário para obter a quantidade mínima de mudança de estados e iniciar os cálculos que eram repetidos a cada 30 segundos. Para esta pesquisa será considerada a quantidade mínima para o início dos cálculos, ou seja, duas fixações e uma mudança de estado.

A fórmula para calcular a H_c é a apresentada na equação (1).

O trabalho de Jordan (2010) calculava a entropia condicional a cada 30 segundos com intervalos de 1 segundo. Não são informados detalhes sobre o

cálculo, mas pelos dados apresentados o cálculo era realizado somente para as informações coletadas a cada 30 segundos, sem acumulação de dados. Aparentemente foi considerado que o cálculo de H_c somente produziria dados relevantes após 30 segundos de coleta de dados, no entanto, a percepção de presença pode variar durante este intervalo e esta informação se perderia.

Para esta pesquisa será utilizada uma abordagem diferente, o valor da H_c será calculada somente ao final do experimento acumulando todos os valores de H_c . Durante o experimento a H_c também será calculada, e será aqui chamada de entropia condicional intermediária (H_{ci}) e obedecerá aos seguintes critérios:

- Não será determinado um valor mínimo de tempo para iniciar os cálculos. Uma vez que os critérios mínimos forem alcançados o cálculo de H_{ci} terá início. Os critérios mínimos são duas fixações e uma transição de quadrante;
- O cálculo de H_{ci} continuará a ser efetuado até que não ocorra transição de quadrante. Uma vez alcançada essa condição H_{ci} e todas as variáveis que a geram serão zerados.

Essa abordagem para o cálculo de H_{ci} fornecerá dados sobre a variação da entropia condicional durante toda a exibição do vídeo.

O valor da entropia condicional intermediária (H_{ci}) é obtido a partir da mesma equação utilizada para obter a entropia condicional total (H_c) para cada voluntário, com uma diferença, a H_c fornece dados crescentes (Figura 31), pois é uma somatória de probabilidades de transição de quadrantes.

Figura 31 - Gráfico típico de H_c obtido com dados de um dos voluntários.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de também utilizar a equação (1), o cálculo de Hci segue regras ligeiramente diferentes: quando não ocorrem transições de quadrante, Hci e todas as variáveis utilizadas para seu cálculo são zeradas. Este critério foi adotado por se considerar que quando não ocorre transição de quadrantes ($i=j$ na equação (1)) a entropia condicional é zero e, portanto a percepção de presença é máxima.

Para a interpretação dos gráficos de Hci, são considerados os seguintes critérios:

- a) Cada ponto do gráfico indica transição de quadrantes, no mínimo uma transição;
- b) Períodos de tempo sem pontos, indicam entropia 0 (zero), sem transição de quadrantes;
- c) O valor de Hci em um período de tempo é obtido da média aritmética dos valores de Hci contidos neste período;
- d) Grande quantidade de pontos em um curto espaço de tempo indicam um processo de busca ou perseguição. Diminuição indica poucas transições consecutivas aumento indica muitas transições consecutivas.

Entropia condicional intermediária (Hci) igual zero indica que olhar ficou focado em um quadrante, condição necessária, mas não suficiente para indicar estresse ou PP. Em outras palavras a entropia com valor zero nem sempre indica estresse máximo ou PP máximo, porém se for indicado estresse máximo ou PP máximo a entropia obrigatoriamente deverá ser zero.

Aumento de Hci indica diminuição de PP e diminuição de Hci indica aumento de PP, ou seja, são valores inversamente proporcionais, e neste trabalho será considerado:

$$PP = \frac{1}{\sum_j Hci_j / j}, Hci \neq 0 \quad (4)$$

$$PP = PPM = 100, Hci = 0 \quad (5)$$

Foi utilizado um equipamento de rastreamento do olhar comercial de baixo custo e software de plataforma aberta (“Products – The Eye Tribe”).

Diante do exposto, teoricamente, o método proposto por Jordan (2010), com as adaptações sugeridas acima é adequado para avaliar a percepção de presença com imagens bidimensionais em movimento, ou seja, vídeos. Essa afirmação será a

primeira hipótese do trabalho, como segunda hipótese será considerado que a inclusão de um estímulo auditivo interfere tanto na percepção de presença como no resultado de Hc, mas não invalida a primeira hipótese. Para validar as duas primeiras hipóteses serão utilizados vídeos estressantes com áudio estressante e vídeos estressantes com áudio relaxante. Foram escolhidas situações de estresse porque nessa situação a interferência produzida no organismo é mais fácil de ser identificada através de sinais psico-fisiológicos e questionários, possibilitando assim um controle maior sobre o experimento.

Como terceira hipótese será considerada que os métodos e as ferramentas de RO utilizadas para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeos com situação de estresse também são adequadas para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeos com situações não estressantes. Uma vez validadas as três hipóteses será possível a construção de uma ferramenta para avaliação da percepção de presença em atividades mediadas por vídeo com utilização de rastreamento do olhar. Esta ferramenta será composta por três partes: hardware e software de rastreamento do olhar, software para aquisição e processamento de dados e método adaptado de Jordan (2010).

Como objetivos secundários, após a validação da primeira e da segunda hipóteses e com os dados arquivados, será verificado se a ferramenta é adequada para avaliar a percepção de presença em tempo real e se existe relação entre percepção de presença e aprendizado.

4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Considerando as bibliografias apresentadas e as adaptações descritas foram formuladas três hipóteses. A primeira considera que o método utilizado por Jordan (2010), com adaptações é adequado para desenvolver uma ferramenta para avaliar a PP em atividades mediadas por vídeo em situações de estresse. A segunda considera que um estímulo auditivo influencia na PP mas não invalida a primeira hipótese. A terceira hipótese depende da validade das duas primeiras hipóteses e considera que a ferramenta desenvolvida para avaliar a PP em atividades mediadas por vídeo em situações de estresse também pode ser utilizada para avaliar a PP em atividades mediadas por vídeo em situações não estressantes.

Além da verificação das três hipóteses será verificado se a ferramenta desenvolvida é capaz de avaliar a PP em tempo real

Será investigado também se é possível relacionar PP e aprendizado e se esta relação pode ser avaliada pela ferramenta desenvolvida.

5 METODOLOGIA PARA VALIDAR A FERRAMENTA (HARDWARE, SOFTWARE E MÉTODO)

Com o objetivo de validar a ferramenta proposta na seção 4 foram executados 3 experimentos em laboratório, desenvolvidos de acordo com a descrição a seguir.

Para os experimentos 1 e 2, foram selecionados vídeos estressantes com a presença de animais e insetos em posição de ataque ou atacando e cenas que mostram grande altura. Os vídeos foram editados e unidos em um só, resultando em um vídeo com 382 segundos (6 minutos e 22 segundos) sem áudio. A seguir foi incluído um áudio relaxante (ritmo lento e sem variações bruscas de tom) e um áudio estressante (ritmo acelerado e com variações bruscas de tom) no vídeo, resultando em 2 vídeos: o primeiro será chamado de Vídeo Estressante com Áudio Relaxante (VEAR) e o segundo de Vídeo Estressante com Áudio Estressante (VEAE). Vídeo no âmbito desta pesquisa é considerado como uma gravação ou exibição de imagens sequencias que podem ou não estar acompanhadas de áudio.

5.1 QUESTIONÁRIO UTILIZADO (IPQ)

O questionário escolhido para medir a PP experimentada pelo voluntário foi o *IGroup Presence Questionnaire* (IPQ). Este questionário foi escolhido por tomar como base os dois questionários mais citados nas referências o SUS (SLATER, USOH e STEED, 1994) e o PQ (WITMER e SINGER, 1998) e algumas questões de outros questionários. Apesar de avaliarem percepção de presença os questionários SUS e PQ consideram somente características do ambiente virtual (percepção de segunda ordem) e características psicológicas (primeira ordem), respectivamente. Como para esta pesquisa as duas grandezas (do ambiente (real ou virtual) e psicológicas são consideradas, o IPQ se mostrou o mais adequado para avaliar a percepção de presença dos experimentos executados.

A versão atual do IPQ tem três subescalas e um item adicional geral, não pertencente a uma subescala. As três subescalas, consideradas como fatores independentes, são (SCHUBERT; FRIEDMANN; REGENBRECHT, 2001):

- Presença Espacial - a sensação de estar fisicamente presente no Ambiente virtual;
- Envolvimento - medição da atenção dedicada ao ambiente virtual e do envolvimento experimentado;

- Realismo experimentado - medição da experiência subjetiva de realismo no ambiente virtual.

O item adicional geral avalia a "sensação de estar lá" de uma forma geral, e tem forte relação com os três fatores, especialmente com presença espacial.

As três subescalas e o item geral do IPQ estão relacionadas com a definição adotada nesta pesquisa, uma vez que presença espacial, envolvimento e o realismo experimentado aumentam conforme a mediação se torna mais transparente para o voluntário.

Perguntas do *IGroup Presence Questionnaire* (IPQ) e sua relação com as 3 subescalas independentes e o item geral.

Perguntas Relacionadas com o Realismo Experimentado:

REAL1 - O mundo virtual parecia real para você?

REAL2 - A sua experiência no mundo virtual parecia consistente com suas experiências do mundo real?

REAL3 - O local apresentado no vídeo parecia real para você?

REAL4 - O local apresentado no vídeo parecia mais realista do que o local real?

Perguntas relacionadas com Presença Espacial:

SP1 De alguma forma eu senti que o local apresentado no vídeo me envolvia.

SP2 Eu me sentia como se estivesse vendo fotos.

SP3 Eu não me sentia presente no local apresentado pelo vídeo

SP4 Eu tinha a sensação de agir no local apresentado pelo vídeo, ao invés de fora dele.

SP5 Eu me senti presente no local apresentado pelo vídeo.

Perguntas relacionadas com Envolvimento:

INV1 - Qual o seu envolvimento com o ambiente do mundo real enquanto assistia ao vídeo? (isto é, sons, temperatura da sala, outras pessoas, etc.)

INV2 - Eu não estava envolvido pelo ambiente real.

INV3 - Eu ainda prestava atenção no mundo real.

INV4 - Eu estava completamente cativado pelo vídeo.

Item adicional geral:

G1 - Enquanto assistia ao vídeo, eu tive a sensação de estar no local apresentado.

O IPQ tem três questões com valores invertidos (REAL1, SP2 e INV3) e seus valores devem ser revertidos para poderem ser computados.

Para verificar se é possível avaliar PP em tempo real e se existe relação entre PP e aprendizagem foram adicionadas questões ao IPQ.

A questão 6 (Apêndice D e F) pretende determinar qual o ponto do vídeo (VEAR, VEAE ou Vídeo-aula) o voluntário se sentiu mais presente.

Questão 6 para VEAR e VEAE:

Qual passagem do vídeo mais chamou sua atenção ou causou mais stress (medo, suspense, nervosismo ou palpitação)?

Questão 6 para Vídeo-aula:

Qual passagem do vídeo mais te cativou, descreva o motivo e a passagem do vídeo?

A questão 21 do Apêndice D e seus 13 itens pretende avaliar como a PP variou durante o decorrer do vídeo (VEAR ou VEAE) através da PP e sua relação com estresse.

A questão 21 do Apêndice F tem como objetivo classificar a vídeo-aula para determinar se ela foi considerada como atividade estressante ou não estressante.

As questões de 22 a 27 do Apêndice F avaliam o conhecimento adquirido, pelo voluntário, após assistir a vídeo-aula. Seus resultados serão comparados com os resultados obtidos com as questões de 5 a 8 do questionário pré-teste do Apêndice E.

5.2 SELEÇÃO E EDIÇÃO DE VÍDEOS

Os vídeos foram editados com os *softwares* *Format Factory* 3.0 (converte vídeo e áudio para vários formatos) e *mkvmerge* GUI v7.0.0 (divide/une vídeos extrai/inclui faixas de áudio), ambos licenciados de acordo com o GNU GPL v2. As Figuras de Figura 32 à Figura 44 mostram imagens dos vídeos exibidos.

Figura 32 – Imagem da primeira parte do vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 33 – Imagem da segunda parte do vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 34 – Imagem da terceira parte do vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 35 – Imagem da quarta parte do vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36 – Imagem da quinta parte do vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 37 – Imagem da sexta parte do vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38 – Imagem da sétima parte do vídeo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39 – Imagem da oitava parte do vídeo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 40 – Imagem da nona parte do vídeo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41 – imagem da décima parte do vídeo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 42 – Imagem da décima primeira parte do vídeo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43 – Imagem da décima segunda parte do vídeo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44 – Imagem da décima terceira parte do vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 RASTREADOR DO OLHAR ESCOLHIDO

Para o rastreamento do olhar foi utilizado o rastreador do olhar “*The Eye Tribe*” (“Products – The Eye Tribe”). O equipamento, de baixo custo, coleta pontos a uma frequência de 30 ou 60 hertz e possui software de plataforma aberta permitindo, através de programação, acessar as informações coletadas pelo equipamento. A conexão do equipamento com o computador é feito através de uma porta USB 3.0. A Figura 45 mostra uma foto do Rastreador de olhar utilizado na pesquisa.

Figura 45 – Vista frontal do equipamento de rastreamento do olhar utilizado na pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 1 informa as características técnicas do equipamento.

Tabela 1 – Características técnicas do RO utilizado.

Taxa de amostragem	30Hz e 60Hz
Exatidão	0.5° – 1°
Resolução Espacial	0.1° (RMS)
Latência	<20ms em 60Hz
Calibração	9, 12 or 16 pontos
Distância de operação	45cm – 75cm
Área de rastreamento	40cm x 30cm à 65cm de distância (30Hz)
Tamanho da tela	até 24"
API/SDK	C++, C# e Java
Saída de dados	Dados de olhar binocular
Dimensões (W/H/D)	20 x 1.9 x 1.9 cm
Peso	70g
Conexão	USB3.0 <i>Superspeed</i>

Fonte: <https://theeyetribe.com/products>.

Figura 46 – Rastreador do olhar posicionado na frente do monitor de vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 EQUIPAMENTOS AUXILIARES E ACESSÓRIOS

Para diminuir os movimentos da cabeça foi construído um suporte de madeira para a cabeça com altura regulável, mostrado na Figura 47.

Figura 47 – Suporte para cabeça com altura regulável (a) vista frontal (b) vista lateral.

(a)

(b)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os monitores possuíam ajuste de altura para se ajustar a altura do usuário do sistema, porém quando posicionado na altura necessária não era possível posicionar o RO imediatamente abaixo do monitor (posição recomendada). Para eliminar esta dificuldade foi confeccionada uma caixa de madeira com dimensões 25 cm x 21 cm x 30 cm (altura, largura e profundidade) com furos para ajudar na fixação do RO. Monitor e RO foram posicionados sobre esta caixa, mostrada na Figura 48.

Figura 48 – Caixa que serviu de base para monitor e RO.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a coleta e processamento de dados, em tempo real, foi utilizado um computador de mesa com Processador i7- 4790 3,6 GHz, placa de vídeo dedicada NVidia GeForce GT 720 com duas saídas de vídeo, 16GB RAM, sistema operacional Windows 8 e dois monitores DELL P2314H de 23 polegadas e resolução *FullHD* (1920x1080). Em um dos monitores o voluntário assistia ao vídeo e no outro o avaliador acompanhava a coleta, registro e o cálculo da Hc e da Hci.

Para isolar o usuário do som ambiente foi utilizado um fone de ouvido intra-auricular mostrado na Figura 49.

Para a conferência de resultados todos os experimentos foram gravados com uma câmera de vídeo digital SONY Cyber shot DSC-W180.

Figura 49 – Fone de ouvido intra-auricular utilizado nos experimentos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 50 mostra uma foto de todo o equipamento montado e pronto para realizar a aquisição de dados.

Figura 50 – Vista de todos os equipamentos utilizados para realizar os experimentos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os experimentos foram realizados no laboratório de computação I da UNEMAT *campus* de Alto Araguaia, a iluminação deste laboratório é constante e foram minimizados ao máximo a entrada e a saída de pessoas além do barulho externo.

5.5 SOFTWARE

O software para aquisição e processamento de dados foi desenvolvido em Java (versão 1.8.0_11) no ambiente NetBeans IDE 8.0.

O RO utilizado possui software próprio para realizar o rastreamento dos movimento dos olhos determinando sacadas e fixações e fornece os dados de estimação do olhar na forma de coordenadas X e Y, de acordo com a resolução do monitor utilizado, no caso 1920x1080 pixels. O software fornecido pelo fabricante é livre e permite alterações e inclusões de códigos de programação de acordo com a necessidade do utilizador. Os códigos fonte do software do RO são fornecidos em linguagem C++, C# e Java. Para o presente trabalho foi escolhida a linguagem Java devido a facilidade de compatibilidade entre diferentes Sistemas Operacionais e facilidade de expandir a coleta de dados entre sistemas remotos.

Para atender as necessidade da pesquisa foi desenvolvido um software para aquisição e processamento de dados em linguagem Java (versão 1.8.0_11) no ambiente NetBeans IDE 8.0. O software desenvolvido, através das bibliotecas fornecidas pelo fabricante, se comunicava diretamente com o RO, permitindo o início e a parada da coleta de dados simultaneamente com o início (manual) e o encerramento, automático, quando atinge o final dos vídeos exibidos. Foi desenvolvida uma rotina para realizar a gravação dos dados coletados em um arquivo no formato de texto, somente com os dados de interesse da pesquisa (fixação, coordenada X, coordenada Y e Tempo), para permitir análises posteriores ao experimento. A Figura 51 ilustra uma amostra dos dados arquivados, cada arquivo tem aproximadamente 400 páginas de dados.

Figura 51 – Amostra dos dados gravados em arquivo

fix	X Med	Y Med	Tempo
true	456.5856	59.4687	1431477593696
true	445.9731	52.0236	1431477593729
false	441.3088	49.0754	1431477593746

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi desenvolvida também uma rotina para calcular o valor da Hc e informar seu valor ao final do experimento para cada voluntário e a Hci a cada momento que os critérios para o seu cálculo forem atendidos.

Para o cálculo de Hc foi desenvolvido um programa em linguagem Java que fazia o posicionamento do ponto de fixação do olhar em um dos 64 quadrantes da tela. Cada quadrante é formado por um pedaço de 240 x 135 pixels da tela. Através das coordenadas X Med e Y Med fornecidas pelo RO e se fix for igual a *true* cada ponto de fixação era posicionado em um quadrante da tela. Assim que ocorrer uma mudança de quadrante é possível iniciar o cálculo de Hc.

A rotina para o cálculo de Hc e da Hci é a mesma, com a diferença que para o cálculo de Hci foram incluídos os critérios, que quando atendidos, zeram o seu valor e o valor de todas as variáveis utilizadas para seu cálculo.

Foi desenvolvido também uma rotina, que com os dados arquivados, plota os pontos de fixação do olhar sobre o vídeo em execução permitindo visualizar para que pontos do vídeo o voluntário estava olhando durante a execução do vídeo.

Devido a facilidade fornecida pelo fabricante do RO em disponibilizar as bibliotecas para acessar diretamente o RO para desenvolver os programas para processamento e armazenamento de dados e a existência de bibliotecas prontas em Java para executar vídeos e armazenar dados não ocorreram dificuldades no desenvolvimento do sistema utilizado.

5.6 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Todo o procedimento seguido pelo moderador dos experimentos está descrito no Anexo 1.

Antes da captura de dados em si era necessário realizar a calibração do equipamento, esse processo era realizado para cada voluntário, antes da coleta de dados. O processo de calibração envolve alguns passos:

- 1- Posicionar a cabeça do voluntário até que o RO detecte os olhos de forma adequada (Figura 52);
- 2- Solicitar que o voluntário acompanhe uma série de marcadores (nove) que irão aparecer na tela (um de cada vez), explicando que não é necessário acompanhar os marcadores, mas localiza-los e fixar o olhar quando os marcadores estiverem fixos. (Figura 53);

- 3- Após o processo de calibração é exibido uma pontuação da calibração, para este trabalho só seguirá para o passo seguinte, voluntários que conseguirem 4 ou 5 estrelas. O processo de calibração será repetido até que o voluntário atinja a pontuação desejada ou desista.

Figura 52 – Quatro possibilidades de posicionamento da cabeça e dos olhos. (a) Bom. (b) Limitado. (c) Ruim. (d) Mensagem de erro.

Figura 53 - Tela de calibração mostrando nove pontos simultaneamente.

A pontuação de 4 ou 5 estrelas é necessária para minimizar o erro na estimação do ponto observado na tela. Um menor número de estrelas tem como consequência um erro maior.

Caso o voluntário utilizasse óculos ou lentes de contato, só era necessário a retirada caso as lentes fossem multifocais, caso contrário o equipamento é capaz de realizar o rastreamento do olhar mesmo com a utilização de óculos ou lentes de contato. A grande maioria dos voluntários conseguiam a calibração desejada com no máximo 2 tentativas.

De todos os voluntários da pesquisa somente um não conseguiu a calibração necessária para prosseguir com o experimento, por utilizar óculos multifocais com grau muito forte. Sem os óculos o voluntário não conseguia acompanhar os pontos na tela.

Após o processo de calibração a única tarefa do voluntário era assistir ao vídeo.

A Figura 54 mostra um dos voluntários participantes da pesquisa enquanto assistia ao vídeo.

Figura 54 – Voluntário assistindo ao vídeo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não ocorreram problemas durante a coleta de dados, porém os dados de um dos voluntários teve de ser excluído do processamento de dados, pois durante a análise os dados se apresentaram muito constantes nas coordenadas 0,0. Após a verificação do vídeo do voluntário, observou-se que o mesmo “cochilou” (manteve os olhos fechados) durante a maior parte do experimento com o áudio relaxante.

O VEAR e o VEAE foram utilizados para validar as duas primeiras hipóteses do capítulo 4 (adaptação do método proposto por Jordan (2010) para avaliar a percepção de presença). Além de ser um dos objetivos da pesquisa (avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo), os vídeos garantiram a repetibilidade dos experimentos 1 e 2 que consistiram dos seguintes passos:

- Primeiramente era solicitado ao voluntário que fizesse a leitura da Carta que Acompanha o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice A);
- Caso concorde em participar do experimento era solicitado para que o voluntário preenchesse e assinasse o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apêndice B);

- Aplicar um questionário para levantamento do perfil dos voluntários (apêndice C);
- Realizar a calibração do equipamento de RO;
- Iniciar o experimento;
- Durante o experimento a única tarefa atribuída ao voluntário era assistir ao vídeo;
- Enquanto o voluntário assistia ao vídeo com áudio relaxante (estressante) (2D), era realizado o rastreamento e arquivamento dos dados obtidos com o RO e calculado a Hc;
- Após o experimento foi aplicado um questionário (IPQ) para avaliação da percepção de presença e avaliação dos momentos de maior estresse (apêndice D);

Depois de coletados os dados de 11 voluntários para cada vídeo (VEAR e VEAE), foram feitas as análises para validar as duas primeiras hipóteses do trabalho, ou seja, demonstrar que a utilização de vídeos (2D) não invalidam a relação existente entre percepção de presença e a entropia condicional do movimento do olhar demonstrado por Jordan (2010) (hipótese 1) e que a inclusão de áudio influencia na percepção de presença mas não invalida a primeira hipótese (hipótese 2).

Para validar a primeira hipótese, os dados coletados com o IPQ serão comparados com o valor da Hc, obtido com dados coletados pelo RO e a Equação 1 (implementada com programação em Linguagem Java), para cada vídeo e cada voluntário.

Validando a primeira hipótese, deve-se então verificar a influência do áudio na percepção de presença, comparando os resultados obtidos com o IPQ e RO (Hc) vídeo estressante com áudio relaxante e vídeo estressante com áudio estressante.

Com a validação das duas primeiras hipóteses será verificado se a ferramenta proposta também é adequada para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo, em situações não estressantes (terceira hipótese). Para este objetivo foram acrescentadas duas perguntas ao IPQ (questões 6 e 21 dos apêndices C e questões 6, 22 a 26 do apêndice F) que terão suas respostas comparadas com os valores da Hci obtidos a partir dos dados armazenados.

Para validar a terceira hipótese foi desenvolvido um terceiro experimento que seguiu roteiro básico dos experimentos 1 e 2 porém o vídeo exibido era uma vídeo-aula (407 segundos ou 6 minutos e 47 segundos) sobre os conceitos básicos de Realidade Virtual, Realidade Misturada e Realidade Aumentada.

Figura 55 – Imagem da vídeo-aula sobre Realidade Virtual, Aumentada e Misturada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O experimento 3 consistiu dos seguintes passos:

- Primeiramente era solicitado ao voluntário que fizesse a leitura da Carta que Acompanha o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice A);
- Caso concorde em participar do experimento era solicitado para que o voluntário preenchesse e assinasse o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apêndice B);
- Aplicar um questionário para levantamento do perfil dos voluntários (apêndice E);
- Realizar a calibração do equipamento de RO;
- Iniciar o experimento;

- Durante o experimento a única tarefa atribuída ao voluntário era assistir a vídeo-aula e tentar assimilar o conteúdo apresentado;
- Enquanto o voluntário assistia ao vídeo com áudio relaxante (estressante) (2D), era realizado o rastreamento e arquivamento dos dados obtidos com o RO e calculado a Hc;
- Após o experimento foi aplicado um questionário (IPQ) para avaliação da percepção de presença e avaliação do conhecimento adquirido (apêndice F);

Depois de coletados os dados de 11 voluntários foram realizadas análises com os dados coletados para validar a terceira hipótese do trabalho e verificar se a ferramenta proposta também é adequada para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeos não estressantes. As análises também verificaram se existe alguma relação entre o conhecimento adquirido e a Hc e a Hci.

Para o cálculo da entropia é necessário a divisão da tela do computador em áreas que corresponderão aos estados (i,j) indicados na Equação 1.

A Figura 56 apresenta uma imagem com os 64 quadrantes que dividem a tela do monitor.

Figura 56 – Imagem dividida em 64 quadrantes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Foram apresentados todos os equipamentos utilizados para validar as três hipóteses do trabalho (apresentadas no Capítulo 4) e assim demonstrar a funcionalidade da ferramenta desenvolvida para avaliar a PP.

O questionário escolhido foi o IPQ porque para a avaliação da PP considera características do mundo virtual (no caso vídeo) ou mundo real e características psicológicas dos voluntários.

Para a validação das três hipóteses foram desenvolvidos três vídeos o primeiro é um VEAR, o segundo é um VEAE e o terceiro é uma vídeo-aula (não estressante).

Foi escolhido como RO o *The Eye Tribe* por ser um RO de baixo custo e possuir plataforma de software livre, permitindo o desenvolvimento de software com acesso direto as funcionalidades do equipamento.

Para o desenvolvimento correto dos experimentos foram necessários a construção e utilização de equipamentos e acessórios. Para manter a cabeça do voluntário o mais imóvel possível foi construído, em madeira, um suporte de cabeça. Para posicionar o monitor e RO de forma adequada foi construído uma caixa de madeira. Para isolar o voluntário do áudio ambiente foi utilizado um fone de ouvido intra-auricular. Para a coleta e processamento dos dados foi utilizado um desktop com dois monitores e foi desenvolvido um software em linguagem Java.

Foi apresentado também todo o procedimento experimental que será seguido para a execução dos três experimentos.

Os resultados obtidos com o IPQ e o RO podem ser comparados se considerarmos que as duas ferramentas fornecem uma resposta objetiva obtida através de dados qualitativos.

Com o objetivo de validar as três hipóteses do trabalho todos os dados coletados (com IPQ e RO) são apresentados e analisados no Capítulo 6.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste Capítulo serão apresentados os dados coletados bem como as respectivas análises que levarão a validação das hipóteses da pesquisa.

6.1 PERFIL DOS VOLUNTÁRIOS

Ao todo participaram dos experimentos 35 voluntários, os dados de dois voluntários não foram considerados para esta análise, um porque não conseguiu a pontuação necessária na calibração devido a um problema de visão e o outro porque durante boa parte do experimento permaneceu com os olhos fechados (cochilou), fato verificado na filmagem do experimento.

Dos 33 voluntários válidos, a maioria faz parte do corpo discente da Universidade do Estado de Mato Grosso e está cursando um dos 3 cursos existentes no *campus* de Alto Araguaia (Computação – bacharelado e licenciatura, Letras e Comunicação Social).

O perfil geral dos 33 voluntários válidos dos 3 experimentos (11 voluntários em cada experimento) é apresentado abaixo:

Os voluntários tem idade média de 25,6 anos, o mais novo tem 18 anos e o mais velho 45 anos. Todos os voluntários possuem computador em casa.

Figura 57 – Perfil geral dos voluntários – Item sexo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 58 – Perfil geral – Item Correção da visão por lente

. Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 59 – Perfil geral – Item Etnia

. Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 60 - Perfil geral – Item escolaridade

. Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 61 - Perfil geral – Item tempo de uso do computador

. Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 62 - Perfil geral – Item conhecimento em computação

. Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 63 - Perfil geral – Item utilização do computador

. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Uso/conhecimento de computação

Atividade/conhecimento	SIM	NÃO
Uso computador regularmente	91%	9%
Assiste vídeos da internet regularmente	88%	12%
Assiste vídeos de alta resolução regularmente	42%	58%
Assiste vídeos 3D regularmente	30%	70%
Você sabe o que é Realidade Virtual.	48%	52%
Você sabe o que é Realidade Aumentada.	42%	58%
Você sabe o que é Realidade Misturada.	30%	70%
Você utilizou algum software de Realidade Virtual, Aumentada ou Misturada.	15%	85%
O conceito de percepção de presença, descrito na carta que acompanha o termo de consentimento livre e esclarecido já era conhecido por você.	33%	67%

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2 EXPERIMENTO COM VÍDEO ESTRESSANTE

Foram realizados dois experimentos para verificar as duas primeiras hipóteses do trabalho:

- 1 - Rastreamento do olhar de voluntários enquanto estes assistiam a um vídeo estressante com áudio estressante (VEAE);
- 2 - Rastreamento do olhar de voluntários enquanto estes assistiam a um vídeo estressante com áudio relaxante (VEAR);

A utilização de vídeos estressantes se deve ao fato de que em momentos de estresse a percepção de presença é mais acentuada do que em momentos não estressantes. Como o foco dos dois primeiros experimentos é validar o funcionamento da ferramenta proposta no capítulo 4 a utilização de vídeos com uma maior percepção de presença é mais adequado. Uma vez validada o funcionamento da ferramenta proposta com vídeos estressantes é possível a verificação do funcionamento da ferramenta com vídeos não estressantes.

Os resultados obtidos com estes dois experimentos são apresentados.

6.2.1 Avaliação de PP final com IPQ

As questões de 1 a 5 e de 7 a 20, são próprias do IPQ e as questões 6 e 21 (com itens de a até m) foram acrescentadas ao IPQ para determinar os momentos do vídeo que mais estressaram os voluntários.

As questões iniciais do IPQ (de 1 a 5) têm como objetivo obter o perfil de conhecimento tecnológico dos voluntários para determinar se as diferenças obtidas com o questionário podem sofrer influências devido a conhecimentos prévios. Estas questões são:

Q1 - Quanto tempo durou o vídeo? Resposta em minutos.

A questão 1 determina o tempo de duração do vídeo que o voluntário percebeu. Quanto menor o tempo mais relaxado ele se sentiu, para o oposto mais estressado ele se sentiu.

As questões de 2 a 5 servem para verificar se os voluntários conhecem o tipo de tecnologia utilizada. Este quesito é importante para a percepção de presença, pois quanto mais conhecimento da interface mais transparente ela se torna, possibilitando uma maior percepção de presença.

Q2 - Que tipo de hardware de vídeo você utilizou? (escolha a categoria apropriada).

Q3 - Qual o tipo de saída de áudio estava disponível?

Q4 - Que tipo de software você utilizou?

Q5 - Qual foi sua perspectiva do vídeo? (No caso de mudança de perspectiva, por favor, escolha o mais frequentemente usado)

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3 e na Tabela 4.

Tabela 3 – Perfil de conhecimento tecnológico do usuário - Vídeo estressante com áudio estressante

Vídeo estressante com áudio estressante					
Voluntários	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
V1	5	3	3	2	1
V2	7	3	4	2	2
V3	8	3	2	2	1
V4	3	1	3	2	2
V5	20	3	3	2	1
V6	7	1	3	2	1
V7	20	1	2	2	1
V8	10	1	3	2	2
V9	5	3	2	2	1
V10	5	4	4	2	1
V11	7	1	3	2	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Perfil de conhecimento tecnológico do usuário - Vídeo estressante com áudio relaxante.

Vídeo estressante com áudio relaxante					
Voluntários	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
V12	12	3	3	2	2
V13	5	3	3	2	1
V14	10	1	3	2	1
V15	4	1	3	2	2
V16	4	3	3	2	1
V17	7	3	3	2	2
V18	5	3	2	2	1
V19	10	3	3	2	2
V20	7	1	3	2	1
V21	5	3	2	2	1
V22	20	1	2	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio estressante tiveram uma percepção que o vídeo durou em média 8 minutos e 49 segundos e os voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio relaxante tiveram uma percepção que o vídeo durou em média 8 minutos e 05 segundos. O teste F (Fisher-Snedecor) para variâncias é apresentado na Tabela 5 e o teste t de student para médias é apresentado na Tabela 6.

Tabela 5 – Teste F para o tempo percebido do vídeo

Teste-F: duas amostras para variâncias

 $H_0 - \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1 - \sigma_1^2 > \sigma_2^2$

	<i>Média Tempo Estressante</i>	<i>Média Tempo Relaxante</i>
Média	8,818182	8,090909
Variância	33,96364	22,89091
Observações	11	11
Gl	10	10
F	1,483717	
P(F<=f) uni-caudal	0,272073	
F crítico uni-caudal	2,978237	

F < F crítico uni-caudal a direita

 H_0 aceita - variâncias iguais $\alpha=5\%$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 – Teste t de *student* para o tempo percebido do vídeo
 Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

$H_0 - \mu_1 = \mu_2$	$H_1 - \mu_1 < \mu_2$		
		<i>Média Tempo Estressante</i>	<i>Média Tempo Relaxante</i>
Média		8,818182	8,090909
Variância		33,96364	22,89091
Observações		11	11
Variância agrupada		28,42727	
Hipótese da diferença de média		0	
GI		20	
Stat t		0,319898	
P(T<=t) uni-caudal		0,376182	
t crítico uni-caudal		1,724718	
P(T<=t) bi-caudal		0,752364	
t crítico bi-caudal		2,085963	
Stat t < t crítico uni-caudal a direita			
H_0 aceita - Não há diferença significativa			
$\alpha=5\%$			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados dos testes demonstram que não houve diferença significativa entre as médias dos tempos percebidos para o grupo que assistiu ao vídeo estressante com áudio estressante e ao vídeo estressante com áudio relaxante. Em outras palavras os dois grupos perceberam, em média, o mesmo tempo, que foi maior que o tempo real para os dois grupos. Este resultado indica que independente do áudio o vídeo foi estressante para os dois grupos, uma vez que o tempo percebido pelos dois grupos foi maior que o tempo real.

A porcentagem de erros e acertos para as questões de 2 a 5 são apresentadas na Tabela 7.

Os resultados para estas questões são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Acertos e erros de cada Grupo para as questões 2 a 5 do IPQ

	Vídeo estressante com áudio estressante		Vídeo estressante com áudio relaxante	
	acertos	erros	acertos	erros
Q2	45%	55%	36%	64%
Q3	54%	46%	73%	27%
Q4	100%	0%	100%	0%
Q5	64%	36%	64%	36%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da Tabela 7 demonstram que houve uma diferença percentual entre os acertos de cada grupo para as questões 2 e 3, no entanto esta diferença não influenciará nos resultados uma vez os voluntários tinham somente que assistir ao vídeo e escutar o áudio, sem influenciar (interagir) na execução dos mesmos. Em casos em que é necessária interação com a tecnologia, estes resultados indicariam que o grupo com mais acertos possuiu maior familiaridade com a tecnologia utilizada sua utilização seria mais transparente, aumentando a percepção de presença em relação ao grupo com menos acertos.

Pode-se então afirmar que as diferenças existentes entre as outras perguntas do IPQ não sofrerão influência do conhecimento prévio dos voluntários, mantendo o áudio como única diferença entre os vídeos.

As respostas para as questões de 7 a 20 do IPQ foram obtidas através da indicação de níveis de uma escala *Likert* que varia de 0 a 4.

Os dados obtidos para as questões de 7 a 20 do IPQ com o vídeo estressante com áudio relaxante e o vídeo estressante com áudio estressante são apresentados nas Tabela 8 e Tabela 9.

Será feita uma análise dos dados obtidos com o IPQ, que resultará em um gráfico que irá indicar para que grupo, VEA-E ou VEA-R, a percepção de presença foi maior. Uma análise também será feita com os dados obtidos com o RO também para verificar para que grupo, VEA-E ou VEA-R, a percepção de presença foi maior. A comparação entre os resultados da análise dos dados do IPQ e da análise dos dados do RO validarão ou não a primeira e a segunda hipótese da pesquisa.

Tabela 8 – Respostas obtidas com o IPQ para voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio estressante

Vídeo estressante com áudio estressante (VEAE)														
Voluntários	REAL1 - I	REAL2	REAL3	REAL4	SP1	SP2 - I	SP3	SP4	SP5	INV1	INV2	INV3 - I	INV4	G1
V1	3	1	2	4	2	0	1	3	3	3	1	1	0	1
V2	4	1	3	3	1	2	0	4	3	3	3	2	2	1
V3	1	1	1	1	4	0	1	4	4	2	0	0	1	0
V4	1	2	4	1	2	3	1	1	1	2	1	2	2	1
V5	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	3	3	2
V6	3	3	0	3	1	2	1	0	1	2	3	1	0	3
V7	3	2	1	2	2	3	4	1	2	1	3	2	3	3
V8	3	2	0	2	1	0	1	3	4	1	0	3	0	0
V9	1	3	1	4	3	2	0	4	4	1	4	3	3	0
V10	3	4	0	0	4	3	4	0	0	3	4	0	0	3
V11	2	2	1	3	2	0	0	4	3	0	0	0	2	0
Média	1,9545				1,9455					1,6591				1,2727

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 - Respostas obtidas com o IPQ para voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio relaxante

Vídeo estressante com áudio relaxante (VEAR)														
Voluntários	REAL1 - I	REAL2	REAL3	REAL4	SP1	SP2 - I	SP3	SP4	SP5	INV1	INV2	INV3 - I	INV4	G1
V1	2	2	4	2	2	2	1	2	2	3	2	4	1	0
V2	3	2	1	0	2	4	3	0	1	2	2	4	1	1
V3	4	3	0	2	2	3	2	1	1	1	3	4	2	2
V4	2	3	2	2	3	3	3	1	3	2	2	2	3	3
V5	3	1	2	2	1	1	2	1	1	3	4	1	0	2
V6	2	2	0	3	3	0	0	3	4	4	1	0	0	1
V7	3	1	3	3	2	4	1	3	2	2	3	3	2	2
V8	2	2	2	4	2	4	0	2	2	1	0	3	2	2
V9	1	2	0	1	1	0	2	4	3	3	4	3	3	1
V10	2	1	2	4	2	2	2	2	2	1	1	0	1	3
V11	4	1	0	1	0	4	0	1	0	0	1	3	0	4
Média	2,0000				1,8909					1,9773				1,9091

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a verificação de diferenças significativas ou não entre os valores informados nas duas tabelas foram realizados testes de hipóteses de variância (teste F) e de hipóteses de igualdade entre duas médias (teste t de *student*).

Realismo Experimentado

Tabela 10 – Teste F para o realismo experimentado

Teste-F: duas amostras para variâncias

$H_0 - \sigma_1^2 = \sigma_2^2$	$H_1 - \sigma_1^2 > \sigma_2^2$	
	<i>Média Real Estressante</i>	<i>Média Real Relaxante</i>
Média	1,954545	2
Variância	1,439746	1,302326
Observações	44	44
Gl	43	43
F	1,105519	
P(F<=f) uni-caudal	0,37186	
F crítico uni-caudal	1,660744	
F < F crítico uni-caudal a direita		
H ₀ aceita - variâncias iguais		
$\alpha=5\%$		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 – Teste t de *student* para o realismo experimentado

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

$H_0 - \mu_1 = \mu_2$	$H_1 - \mu_1 < \mu_2$	
	<i>Média Real Estressante</i>	<i>Média Real Relaxante</i>
Média	1,954545	2
Variância	1,439746	1,302326
Observações	44	44
Variância agrupada	1,371036	
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	86	
Stat t	-0,18208	
P(T<=t) uni-caudal	0,427974	
t crítico uni-caudal	1,662765	
P(T<=t) bi-caudal	0,855948	
t crítico bi-caudal	1,987934	
Stat t < t crítico uni-caudal a esquerda		
H ₀ aceita - Não há diferença significativa		
$\alpha=15\%$		

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os testes não existe variação significativa entre o realismo experimentado pelos voluntários enquanto assistiam ao vídeo com áudio estressante e áudio relaxante.

Presença Espacial

Tabela 12 – Teste F para presença espacial

Teste-F: duas amostras para variâncias

$H_0 - \sigma_1^2 = \sigma_2^2$	$H_1 - \sigma_1^2 > \sigma_2^2$	
	<i>Média SP Estressante</i>	<i>Média SP Relaxante</i>
Média	1,945455	1,890909
Variância	1,978451	1,432323
Observações	55	55
gl	54	54
F	1,381288	
P(F<=f) uni-caudal	0,119236	
F crítico uni-caudal	1,570884	

F < F crítico uni-caudal a direita

H₀ aceita - variâncias iguais

$\alpha=5\%$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 13 - Teste t de *student* para a presença espacial

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

$H_0 - \mu_1 = \mu_2$	$H_1 - \mu_1 > \mu_2$	
	<i>Média SP Estressante</i>	<i>Média SP Relaxante</i>
Média	1,945455	1,890909
Variância	1,978451	1,432323
Observações	55	55
Variância agrupada	1,705387	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	108	
Stat t	0,219035	
P(T<=t) uni-caudal	0,413518	
t crítico uni-caudal	1,041434	
P(T<=t) bi-caudal	0,827036	
t crítico bi-caudal	1,449843	

Stat t < t crítico uni-caudal a direita

H₀ aceita - Não há diferença significativa

$\alpha=15\%$

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os testes não existe variação significativa entre a presença espacial percebida pelos voluntários enquanto assistiam ao vídeo com áudio estressante e áudio relaxante.

Envolvimento

Tabela 14 – Teste F para o envolvimento

Teste-F: duas amostras para variâncias

$$H_0 - \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad H_1 - \sigma_1^2 < \sigma_2^2$$

	<i>Média INV Estressante</i>	<i>Média INV Relaxante</i>
Média	1,659091	1,977273
Variância	1,578753	1,697146
Observações	44	44
gl	43	43
F	0,93024	
P(F<=f) uni-caudal	0,406835	
F crítico uni-caudal	0,60214	

F > F crítico uni-caudal a esquerda

H₀ aceita - variâncias iguais

α=5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 15 - Teste t de *student* para o envolvimento

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

$$H_0 - \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 - \mu_1 < \mu_2$$

	<i>Média INV Estressante</i>	<i>Média INV Relaxante</i>
Média	1,659091	1,977273
Variância	1,578753	1,697146
Observações	44	44
Variância agrupada	1,637949	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	86	
Stat t	-1,1661	
P(T<=t) uni-caudal	0,123398	
t crítico uni-caudal	1,042721	
P(T<=t) bi-caudal	0,246797	
t crítico bi-caudal	1,452505	

Stat t < t crítico uni-caudal a esquerda

H₀ rejeitada - Há diferença significativa

α=15%

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os testes existe variação significativa entre o envolvimento dos voluntários enquanto assistiam ao vídeo com áudio estressante e áudio relaxante.

Variável independente G1

Tabela 16 – Teste F para a variável independente G1

Teste-F: duas amostras para variâncias

$$H_0 - \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad H_1 - \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

	<i>Média G Estressante</i>	<i>Média G Relaxante</i>
Média	1,272727	1,909091
Variância	1,618182	1,290909
Observações	11	11
Gl	10	10
F	1,253521	
P(F<=f) uni-caudal	0,363882	
F crítico uni-caudal	2,978237	

F < F crítico uni-caudal a direita

H₀ aceita - variâncias iguais $\alpha=5\%$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 17 - Teste t de *student* para a variável independente G1

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

$$H_0 - \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 - \mu_1 < \mu_2$$

	<i>Média G Estressante</i>	<i>Média G Relaxante</i>
Média	1,272727	1,909091
Variância	1,618182	1,290909
Observações	11	11
Variância agrupada	1,454545	
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	20	
Stat t	-1,23744	
P(T<=t) uni-caudal	0,115128	
t crítico uni-caudal	1,064016	
P(T<=t) bi-caudal	0,230257	
t crítico bi-caudal	1,497036	

|Stat t| > |t crítico| uni-caudal a esquerda

H₀ rejeitada

Há diferença significativa

 $\alpha=15\%$

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os testes existe variação significativa entre a variável independente G1 dos voluntários enquanto assistiam ao vídeo com áudio estressante e áudio relaxante.

Figura 64 – Presença Espacial, Envolvimento e Realismo experimentado com áudio estressante e áudio relaxante.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.1.1 Análise do resultados da avaliação de PP final com VEAR e VEAE e obtidos com IPQ

Os resultados obtidos com questionários indicam que os voluntários que assistiram ao vídeo com o áudio relaxante se sentiram mais presentes no vídeo devido a variável envolvimento (Tabela 15) e a variável independente G1 (Tabela 17) ambos apresentaram valores maiores, com diferença significativa, para o vídeo estressante com áudio relaxante ($INV=1,977273$ $G=1,909091$) do que para o vídeo estressante com áudio estressante ($INV = 1,659091$ $G=1,272727$). As variáveis presença espacial e realismo experimentado não apresentaram diferença significativa. Pode-se então inferir que o áudio estressante diminuiu o envolvimento dos voluntários com o vídeo, dividindo a atenção entre dois estímulos diferentes (visual e auditivo). Já o áudio relaxante permitiu que os voluntários se mantivessem mais concentrados no vídeo.

6.2.2 Avaliação de PP com RO

A Tabela 18 apresenta a Hc calculada ao final de cada exibição do vídeo com áudio estressante e áudio relaxante para os 11 voluntários de cada experimento.

Tabela 18 – Entropia Condicional (Hc) calculada ao final de cada exibição do vídeo

Voluntários	Hc áudio relaxante	Hc áudio estressante
V1	2,894284841	2,801288473
V2	2,621941871	2,797509705
V3	2,772418547	2,877627703
V4	2,742941219	3,046246459
V5	2,722442675	3,001770345
V6	2,163513225	2,700046795
V7	2,939147980	3,036198028
V8	2,958298706	2,681984020
V9	2,607854226	2,889756591
V10	2,392747002	2,612398212
V11	2,868059586	2,699923677
Média	2,698513625	2,83134091

Fonte: Elaborado pelo autor.

A média das Hcs obtidas é condizente com os resultados obtidos com os questionários e também indica maior percepção de presença para o vídeo com áudio relaxante (Hc e percepção de presença são inversamente proporcionais).

Para a verificação de diferenças significativas ou não entre os valores de Hc com áudio estressante e Hc com áudio relaxante foram realizados testes de hipóteses de variância (teste F) e de hipóteses de igualdade entre duas médias (teste t de *student*), apresentados a seguir.

Tabela 19 - Teste F para os valores de Hc.

Teste-F: duas amostras para variâncias

$$H_0 - \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad H_1 - \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

	<i>Média Hc Relaxante</i>	<i>Média Hc Estressante</i>
Média	2,698513625	2,83134091
Variância	0,059427475	0,02295516
Observações	11	11
gl	10	10
F	2,588850341	
P(F<=f) uni-caudal	0,074752154	
F crítico uni-caudal	2,978237016	

F < F crítico uni-caudal a direita

H₀ aceita - variâncias iguais

α=5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 20 - Teste t de *student* para os valores de Hc.

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

 $H_0 - \mu_1 = \mu_2$ $H_1 - \mu_1 < \mu_2$

	<i>Média Hc Relaxante</i>	<i>Média Hc Estressante</i>
Média	2,698513625	2,83134091
Variância	0,059427475	0,02295516
Observações	11	11
Variância agrupada	0,041191318	
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	20	
Stat t	-1,534849499	
P(T<=t) uni-caudal	0,070244725	
t crítico uni-caudal	1,064015771	
P(T<=t) bi-caudal	0,14048945	
t crítico bi-caudal	1,497035518	
Stat t > t crítico uni-caudal a esquerda		
H ₀ rejeitada		
Há diferença significativa		

 $\alpha=15\%$

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.2.1 Análise do resultados da avaliação de PP final com VEAR e VEAE obtidos com RO

Os resultados dos testes indicam diferença significativa entre as Hc obtidas com VEAE e VEAR, com uma média maior para os dados com VEAE, indicando uma menor percepção de presença para esta característica.

6.2.3 Comparação de resultados obtidos com IPQ e RO

Os resultados obtidos com questionários e os resultados obtidos com o rastreador do olhar são condizentes e dessa forma validam as duas primeiras hipóteses descritas no Capítulo 4. Ou seja, a ferramenta proposta é adequada para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo (hipótese 1) e a inclusão de um estímulo auditivo influencia na percepção de presença mas não invalida a primeira hipótese (hipótese 2).

6.3 AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÕES DE PRESENÇAS INTERMEDIÁRIAS

O vídeo apresentado foi construído com a união de 13 vídeos e o período de tempo em que cada um dos vídeos é exibido está indicado na Tabela 21.

Tabela 21 – Período em segundos de cada vídeo exibido

Período de cada vídeo exibido	
Vídeo	Tempo (s)
a. Esquilo	0 - 22
b. Sucuri no rio	23 - 81
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128
d. Bungeejump1	129 - 155
e. Aranha armadeira1	156 - 190
f. Bungeejump2	191 - 221
g. Aranha armadeira2	222 - 257
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280
i. Sucuri atacando	281 - 296
j. Barracuda	297 - 308
k. Tubarão	309 - 322
l. Cascavel	323 - 345
m. Tubarão baleia	346 - 382

Fonte: Elaborado pelo autor.

As questões 6 e 21 do questionário tinham como objetivo determinar qual momento do vídeo causou mais estresse aos voluntários.

Q6 - Qual passagem do vídeo mais chamou sua atenção ou causou mais stress (medo, suspense, nervosismo ou palpitação)?

Q21 - Relembrando cada parte do vídeo individualmente classifique-os de acordo com o stress (medo, suspense, nervosismo ou palpitação) que você sentiu. Considere 0 como nenhum stress e 4 como stress máximo.

6.3.1 Resultados obtidos com IPQ e RO para VEA

As respostas, das questões 6 e 21 (itens de a até m), obtidas com o vídeo estressante com áudio estressante são apresentadas na Tabela 22.

Tabela 22 – Momentos de estresse indicados pelos voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio estressante.

Vídeo estressante com áudio estressante														
Voluntários	Q6	Q21												
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
V1	tubarão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
V2	tubarão	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0
V3	cobra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0
V4	tubarão	0	1	1	1	2	1	2	3	2	1	3	3	4
V5	cobra	0	1	0	0	1	0	1	1	4	3	3	3	3
V6	cobra	0	2	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3
V7	cobra	0	4	2	0	1	0	1	1	4	1	3	4	1
V8	cobra	0	1	1	1	1	1	1	1	4	1	3	4	3
V9	cobra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
V10	cobra	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	3
V11	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 65 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (H_{ci}) calculadas, ao longo do tempo, para o voluntário 1.

Figura 65 – Gráfico de H_{ci} do voluntário 1. $\overline{H_{ci}} = 0,268935209$. $H_c = 2,801288473$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de parecerem pontos em um mesmo instante de tempo os pontos em alinhamento vertical, indicam aumento ou diminuição de Hci, como demonstrado na Figura 66. A interpretação dos gráficos de Hci está descrito no Capítulo 4 (Página 77).

Figura 66 – Ampliação dos valores de Hci entre os tempos 206 e 208 segundos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 23 – Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 1.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V1			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,29	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,39	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,26	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,39	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,28	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,22	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,33	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,0	0
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,33	0
j. Barracuda	297 - 308	0,44	0
k. Tubarão	309 - 322	0,0	1
l. Cascavel	323 - 345	0,0	0
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,33	0
Correlação	-0,488492719		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve relaxado durante todo o vídeo e indicou leve momento de estresse para o trecho de vídeo k, entre 309s e 322s. Neste período o gráfico da Figura 65 indica que Hci=0. Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,488492719$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 67 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 2.

Figura 67 - Gráfico de Hci do voluntário 2. $\overline{Hci} = 0,374321761780293$. $H_c = 2,797509705$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 24 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 2.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V2			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0	1
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,33	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,33	1
d. Bungeejump1	129 - 155	0,33	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,33	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,0	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,39	1
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,44	1
j. Barracuda	297 - 308	0,44	0
k. Tubarão	309 - 322	0,41	2
l. Cascavel	323 - 345	0,29	2
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,30	0
Correlação	0,286795		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve relaxado durante todo o vídeo e indicou leve momento de estresse para os trechos de vídeo a, c, h e i, e estresse moderado para os trechos de vídeo k e l. Analisando o gráfico nota-se que para o trecho de vídeo a (0s à 22s) $H_{ci}=0$ e para o trecho vídeo c (82s à 128s) $H_{ci}=0,33$, com um ponto de exceção. Para o trecho de

vídeo h (258s a 280s), $H_{ci}=0,66$, com dois pontos de exceção. Para o trecho i (281s a 296s), $H_{ci}=0,44$, aconteceu um processo de busca. Para o trecho de vídeo k (309s a 322s), $H_{ci}=0,41$, aconteceu um processo de busca aos 314s. Para o trecho de vídeo l (323s a 345s), $H_{ci}=0,58$, com 2 pontos de exceção. Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre H_{ci} e Q21, $\rho=0,286795$. Respostas obtidas com questionário e H_{ci} condizentes.

A Figura 68 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (H_{ci}) calculadas para o voluntário 3.

Figura 68 - Gráfico de H_{ci} do voluntário 3. $\overline{H_{ci}}=0,360687553$. $H_c = 2,877627703$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 25 - Correlação entre H_{ci} e Q21 para o voluntário 3.

Correlação entre H_{ci} e as respostas da questão 21-V3			
Vídeo	Tempo (s)	H_{ci}	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,28	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,30	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,33	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,27	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,45	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,33	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,32	0
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,33	1
j. Barracuda	297 - 308	0,39	1
k. Tubarão	309 - 322	0,25	0
l. Cascavel	323 - 345	0,0	3
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,33	0
Correlação	-0,72356		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve relaxado durante a maior parte do vídeo e indicou leve estresse para os trechos de vídeo i e j e estresse elevado para o trecho de vídeo l. Analisando o gráfico nota-se que para o trecho de vídeo i (281s à 296s) $H_{ci}=0,33$, com um ponto de exceção. Para o trecho vídeo j (297s à 308s) $H_{ci}=0,39$, aconteceu um processo de busca relacionado. Para o trecho de vídeo l (323s a 345s), $H_{ci}=0$. Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre H_{ci} e Q21, $\rho = -0,72356$. Respostas obtidas com questionário e H_{ci} condizentes.

A Figura 69 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (H_{ci}) calculadas para o voluntário 4.

Figura 69 - Gráfico de H_{ci} do voluntário 4. $\overline{H_{ci}} = 0,309365229944215$. $H_c = 3,046246459$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 26 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 4.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V4			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,30	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,29	1
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,33	1
d. Bungeejump1	129 - 155	0,30	1
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	2
f. Bungeejump2	191 - 221	0,34	1
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,26	2
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0	3
i. Sucuri atacando	281 - 296	0	2
j. Barracuda	297 - 308	0,38	1
k. Tubarão	309 - 322	0,29	3
l. Cascavel	323 - 345	0,33	3
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,17	4
Correlação	-0,45328		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve com estresse de leve a moderado durante a maior parte do vídeo e indicou estresse alto para o trecho de vídeo h, k e l e estresse máximo para a parte final do vídeo, trecho m. Analisando o gráfico nota-se que para o trecho de vídeo b (23s à 81s) Hci=0,58 com dois pontos de exceção. Para o trecho vídeo c (82s à 128s) Hci=0,99, com três pontos de exceção. Para o trecho vídeo d (129s à 155s) Hci=0,91, com três pontos de exceção. Para o trecho vídeo e (156s à 190s) Hci=0,66, com dois pontos de exceção. Para o trecho vídeo f (191s à 221s) Hci=0,34, aconteceram dois processos de perseguição. Para o trecho vídeo g (222s à 257s) Hci=0,26, aconteceram dois processos de perseguição. Para o trecho vídeo h (258s à 280s) Hci=0. Para o trecho vídeo i (281s à 296s) Hci=0. Para o trecho vídeo j (297s à 308s) Hci=0,38 aconteceu um processo de perseguição. Para o trecho vídeo k (309s à 322s) Hci=0,29, aconteceu um processo de perseguição. Para o trecho vídeo l (323s à 345s) Hci=0,66, com dois pontos de exceção. Para o trecho vídeo m (346s à 382s) Hci=0,17, com um ponto de exceção. Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,45328$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 70 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 5.

Figura 70 - Gráfico de Hci do voluntário 5. $\overline{Hci}=0,268935209$. $H_c = 3,001770345$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve com estresse leve durante a primeira metade do vídeo e estresse alto na segunda metade do vídeo, destacando o trecho de vídeo i onde o estresse foi máximo. De 7,095s a 90,453s, $Hci \approx 0$, período correspondente ao trecho de vídeo b, com exceção do ponto 76,626s. O gráfico indica um único trecho de perseguição em destaque que terminou em 133,188s e foi até 195,393s, neste trecho $Hci \approx 0$ com exceção de três pontos em 139,029s, 139,557s e 155,232s, este período engloba o trecho de vídeo e. De 214,302s até 297,495, período que corresponde ao final do vídeo f e os trechos de vídeo g, h e i, $Hci \approx 0$, com exceção dos pontos 223,707s e 270,732s. Note que de 281s a 296s, indicando $Hci = 0$. De 297,495s a 379,731s, período correspondente aos trechos de vídeo j, k, l e m, $Hci \approx 0$, com exceção dos pontos 326,073s e 374,220s. Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,50123$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

Tabela 27 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 5.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V5			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,35	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,25	1
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,33	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,25	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0	1
f. Bungeejump2	191 - 221	0,3	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,24	1
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,14	1
i. Sucuri atacando	281 - 296	0	4
j. Barracuda	297 - 308	0,33	3
k. Tubarão	309 - 322	0	3
l. Cascavel	323 - 345	0,19	3
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,24	3
Correlação	-0,50123		

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 71 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 6.

Figura 71 - Gráfico de Hci do voluntário 6. $\overline{Hci} = 0,320642719$. $H_c = 2,700046795$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 28 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 6.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V6			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,30	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,29	2
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,0	3
d. Bungeejump1	129 - 155	0,33	4
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,0	3
f. Bungeejump2	191 - 221	0,33	4
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,30	4
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,0	4
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,33	4
j. Barracuda	297 - 308	0,29	3
k. Tubarão	309 - 322	0,0	3
l. Cascavel	323 - 345	0,33	4
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,33	3
Correlação		-0,00258	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve com estresse alto durante a maior parte do vídeo, com exceção do primeiro trecho, onde não foi sentido nenhum estresse. Devido ao alto nível de estresse poucos pontos são obtidos para Hci, não sendo possível identificar perseguições. A baixa correlação obtida ($\rho = -0,00258$) indica que os dados obtidos com o questionário e Hci não são condizentes.

A Figura 72 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 7.

Figura 72 - Gráfico de Hci do voluntário 7. $\overline{Hci} = 0,343378883$. $H_c = 3,036198028$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve com estresse leve durante a maior parte do vídeo, com picos de estresse alto e máximo para os trechos de vídeo b, i, k e l.

Tabela 29 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 7.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V7			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,37	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,33	4
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,28	2
d. Bungeejump1	129 - 155	0,38	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,0	1
f. Bungeejump2	191 - 221	0,0	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,35	1
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,37	1
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,38	4
j. Barracuda	297 - 308	0,33	1
k. Tubarão	309 - 322	0,29	3
l. Cascavel	323 - 345	0,0	4
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,23	1
Correlação		-0,01831	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A baixa correlação obtida ($\rho = -0,01831$) indica que os dados obtidos com o questionário e Hci não são condizentes.

A Figura 73 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 8.

Figura 73 - Gráfico de Hci do voluntário 8. $\overline{Hci} = 0,301135475$. $H_c = 2,68198402$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve com estresse leve durante a maior parte do vídeo, com picos de estresse alto e máximo para os trechos de vídeo i, k e l.

Tabela 30 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 8.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V8			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,0	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,33	1
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,28	1
d. Bungeejump1	129 - 155	0,33	1
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,0	1
f. Bungeejump2	191 - 221	0,33	1
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,0	1
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,0	1
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,33	4
j. Barracuda	297 - 308	0,26	1
k. Tubarão	309 - 322	0,0	3
l. Cascavel	323 - 345	0,0	4
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,33	3
Correlação		0,05179	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A baixa correlação obtida ($\rho=0,05179$) indica que os dados obtidos com o questionário e Hci não são condizentes.

A Figura 74 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 9.

Figura 74 - Gráfico de Hci do voluntário 9. $\overline{Hci} = 0,313794444$. $Hc = 2,889756591$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve relaxado durante a maior parte do vídeo, com estresse leve para o trecho de vídeo i.

Tabela 31 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 9.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V9			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,0	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,31	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,29	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,30	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,27	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,39	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,33	0
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,33	1
j. Barracuda	297 - 308	0	0
k. Tubarão	309 - 322	0	0
l. Cascavel	323 - 345	0	0
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,3	0
Correlação		0,21517	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho=0,21517$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 75 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 10.

Figura 75 - Gráfico de Hci do voluntário 10. $\overline{Hci} = 0,229461774$. $Hc = 2,612398212$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve em estado de estresse alto durante a maior parte do vídeo, com estresse máximo para os trechos de vídeo b, g, i, k e l. A maior parte do gráfico indica $H_{ci}=0$ ou $H_{ci}\approx 0$ com poucos pontos de exceção. Aconteceu uma perseguição em 129s, que corresponde a transição do trecho de vídeo c para o trecho de vídeo d.

Tabela 32 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 10.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V10			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,37	3
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,26	4
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,33	3
d. Bungeejump1	129 - 155	0,17	3
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	3
f. Bungeejump2	191 - 221	0,33	3
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,19	4
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,17	3
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,0	4
j. Barracuda	297 - 308	0,17	3
k. Tubarão	309 - 322	0,0	4
l. Cascavel	323 - 345	0,33	4
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,29	3
Correlação	-0,4686		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho=-0,4686$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 76 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 11.

Figura 76 - Gráfico de Hci do voluntário 11. $\overline{Hci} = 0,345484083$. $Hc = 2,699923677$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 21 e da Tabela 22, tem-se que o voluntário se manteve relaxado durante toda a exibição do vídeo.

Tabela 33 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 11.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V11			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,0	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,35	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,33	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,30	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,27	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,24	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,33	0
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,27	0
j. Barracuda	297 - 308	0,33	0
k. Tubarão	309 - 322	0,0	1
l. Cascavel	323 - 345	0,33	0
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,42	0
Correlação		-0,63541	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,63541$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

6.3.2 Resultados obtidos com IPQ e RO para VEAR

As respostas, das questões 6 e 21, obtidas com o vídeo estressante com áudio relaxante são apresentadas na Tabela 34.

Tabela 34 - Momentos de estresse indicados pelos voluntários que assistiram ao vídeo estressante com áudio relaxante.

Vídeo estressante com áudio relaxante														
Voluntários	Q6	Q21												
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
V1	tubarão	0	2	3	4	2	4	2	4	0	2	3	2	4
V2	tubarão	0	1	0	0	0	0	0	0	4	1	4	1	3
V3	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
V4	aranha	0	0	1	0	2	0	2	3	1	1	2	2	0
V5	aranha negra	0	3	4	4	4	4	4	4	0	2	3	0	4
V6	cobra	1	1	1	0	2	0	2	2	2	1	3	1	3
V7	cobra	0	2	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2
V8	cobra	0	2	4	0	3	0	2	3	4	2	4	4	4
V9	Não respondeu	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
V10	aranha	0	2	4	1	4	1	4	4	1	0	1	4	0
V11	Não respondeu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 77 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 1.

Figura 77 - Gráfico de Hci do voluntário 12. $\overline{Hci} = 0,363261514$. $Hc = 0,363261514$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 35 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 1.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V1			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,27	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,36	2
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,39	3
d. Bungeejump1	129 - 155	0,26	4
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,29	2
f. Bungeejump2	191 - 221	0,29	4
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,33	2
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,42	4
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,29	0
j. Barracuda	297 - 308	0,29	2
k. Tubarão	309 - 322	0,0	3
l. Cascavel	323 - 345	0,0	2
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,39	4
Correlação	0,15285		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho=0,15285$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 78 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 2.

Figura 78 - Gráfico de Hci do voluntário 13. $\overline{Hci} = 0,290156690$. $Hc = 2,621941871$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 36 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 2.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V2			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,23	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,30	1
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,0	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,33	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,25	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,33	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,33	0
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,0	4
j. Barracuda	297 - 308	0,33	1
k. Tubarão	309 - 322	0,25	4
l. Cascavel	323 - 345	0,0	1
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,28	3
Correlação		-0,28659	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,28659$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 79 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 3.

Figura 79 - Gráfico de Hci do voluntário 14. $\overline{Hci} = 0,330688425$. $Hc = 2,772418547$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 37 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 3.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V3			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,33	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,29	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,31	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,39	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,29	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,31	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,38	0
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,10	1
j. Barracuda	297 - 308	0,0	0
k. Tubarão	309 - 322	0,29	0
l. Cascavel	323 - 345	0,0	1
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,33	0
Correlação		-0,68955	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,68955$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 80 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 4.

Figura 80 - Gráfico de Hci do voluntário 15. $\overline{Hci} = 0,275552373$. $Hc = 2,742941219$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 38 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 4.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V4			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,0	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,33	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,25	1
d. Bungeejump1	129 - 155	0,33	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	2
f. Bungeejump2	191 - 221	0,32	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,0	2
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,33	3
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,0	1
j. Barracuda	297 - 308	0,33	1
k. Tubarão	309 - 322	0,0	2
l. Cascavel	323 - 345	0,0	2
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,22	0
Correlação		-0,20203	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,20203$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 81 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 5.

Figura 81 - Gráfico de Hci do voluntário 16. $\overline{Hci} = 0,291432990$. $Hc = 2,722442675$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 39 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 5.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V5			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,27	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,33	3
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,24	4
d. Bungeejump1	129 - 155	0,33	4
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,0	4
f. Bungeejump2	191 - 221	0,33	4
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,17	4
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,17	4
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,0	0
j. Barracuda	297 - 308	0,0	2
k. Tubarão	309 - 322	0,0	3
l. Cascavel	323 - 345	0,33	0
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,33	4
Correlação		0,11798	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho=0,11798$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 82 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 6.

Figura 82 - Gráfico de Hci do voluntário 17. $\overline{Hci} = 0,256985534$. $Hc = 2,163513225$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 40 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 6.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V6			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,0	1
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,30	1
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,41	1
d. Bungeejump1	129 - 155	0,29	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	2
f. Bungeejump2	191 - 221	0,30	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,30	2
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,33	2
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,25	2
j. Barracuda	297 - 308	0,0	1
k. Tubarão	309 - 322	0,33	3
l. Cascavel	323 - 345	0,15	1
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,12	3
Correlação		0,05586	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A baixa correlação obtida ($p=0,05586$) indica que os dados obtidos com o questionário e Hci não são condizentes.

A Figura 83 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 7.

Figura 83 - Gráfico de Hci do voluntário 18. $\overline{Hci} = 0,365075461$. $Hc = 2,93914798$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 41 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 7.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V7			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,28	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,28	2
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,28	2
d. Bungeejump1	129 - 155	0,37	1
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	1
f. Bungeejump2	191 - 221	0,35	1
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,27	1
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,0	1
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,44	3
j. Barracuda	297 - 308	0,0	1
k. Tubarão	309 - 322	0,42	1
l. Cascavel	323 - 345	0,39	2
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,27	2
Correlação		0,31737	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho=0,31737$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 84 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 8.

Figura 84 - Gráfico de Hci do voluntário 19. $\overline{Hci} = 0,364668708$. $Hc = 2,958298706$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 42 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 8.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V8			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,0	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,32	2
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,33	4
d. Bungeejump1	129 - 155	0,45	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	3
f. Bungeejump2	191 - 221	0,31	0
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,21	2
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,0	3
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,0	4
j. Barracuda	297 - 308	0,0	2
k. Tubarão	309 - 322	0,33	4
l. Cascavel	323 - 345	0,29	4
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,36	4
Correlação		0,02438	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A baixa correlação obtida ($p=0,02438$) indica que os dados obtidos com o questionário e Hci não são condizentes.

A Figura 85 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 9.

Figura 85 - Gráfico de Hci do voluntário 20. $\overline{Hci} = 0,202292260$. $Hc = 2,607854226$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 43 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 9.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V9			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,33	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,21	0
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,17	0
d. Bungeejump1	129 - 155	0,09	0
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,33	0
f. Bungeejump2	191 - 221	0,25	1
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,30	0
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,28	0
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,0	0
j. Barracuda	297 - 308	0,0	0
k. Tubarão	309 - 322	0,33	0
l. Cascavel	323 - 345	0,33	0
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,27	0
Correlação	0,06678		

Fonte: Elaborado pelo autor.

A baixa correlação obtida ($\rho=0,06678$) indica que os dados obtidos com o questionário e Hci não são condizentes.

A Figura 86 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 10.

Figura 86 - Gráfico de Hci do voluntário 21. $\overline{Hci} = 0,312412214$. $Hc = 2,392747002$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 44 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 10.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V10			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
a. Esquilo	0 - 22	0,29	0
b. Sucuri no rio	23 - 81	0,0	2
c. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,22	4
d. Bungeejump1	129 - 155	0,0	1
e. Aranha armadeira1	156 - 190	0,0	4
f. Bungeejump2	191 - 221	0,33	1
g. Aranha armadeira2	222 - 257	0,0	4
h. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,39	4
i. Sucuri atacando	281 - 296	0,17	1
j. Barracuda	297 - 308	0,0	0
k. Tubarão	309 - 322	0,4	1
l. Cascavel	323 - 345	0,0	4
m. Tubarão baleia	346 - 382	0,39	1
Correlação		-0,28668	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,28668$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

A Figura 87 mostra o gráfico do resultado das entropias condicionais intermediárias (Hci) calculadas para o voluntário 11.

Figura 87 - Gráfico de Hci do voluntário 21. $\overline{Hci} = 0,358362275$. $Hc = 2,868059586$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 45 - Correlação entre Hci e Q21 para o voluntário 11.

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21-V11			
Vídeo	Tempo (s)	Hci	Q21
1. Esquilo	0 - 22	0,0	0
2. Sucuri no rio	23 - 81	0,33	0
3. Aranha caranguejeira na grama	82 - 128	0,0	0
4. Bungeejump1	129 - 155	0,0	00
5. Aranha armadeira1	156 - 190	0,4	0
6. Bungeejump2	191 - 221	0,33	0
7. Aranha armadeira2	222 - 257	0,33	0
8. Aranha caranguejeira atacando	258 - 280	0,42	0
9. Sucuri atacando	281 - 296	0,27	0
10. Barracuda	297 - 308	0,0	1
11. Tubarão	309 - 322	0,0	0
12. Cascavel	323 - 345	0,33	0
13. Tubarão baleia	346 - 382	0,29	0
Correlação	-0,35624		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos para todo o vídeo indicam correlação entre Hci e Q21, $\rho = -0,35624$. Respostas obtidas com questionário e Hci condizentes.

Tabela 46 – Resumo das correlações obtidas entre Hci e os resultados obtidos com questionários

Correlação entre Hci e as respostas da questão 21		
Voluntários	VEAE	VEAR
V1	-0,48849	0,15285
V2	0,28680	-0,28659
V3	-0,72356	-0,68955
V4	-0,45328	-0,20203
V5	-0,50123	0,11798
V6	-0,00258	0,05586
V7	-0,01831	0,31737
V8	0,05179	0,02438
V9	0,21517	0,06678
V10	-0,46860	-0,28668
V11	-0,63541	-0,35624

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.3.3 Análise dos resultados obtidos com IPQ e RO para PP intermediárias

Dos vinte e dois voluntários que participaram dos dois experimentos com vídeos estressantes, 68% apresentaram dados que não demonstraram correlação ou apresentaram correlação com nível baixo, entre os resultados obtidos com o questionário e Hci, e 32% demonstraram esta correlação com nível moderado e alto. Como indica o gráfico da Figura 88, obtido a partir dos dados da Tabela 46.

Figura 88 – Correlação entre Hci e Q21.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre os 68% de resultados sem correlação ou correlação baixa, 60% apresentaram correlação positiva, inconsistente com os resultados esperados, uma vez que PP e Hci são inversamente proporcionais.

A quantidade de dados que indicam correlação moderada ou forte (32%) não são suficientes para validar a terceira hipótese.

6.3.4 Análise final do experimento com vídeo estressante

As análises dos resultados obtidos com os questionários e com o RO demonstraram que a entropia condicional do rastreamento do olhar (Hc) é adequada para avaliar a percepção de presença em uma atividade mediada por VEAE ou VEAR como um todo e disponibilizar o resultado de Hc somente ao final da atividade, validando assim as duas primeiras hipóteses da pesquisa.

No entanto, as análises dos resultados obtidos com os questionários e com o RO demonstraram que a entropias condicionais intermediárias (Hci), não apresentou

resultados condizentes suficientes (32%) para concluir se este método é adequado ou não para avaliar a percepção de presença, em tempo real, de atividades mediadas por vídeo estressantes com áudio estressante ou áudio relaxante.

Este resultado não indica, obrigatoriamente, que a ferramenta desenvolvida não é adequada para avaliar a percepção de presença, em tempo real, de atividades mediadas por vídeo em situações estressantes, mas pode indicar que é necessário uma abordagem diferente para o tratamento dos dados coletados.

6.4 EXPERIMENTO COM VÍDEO-AULA

Para o experimento 3 foi considerado que a ferramenta para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo é adequada tanto para fornecer o resultado final como para informar em tempo real a percepção de presença dos voluntários.

O questionário pré-experimento, além do perfil dos voluntários (seção 6.1) forneceu os seguintes resultados para as questões de 5 a 9.

5. Você sabe o que é Realidade Virtual?
6. Você sabe o que é Realidade Aumentada?
7. Você sabe o que é Realidade Misturada?
8. Você já utilizou algum software de Realidade Virtual, Aumentada ou Misturada?
9. O conceito de percepção de presença, descrito na carta que acompanha o termo de consentimento livre e esclarecido já era conhecido por você?

Tabela 47 – Respostas do questionário pré-teste a vídeo-aula. N – Não, SC – Sim resposta Correta, SE – Sim resposta Errada.

Pré-teste					
Voluntário	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
V1	N	N	N	N	N
V2	SC	SE	SE	S	S
V3	SC	N	N	N	N
V4	SE	N	N	N	N
V5	N	N	N	N	N
V6	SE	SE	N	SE	S
V7	N	N	N	N	N
V8	N	N	N	N	N
V9	N	N	N	N	N
V10	N	N	N	N	S
V11	N	N	N	N	S

Fonte: Elaborado pelo autor.

O questionário mostra que os voluntários não possuem conhecimento sobre os conceitos de Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Misturada. Mesmo os que acreditavam conhecer os conceitos os descreveram de forma errada. Obtendo somente duas respostas corretas das 44 respostas obtidas. 36% dos voluntários afirmaram já conhecer o conceito de PP apresentado no termo de livre consentimento esclarecido (TLCE) isto indica que já participaram dos outros dois experimentos ou já participaram de palestras ou cursos que apresentaram o conceito de PP.

6.4.1 Entropia Total

A análise dos resultados obtidos seguiu os mesmos procedimentos executados para os vídeos estressantes. Os dados obtidos com o IPQ são apresentados na Tabela 48. A Tabela 49 apresenta os resultados obtidos com o RO e sua correlação com as 4 variáveis independentes do IPQ.

Um gráfico típico para os dados do IPQ é ilustrado no gráfico da Figura 89 (voluntário1).

Figura 89 – Gráfico do IPQ para o voluntário 1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As três variáveis independentes do IPQ estão ilustradas na Figura 89, calculando o volume da pirâmide com base triangular (V), obtém-se um valor numérico, relacionando as três variáveis independentes, e proporcional a PP. Extraíndo este valor da quarta variável independente tem-se um valor numérico que relaciona as 4 variáveis independentes do IPQ.

Tabela 48 – Resultados do IPQ obtidos com os voluntários que assistiram a vídeo-aula.

Dados do IPQ para a Vídeo-aula														
Voluntários	R1	R2	R3	R4	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	I1	I2	I3	I4	G1
V1	4	4	0	4	1	0	1	4	4	2	4	3	1	2
V2	4	3	0	2	3	2	4	0	0	0	2	0	0	4
V3	2	3	3	2	2	1	1	2	3	4	3	3	2	2
V4	4	4	0	2	4	1	2	3	3	2	3	4	3	2
V5	4	4	0	1	2	0	4	0	0	3	1	2	1	3
V6	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
V7	2	1	2	3	3	1	1	4	3	1	5	4	3	1
V8	2	0	3	0	3	0	9	4	4	4	1	2	2	4
V9	4	3	1	2	1	4	3	0	1	1	3	4	2	3
V10	0	0	2	4	4	2	0	4	4	1	4	4	2	0
V11	4	4	3	4	0	1	4	1	0	1	4	3	0	4
Média	2,295454545				2,145454545					2,318181818				2,4545

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 49 – Média individuais de Real (Realismo experimentado), SP (Presença Espacial), Inv (Envolvimento) e G1 (Item Geral) do IPQ e sua correlação com Hc.

Vol.	Real	SP	Inv	G1	Hc	V	G1-V (PP)
V1	3	2	2,5	2	2,32089730915006	5,2581	- 3,25809561005165
V2	2,25	1,8	0,5	4	2,04774613995024	0,64153	3,35847251069713
V3	2,5	1,8	3	2	1,69243814922107	4,52293	- 2,52292839319837
V4	2,5	2,6	3	2	1,79447383618216	5,5594	- 3,55939576303037
V5	2,25	1,2	1,75	3	1,57620415427986	1,92344	1,07655767034522
V6	1,75	2	2	2	1,72397219149935	1,94647	0,05353217874873
V7	2	2,4	3,25	1	2,15618127345077	4,29437	- 3,29437487366387
V8	1,25	4	2,25	4	1,49889086942049	3,8344	0,16560422721091
V9	2,5	1,8	2,5	3	2,17564181716948	3,76911	- 0,76910699433198
V10	1,5	2,8	2,75	0	2,05452151286089	3,18053	- 3,18053365242943
V11	3,75	1,2	2	4	2,13691601467619	5,55863	- 1,55863475257189
Correlação							- 0,32102890505331

Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação entre este valor correspondente a PP (G1-V) e o valor de Hc, demonstra que estes valores tem baixa correlação. Indicando que, mesmo de forma mínima, estes valores correspondem aos mesmos processos. A correlação fraca não valida a terceira hipótese do trabalho. Este resultado não indica, obrigatoriamente, que a ferramenta desenvolvida não é adequada para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo em situações não estressantes. A não validação também pode indicar que o experimento deva ser mais elaborado.

6.4.2 Entropias intermediárias

Os procedimentos utilizados aqui são os mesmos que foram utilizados na seção 6.2.2.

Tabela 50 – Trechos distintos da vídeo-aula.

Trechos distintos da vídeo-aula	
Vídeo	Tempo (s)
a. Apresentação	0 -22
b. Real ou Realidade	23 - 100
c. Realidade Virtual (RV)	101 - 142
d. Realidade Aumentada (RA)	143 - 155
e. RV imersiva e não imersiva	156 - 265
f. RA direta e indireta	266 - 315
g. <i>Continuum</i> de Milgran	316 - 364
h. Realidade Misturada	364 - 380
i. Virtualidade Aumentada	381 - 401
j. Encerramento	402 - 407

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 51 – Trechos distintos da vídeo-aula e valores de Hci dos voluntários com resposta da questão 5. V1-e = Voluntário 1, Trecho e do vídeo.

Trechos distintos da vídeo-aula		Valores de Hci e indicação do trecho que mais cativou cada voluntário										
Vídeo	T (s)	V1-e	V2-e	V3-e	V4-e	V5-d	V6-e	V7	V8-c	V9-d	V10	V11-e
a	0 -22	0,40	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33	0,13	0,0	0,33	0,0	0,31
b	23 - 100	0,33	0,33	0,33	0,32	0,33	0,34	0,37	0,15	0,32	0,33	0,33
c	101 - 142	0,34	0,25	0,32	0,27	0,31	0,28	0,34	0,37	0,33	0,33	0,33
d	143 - 155	0,25	0,33	0,0	0,0	0,33	0,0	0,30	0,0	0,0	0,0	0,33
e	156 - 265	0,33	0,23	0,29	0,35	0,30	0,17	0,38	0,26	0,35	0,34	0,33
f	266 - 315	0,33	0,20	0,25	0,30	0,32	0,33	0,29	0,29	0,26	0,33	0,32
g	316 - 364	0,33	0,33	0,33	0,48	0,27	0,31	0,33	0,33	0,23	0,21	0,32
h	365 - 380	0,0	0,33	0,33	0,0	0,0	0,33	0,33	0,0	0,33	0,0	0,0
i	381 - 401	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
j	402 - 407	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os dados da Tabela 51, tem-se que somente para um voluntário (Voluntário 9 e trecho de vídeo d) houve correspondência entre o trecho da vídeo-aula indicado no questionário e o menor valor de entropia condicional intermediária (Hci). Nota-se também uma variação muito pequena da média de Hci uma vez que o vídeo não é estressante (o esperado era o contrário grandes variações de Hci). Esta afirmação está baseada no fato que a vídeo-aula, em uma escala de 0 a 4 obteve nota média igual a 3,82.

Tabela 52 – Respostas dos voluntários para as questões de 21 a 26.

Questões	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
Q21-RV	SC	SC	SC	SC	SC	SC	SC	SC	SC	SC	SE
Q22-RA	SC	SE	SC	SE	SC	SC	SC	SE	SC	SC	SC
Q23-RM	SC	SC	SE	SC	SC	N	N	N	SC	SC	SC
Q24-RVI -RVNI	SC	SC	SC	NR	SE	NR	SC	NR	SC	SE	SE
Q25-RAD-RAID	SC	SE	SE	NR	NR	NR	SC	NR	SC	NR	NR
Q26	N	S	N	N	N	SE	N	N	N	N	N

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados da Tabela 52 com os dados da Tabela 47 nota-se que, pelo menos até final da atividade, houve aprendizado. O questionário pré-teste obteve somente duas respostas corretas e o questionário pós-teste obteve 33 resposta corretas.

Apesar da indicação de aprendizado, não foi encontrada correlação entre os dados da Tabela 52 e os dados da Tabela 51.

Como os valores médios de Hci variaram muito pouco é muito provável que a falta de correlação esteja relacionada com a própria vídeo-aula, em si. Apesar de ter sido bem avaliada, a vídeo-aula não possuía estímulos visuais que direcionassem o olhar dos voluntários para pontos específicos da tela, podendo assim ser considerada como uma áudio-aula.

Os voluntários permaneceram focados em poucos quadrantes da tela. Um indicador desta afirmação são os valores menores de Hc quando comparados com os valores de Hc obtidos com o vídeo estressante. O esperado para o caso de vídeo não estressante eram valores maiores de Hc (menor percepção de presença) com relação aos valores obtidos com vídeos estressantes (maior percepção de presença). Outro indicativo de poucos estímulos visuais no vídeo apresentado.

Visualizando os dados de outra forma pode-se considerar que apesar de ser um vídeo não estressante a atividade executada foi de ensino/aprendizagem que exige atenção, engajamento e envolvimento para o caso de existir a aprendizagem, que é o caso. Sendo assim os valores menores de Hci e Hc quando comparados com os valores obtidos com o vídeo estressante indicam maior percepção de presença (também indicado pelos valores obtidos com o IPQ) e tem-se assim uma relação proporcional entre percepção de presença e aprendizado para atividade como um todo. Por este ponto de vista, pode-se dizer que além de considerar situações estressante e não estressantes é importante também considerar o tipo de atividade que está sendo apresentado.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Os dois primeiros experimentos, com VEA e VEAR, demonstraram a validade das hipóteses 1 e 2 da pesquisa: O método adaptado de Jordan (2010) é válido para vídeo em duas dimensões (hipótese 1) e a inclusão de áudio influencia no valor da entropia condicional e por consequência no valor percepção de presença, mas não invalida a primeira hipótese (hipótese 2).

Apesar de se mostrar eficiente para avaliar a percepção de presença do experimento como um todo, a ferramenta não apresentou dados que pudessem levar a afirmação de que também é adequada para realizar a avaliação da percepção de presença em tempo real de atividades mediadas por vídeo, mesmo em situação de estresse.

A terceira hipótese é de que a ferramenta desenvolvida também avalia a percepção de presença em atividades não estressantes, hipótese não validada com os dados da vídeo-aula.

Apesar de não demonstrar correlação entre aprendizado e percepção de presença, a ferramenta desenvolvida se mostrou adequada para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeos estressantes.

Observando os dados obtidos com a vídeo-aula, por outro ponto de vista, e comparando os resultados obtidos com a vídeo-aula e com o vídeo estressante, pode se chegar a resultados positivos indicando o correto funcionamento da ferramenta, mas para tanto é necessário que seja considerado além de situações estressantes e não estressantes o tipo de atividade que está sendo desenvolvido com o vídeo em comparação com outras atividades.

Para se chegar a um resultado positivo deve-se considerar que a atividade em execução é uma vídeo-aula e foi passado para os voluntário a tarefa de assistir e tentar assimilar o conteúdo. Este tipo de atividade em conjunto com a tarefa atribuída exigiu dos voluntários maior atenção, envolvimento e engajamento na atividade, daí a explicação para os resultados de PP maiores obtidos tanto com o IPQ como com o RO (no caso entropia menor) em contradição com os resultados esperados que deveriam ser menores pois a vídeo-aula não foi considerada como um vídeo estressante.

Este tipo de consideração deve ser levado em conta para os trabalhos futuros.

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Na primeira parte da pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico sobre percepção de presença, uma ampliação do conceito de telepresença. Notou-se que para melhor compreensão do conceito era necessário obter conhecimento sobre percepção, sensação e atenção e para tanto foi feito um pequeno estudo destes conceitos. Foram encontradas várias denominações e definições do conceito de presença e escolheu-se por adotar que:

Presença é um estado psicológico, no qual a pessoa falha em perceber a ocorrência de mediação no processo de captação de informações providas de objetos reais ou virtuais (OBANA e TORI, 2011).

Das várias ferramentas e metodologias utilizadas para avaliar a percepção de presença, foi escolhida utilizar a tecnologia de rastreamento do olhar, por ser uma ferramenta não intrusiva, de baixo custo e com possibilidade de fornecer respostas em tempo real sem interferir no experimento. O primeiro trabalho a relacionar o movimento do olhar com percepções humanas foram realizados por Ellis e Stark (1986), utilizando imagens. Posteriormente Jordan (2010) relacionou a entropia condicional dos movimentos do olhar com a percepção de presença em uma cena virtual estática tridimensional imersiva estressante (sem áudio).

Atividades mediadas por vídeo ainda são muito utilizadas os diversos campos de pesquisa e trabalho, é um recurso muito utilizado para a educação a distância, por exemplo. A revisão bibliográfica detectou esta lacuna para a avaliação da percepção de presença e adotou-se como primeira hipótese que: **a metodologia utilizada por Jordan (2010), com adaptações, pode ser utilizada para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo através de rastreamento do olhar.**

Duas outras hipóteses foram formuladas: A inclusão de áudio influencia na avaliação da percepção de presença, mas não invalida a primeira hipótese e uma vez validada as duas primeiras hipóteses a metodologia adaptada também avalia a percepção de presença em atividades não estressantes.

Com o objetivo de validar a três hipóteses foram realizados os três experimentos da pesquisa. Para a obtenção de dados foi criado uma ferramenta para avaliar percepção de presença através da sua relação com a entropia condicional do movimento do olhar esta ferramenta é composta por um rastreador

de olhar de baixo custo, adaptação no método proposto por Jordan (2010) e desenvolvimento de software em linguagem Java.

Os dados obtidos com os experimentos com vídeo estressante e áudio estressante e vídeo estressante com áudio relaxante apresentaram diferença significativa de valores e validaram a primeira e a segunda hipóteses. Já os dados obtidos com o experimento com a vídeo-aula não forneceram dados condizentes para validar a terceira hipótese.

Apesar de não encontrar correlação entre percepção de presença/entropia condicional com vídeos não estressantes a ferramenta desenvolvida se mostrou adequada para avaliar a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo, em situações de estresse.

A principal contribuição desta pesquisa é o fato de que a ferramenta desenvolvida avalia a percepção de presença em atividades mediadas por vídeo estressantes sob influência de áudio. Apesar da terceira hipótese não ser validada pelos dados do experimento, os mesmos dados não invalidam a terceira hipótese, que pode ser comprovada, futuramente, através de novos experimentos com vídeo-aulas mais elaboradas ou aperfeiçoamento da ferramenta.

Os objetivos secundários não foram atingidos, uma vez que os dados apresentados não permitiram concluir se a ferramenta desenvolvida é adequada ou não para avaliar a percepção de presença em tempo real e não foi possível a verificação entre percepção de presença e aprendizado.

A avaliação em tempo real pode ter sido prejudicada pelo fato de que as questões para sua verificação foram adicionadas ao final do IPQ, tornando o questionário extenso. Já a relação entre percepção de presença e aprendizado não pôde ser verificado devido a não validação da terceira hipótese e pode ter sido prejudicado pelo formato da vídeo-aula, que devido a poucos estímulos visuais (Hc menor quando comparado com o Hc dos vídeos estressantes) pode ser considerado como uma áudio-aula e também pelo acréscimo de questões ao final do IPQ.

Analisando os dados da vídeo-aula por outro ponto de vista e comparando os resultados obtidos com a vídeo-aula e com o vídeo estressante obtém-se uma resposta positiva para a terceira hipótese, mas que indica que os dados devem ser analisados de forma diferente e que além das condições estressante e não estressante deve ser considerado o tipo de atividade que está sendo mediada por vídeo.

7.1 TRABALHOS FUTUROS

Como continuidade deste trabalho podem ser executados mais experimentos com o intuito de validar a terceira hipótese e assim pode verificar a existência de uma relação entre percepção de presença, atividades mediadas por vídeos não estressantes e aprendizado.

Repetir o experimento com outros tipos de atividades mediadas por vídeo para verificar o comportamento da ferramenta e aperfeiçoá-la.

Executar experimentos sem o suporte de cabeça para avaliar o comportamento da ferramenta.

O levantamento bibliográfico indica que existe relação entre percepção de presença, atenção, envolvimento e engajamento atitudes necessárias, mas não suficientes para a aprendizagem. Uma das possibilidades de trabalhos futuros é o relacionamento da percepção de presença com a aprendizagem, ou ao menos com a possibilidade de aprendizagem.

Outro trabalho futuro envolve o aperfeiçoamento do software permitindo a coleta de dados de vários dispositivos em um único terminal.

Várias outras pesquisas podem ser realizadas com a ferramenta desenvolvida, trocando o tipo de rastreador utilizado, por um com maior alcance ou por um rastreador HMD, as atividades que podem ser realizadas com a ferramenta desenvolvida são as mais diversas possíveis.

7.2 ARTIGOS PUBLICADOS

Durante o desenvolvimento da pesquisa foram publicados os artigos abaixo.

OBANA, F.; TORI, R. Conceitos de Presença. In: VII Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie. **Anais...** São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie: 2010.

OBANA, F. Y.; TORI, R. Presença, definições e avaliações. In: Escola Regional de Informática de Mato Grosso, Cuiabá: UFMT. **Anais...** In: ERI-MT. Cuiabá: UFMT: 2011.

OBANA, F. Y.; TORI, R.; SANCHES, S. R.; TOKUNAGA, D. M.; CORRÊA, C. G. Influence of user training in presence perception in virtual environments. In: SVR 2012: XIV Symposium on Virtual and Augmented Reality, Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense. **Anais...** In: SVR 2012. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense: 2012.

OBANA, F. Y. ; TORI, R. ; RANZINI, E. . Evaluating presence perception in video-mediated activities in real time. In: The 2015 World Congress in Computer Science, Computer Engineering, and Applied Computing, 2015, Las Vegas, Nevada. WORLDCOMP'15 - EEE15, 2015.

7.3 ARTIGO SUBMETIDO

O artigo “*A new approach to evaluate presence perception in video mediated activities*” foi submetido ao periódico *Presence – Teleoperators and Virtual Environments* do Massachusetts Institute of Technology (MIT) – Qualis B2 nas Engenharias IV – aguardando parecer.

O artigo relata os experimentos com VEAE e VEAR, apresentando seus resultados, análises e conclusões.

REFERÊNCIAS

- BARFIELD, W.; WEGHORST, S. The sense of presence within virtual environments: A conceptual framework. **Advances in Human Factors Ergonomics**, v. 19, p. 699–699, 1993.
- BASDOGAN, C.; HO, C.-H.; SRINIVASAN, M. A.; SLATER, M. An experimental study on the role of touch in shared virtual environments. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, v. 7, n. 4, p. 443–460, 2000.
- BIOCCA, F. The Cyborg's Dilemma: Embodiment in Virtual Environments. In: **Anais...IEEE Computer Society**, 1997. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=795319&dl=GUIDE&coll=GUIDE&CFID=93300674&CFTOKEN=34019427>>. Acesso em: 12 ago. 2010.
- BREGOLIN, A. D. P. Instrumento de quantificação de movimentos de cabeça durante a avaliação de equilíbrio. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/5581>>. Acesso em: 21 maio. 2015.
- BRILLOUIN, L. **Science and information theory**. 2. ed. New York: Academic Press, 1962.
- BRUCE GOLDSTEIN, E. **Sensation and perception**. 8. ed. [s.l.] Cengage Learning, 2013.
- BUSWELL, G. T. **How people look at pictures**. [s.l.] University of Chicago Press Chicago, 1935.
- CAMPOS, C. J. G. METODOLOGIA QUALITATIVA E MÉTODO CLÍNICO-QUALITATIVO: UM PANORAMA GERAL DE SEUS CONCEITOS E FUNDAMENTOS. [s.d.] Disponível em: <http://200.17.83.38/portal/upload/com_arquivo/metodologia_qualitativa_e_metodo_clinico_qualitativo_um_panorama_geral_de_seus_conceitos_e_fundamentos.pdf>. Acesso em: 29 out. 2014.
- CASTAGNO, V. D. FUNÇÃO VISUAL EM ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL. 2014. Disponível em: <<http://www.epidemioufpel.org.br/uploads/teses/tese%20victor.pdf>>. Acesso em: 20 maio. 2015.
- CHOI, Y. S.; MOSLEY, A. D.; STARK, L. W. “ Starkfest” Vision and Clinic Science Special Issue: String Editing Analysis of Human Visual Search. **Optometry & Vision Science**, v. 72, n. 7, p. 439–451, 1995.
- Clearview Creations**. Disponível em: <<http://www.clearviewcreations.ca/>>. Acesso em: 19 maio. 2015.
- CSIKSZENTMIHALYI, M.; CSIKSZENTMIHALY, M. **Flow: the psychology of optimal experience**. [s.l.] HarperPerennial New York, 1991. v. 41
- DARKEN, R. P.; BERNATOVICH, D.; LAWSON, J. P.; PETERSON, B. Quantitative measures of presence in virtual environments: The roles of attention and spatial comprehension. **CyberPsychology & Behavior**, v. 2, n. 4, p. 337–347, 1999.

DAVIDOFF, L. L. **Introdução à psicologia**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2001.

DESIMONE, R.; DUNCAN, J. Neural mechanisms of selective visual attention. **Annual review of neuroscience**, v. 18, n. 1, p. 193–222, 1995.

DILLON, C.; KEOGH, E.; FREEMAN, J. It's Been Emotional": Affect, Physiology, and Presence. In: Proceedings of the Fifth Annual International Workshop on Presence, Porto, Portugal, **Anais...**2002. Disponível em: <http://www.temple.edu/ispr/prev_conferences/proceedings/2002/Final%20papers/Dillon,%20Keogh,%20Freeman.pdf>. Acesso em: 29 out. 2014.

DUCHOWSKI, A. **Eye tracking methodology: theory and practice**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2007. v. 373

EKMAN, P. 2. Methods for measuring facial action. 1982. Disponível em: <<http://www.paulekman.com/wp-content/uploads/2013/07/Methods-For-Measuring-Facial-Action.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014.

ELLIS, S. R.; STARK, L. Statistical dependency in visual scanning. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 28, n. 4, p. 421–438, 1986.

FOI, A.; BORACCHI, G. Foveated self-similarity in nonlocal image filtering. (B. E. Rogowitz, T. N. Pappas, H. de Ridder, Eds.) In: Human Vision and Electronic Imaging XVII, Burlingame, California, USA. **Anais...** Burlingame, California, USA: SPIE, 2012. Disponível em: <<http://home.deib.polimi.it/boracchi/Projects/Foveation.html>>.

FREEMAN, J.; AVONS, S. E. Focus group exploration of presence through advanced broadcast services. In: PROCEEDINGS-SPIE THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, **Anais...**Citeseer, 2000.

FREEMAN, J.; AVONS, S.; MEDDIS, R.; PEARSON, D.; IJSSELSTEIJN, W. Using behavioral realism to estimate presence: A study of the utility of postural responses to motion stimuli. **Presence**, v. 9, n. 2, p. 149–164, 2000.

GAGGIOLI, A.; BASSI, M.; FAVE, A. D. Quality of experience in virtual environments. **Emerging Communication**, v. 5, p. 121–136, 2003.

GANDY, M.; CATRAMBONE, R.; MACINTYRE, B.; ALVAREZ, C.; EIRIKSDOTTIR, E.; HILIMIRE, M.; DAVIDSON, B.; MCLAUGHLIN, A. C. Experiences with an AR evaluation test bed: Presence, performance, and physiological measurement. In: Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2010 9th IEEE International Symposium on, **Anais...**IEEE, 2010. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5643560>. Acesso em: 29 out. 2014.

GARAU, M. **The impact of avatar fidelity on social interaction in virtual environments**. 2003. University College London, 2003.

GIANNOPOULOS, E. The effect of Haptic feedback on basic social interaction within shared virtual environments. **Lecture Notes in Computer Science (including**

subseries **Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics**), v. 5024 LNCS, p. 301–307, 2008.

GIANNOTTO, E. C. **Uso de rastreamento do olhar na avaliação da experiência do tele-usuário de aplicações de tv interativa**. 2009. Universidade de São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-15042009-151212/en.php>>. Acesso em: 14 maio. 2015.

GOLDIEZ, B.; DAWSON, J. W. Is presence present in augmented reality systems. In: **Proceedings of Presence 2004. VII. International Workshop on Presence, Anais...2004**. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/215721073_Working_memory_and_presence_Reconsidering_the_role_of_attention_in_presence/file/9fcfd50b33df6671d8.pdf#page=294>. Acesso em: 29 out. 2014.

HAMZA-LUP, F. G. The haptic paradigm in education: Challenges and case studies. **Internet and Higher Education**, v. 13, n. 1-2, p. 78–81, 2010.

HANSEN, D. W.; AGUSTIN, J. S.; VILLANUEVA, A. Homography normalization for robust gaze estimation in uncalibrated setups. In: **Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications, Anais...ACM**, 2010. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1743670>>. Acesso em: 29 out. 2014.

HATADA, T.; SAKATA, H.; KUSAKA, H. Psychophysical analysis of the “sensation of reality” induced by a visual wide-field display. **Smpte Journal**, v. 89, n. 8, p. 560–569, 1980.

HEETER, C. Being there: The subjective experience of presence. **Presence: Teleoperators and virtual environments**, v. 1, n. 2, p. 262–271, 1992.

HEETER, C. Reflections on real presence by a virtual person. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, v. 12, n. 4, p. 335–345, 2003.

HENDERSON, J. M. Human gaze control during real-world scene perception. **Trends in cognitive sciences**, v. 7, n. 11, p. 498–504, 2003.

HILLS, A. Videos in space: A study on presence in video mediating communication systems. In: **Anais...2005**. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77953527410&partnerID=40&md5=02cbd051635a935f997b8ea3588ba46b>>.

HOFFMAN, H. G.; RICHARDS, T.; CODA, B.; RICHARDS, A.; SHARAR, S. R. The illusion of presence in immersive virtual reality during an fMRI brain scan. **CyberPsychology & Behavior**, v. 6, n. 2, p. 127–131, 2003.

HOFFMANN, H. G.; HULLFISH, K. C.; HOUSTON, S. J. Virtual-reality monitoring. In: **Virtual Reality Annual International Symposium, 1995. Proceedings., Anais...IEEE**, 1995. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=512479>. Acesso em: 13 maio. 2015.

HOUBEN, M. M. J. Recording Three-Dimensional Eye Movements: Scleral Search Coils versus Video Oculography. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 47, n. 1, p. 179–187, 1 jan. 2006.

HUANG, M. P.; ALESSI, N. E. Presence as an emotional experience. **Studies in health technology and informatics**, p. 148–153, 1999.

HUEY, E. B. **The psychology and pedagogy of reading: with a review of the history of reading and writing and of methods, text, and hygiene of reading.** [s.l.] New York, NY: Macmillan, 1908.

IJSSELSTEIJN, W. A. Presence in depth. **Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands**, 2004.

IJSSELSTEIJN, W. A. Towards a neuropsychological basis of presence. **Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine**, v. 3, p. 25–30, 2005.

IJSSELSTEIJN, W. A.; DE RIDDER, H.; FREEMAN, J.; AVONS, S. E. Presence: Concept, determinants and measurement. (B. E. Rogowitz, T. N. Pappas, Eds.) In: **Anais...2000**.

IJSSELSTEIJN, W. A.; FREEMAN, J.; DE RIDDER, H. Presence: Where are we? **Cyberpsychology & Behavior**, v. 4, n. 2, p. 179–182, 2001.

IJSSELSTEIJN, W.; DE RIDDER, H.; HAMBERG, R.; BOUWHUIS, D.; FREEMAN, J. Perceived depth and the feeling of presence in 3DTV. **Displays**, v. 18, n. 4, p. 207–214, 1998.

INSKO, B. E. Measuring presence: Subjective, behavioral and physiological methods. **Emerging Communication**, v. 5, p. 109–120, 2003.

International Society for Presence Research. Disponível em: <<http://ispr.info/>>. Acesso em: 29 out. 2014.

IWATA, H.; YANO, H.; UEMURA, T.; MORIYA, T. Food simulator: A haptic interface for biting. In: Virtual Reality, 2004. Proceedings. IEEE, **Anais...IEEE**, 2004. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1310055>. Acesso em: 29 out. 2014.

JACOB, R. J.; KARN, K. S. Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. **Mind**, v. 2, n. 3, p. 4, 2003.

JORDAN, J. Gaze Direction Analysis for the Investigation of Presence in Immersive Virtual Environments. 2010. Disponível em: <<http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/J.Jordan/thesis-jj-2011.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014.

JORDAN, J.; SLATER, M. An analysis of eye scanpath entropy in a progressively forming virtual environment. **Presence**, v. 18, n. 3, p. 185–199, 2009.

JUNG, Y.; LEE, K. M. Effects of physical embodiment on social presence of social robots. **Proceedings of Presence**, p. 80–87, 2004.

KASTRUP, V. O funcionamento da atenção no trabalho do cartógrafo. **Psicologia & Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 15–22, 2007.

KENNEDY, R. S.; LANE, N. E.; BERBAUM, K. S.; LILIENTHAL, M. G. Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. **The international journal of aviation psychology**, v. 3, n. 3, p. 203–220, 1993.

[CSL STYLE ERROR: reference with no printed form.]

LAARNI, J.; RAVAJA, N.; SAARI, T. Using eye tracking and psychophysiological methods to study spatial presence. In: Proceedings of the 6th International Workshop on Presence, **Anais...**2003.

LAGUARDIA, J.; PORTELA, M. Evasão na educação a distância Dropout in distance education. **ETD-Educação Temática Digital**, v. 11, n. 1, p. 349–379, 2009.

LEE, K. M.; NASS, C. Designing social presence of social actors in human computer interaction. In: **Anais...**2003.

LESSITER, J.; FREEMAN, J.; KEOGH, E.; DAVIDOFF, J. A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, v. 10, n. 3, p. 282–297, 2001.

LI, D.; BABCOCK, J.; PARKHURST, D. J. openEyes: a low-cost head-mounted eye-tracking solution. In: Proceedings of the 2006 symposium on Eye tracking research & applications, **Anais...ACM**, 2006. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1117350>>. Acesso em: 19 maio. 2015.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/psycinfo/1933-01885-001>>. Acesso em: 29 out. 2014.

LIMA, B. N.; CIOLETTI, L. M.; CUNHA, M. T.; BRAGA, G. A. Entropia: introduçaoa teoria matemática da (des) informação. **II Bienal da SBM (SBM, Salvador, 2004). Disponível em [www. bienasbm. ufba. br](http://www.bienasbm.ufba.br)**, 2004. Disponível em: <<http://www.mat.unb.br/cioletti/Papers/Entropia-Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Teoria%20Matem%C3%A1tica%20da%20-des-Infoma%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2015.

LO CASTRO, F. Class I infrared eye blinking detector. **Sensors and actuators A: Physical**, v. 148, n. 2, p. 388–394, 2008.

LOMBARD, M.; DITTON, T. At the heart of it all: The concept of presence. **Journal of computer-mediated communication**, v. 3, n. 2, p. 20, 1997.

LOMBARD, M.; JONES, M. T. Defining presence. **Immersed in media I: Telepresence theory, measurement and technology**. New York: Routledge, 2006. Disponível em: <<http://www.mattsmediaresearch.com/pdfs/DefiningPresence.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014.

LOOMIS, J. M. Distal attribution and presence. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, v. 1, n. 1, p. 113–119, 1992.

MACHADO, L. S. Dispositivos Não-Convencionais para Interação e Imersão em Realidade Virtual e Aumentada. 2010. Disponível em: <http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2010_svrps.pdf>. Acesso em: 29 out. 2014.

MACINTYRE, B.; BOLTER, J. D.; GANDY, M. Presence and the aura of meaningful places. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 2, p. 197–206, 2004.

MANIA, K.; TROSCIANKO, T.; HAWKES, R.; CHALMERS, A. Fidelity metrics for virtual environment simulations based on spatial memory awareness states. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 12, n. 3, p. 296–310, 2003.

MARSHALL, S. P. Identifying cognitive state from eye metrics. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 78, n. Supplement 1, p. B165–B175, 2007.

MATSUKURA, H.; YOSHIDA, H.; ISHIDA, H.; SAITOH, A.; NAKAMOTO, T. Odor Presentation with a Vivid Sense of Reality: Incorporating Fluid Dynamics Simulation into Olfactory Display. In: Virtual Reality Conference, 2009. VR 2009. IEEE, **Anais...IEEE**, 2009. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4811062>. Acesso em: 29 out. 2014.

MCCALL, R.; O'NEILL, S. J.; CARROLL, F.; BENYON, D. R. The presence probe. In: Workshop on Designing and Evaluating Virtual Reality systems, University of Nottingham, UK, **Anais...2004**. Disponível em: <<http://www.view.iao.fraunhofer.de/Proceedings/papers/mccall.PDF>>. Acesso em: 29 out. 2014.

MCGREEVY, M. W. The presence of field geologists in Mars-like terrain. 1992. Disponível em: <<http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19940035114>>. Acesso em: 29 out. 2014.

MEEHAN, M.; INSKO, B.; WHITTON, M.; BROOKS, F. P. Physiological measures of presence in virtual environments. In: Proceedings of 4th International Workshop on Presence, **Anais...2001**. Disponível em: <http://www.temple.edu/ispr/prev_conferences/proceedings/2001/meehan.pdf>. Acesso em: 29 out. 2014.

MEEHAN, M.; RAZZAQUE, S.; INSKO, B.; WHITTON, M.; BROOKS JR, F. P. Review of four studies on the use of physiological reaction as a measure of presence in stressful virtual environments. **Applied psychophysiology and biofeedback**, v. 30, n. 3, p. 239–258, 2005.

MESTRE, D.; FUCHS, P. Immersion et présence. **Le traité de la réalité virtuelle. Paris: Ecole des Mines de Paris**, p. 309–38, 2006.

Metrovision - Electro-oculography. Disponível em: <<http://www.metrovision.fr/mv-eo-notice-us.html>>. Acesso em: 19 maio. 2015.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321–1329, 1994.

MINSKY, M. Telepresence. 1980. Disponível em: <<http://philpapers.org/rec/MINT>>. Acesso em: 29 out. 2014.

MOORE, M. G. Teoria da distância transacional. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e Distância**, v. 1, n. 1, 2002.

MORIMOTO, C. H.; KOONS, D.; AMIT, A.; FLICKNER, M.; ZHAI, S. Keeping an eye for HCI. In: Computer Graphics and Image Processing, 1999. Proceedings. XII Brazilian Symposium on, **Anais...IEEE**, 1999. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=805722>. Acesso em: 19 maio. 2015.

MORIMOTO, C. H.; MIMICA, M. R. M. Eye gaze tracking techniques for interactive applications. **Computer Vision and Image Understanding**, Special Issue on Eye Detection and Tracking. v. 98, n. 1, p. 4–24, Abril 2005.

MOROSINI, M. C.; PAN, M.; DE OLIVEIRA, A. R. M.; NETTO, C.; FELICETTI, V. L.; GIRAFFA, L. M. M. O Brasil e a Educação Superior. In: Congress of the Latin American Studies Association. San Francisco, **Anais...2012**.

MURRAY, C. D.; ARNOLD, P.; THORNTON, B. Presence Accompanying Induced Hearing Loss: Implications for Immersive Virtual Environments. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, v. 9, n. 2, p. 137–148, 2000.

NEMIRE, K.; JACOBY, R. H.; ELLIS, S. R. Simulation fidelity of a virtual environment display. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 36, n. 1, p. 79–93, 1994.

NICHOLS, S.; HALDANE, C.; WILSON, J. R. Measurement of presence and its consequences in virtual environments. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 52, n. 3, p. 471–491, 2000.

NOTON, D.; STARK, L. Eye movements and visual perception. **Scientific American**, v. 224(6), p. 34–43, 1971.

NOWAK, K.; BIOCCA, F. The effect of the agency and virtual image of virtual humans on users' sense of presence, copresence, and social presence. 2003.

OBANA, F.; TORI, R. Conceitos de Presença. In: VII Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie. **Anais...** São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie: 2010.

OBANA, F. Y.; TORI, R. Presença, definições e avaliações. In: Escola Regional de Informática de Mato Grosso, Cuiabá: UFMT. **Anais...** In: ERI-MT. Cuiabá: UFMT: 2011.

OBANA, F. Y.; TORI, R.; SANCHES, S. R.; TOKUNAGA, D. M.; CORRÊA, C. G. Influence of user training in presence perception in virtual environments. In: SVR 2012: XIV Symposium on Virtual and Augmented Reality, Rio de Janeiro:

Universidade Federal Fluminense. **Anais...** In: SVR 2012. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense: 2012.

[PDF] de ucl.ac.uk, [s.d.]. Disponível em: <<http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/J.Jordan/thesis-jj-2011.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014.

PEREIRA, C. B. **Vertigem e tontura**. Disponível em: <<http://vertigemetontura.com.br/index.htm>>. Acesso em: 21 maio. 2015.

PICCIANO, A. G. Beyond student perceptions: Issues of interaction, presence, and performance in an online course. **Journal of Asynchronous Learning Network**, v. 6, n. 1, 2002. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-2442446372&partnerID=40&md5=ea9e91069a83f2b462ccc66969e6e5e0>>.

POPELKA, S.; BRYCHTOVA, A.; BRUS, J. Advanced Map Optimization Based on Eye-Tracking. In: Cartography: A tool for spatial analysis, **Anais...**2012. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4058937&orden=365739&info=link>>. Acesso em: 19 maio. 2015.

Products – The Eye Tribe. Disponível em: <<https://theeyetribe.com/products/>>. Acesso em: 29 out. 2014.

PROTHERO, J. D.; PARKER, D. E. A Unified Approach to Presence and Motion Sickness. **Virtual and adaptive environments: Applications, implications, and human performance issues**, p. 47, 2003.

RAFFAELLI, R. Cegueira inatencional e percepção pré-consciente. **Psicologia: teoria e prática**, v. 4, n. 1, p. 61–71, 2002.

RAVAJA, N. Presence-related influences of a small talking facial image on psychophysiological measures of emotion and attention. In: Proceedings of the 5th Annual International Workshop Presence, **Anais...**2002. Disponível em: <http://w.facialemg.com/research_articles/PresenceRelatedInfluence.pdf>. Acesso em: 29 out. 2014.

RAYNER, K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. **Psychological bulletin**, v. 124, n. 3, p. 372, 1998.

RETAUX, X. Presence in the environment: theories, methodologies and applications to video games. **PsychNology Journal**, v. 1, n. 3, p. 283–309, 2003.

RIES, B. E.; RIES, B. E.; RODRIGUES, E. W.; RODRIGUES, E. W. **Psicologia e educação: fundamentos e reflexões**. [s.l.] EDIPUCRS, 2004.

RIVA, G. Presence and social presence: from agency to self and others. In: Proceedings of the 5th annual international workshop on presence. Starlab, Cleveland, **Anais...**2008. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/228472200_Presence_and_Social_Presence_From_Agency_to_Self_and_Others/file/d912f50ec53caa58f1.pdf>. Acesso em: 29 out. 2014.

RIVA, G. Is presence a technology issue? Some insights from cognitive sciences. In: The Guildway, Old Portsmouth Road, Artington, Guildford, GU3 1LP, United Kingdom. **Anais...** The Guildway, Old Portsmouth Road, Artington, Guildford, GU3 1LP, United Kingdom: Springer London Ltd, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10055-009-0121-6>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

RIZZO, A. A.; WIEDERHOLD, M. D.; BUCKWALTER, J. G. Basic issues in the use of virtual environments for mental health applications. **Studies in health technology and informatics**, p. 21–42, 1998.

ROURKE, L.; ANDERSON, T.; GARRISON, D. R.; ARCHER, W. Assessing social presence in asynchronous text-based computer conferencing. **Journal of distance education**, v. 14, n. 2, p. 50–71, 1999.

RYAN, W. J.; DUCHOWSKI, A. T.; BIRCHFIELD, S. T. Limbus/pupil switching for wearable eye tracking under variable lighting conditions. In: Proceedings of the 2008 symposium on Eye tracking research & applications, **Anais...**ACM, 2008. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1344487>>. Acesso em: 19 maio. 2015.

SAN AGUSTIN, J.; SKOVSGAARD, H.; HANSEN, J. P.; HANSEN, D. W. Low-cost gaze interaction: ready to deliver the promises. In: CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, **Anais...**ACM, 2009. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1520682>>. Acesso em: 15 maio. 2015.

SANCHES, F. **Anuário brasileiro estatístico de educação aberta e a distância**. 4. ed. Cotia, SP: Editora Monitor, 2008.

SANCHEZ-VIVES, M. V.; SLATER, M. From presence to consciousness through virtual reality. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 6, n. 4, p. 332–339, 2005a.

SANCHEZ-VIVES, M. V.; SLATER, M. From presence to consciousness through virtual reality. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 6, n. 4, p. 332–339, 2005b.

SANTOS, M. L. M. P. .; ET AL. A proximidade mediada: um estudo experimental em ambientes de aprendizagem online. 2008.

SCHLOERB, D. W. A quantitative measure of telepresence. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 4, n. 1, p. 64–80, 1995.

SCHROEDER, R. Copresence and interaction in virtual environments: An overview of the range of issues. In: **Anais...**2002.

SCHUBERT, T.; FRIEDMANN, F. Embodied presence in virtual environments. In: **Visual representations and interpretations**. [s.l.] Springer, 1999. p. 269–278.

SCHUBERT, T.; FRIEDMANN, F.; REGENBRECHT, H. The experience of presence: Factor analytic insights. **Presence**, v. 10, n. 3, p. 266–281, 2001.

SensoMotoric Instruments. Disponível em: <<http://www.smivision.com/en.html>>. Acesso em: 18 maio. 2015.

SHERIDAN, T. B. Musings on telepresence and virtual presence. **Presence: Teleoperators and virtual environments**, v. 1, n. 1, p. 120–126, 1992.

SHORT, J.; WILLIAMS, E.; CHRISTIE, B. **The social psychology of telecommunications**. [s.l.] John Wiley & Sons, 1976.

SIMONS, D. J. Attentional capture and inattention blindness. **Trends in cognitive sciences**, v. 4, n. 4, p. 147–155, 2000.

SLATER, M. How Colorful Was Your Day? Why Questionnaires Cannot Assess Presence in Virtual Environments. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, v. 13, n. 4, p. 484–493, 2004.

SLATER, M. Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1535, p. 3549–3557, 2009.

SLATER, M.; GARAU, M. The use of questionnaire data in presence studies: Do not seriously Likert. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 16, n. 4, p. 447–456, 2007.

SLATER, M.; LINAKIS, V.; USOH, M.; KOOPER, R.; STREET, G. Immersion, presence, and performance in virtual environments: An experiment with tri-dimensional chess. In: *ACM virtual reality software and technology (VRST), Anais...Citeseer*, 1996.

SLATER, M.; SPANLANG, B.; COROMINAS, D. Simulating virtual environments within virtual environments as the basis for a psychophysics of presence. **ACM Transactions on Graphics (TOG)**, v. 29, n. 4, p. 92, 2010.

SLATER, M.; STEED, A. A Virtual Presence Counter. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, v. 9, n. 5, p. 413–434, 2000.

SLATER, M.; USOH, M. Representations systems, perceptual position, and presence in immersive virtual environments. **Presence: Teleoperators and virtual environments**, v. 2, n. 3, p. 221–233, 1993.

SLATER, M.; USOH, M.; CHRYSANTHOU, Y. **The influence of dynamic shadows on presence in immersive virtual environments**. [s.l.] Springer, 1995.

SLATER, M.; USOH, M.; STEED, A. Depth of presence in virtual environments. **Presence**, v. 3, n. 2, p. 130–144, 1994.

SNOW, M. P.; WILLIGES, R. C. Empirical models based on free-modulus magnitude estimation of perceived presence in virtual environments. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 40, n. 3, p. 386–402, 1998.

SPAGNOLLI, A.; VAROTTO, D.; MANTOVANI, G. An ethnographic, action-based approach to human experience in virtual environments. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 59, n. 6, p. 797–822, 2003.

STANNEY, K.; MOURANT, R.; KENNEDY, R. Human factors issues in virtual environments: A review of the literature. **Presence**, v. 7, n. 4, p. 327–351, 1998.

STANNEY, K.; SALVENDY, G. Aftereffects and sense of presence in virtual environments: Formulation of a research and development agenda. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 10, n. 2, p. 135–187, 1998.

STARK, L. W. How virtual reality works: illusions of vision in real and virtual environments. In: IS&T/SPIE's Symposium on Electronic Imaging: Science & Technology, **Anais...International Society for Optics and Photonics**, 1995. Disponível em: <<http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=991074>>. Acesso em: 29 out. 2014.

STARK, L. W.; CHOI, Y. S. Experimental metaphysics: the scanpath as an epistemological mechanism. **Advances in Psychology**, v. 116, p. 3–69, 1996.

STEED, A.; MCDONNELL, J. Experiences with repertory grid analysis for investigating effectiveness of virtual environments. In: Proceedings of the 6th International Workshop on Presence, **Anais...Citeseer**, 2003.

STRICKLAND, D.; CHARTIER, D. EEG measurements in a virtual reality headset. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 5, p. 581–589, 1997.

The Eye Tribe. Disponível em: <<https://theeyetribe.com/products/>>. Acesso em: 29 out. 2014.

THORNSON, C. A.; GOLDIEZ, B. F.; LE, H. Predicting presence: Constructing the Tendency toward Presence Inventory. **Int. J. Hum.-Comput. Stud.**, v. 67, n. 1, p. 62–78, 2009.

Tobii. Disponível em: <<http://www.tobii.com/en/>>. Acesso em: 19 maio. 2015.

TORI, R. **Educação sem distância - as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem**. 14. ed. [s.l.] Editora Senac São Paulo, 2010.

TOSSATO, C. R. A função do olho humano na óptica do final do século XVI. **Scientiae Studia**, v. 3, n. 3, p. 415–441, 2005.

TURNER (A), P.; MCGREGOR, I.; TURNER, S.; CARROLL, F. Evaluating soundscapes as a means of creating a sense of place. 2003. Disponível em: <<http://researchrepository.napier.ac.uk/1782/1/McGEvaluatingSounds.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014.

VAN BAREN, J.; IJSSELSTEIJN, W. Measuring presence: A guide to current measurement approaches. **Deliverable of the OmniPres project IST-2001-39237**, 2004.

VICENTE, S. L. P. Atenção e percepção. 2009. Disponível em: <<http://bdigital.ufp.pt/handle/10284/1568>>. Acesso em: 29 out. 2014.

WAGNER, I.; BROLL, W.; JACUCCI, G.; KUUTII, K.; MCCALL, R.; MORRISON, A.; SCHMALSTIEG, D.; TERRIN, J.-J. On the role of presence in mixed reality. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, v. 18, n. 4, p. 249–276, 2009.

WAINER, J. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação. **Atualização em informática**, p. 221–262, 2007.

WALTER, A. M. Variáveis preditoras de evasão em dois cursos a distância. 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/6532>>. Acesso em: 15 maio. 2015.

WELCH, R. B.; BLACKMON, T. T.; LIU, A.; MELLERS, B. A.; STARK, L. W. The effects of pictorial realism, delay of visual feedback, and observer interactivity on the subjective sense of presence. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 5, n. 3, p. 263–273, 1996.

WHITELOCK, D.; ROMANO, D.; JELFS, A.; BRNA, P. Perfect presence: What does this mean for the design of virtual learning environments? **Education and Information Technologies**, v. 5, n. 4, p. 277–289, 2000.

WICKENS, C. D.; GORDON, S. E.; LIU, Y. An introduction to human factors engineering. 2004. Disponível em: <http://www.ece.uvic.ca/~aalbu/CENG%20412%202009/CENG%20412_Course_Outline.pdf>. Acesso em: 18 maio. 2015.

WITMER, B. G.; SINGER, M. J. Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. **Presence**, v. 7, n. 3, p. 225–240, 1998.

YARBUS, A. L.; HAIGH, B.; RIGSS, L. A. **Eye movements and vision**. [s.l.] Plenum press New York, 1967. v. 2

YOUNGBLUT, C. **What a decade of experiments reveals about factors that influence the sense of presence: Latest findings**. [s.l.] DTIC Document, 2007. . Disponível em: <<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA473020>>. Acesso em: 29 out. 2014.

YOUNGBLUT, C.; PERRIN, B. M. Investigating the relationship between presence and performance in virtual environments. In: IMAGE 2002, Scottsdale, AZ. **Anais...** In: IMAGE 2002. Scottsdale, AZ: 2002.

APENDICE A - CARTA QUE ACOMPANHA O TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Senhor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa acadêmica (Uso de rastreamento do olhar na Avaliação da percepção de presença em atividades mediadas por vídeo) que tem como objetivo estudar o uso de um equipamento de rastreamento do olhar para avaliar a presença percebida enquanto você assiste um vídeo exibido em um monitor de vídeo.

Presença é um estado psicológico, no qual a pessoa "falha" em perceber a ocorrência de mediação no processo de captação de informações provindas de objetos reais ou virtuais. Essa "falha" na percepção faz com que as pessoas tenham a sensação e se comportem como se estivessem no ambiente apresentado no vídeo. Existem várias formas de se experimentar presença, as mais conhecidas são:

- Sentir-se no ambiente virtual mais do que no ambiente real;
- Comportar-se como se estivesse no ambiente virtual;
- Lembrar-se do ambiente real quando este é exibido por fotos ou vídeos;
- Sonhar acordado;
- Sentir a proximidade de uma pessoa quando se fala por telefone, carta, e-mail, chat, ou vídeo conferência.

A ferramenta de rastreamento do olhar permite identificar para o que você está olhando no monitor de vídeo enquanto você assiste a um vídeo. A ferramenta de rastreamento do olhar utiliza luz invisível infravermelha para detectar a posição do seu olho. A luz é muito fraca e dessa forma não oferece risco à sua saúde, mas se mesmo assim você se sentir desconfortável, você pode desistir do teste a qualquer momento.

Pedimos a sua participação neste teste porque acreditamos que quando avaliamos a percepção dos usuários podemos trazer benefícios tanto para quem desenvolve novas aplicações quanto para quem as usa. Quem desenvolve a aplicação passa a conhecer melhor as necessidades de seus usuários e assim passa a oferecer serviços mais adequados e com maior aceitação pela população alvo; para quem usa, as aplicações serão mais fáceis de usar e estarão de acordo com suas necessidades.

O teste vai acontecer da seguinte forma. Primeiro, vamos fazer algumas perguntas sobre você para conhecê-lo(a) melhor. Você não é obrigado(a) a responder a quaisquer das perguntas, se não quiser.

Em seguida, será apresentada uma vídeo-aula. Sua única tarefa é assistir e assimilar o conteúdo apresentado. Ao final da exibição, você responderá um questionário que avaliará qual o nível de presença que você percebeu enquanto assistia a vídeo-aula. Antes da exibição, será executado um procedimento de calibração do sistema, durante o qual você precisará olhar para alguns pontos que serão apresentados na tela.

Você vai levar cerca de 40 minutos para fazer todo o teste. Se você quiser parar a experiência e ir embora, você pode fazer isso a qualquer momento.

Não se preocupe se você tiver dificuldades. Nosso objetivo é verificar se o rastreamento do olhar pode ser utilizado como uma ferramenta para avaliar a percepção de presença com vídeos. Lembre-se você não está sendo testado, não existem respostas certas ou erradas, estamos interessados em conhecer o que você sentiu enquanto assistia o vídeo, por isso é importante que guarde essas sensações para responder o questionário.

Como se trata de uma pesquisa é importante que os cientistas e pesquisadores possam ver os resultados. Dessa forma, vamos usar trechos do teste, em que sua imagem pode aparecer, mas isso será feito com propósito de divulgação científica e para um público com

interesse técnico e científico. Poderemos mostrar a imagem em palestras, cursos e artigos em revistas e congressos científicos. Isso é necessário para que a melhoria que queremos fazer nos procedimentos de análise possa ser disseminada para outros sistemas computacionais, e desta forma, provocar uma melhoria no acesso das pessoas à tecnologia.

Mas se for necessário o uso de sua imagem, elas serão modificadas para que você não possa ser reconhecido(a).

Jamais exibiremos sua imagem em meios de comunicação de massa tais como programas de televisão, rádio, jornais, cinema, revistas, etc.

Guardaremos seus dados por 2 (dois) anos, após esse prazo eles serão descartados.

Você poderá pedir informações sobre a pesquisa a qualquer momento, durante e após a sua participação. Os endereços e telefones de contato com os pesquisadores da Escola Politécnica estão no fim desta carta.

Finalmente, ressaltamos que sua participação é voluntária e que você não irá receber nenhum dinheiro pela sua participação.

Se você concordar em participar, solicitamos a assinatura no termo em anexo.

Agradecemos pela sua atenção!

Atenciosamente,

Romero Tori

Coordenador da pesquisa

Para esclarecimento de dúvidas:

Romero Tori ou Fernando Yoiti Obana

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Avenida Professor Luciano Gualberto, travessa 3, nº158

05508-900 – São Paulo – SP

Tel.: (11) 3091-5282

E-mail: romero.tori@gmail.com ou obana@unemat.br

APENDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, RG _____
declaro que concordo em participar da atividade de testes em atividades mediadas por vídeo com rastreamento do olhar.

Fui informado(a) sobre os detalhes da pesquisa conforme a carta anexa.

Eu entendo que a minha participação será gravada, e autorizo a exibição de minha imagem e voz em congressos, cursos e artigos científicos, desde que meu rosto e minha voz não sejam identificáveis e nunca em meios de comunicação de massa como TV, rádio, cinema e jornais.

Entendo que posso desistir de participar das atividades quando quiser.

Entendo que meu nome verdadeiro não vai aparecer nos relatórios e trabalhos publicados sobre a pesquisa.

Entendo que não vou receber dinheiro por participar desta pesquisa.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

Nome do pesquisador: Fernando Yoiti Obana

Data ____ / ____ / ____

APENDICE C – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE - VÍDEO ESTRESSANTE

IDENTIFICAÇÃO

Código do usuário _____ idade: _____

Sexo: (___) M, (___) F

Usa óculos: (___) NÃO, (___) SIM

GRAU: olho direito: _____, olho esquerdo: _____

Usa lente de contato: (___) NÃO, (___) SIM GRAU: olho direito: _____, olho esquerdo: _____

Possui outro problema de visão: (___) NÃO, (___) SIM. QUAL? _____

Qual a sua etnia: (___) não informado, (___) branca, (___) negra, (___) oriental, (___) outra: _____

FORMAÇÃO ACADÊMICA / PROFISSIONAL

Nível superior completo: (___) sim / (___) não, ano: _____

Nível médio completo: (___) sim / (___) não, ano: _____

Nível fundamental completo: (___) sim / (___) não, ano: _____

EXPERIÊNCIA NO USO DE COMPUTADORES

1. Possui computador em casa?

(___) SIM, (___) NÃO, (___) NÃO, mas faço uso dele em outro lugar.

2. Em uma semana, você usa o computador por 40 horas ou mais: (___) SIM, (___) NÃO

Você se considera um usuário de computadores de que nível?

(___) Avançado, (___) Intermediário, (___) Iniciante

3. Qual o principal uso para o computador?

(___) Trabalho ou estudo, (___) Lazer, (___) Ambos

4. Assinale as opções que são verdadeiras para você sobre vídeos:

[___] Uso computador regularmente

[___] Assiste vídeos da internet regularmente.

[___] Assiste vídeos de alta resolução regularmente.

[___] Assiste vídeos 3D regularmente

[___] Você sabe o que é Realidade Virtual.

[___] Você sabe o que é Realidade Aumentada.

[___] Você sabe o que é Realidade Misturada.

[___] Você utilizou algum software de Realidade Virtual, Aumentada ou Misturada.

Caso já tenha utilizado, cite-os _____.

[___] O conceito de percepção de presença, descrito na carta que acompanha o termo de consentimento livre e esclarecido já era conhecido por você.

APENDICE D – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE - VÍDEO ESTRESSANTE

Análise de experiências em vídeos - Questionário pós experimento

Obrigado por seu interesse em nossa análise. Você levará aproximadamente 15 ou 20 minutos para completar o questionário. Você pode trabalhar off-line no questionário, mas para enviar o resultado final você deverá estar online. Por favor, responda todas as questões somente tomando como referência uma única atividade com vídeo.

1)-Quanto tempo durou o vídeo? Resposta em minutos.

2)-Que tipo de hardware de vídeo você utilizou? (escolha a categoria apropriada)

- ☐ Vídeo de alta definição no monitor
- ☐ Texto no monitor
- ☐ Vídeo de baixa resolução no monitor
- ☐ Vídeo 3D no monitor

3)-Qual o tipo de saída de áudio estava disponível?

- ☐ Sem som
- ☐ Som mono
- ☐ Som estéreo
- ☐ Som surround

4)-Que tipo de software você utilizou?

- ☐ Jogo
- ☐ Aplicação: Visualização, passeio, modelagem

5)-Qual foi sua perspectiva do vídeo? (No caso de mudança de perspectiva, por favor escolha o mais frequentemente usado)

- ☐ Através dos olhos de meu próprio personagem, também chamado de perspectiva de primeira pessoa.
- ☐ Atrás, sobre meu personagem, também chamado de perspectiva de terceira pessoa.

6)-Qual passagem do vídeo mais chamou sua atenção ou causou mais stress (medo, suspense, nervosismo ou palpitação)?

Agora você verá alguns enunciados sobre a experiência. Por favor, indique, se cada afirmação se aplica ou não a sua experiência. Você pode utilizar toda a escala de respostas. Não existem respostas certas ou erradas, somente a sua opinião conta. Você notará que algumas questões são muito parecidas. Isto é necessário por razões estatísticas. E por favor, lembre-se: Responda todas as questões tomando como referência somente esta experiência.

7)-Enquanto assistia ao vídeo, eu tive a sensação de estar no local apresentado.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Nenhuma
Sensação
de estar lá				Total
Sensação
de estar lá

8)-De alguma forma eu senti que o local apresentado no vídeo me envolvia.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Nenhuma
Sensação
de estar lá				Total
Sensação
de estar lá

9)-Eu me sentia como se estivesse vendo fotos.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

10)-Eu tinha a sensação de agir no local apresentado pelo vídeo, ao invés de fora dele.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

11)-Eu me senti presente no local apresentado pelo vídeo.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

12)-Eu não estava envolvido pelo ambiente real.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

13)-Eu ainda prestava atenção no mundo real.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

14)-Eu estava completamente cativado pelo vídeo.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

15)-O local apresentado no vídeo parecia mais realista do que o local real.

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Tão real quanto
eu imaginava

Indistinguível
do mundo real

16)- Eu não me sentia presente no local apresentado pelo vídeo

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Não me sentia
presente

Me sentia
presente

17)-Qual o seu envolvimento com o ambiente do mundo real enquanto assistia ao vídeo? (isto é, sons, temperatura da sala, outras pessoas, etc.)

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Extremamente
envuelto

Não envolvido

18)-O mundo virtual parecia real para você?

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Completamente
real

Totalmente não
real

19)-A sua experiência no mundo virtual parecia consistente com suas experiências do mundo real?

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Não parecia
consistente

Parecia muito
consistente

20)-O local apresentado no vídeo parecia real para você?

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Tão real quanto
eu imaginava

Indistinguível
do mundo real

21)-Relembrando cada parte do vídeo individualmente classifique os de acordo com o stress (medo, suspense, nervosismo ou palpitação) que você sentiu. Considere 0 como nenhum stress e 4 como stress máximo.

a – Esquilo

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

b – Sucuri no rio1.

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

c – Aranha caranguejeira na grama

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

d – Bungeejump1

☐ 0 ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

e – Aranha armadeira1

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

f – Bungeejump2

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

g– Aranha armadeira2

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

h – Aranha caranguejeira atacando

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

i – Sucuri atacando

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

j – Barracuda

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

k – Tubarão

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

l – Cascavél

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

m – Tubarão baleia

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Comentários adicionais

Muito Obrigado pela sua colaboração!!!

APENDICE E - QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE – VÍDEO-AULA

IDENTIFICAÇÃO

Nome do usuário _____ idade: _____

Sexo: (___) M, (___) F

Usa óculos: (___) NÃO, (___) SIM

GRAU: olho direito: _____, olho esquerdo: _____

Usa lente de contato: (___) NÃO, (___) SIM GRAU: olho direito: _____, olho esquerdo: _____

Possui outro problema de visão: (___) NÃO, (___) SIM. QUAL? _____

Qual a sua etnia: (___) não informado, (___) branca, (___) negra, (___) oriental, (___) outra: _____

FORMAÇÃO ACADÊMICA / PROFISSIONAL

Nível superior completo: (___) sim / (___) não, ano: _____

EXPERIÊNCIA NO USO DE COMPUTADORES

1. Possui computador em casa?

(___) SIM, (___) NÃO, (___) NÃO, mas faço uso dele em outro lugar.

2. Em uma semana, você usa o computador por 40 horas ou mais: (___) SIM, (___) NÃO

Você se considera um usuário de computadores de que nível?

(___) Avançado, (___) Intermediário, (___) Iniciante

3. Qual o principal uso para o computador?

(___) Trabalho ou estudo, (___) Lazer, (___) Ambos

4. Assinale as opções que são verdadeiras para você sobre o uso de computadores:

[___] Uso computador regularmente

[___] Assiste vídeos da internet regularmente.

[___] Assiste vídeos de alta resolução regularmente.

[___] Assiste vídeos 3D regularmente

5. Você sabe o que é Realidade Virtual?

(___) SIM, (___) NÃO.

Se a resposta foi sim defina com suas palavras o que é Realidade Virtual.

6. Você sabe o que é Realidade Aumentada?

(___) SIM, (___) NÃO.

Se a resposta foi sim defina com suas palavras o que é Realidade Aumentada.

7. Você sabe o que é Realidade Misturada?

(___) SIM, (___) NÃO.

Se a resposta foi sim defina com suas palavras o que é Realidade Misturada.

8. Você já utilizou algum software de Realidade Virtual, Aumentada ou Misturada?

(___) SIM, qual(is) _____, (___) NÃO.

9. O conceito de percepção de presença, descrito na carta que acompanha o termo de consentimento livre e esclarecido já era conhecido por você?

(___) SIM, (___) NÃO.

APENDICE F - QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE – VÍDEO-AULA

Análise de experiências em vídeos - Questionário pós experimento

Obrigado por seu interesse em nossa análise. Você levará aproximadamente 20 ou 30 minutos para completar o questionário. Por favor, responda todas as questões somente tomando como referência a atividade com vídeo do experimento.

1. Quanto tempo durou o vídeo? Resposta em minutos.
2. Que tipo de hardware de vídeo você utilizou? (escolha a categoria apropriada)
 - ☐ Vídeo de alta definição no monitor
 - ☐ Texto no monitor
 - ☐ Vídeo de baixa resolução no monitor
 - ☐ Vídeo 3D no monitor
3. Qual o tipo de saída de áudio estava disponível?
 - ☐ Sem som
 - ☐ Som mono
 - ☐ Som estéreo
 - ☐ Som surround
4. Que tipo de software você utilizou?
 - ☐ Jogo
 - ☐ Aplicação: Visualização, passeio, modelagem
5. Qual foi sua perspectiva do vídeo? (No caso de mudança de perspectiva, por favor escolha o mais frequentemente usado)
 - ☐ Através dos olhos de meu próprio personagem, também chamado de perspectiva de primeira pessoa.
 - ☐ Atrás, sobre meu personagem, também chamado de perspectiva de terceira pessoa.
6. Qual passagem do vídeo mais te cativou, descreva o motivo e a passagem do vídeo?

Agora você verá alguns enunciados sobre a experiência. Por favor, indique, se cada afirmação se aplica ou não a sua experiência. Você pode utilizar toda a escala de respostas. Não existem respostas certas ou erradas, somente a sua opinião conta. Você notará que algumas questões são muito parecidas. Isto é necessário por razões estatísticas. E por favor, lembre-se: Responda todas as questões tomando como referência somente esta experiência.

7. Enquanto assistia ao vídeo, eu tive a sensação de estar no local apresentado.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Nenhuma
Sensação
de estar lá				Total
Sensação
de estar lá

8. De alguma forma eu senti que o local apresentado no vídeo me envolvia.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

9. Eu me sentia como se estivesse vendo fotos.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

10. Eu não me sentia presente no local apresentado pelo vídeo.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Não me sentia
presente				Me sentia
presente

11. Eu tinha a sensação de agir no local apresentado pelo vídeo, ao invés de fora dele.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

12. Eu me senti presente no local apresentado pelo vídeo.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

13. Qual o seu envolvimento com o ambiente do mundo real enquanto assistia ao vídeo? (isto é, sons, temperatura da sala, outras pessoas, etc.)

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Extremamente
envolvido				Não envolvido

14. Eu não estava envolvido pelo ambiente real.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

15. Eu ainda prestava atenção no mundo real.

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Concordo
plenamente				Discordo
plenamente

16. Eu estava completamente cativado pelo vídeo.

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

Concordo
plenamente

Discordo
plenamente

17. O mundo virtual parecia real para você?

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

Completamente
real

Totalmente não
real

18. A sua experiência com o mundo virtual parecia consistente com suas experiências do mundo real?

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

Não parecia
consistente

Parecia muito
consistente

19. O local apresentado no vídeo parecia real para você?

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

Tão real quanto
eu imaginava

Indistinguível
do mundo real

20. O local apresentado no vídeo parecia mais realista do que o local real onde eu estava.

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

Concordo
plenamente

Discordo
plenamente

21. Classifique a vídeo-aula.

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

Muito Ruim

Muito Boa

22. Você sabe o que é Realidade Virtual?

(___) SIM, (___) NÃO.

Se a resposta foi sim defina com suas palavras o que é Realidade Virtual.

23. Você sabe o que é Realidade Aumentada?

(___) SIM, (___) NÃO.

Se a resposta foi sim defina com suas palavras o que é Realidade Aumentada.

24. Você sabe o que é Realidade Misturada?

(___) SIM, (___) NÃO.

Se a resposta foi sim defina com suas palavras o que é Realidade Misturada.

25. Qual a diferença entre Realidade Virtual imersiva e Realidade Virtual não imersiva?

26. Qual a diferença entre Realidade Aumentada direta e Realidade Aumentada indireta?

27. Você já utilizou algum software de Realidade Virtual, Aumentada ou Misturada?

(___) SIM, qual(is) _____, (___) NÃO.

Comentários adicionais

Muito Obrigado pela sua colaboração!!!

ANEXO 1 - ROTEIRO DO MODERADOR

1. Recepção do Participante

Receba cordialmente o PARTICIPANTE do teste, apresente-se.

2. Aplicação do TCLE

O TCLE é feito em duas vias, sendo que uma fica com o participante e a outra, assinada pelo participante, é arquivada pelo pesquisador.

A aplicação do termo de consentimento livre e esclarecido é realizada de acordo com os seguintes passos.

- a) Esclareça o PARTICIPANTE sobre o objetivo da pesquisa
- a. “Esta é uma pesquisa acadêmica sobre o uso das técnicas de rastreamento do olhar para avaliar a percepção de presença sentida por um usuário enquanto ele assiste vídeos.”
- b. “Você vai assistir um vídeo com situações estressantes em primeira pessoa (ou vídeo-aula).”
- c. “O rastreamento do olhar permite que nós pesquisadores identifiquemos as posições da tela que você observa enquanto usa a aplicação.”
- d. “Assim, esperamos melhorar os procedimentos de avaliação das vídeo-aulas e dos alunos contribuindo para que, no futuro, estas estas tarefas sejam menos subjetivas.”
- b) Leia a Carta que acompanha o TCLE junto com o PARTICIPANTE.
- c) Pergunte ao PARTICIPANTE se entendeu cada item do termo e esclareça-o melhor caso ele não tenha entendido alguma parte.
- d) Pergunte ao PARTICIPANTE se ele concorda em participar da pesquisa e em assinar o TCLE.
- e) Se o PARTICIPANTE não desejar participar da pesquisa, agradeça e encerre o protocolo.
- f) Se o PARTICIPANTE declarar que concorda em participar da pesquisa e puder ler e assinar o TCLE, em tinta, ofereça o documento em duas vias, aguarde o tempo necessário para a leitura e assinatura. Entregue uma cópia para o PARTICIPANTE e retenha a outra para arquivo.

3. QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

Entregue ao PARTICIPANTE o QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE e peça a ele para preenchê-lo com seus dados.

- a) Se ele tiver dúvidas esclareça-as da melhor forma possível.
- b) Registre as dúvidas para verificar sua reincidência. Procure fazê-lo de forma abreviada para não prejudicar a dinâmica do teste.

4. PREPARAÇÃO DO TESTE

Proceda da seguinte forma:

- a) Mostre ao PARTICIPANTE aonde ele irá se sentar, onde VOCÊ estará e onde o AVALIADOR estará.
 - a. Explique que você será a única pessoa que poderá falar com o PARTICIPANTE durante o teste, e mesmo assim, sua participação será mínima. Você não poderá tirar dúvidas sobre a interação, mas poderá solucionar problemas que não estão relacionados com esta.
 - b) Mostre o RO e explique o procedimento de calibração e peça ao usuário que evite realizar movimentos com a cabeça durante a realização dos testes. Mostre o suporte de cabeça e acomode-o da melhor forma possível com o queixo apoiado no suporte de cabeça.
 - a. “Este é o RO que nós utilizamos para fazer o rastreamento do olhar. Para que ele funcione é necessário realizar um procedimento de calibração simples no qual você deverá observar para diversos pontos que serão apresentados no monitor.”
 - b. “Durante o experimento, tente manter a cabeça o mais imóvel possível, para que os dados captados sejam o mais condizentes com o real”
 - c. Para calibrar o sistema você deverá observar diretamente 09 pontos que serão apresentados na tela.
 - d. Após este procedimento sua única tarefa será assistir ao vídeo e para o caso da vídeo-aula tentar assimilar o conteúdo apresentado.

5. SEÇÃO DE TESTE

Para cada participante proceda da seguinte forma:

- a) Calibração
 - a. Peça ao PARTICIPANTE para realizar o procedimento de CALIBRAÇÃO EXTERNA.
 - b. Repita o procedimento até que o AVALIADOR informe que a calibração está ok.
 - c. Inicie o vídeo (estressante ou vídeo-aula), a única recomendação é para que o participante assista o vídeo no caso de vídeo stressante e tente assimilar o conteúdo no caso da vídeo-aula.
 - d. Encerre o experimento e aplique o questionário pós-teste.

6. QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

Proceda da seguinte forma:

- a) Entregue ao PARTICIPANTE o QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE e peça a ele para preenchê-lo.
- b) Relembre o conceito de presença e peça para o participante considerar este conceito para responder algumas perguntas
- c) Relembre o participante que não existem resposta certas o erradas e que o interesse da pesquisa é determinar o que ele estava sentido enquanto assistia aos vídeos

7. ENCERRAMENTO

Proceda da seguinte forma:

- a) Avise ao PARTICIPANTE que o teste está encerrado.
- b) Agradeça por sua participação nos testes, e lembre-o que se tiver alguma dúvida sobre o teste pode procurar a equipe na EPUSP nos telefones indicados no final da carta.
- c) Acompanhe-o à saída da sala.