



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

ANA CAROL PONTES DE FRANÇA

***BIOFEEDBACK E REGULAÇÃO EMOCIONAL: um estudo sobre a emoção
aplicada a sistema de treinamento em Realidade Virtual***

Recife
2019

ANA CAROL PONTES DE FRANÇA

**BIOFEEDBACK E REGULAÇÃO EMOCIONAL: um estudo sobre a emoção
aplicada a sistema de treinamento em Realidade Virtual**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Design.

Área de concentração: Ergonomia.

Orientadora: Profa. Dra. Vilma Maria Villarouco Santos.

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Jéssica Pereira de Oliveira, CRB-4/2223

F814b França, Ana Carol Pontes de
Biofeedback e regulação emocional: um estudo sobre a emoção aplicada a sistema de treinamento em Realidade Virtual / Ana Carol Pontes de França. – Recife, 2019.
306f.: il.

Orientadora: Vilma Maria Villarouco Santos.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Design, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexo.

1. Realidade Virtual. 2. Treinamento. 3. *Biofeedback*. 4. Regulação Emocional. 5. Motoristas de Ônibus. I. Santos, Vilma Maria Villarouco (Orientadora). II. Título.

745.2 CDD (22. ed.)

UFPE (CAC 2020-105)

ANA CAROL PONTES DE FRANÇA

**BIOFEEDBACK E REGULAÇÃO EMOCIONAL: um estudo sobre a emoção
aplicada a sistema de treinamento em Realidade Virtual**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Design.

Aprovada em: 22/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Walter Franklin Marques Correia (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. André Menezes Marques das Neves (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli (Examinador Externo)
Universidade Estadual Paulista

Prof. Dr. Marcelo Cairrão Araujo Rodrigues (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Guilherme da Silva Santa Rosa (Examinador Externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho à minha família, cujo amor e incentivo foram fundamentais para o meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

A Deus;

Aos meus pais, pelo exemplo de dedicação e amor aos estudos;

Aos meus filhos, pelos momentos de intensa alegria e muito amor;

Ao meu amor Joaquim, sempre presente, me incentivando e apoiando;

À minha orientadora, Vilma Villarouco, pelos êxitos alcançados;

Ao professor Marcelo Soares, pelos desafios e reflexões;

Aos brilhantes interlocutores que compõem o corpo docente e discente da Pós-graduação em Design da UFPE;

Aos queridos funcionários da Pós-graduação em Design da UFPE, que continuamente não medem esforços para prestar serviço em nível de excelência;

À CAPES, pelo apoio financeiro;

À imensa rede de apoio que emergiu para o fiel cumprimento deste estudo. Em especial ao professor Marcelo Cairrão e aos demais amigos e colaboradores da Pós-graduação em Neurociência Aplicada da UFPE;

Aos amigos e parceiros da Combogó Unicap, em especial aos alunos do curso de Jogos Digitais, aqui representados na pessoa do professor Breno Carvalho;

Ao professor Márcio Marçal, pelo apoio acadêmico;

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para que eu me tornasse quem eu sou hoje;

A todas e todos que comigo caminham, muito obrigada.

As emoções desempenham um papel essencial no comportamento humano e animal, ajudando-nos a julgar o que é bom ou mau, seguro ou inseguro, enquanto também fornece um sistema de comunicação poderoso por transmitir sentimentos e crenças, reações e intenções entre as pessoas. (NORMAN, 2007, p. 27)

“Emoções, nós agora sabemos, mudam a maneira como a mente humana soluciona problemas – o sistema emocional muda a maneira como o sistema cognitivo opera. Assim, se a estética mudasse nosso estado emocional, isso explicaria o mistério.” (NORMAN, 2008, p. 38)

“[...] os sistemas cerebrais que participam conjuntamente da emoção e da tomada de decisões estão, generalizadamente, envolvidos na gestão da cognição e do comportamento social.” (DAMASIO, 2016, p. 14)

“[...] a capacidade para a autorregulação oferece uma base para medir a resiliência do treinamento em condições de estresse.” (FORSYTHE *et al.*, 2015, p. 234)

RESUMO

Com o intuito de entender como a regulação emocional pode contribuir para o bem-estar do usuário de Realidade Virtual e para a consequente melhoria do desempenho do trabalhador, este estudo emprega o uso de biomarcadores em uma situação de treinamento com motoristas de ônibus de uma empresa de transporte coletivo urbano. Como o estado emocional afeta profundamente a percepção e o desempenho do usuário em relação ao produto/sistema, foi proposta uma triangulação metodológica que reúne: aspectos do Projeto Ergonômico Afetivo, Metas da Experiência do Usuário e Métodos de Avaliação da experiência emocional, de modo a entender as inter-relações entre os sistemas biológico e tecnológico. Com foco na experiência emocional do usuário, nas estratégias de autorregulação e no desempenho do trabalhador em uma situação de treinamento com *Biofeedback* de Frequência Cardíaca (BFB-FC) e Realidade Virtual (RV), foi realizado um estudo de caso com três etapas de execução, a saber: etapa 1, registro da assimetria alfa (assimetria cortical) obtida por meio do eletroencefalograma (EEG); etapa 2, análise comparativa da experiência relatada (obtida por meio do questionário) com a experiência sentida (obtida por meio dos marcadores biológicos do usuário do sistema de RV); etapa 3, análise comparativa do desempenho do usuário antes e após o treinamento com o sistema de Realidade Virtual (obtida por meio da avaliação dos registros biológicos na 1ª sessão, pré-treino, e na última sessão, pós-treino). A partir do treinamento, esperava-se que os motoristas desenvolvessem habilidades emocionais para lidar melhor com a tensão e a ameaça, tendo em vista a redução das emoções de valência negativa. Dos dez motoristas que participaram do estudo, cinco se beneficiaram com o *biofeedback* de frequência cardíaca, tiveram bom desempenho e melhoraram a resiliência com o Treino de Resiliência®. M2 e M10, usuários que avaliaram negativamente o ambiente não-estressor Relax'n VR, foram os motoristas que não se beneficiaram com o BFB-FC. Os resultados obtidos contribuíram para questões relacionadas às métricas para avaliação dos aspectos hedônicos de sistemas de Realidade Virtual bem como para o avanço nos campos teórico e metodológico referentes ao Projeto Ergonômico Afetivo. Na síntese dos resultados são apresentadas sugestões para estudos futuros. Nos comentários finais são apresentadas as recomendações ergonômicas e considerações finais sobre a pesquisa.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Treinamento. Biofeedback. Regulação Emocional. Motoristas de Ônibus.

ABSTRACT

In order to better understand how emotional regulation can contribute to Virtual Reality users' well-being and to the consequent improvement of workers performance, this study employs the use of biomarkers in a bus drivers training situation of an urban company of public transportation. As emotional state profoundly affects user perception and performance in relation to the product/system, a methodological triangulation has been proposed, bringing together: aspects of the Affective Ergonomic Design, User Experience Goals, and Users' Emotional Experience Assessment Methods to understand the interrelationships between the biological and technological systems. Focusing on the user's emotional experience, self-regulation strategies, and worker performance in a Heart Rate Biofeedback (HRB) and Virtual Reality (VR) training situation, it was conducted a case study executed in three steps: step 1, recording of the alpha asymmetry (cortical asymmetry) obtained through the electroencephalogram (EEG); step 2, comparative analysis of the reported experience (obtained through the questionnaire) with the felt experience (obtained through the biological markers of the user); step 3, comparative analysis of user performance before and after training with the Virtual Reality system (obtained through the evaluation of biological records in the 1st session, pre-training, and in the last session, post-training). From the training, drivers were expected to develop emotional skills to cope with tension and threat, in order to reduce negative emotions. Five of the ten drivers who participated in the study benefited from heart rate biofeedback, performed well and improved resilience with the Resilience Training®. M2 and M10, users who negatively assessed the Relax'n VR non-stressor environment, were the drivers who did not benefit from the HRB. The results contributed to questions related to the metrics to evaluate the hedonic aspects of Virtual Reality systems as well as to the advances in the theoretical and methodological fields related to the Affective Ergonomic Design. Suggestions for future studies are presented in the synthesis of the research results. Ergonomic recommendations and final considerations are presented in the final comments.

Keywords: Virtual Reality. Training. Biofeedback. Emotional Self-Regulation. Bus Drivers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Triangulação metodológica	31
Figura 2 –	Estudo de caso	33
Figura 3 –	Primeiro tipo de estereoscópio, desenvolvido por Wheatstone	40
Figura 4 –	<i>The Link Trainer</i> , o primeiro exemplo de um simulador de vôo comercial	40
Figura 5 –	Sensorama.....	41
Figura 6 –	Diálogo entre o avatar Neo e o menino budista no sistema de Realidade Virtual ‘Matrix’	44
Figura 7 –	Hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas obtida a partir da hierarquia das necessidades de Maslow.....	57
Figura 8 –	Relação das metas da usabilidade com as metas da experiência do usuário	63
Figura 9 –	Ciclo de Vida do Projeto Hedônico	68
Figura 10 –	Critérios para a individualização no projeto ergonômico afetivo	71
Figura 11 –	Fatores motivacionais com foco na gamificação de ambientes de RV	72
Figura 12 –	Características da Realidade Virtual Gamificada	73
Figura 13 –	Gráfico do “Canal de Fluxo”	74
Figura 14 –	Principais aspectos do Projeto Ergonômico Afetivo	81
Figura 15 –	Memórias do usuário (<i>Teletubbies</i>) associadas ao ambiente gráfico	90
Figura 16 –	Sistema Límbico	106
Figura 17 –	Divisão do sistema nervoso com base em critérios funcionais.....	111
Figura 18 –	Circuito cerebral de recompensa	121
Figura 19 –	Sistema internacional 10 – 20.....	128
Figura 20 –	Touca EEG NeuroCAP (NeuroUp®)	131
Figura 21 –	Colocação do gel para reduzir a impedância	131
Figura 22 –	Autorregulação a partir do processamento dos sinais no <i>biofeedback</i> de frequência cardíaca	133

Figura 23 –	Exemplos de agentes de interface e <i>emoticons</i>	144
Figura 24 –	Automação das rotinas	148
Figura 25 –	Componentes da IHC com foco na regulação emocional do usuário	173
Figura 26 –	Classificação no monitoramento dos batimentos cardíacos do usuário	174
Figura 27 –	Documento de texto gerado pelo sistema a partir do monitoramento cardíaco	175
Figura 28 –	Modelagem afetiva via IHC	176
Figura 29 –	Laboratório de RV nas instalações da empresa	179
Figura 30 –	Motorista durante o registro da Assimetria Alfa	180
Figura 31 –	Posicionamento dos eletrodos F3 e F4 pelo sistema internacional 10 – 20.....	181
Figura 32 –	Plano coronal posterior (costas) do motorista durante o uso do EEG <i>Bodyfeedback</i> (NeuroUp®).....	181
Figura 33 –	Eletrodos para o monitoramento dos batimentos cardíacos	183
Figura 34 –	Monitoramento do motorista durante o treinamento com a RV	184
Figura 35 –	Experimento: pré-treino, treino e pós-treino com RV	185
Figura 36 –	Dispositivos físicos utilizados pelos motoristas durante a avaliação do sistema de RV.....	190
Figura 37 –	Movimentação do usuário durante o uso do sistema de RV	190
Figura 38 –	Motorista executando o Treino de Resiliência®.....	191
Figura 39 –	Assaltante virtual interagindo com o motorista no ambiente simulado.....	191
Figura 40 –	Gráfico do perfil dos motoristas por faixa etária.....	196
Figura 41 –	Gráfico do perfil dos motoristas por local de residência.....	196
Figura 42 –	Gráfico do perfil dos motoristas por nível de instrução	197
Figura 43 –	Gráfico do perfil dos motoristas por tempo de serviço na empresa	197
Figura 44 –	Média e desvio padrão dos valores da assimetria alfa	202
Figura 45 –	Média e erro padrão dos valores da assimetria alfa	202
Figura 46 –	Média e desvio padrão dos motoristas classificados em 'continuam resilientes'	203

Figura 47 –	Média e desvio padrão dos motoristas classificados em ‘passaram a ser resilientes’	204
Figura 48 –	Média e desvio padrão dos motoristas classificados em ‘passaram a ser não-resilientes’	204
Figura 49 –	Gráfico do batimento cardíaco médio de M1 durante o uso da RV	207
Figura 50 –	Gráfico do batimento cardíaco médio de M2 durante o uso da RV	209
Figura 51 –	Gráfico do batimento cardíaco médio de M3 durante o uso da RV	210
Figura 52 –	Gráfico do batimento cardíaco médio de M5 durante o uso da RV	211
Figura 53 –	Gráfico do batimento cardíaco médio de M6 durante o uso da RV	212
Figura 54 –	Gráfico do batimento cardíaco médio de M10 durante o uso da RV	213
Figura 55 –	Curva de ativação emocional do motorista M1 nos 8min50seg de uso do ambiente de RV e.Motion	216
Figura 56 –	Cena do primeiro pico de ativação emocional durante o tutorial	217
Figura 57 –	Cena em que o motorista consegue abrir a porta do ônibus virtual	217
Figura 58 –	Cena em que 3 homens embarcam no ônibus virtual.....	218
Figura 59 –	Cena em que o motorista reage e tenta tirar a arma da mão do assaltante.....	218
Figura 60 –	Curva de ativação emocional do motorista M2 nos 3min42seg de uso do ambiente de RV e.Motion	219
Figura 61 –	Cena com maior ativação emocional (<i>arousal</i>)	219
Figura 62 –	Curva de ativação emocional do motorista M3 nos 8min33seg de uso do ambiente de RV e.Motion	220
Figura 63 –	Cenas do trecho do tutorial com ativação emocional acima da linha de base.....	221
Figura 64 –	Cenas com maior ativação emocional (<i>arousal</i>)	221

Figura 65 –	Curva de ativação emocional do motorista M5 nos 5min33seg de uso do ambiente de RV e.Motion	222
Figura 66 –	Cenas que correspondem aos picos de ativação de M5 durante o tutorial	223
Figura 67 –	Cenas com picos de ativação emocional	224
Figura 68 –	Cena com maior ativação emocional (<i>arousal</i>)	224
Figura 69 –	Cenas dos momentos finais com picos de ativação emocional.....	225
Figura 70 –	Curva de ativação emocional do motorista M6 nos 7min11seg de uso do ambiente de RV e.Motion	225
Figura 71 –	Cenas com menor ativação emocional	226
Figura 72 –	Curva de ativação emocional do motorista M7 nos 8min33seg de uso do ambiente de RV e.Motion	226
Figura 73 –	Picos de ativação emocional ao tentar clicar no botão durante o tutorial	227
Figura 74 –	Cenas com maior ativação emocional (<i>arousal</i>)	227
Figura 75 –	Curva de ativação emocional do motorista M10 nos 4min26seg de uso do ambiente de RV e.Motion	228
Figura 76 –	Cena referente ao primeiro pico de ativação durante o tutorial	229
Figura 77 –	Cena do momento em que M10 percebe que a porta ainda continuava fechada	229
Figura 78 –	Cena com maior ativação emocional (<i>arousal</i>)	230
Figura 79 –	Gráfico sobre a familiaridade do usuário com o sistema de RV	233
Figura 80 –	Gráfico sobre a dificuldade de adaptação do usuário aos dispositivos	234
Figura 81 –	Gráfico sobre a dificuldade de execução dos comandos	235
Figura 82 –	Gráfico sobre interface intuitiva.....	235
Figura 83 –	Gráfico sobre a avaliação quanto à execução da tarefa	236
Figura 84 –	Gráfico sobre a dificuldade para desfazer uma ação ou comando	236
Figura 85 –	Gráfico sobre domínio do sistema	236
Figura 86 –	Gráfico sobre o nível de segurança do sistema	237

Figura 87 –	Gráfico sobre o nível de dificuldade para um usuário iniciante.....	237
Figura 88 –	Gráfico sobre o nível de dificuldade para um trabalhador especializado	238
Figura 89 –	Gráfico sobre a frequência de uso para um trabalhador experiente	238
Figura 90 –	Gráfico sobre a satisfação do usuário.....	239
Figura 91 –	Gráfico sobre as possibilidades de realização da tarefa	239
Figura 92 –	Gráfico que identifica se a tarefa chamou atenção	240
Figura 93 –	Gráfico sobre a facilidade para perceber o que era preciso fazer	240
Figura 94 –	Gráfico sobre a concentração durante a execução da tarefa.....	241
Figura 95 –	Gráfico que identifica se a tarefa foi prejudicada pela tecnologia.....	241
Figura 96 –	Gráfico que identifica se a tarefa seria melhor realizada caso fosse apresentada de modo diferente na tela	242
Figura 97 –	Gráfico que identifica se o sistema foi além das expectativas do usuário	243
Figura 98 –	Gráfico sobre o nível de realismo do sistema	244
Figura 99 –	Gráfico que identifica como o usuário se sentiu.....	244
Figura 100 –	Gráfico sobre como se percebeu durante o uso do sistema	245
Figura 101 –	Gráfico que identifica a satisfação das necessidades psicológicas	245
Figura 102 –	Gráfico que identifica se a RV atraiu a atenção do usuário	246
Figura 103 –	Gráfico sobre o nível de desafio do sistema	246
Figura 104 –	Gráfico sobre o nível de diversão do sistema	246
Figura 105 –	Gráfico sobre o prazer proporcionado pelo sistema	247
Figura 106 –	Gráfico dos aspectos que contribuíram para uma experiência prazerosa com o sistema	247
Figura 107 –	Gráfico da avaliação estética do ambiente virtual.....	248
Figura 108 –	Gráfico sobre o nível de adequação emocional	248
Figura 109 –	Gráfico sobre o nível de incentivo a criatividade.....	249
Figura 110 –	Gráfico sobre o nível de motivação do usuário	249

Figura 111 – Gráfico que identifica em que medida o sistema contribuiu para o treinamento	250
Figura 112 – Gráfico sobre o nível de interesse do usuário	250
Figura 113 – Gráfico que identifica se o sistema continua interessante após ser utilizado várias vezes	250
Figura 114 – Gráfico que identifica se há vantagem, benefício ou lucro em relação ao uso do sistema	251
Figura 115 – Gráfico que identifica o quanto compensa usar a RV para o treinamento dos trabalhadores	251
Figura 116 – Gráfico sobre as preferências dos usuários.....	252

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores no estado basal.....	186
Tabela 2 -	Tempo que o motorista exerce a função.....	198
Tabela 3 -	Registro da assimetria alfa antes e depois do treinamento com sistema de RV.....	199
Tabela 4 -	Continuam resilientes.....	200
Tabela 5 -	Passaram a ser resilientes.....	200
Tabela 6 -	Passaram a ser não-resilientes.....	200
Tabela 7 -	Continua neutro.....	201
Tabela 8 -	Valores de média, mediana, desvio padrão e erro padrão da assimetria alfa.....	201
Tabela 9 -	Resultados pré-treino e pós-treino conforme a classificação dos motoristas.....	203
Tabela 10 -	Taxa de batimentos por minuto (Bpm) dos motoristas por sessão.....	214
Tabela 11 -	Registros fisiológicos dos motoristas antes e depois das 7 sessões com o Treino de Resiliência®.....	258
Tabela 12 -	Situação pós-treino em relação ao valor basal.....	259

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dispositivos de interação	49
Quadro 2 - Dispositivos perceptuais.....	50
Quadro 3 - Áreas de aplicação da tecnologia imersiva	52
Quadro 4 - Escala de cores a partir da frequência cardíaca do usuário de RV	174
Quadro 5 - Expectativas dos usuários sobre o sistema de RV	243
Quadro 6 - Aspectos que tornam o produto atraente para o consumidor.....	252
Quadro 7 - Razões pelas quais os usuários gostaram do ambiente de RV	253
Quadro 8 - Razões pelas quais os usuários NÃO gostaram do ambiente de RV	253
Quadro 9 - Registro dos comentários espontâneos durante o uso do sistema de RV	257

LISTA DE SIGLAS

BFB	Biofeedback
ECG	Eletrocardiograma
EDA	Atividade Eletrodérmica
EDR	Resposta Eletrodérmica
EEG	Eletroencefalograma
FC	Frequência Cardíaca
GSR	Resposta Galvânica da Pele (<i>Galvanic Skin Response</i>)
HMD	Head Mounted Display
IHC	Interface Humano-Computador
RV	Realidade Virtual
SCL	Nível de Condutância da Pele (<i>Skin Conductance Level</i>)
TEPT	Transtorno de Estresse Pós-Traumático
VFC	Variação da Frequência Cardíaca

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
1.1	JUSTIFICATIVA.....	26
1.2	OBJETIVOS.....	32
1.2.1	Objetivo Geral	32
1.2.2	Objetivos Específicos	32
1.3	MÉTODO.....	32
1.4	ASPECTOS ÉTICOS.....	34
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	34
2	REVISÃO DA LITERATURA	37
2.1	REALIDADE VIRTUAL: CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	37
2.1.1	Sobre a Realidade Virtual	38
2.1.2	Histórico	39
2.2	PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES SOBRE A REALIDADE VIRTUAL.....	44
2.3	TECNOLOGIAS IMERSIVAS.....	49
2.3.1	Dispositivos de interação	49
2.3.2	Dispositivos perceptuais	50
2.3.3	Softwares e aplicativos	52
2.3.4	Áreas de aplicação	52
2.4	ERGONOMIA, HEDONOMIA E O PROJETO HEDÔNICO.....	55
2.4.1	A hierarquia das necessidades no Projeto Hedônico	56
2.4.2	Recomendações para um projeto com foco em experiências positivas e prazerosas	59
2.4.3	Projeto e desenvolvimento de interfaces prazerosas	62
2.4.3.1	Integrando aspectos da Usabilidade e Experiência do Usuário ao projeto.....	63
2.4.4	A avaliação no Projeto Hedônico	64
2.4.5	O Processo de Design e Usabilidade no Projeto Hedônico	65
2.4.6	O Ciclo de Vida do Projeto Hedônico	67
2.5	NEUROERGONOMIA.....	85

2.6	O ESTUDO DAS EMOÇÕES EM NEUROERGONOMIA: A RELAÇÃO CÉREBRO-CORPO NO PROJETO ERGONÔMICO AFETIVO.....	87
2.6.1	Aprimoramento cognitivo e emocional e as técnicas de meditação	91
2.7	SOBRE A EMOÇÃO	94
2.8	AFETO E EMOÇÃO	96
2.9	EMOÇÃO E CONSCIÊNCIA	98
2.10	EMOÇÃO E RAZÃO.....	102
2.11	EMOÇÕES E OS CIRCUITOS CEREBRAIS SUBJACENTES	105
2.12	VALÊNCIA EMOCIONAL E A LATERALIZAÇÃO CEREBRAL DAS EMOÇÕES POSITIVAS E NEGATIVAS.....	108
2.13	CLASSIFICAÇÃO DAS EMOÇÕES.....	110
2.14	EMOÇÕES E O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO	111
2.14.1	Como a adrenalina afeta os usuários de RV?	113
2.15	MECANISMOS DE REGULAÇÃO EMOCIONAL.....	116
2.16	NEUROPLASTICIDADE E EMOÇÃO	119
2.16.1	Habilidade cerebral e desempenho humano	119
2.16.2	Neuroplasticidade e RV	120
2.17	NEUROERGONOMIA E NEUROTECNOLOGIA NO PROJETO ERGONÔMICO AFETIVO.....	123
2.18	AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA E COMPORTAMENTAL EM SITUAÇÕES DE USO DA RV.....	126
2.19	EQUIPAMENTOS DE CAPTURA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO	127
2.19.1	Registros videografados das ações dos usuários.....	127
2.19.2	O EEG.....	127
2.19.2.1	A NeuroUp® e a touca elástica NeuroCAP	130
2.19.2.2	EEG, Emoção e Resiliência	132
2.19.2.3	O <i>Biofeedback</i> de Frequência Cardíaca	133
2.19.2.4	<i>Biofeedback</i> e RV	135
2.19.2.5	Benefícios do BFB-FC.....	135
2.19.3	Sensor de resposta galvânica da pele	136

2.20	O USO DO AMBIENTE VIRTUAL SIMULADO COM FOCO NA SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHADOR.....	138
2.21	A REGULAÇÃO EMOCIONAL (<i>SELF REGULATION</i>) COM FOCO NO ENFRENTAMENTO DA VIOLÊNCIA URBANA	140
2.22	COMO AS INTERFACES AFETAM OS USUÁRIOS?	143
2.23	RECONHECIMENTO DAS EMOÇÕES VIA INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR (IHC).....	146
2.23.1	Automação das atividades de rotina	148
2.24	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	150
2.24.1	Avaliação Ergonômica	152
2.24.2	Caracterização da Empresa	154
2.24.3	Caracterização do Posto de Trabalho	155
2.24.3.1	Sobre as exigências (demandas) de trabalho dos motoristas de ônibus.....	155
2.24.4	Prevenção e redução do estresse no trabalho	156
3	METODOLOGIA, MÉTODOS E TÉCNICAS	158
3.1	SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA.....	159
3.1.1	Design e cientificidade	160
3.1.2	Fundamentação científica do processo criativo	162
3.1.3	Considerações sobre o método	163
3.1.4	Sobre a validade e confiabilidade da pesquisa	167
3.2	O ESTUDO: OBTENÇÃO E REGISTRO DOS DADOS.....	169
3.2.1	Caracterização do estudo	170
3.2.2	O fenômeno investigado	171
3.2.3	O ambiente de RV	171
3.2.3.1	A aplicação do modelo de avaliação ao ambiente de RV projetado	177
3.2.4	Os participantes	177
3.2.5	A escolha dos participantes	177
3.2.5.1	Critérios de elegibilidade	177
3.2.6	Material utilizado no estudo	178
3.2.7	A escolha do EEG	178
3.2.8	A tarefa realizada	179
3.2.9	Procedimentos	179

3.2.10	Identificação das condições do teste	188
3.2.10.1	Configuração ambiental	188
3.2.10.2	CrITÉrios e padrões avaliados.....	189
3.2.10.3	Tempo de realizaçŁo da avaliaçŁo.....	192
3.2.10.4	ConsideraçŁes relevantes para uma versŁo final do sistema de RV	192
3.2.10.5	Teste com os gestores	193
4	RESULTADOS DOS REGISTROS COMPORTAMENTAIS	194
4.1	AVALIAÇŁO DO USUÁRIO	195
4.1.1	Perfil dos trabalhadores	195
4.1.2	Etapa 1 – Análise da Assimetria Alfa obtida por meio do EEG <i>Bodyfeedback</i> (NeuroUp®)	199
4.1.3	Etapa 2 – Análise comparativa da experiēncia relatada com a experiēncia sentida	206
4.1.3.1	Resultado do monitoramento cardÍaco dos usuÁrios	206
4.1.3.2	Respostas eletrodérmicas.....	215
4.1.3.3	AvaliaçŁo do sistema de RV por meio de questionÁrio	231
4.1.3.4	ComentÁrios espontāneos	254
4.1.4	Etapa 3 – Análise comparativa do desempenho do usuÁrio antes e apŁs o treinamento com o sistema de RV (obtida por meio da avaliaçŁo dos registros biolÓgicos na 1ª sessŁo, pré-treino, e na Última sessŁo, pós-treino)	258
4.1.5	SÍntese dos resultados	261
5	RECOMENDAÇŁES ERGONÔMICAS E CONSIDERAÇŁES FINAIS	264
5.1	RECOMENDAÇŁES ERGONÔMICAS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA DO SISTEMA	264
5.2	PROPOSTA DE <i>CHECKLIST</i> PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES EMOCIONAIS.....	265
5.3	CONSIDERAÇŁES FINAIS	266
	REFERÊNCIAS	269
	APÊNDICE A – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M1 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®	283

APÊNDICE B – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M2 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®.....	284
APÊNDICE C – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M3 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®.....	285
APÊNDICE D – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M5 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®.....	286
APÊNDICE E – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M6 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®.....	287
APÊNDICE F – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M10 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®.....	288
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE	289
APÊNDICE H – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	300
ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFPE	302

1 INTRODUÇÃO

Com preços cada vez mais acessíveis e devido às diversas possibilidades de aplicação, a Realidade Virtual (RV) vem progressivamente se inserindo em áreas como a saúde, o design de produtos e as engenharias, tornando-se cada vez mais frequente o uso dessa tecnologia em situações de treinamento^{1,2,3}.

Apesar dos avanços, esse contexto ainda carece de estudos que avaliem em profundidade a experiência emocional bem como os constrangimentos e riscos ergonômicos^{4,5,6} relacionados a esses produtos e sistemas, tanto no que diz respeito às questões do mundo físico, quanto ao ambiente virtual adotado.

Ou seja, ainda que esteja supostamente se divertindo, ninguém gosta de se sentir apertado, com os movimentos restritos, limitado cognitiva e mentalmente ou mesmo fatigado. Face ao exposto, como avaliar se o usuário estaria de fato tendo uma experiência positiva e prazerosa com a tecnologia? Até que ponto os fatores físicos estariam interferindo na qualidade da experiência? Ainda que ocorram limitações, restrições, até que ponto elas comprometeriam a experiência positiva e prazerosa com o sistema?

Como o usuário de RV encontra-se simultaneamente engajado nos mundos físico e virtual, faz-se necessária a adoção de uma nova postura pelo ergonomista, que precisa estar atento (1) aos fatores humanos relacionados à experiência com o corpo físico e virtual no uso desses produtos e sistemas, (2) aos aspectos referentes à segurança, conforto, eficácia, eficiência e satisfação dos usuários (FRANÇA; SOARES, 2017; FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017) e (3) aos aspectos hedônicos do sistema. (HANCOCK; PEPE; MURPHY, 2005; MONT'ALVÃO; DAMAZIO, 2012)

¹ <http://anpei.org.br/realidade-virtual-torna-se-importante-aliada-da-industria-para-prevenir-falhas-e-reduzir-custos/>

² <https://www.itforum365.com.br/saiba-como-ford-usa-realidade-virtual-para-garantir-ergonomia-na-linha-de-producao/>

³ <https://www.brainxchange.com/blog/virtual-reality-and-production-ergonomics>

⁴ <http://blog.leapmotion.com/ergonomics-vr-design/>

⁵ <https://www.dummies.com/software/challenges-with-virtual-reality/>

⁶ <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/virtual-reality7.htm>

Com foco no componente humano e levando em consideração os aspectos hedônicos é possível ao designer de interfaces integrar ficção e não ficção de modo a não só evitar fadigas e restrições mas, sobretudo, proporcionar experiências agradáveis, envolventes e desafiadoras associadas a um maior bem-estar físico e mental dos usuários.

Como o que parece fantástico na ficção nem sempre é aplicável à experiência humana ou agradável ao usuário, faz-se necessário entender como o usuário avalia a experiência com sistema.

Nesse caso, cabe ao ergonomista ir além das interpretações subjetivas. Ou seja, ir além daquilo que o usuário diz, para identificar o que o usuário de carne, ossos e pixels sente e que poderia influenciar a formação de preferências de modo a afetar a percepção sobre o produto/sistema.

Por ser difícil dizermos ao nosso cérebro que o objeto gráfico não está fisicamente presente, a combinação da ciência cognitiva e da neurociência à ergonomia tradicional surge como alternativa à avaliação e desenvolvimento de produtos e sistemas de RV de modo a contribuir para o entendimento dos circuitos neurais envolvidos na realização de tarefas específicas, tendo em vista um melhor desempenho do sistema como um todo.

Em tais situações, técnicas como o eletroencefalograma (EEG), que medem e mapeiam a atividade elétrica cerebral, surgem como aliadas no teste de hipóteses sobre os circuitos neurais relacionados à experiência emocional do usuário de RV.

Essas medições e sinais elétricos, por sua vez, podem fornecer informações detalhadas sobre a duração e o curso bem como sobre a localização da atividade no cérebro desses usuários, de modo a ser possível construir uma narrativa sobre os eventos e aspectos psicológicos relacionados ao uso desses produtos e sistemas.

Cabe destacar que a tentativa de descobrir “o que faz o cérebro durante experiências estéticas” não tem a pretensão de “reduzir a estética aos circuitos

cerebrais”, mas “explorar os fios que entrelaçam a neurobiologia à cultura” (DAMÁSIO, 2016, p. 15), no caso, à cultura digital.

Face ao exposto, este estudo buscou investigar a relação entre o corpo físico, o corpo virtual e os mecanismos de regulação emocional do usuário de sistema de treinamento em RV. Para tal, empregou o uso de biomarcadores em ambiente virtual simulado numa situação de treinamento com motoristas de transporte coletivo urbano, a fim de poder contribuir significativamente para uma maior compreensão sobre as características e o desempenho do usuário desse sistema.

1.1 JUSTIFICATIVA

Relacionados às condições de trabalho, os agentes físicos, químicos e biológicos trazem consequências à saúde física. Quanto à organização do trabalho, a distribuição de poder, tarefas, hierarquias, responsabilidades, são fatores que causam impacto na saúde psíquica do trabalhador. (DEJOURS, 1992; ALVES; DE PAULA, 2009)

“No contexto das doenças mentais, o Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT) pode ser definido como uma perturbação psíquica desencadeada pela exposição a um evento traumático e fortemente ameaçador” (ALMEIDA *et al.*, 2012, p. 06) como, por exemplo, a violência urbana.

A violência urbana, inclusive situações de assalto à mão armada⁷, presentes no contexto de trabalho dos rodoviários, é uma realidade no exercício da função do motorista de ônibus, que trabalha em contato direto com o público, cujo acesso ao interior do veículo é indistinto.

O assalto, nesse caso, consiste em “fator danoso ou potencialmente danoso à saúde mental dos rodoviários, uma vez que esses assaltos podem significar um evento que se caracteriza como um estressor traumático externo, elemento

⁷ <http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/07/numero-de-assaltos-onibus-cresce-38-no-1- semestre-afirma-sds.html>

constituente do quadro de transtorno do estresse pós-traumático.” (ALVES; DE PAULA, 2009)

Segundo o Anuário Estatístico de Transportes, de 2010 a 2015, o número de ônibus no estado de Pernambuco⁸ passou de 25.436 para 37.827 veículos. Nesse ínterim, as empresas de ônibus, preocupadas com o possível nexos causal entre o adoecimento psíquico e a violência urbana no trabalho dos rodoviários (motoristas), passaram a cada vez mais investir em ações voltadas à saúde e segurança do trabalhador.

Há algum tempo utilizada como aliada em sessões de terapia cognitivo-comportamental⁹, a Realidade Virtual (RV) vem sendo empregada no Tratamento do Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT). Contudo, o que frequentemente se observa é o uso da tecnologia para a reabilitação das pessoas que sofreram exposição a algum tipo de “estressor traumático externo”. (ALVES; DE PAULA, 2009)

Com o intuito de propor um sistema que atue **preventivamente**, a RV pode ser aplicada ao treinamento de situações às quais o motorista estará exposto e vulnerável, de modo a contribuir para que o trabalhador desenvolva estratégias emocionais para o melhor enfrentamento de situações críticas relacionadas à violência urbana no exercício da função, bem como para redução da ocorrência do TEPT como causa de acidente de trabalho e para a redução do absenteísmo.

Como o estado emocional afeta profundamente a percepção e o desempenho, a capacidade para monitorar e se adaptar ao estado emocional do usuário apresenta-se como um poderoso recurso para a interface e para a experiência com o sistema. (JOLIJ; HEUSSEN, 2013)

A emoção une mente, cérebro e corpo. Ao ser exposto a uma situação nova e desafiadora, é possível ao cérebro se moldar e assumir um novo formato que

⁸ <http://www.anuario.pe.gov.br/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=129>

⁹ <http://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2017/07/universidades-usam-realidade-virtual-para-tratar-estresse-pos-traumatico.html>

proporciona ao corpo e à mente a capacidade de prevalecer, ainda que em condições adversas.

Porém, com o passar do tempo, pode parecer mais difícil e infrutífero tentar coisas novas. Como solução para o problema, este estudo propôs um sistema de treinamento em RV, o Treino de Resiliência®, que integra dois subsistemas: o 'e.Motion' e o 'Relax'n VR'.

O sistema de treinamento em RV Treino de Resiliência® permite a interação do sistema nervoso com o ambiente virtual a ponto do comportamento humano conseguir modificar tanto o ambiente (físico, virtual e emocional) como o próprio sistema nervoso (plasticidade neural).

Nesse caso, o estímulo ambiental (em ambiente de RV) é apresentado ao trabalhador a ponto de serem observados indícios de mudanças funcionais nos circuitos neurais dos usuários de RV.

Como consequência, espera-se a diminuição da frequência das emoções de valência negativa bem como a ausência/diminuição de comportamentos desadaptados à circunstância.

Para tanto, o processo de design precisa considerar as características e limitações **de cada ser humano**. Contudo, as simulações em RV ainda carecem de versões com melhor qualidade gráfica, que favoreçam a estética, o estado emocional e a interação do usuário com o sistema. Sobre esse assunto, ainda que a ISO 9241:11 (1998) apresente a 'satisfação do usuário' como um componente da usabilidade, alguns autores advogam que este conceito carece de alguns "objetivos do projeto, como o apelo estético e as reações emocionais, considerados em alguns casos tão ou mais importantes que a produtividade (desempenho do usuário), e que podem ter um impacto significativo na interação." (CYBIS; BETIOL, FAUST, 2010, p. 360)

Para Cybis, Betiol e Faust (2010, p. 361), o "aspecto estético da interface exerce um impacto importante não somente na avaliação inicial do usuário em

relação à usabilidade, mas também na forma de utilizar o produto e na sua atitude de longo prazo em relação ao mesmo”.

Ainda conforme os autores, problemas na interação do usuário com o produto podem desencadear emoções negativas, tais como raiva, ansiedade e frustração, que são lembradas com maior facilidade pelo usuário, levando à uma baixa usabilidade do produto.

Ou seja, fatores subjetivos, relacionados à emoção do usuário, também interferem na percepção sobre o produto/sistema. Como consequência, mesmo sabendo utilizar, o consumidor muitas vezes opta por não adquirir esses produtos/sistemas.

Com o intuito de melhor entender esses e outros fenômenos, Han *et al.* (2001) e Helander e Tham (2003) propõem a inclusão de aspectos hedônicos¹⁰ na avaliação da usabilidade.

Para Soares e Falcão (2013), a usabilidade pode ser avaliada por meio da interação humano-tarefa-produto e é nessa interação que ocorre a experiência do usuário. Essa experiência inclui a percepção e identificação do produto, associações, memórias, sentimentos, emoções e o julgamento para avaliação, e pode culminar com a não-aceitação do produto/sistema.

Para Tullis e Albert (2008), a experiência do usuário ou UX (abreviação para o termo *User Xperience*) se refere a todos os aspectos da interação humana com o produto, aplicativo ou sistema. Apesar das críticas referentes à dificuldade em medir ou quantificar, os autores advogam que a experiência do usuário pode sim, ser medida e quantificada a partir dos comportamentos e atitudes dos usuários.

Tempo de realização da tarefa, número de erros cometidos durante a realização da tarefa, número de cliques do mouse ou de teclas pressionadas no teclado, classificações de frustração ou prazer e até mesmo o número de fixações

¹⁰ Aspectos do comportamento humano relacionados à emoção e à experiência de uso de produtos e sistemas.

visuais na tela do computador são exemplos de métricas empregadas para a avaliação da usabilidade. (TULLIS; ALBERT, 2008)

Àqueles interessados em melhorar a experiência do usuário, Tullis e Albert (2008) recomendam o uso das métricas, sendo a inovação delas um fator decisivo para uma maior competitividade do produto/sistema no mercado consumidor.

No entanto, cabe destacar a importância da escolha criteriosa dessas métricas, que devem ser adequadas ao contexto de avaliação do produto/sistema para que sejam obtidos resultados confiáveis.

A fim de ir além das interpretações subjetivas, as pesquisas em design precisam explorar a experiência sentida a partir do uso de novas técnicas, ferramentas e métodos de avaliação da experiência emocional.

Nesse sentido, Hancock e Szalma (2003, p. 241), alertam que medidas neurais devem ser usadas, sempre que possível, em combinação com outras medidas (ex^o: medidas de desempenho e respostas subjetivas) para que as decisões de design “não se baseiem apenas em uma ordem de dados”.

Do interesse da neuroergonomia, a investigação do comportamento humano por meio de técnicas como o eletrocardiograma, o sensor galvânico de pele e o eletroencefalograma, permite explorar a experiência emocional subjetiva a partir de informações objetivas que ofereçam dados confiáveis de modo a ser possível avaliar os aspectos hedônicos do projeto que influenciam a formação de preferências.

Além desses aspectos, biomarcadores contribuem para a aferição das alterações orgânicas, decorrentes da participação da emoção nos processos de raciocínio e tomada de decisões, antes, durante e após o uso da RV, auxiliando os processos de autorregulação do usuário que, por sua vez, podem levar a um melhor desempenho do sistema.

Com o intuito de relacionar os aspectos hedônicos à avaliação de produtos e sistemas buscou-se responder à seguinte **pergunta**: como a regulação emocional

pode contribuir com o desempenho do usuário de sistema de treinamento em Realidade Virtual (RV)?

Para tanto, este estudo propôs uma triangulação metodológica que reúne: aspectos do Projeto Ergonômico Afetivo, Metas da Experiência do Usuário e Métodos de Avaliação da experiência emocional.

Figura 1 – Triangulação metodológica.



Fonte: a autora.

Com essa metodologia é possível entender as inter-relações entre os sistemas biológico e tecnológico, bem como aspectos da neuroplasticidade decorrentes ao processo de treinamento.

Nesse contexto, foi investigada a seguinte hipótese:

O treino de **regulação emocional** proporcionará ao usuário uma **experiência emocional mais positiva e prazerosa** após o uso do sistema de RV.

Face ao exposto, buscou-se avaliar a experiência emocional do usuário em uma situação de treinamento com sistema de RV.

Cabe destacar que os estudos relacionados à regulação emocional dos usuários de RV ainda são escassos, principalmente em relação à avaliação do desempenho do usuário em situações de treinamento com foco na saúde e segurança do trabalhador.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar a relação entre a **experiência emocional** do usuário, as **estratégias de autorregulação** e o **desempenho** do trabalhador em uma situação de treinamento com sistema de Realidade Virtual (RV).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar a **experiência relatada** pelo usuário com a **experiência sentida**, mensurada por meio dos registros das **reações fisiológicas** (temperatura corpórea axilar, aferição da pressão arterial, glicemia capilar e frequência cardíaca) do usuário, **antes e depois do uso do sistema**;
- Comparar a **experiência relatada** pelo usuário com as técnicas de sensoriamento galvânico da pele e frequência cardíaca (FC), **durante o uso do sistema**;
- Verificar as possíveis **dificuldades** encontradas pelos usuários durante a realização da tarefa;
- Identificar a **viabilidade da RV** para avaliação da experiência emocional do usuário; e
- Avaliar o **impacto do treinamento** para o usuário (assimetria cortical obtida por meio do EEG) depois do uso do sistema de RV.

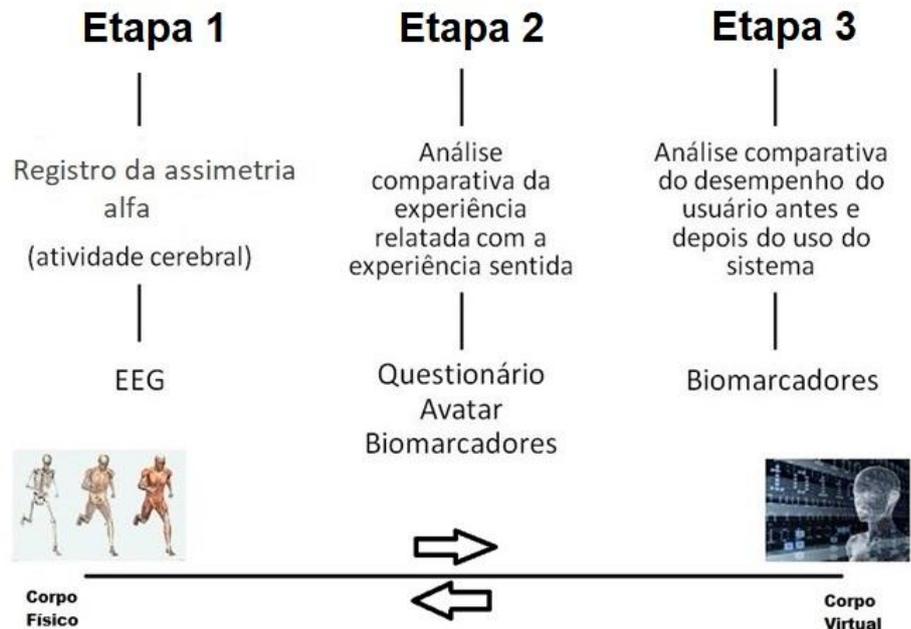
1.3 MÉTODO

Esta pesquisa foca na fase de avaliação do ciclo **requisitos-projeto-desenvolvimento-avaliação-redesign** do projeto ergonômico afetivo (projeto hedônico) de um sistema de treinamento em RV.

Com o intuito de abordar o uso de métodos na neuroergonomia e da neurociência com foco na avaliação do projeto ergonômico afetivo de sistema de RV

optou-se pelo desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa, cuja estratégia de investigação foi o estudo de caso, desenvolvido em três etapas, a saber:

Figura 2 – Estudo de caso.



Fonte: a autora (adaptado de FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2016).

Etapa 1 – Registro da Assimetria Alfa (assimetria cortical) obtida por meio do EEG.

Etapa 2 – Análise comparativa da **experiência relatada** (obtida por meio do questionário) com a **experiência sentida** (obtida por meio dos marcadores biológicos do usuário do sistema de RV).

Etapa 3 – Análise comparativa do **desempenho do usuário** antes e após o treinamento com o sistema de RV (obtida por meio da avaliação dos registros biológicos na 1ª sessão, pré-treino, e na última sessão, pós-treino).

Em que se buscou comparar: (1) os **registros videografados** das ações do usuário durante o uso do sistema, com (2) os registros obtidos na **experiência relatada** e com (3) os registros obtidos na **experiência sentida** pelo usuário.

Para tal, foram empregados: (1) questionário; (2) aferição das reações fisiológicas; (3) eletroencefalograma (EEG); (4) sensor galvânico de pele (GSR); e (5) eletrocardiograma (ECG).

Variáveis autonômicas investigadas:

- EDR – Respostas eletrodérmicas;
- FC – Frequência cardíaca;
- Assimetria Alfa (assimetria cortical);
- Pressão arterial;
- Temperatura axilar;
- Glicemia capilar.

No decorrer da pesquisa, as particularidades inerentes ao estudo de caso foram devidamente descritas e explicadas conforme a metodologia adotada.

Os resultados do estudo de caso foram analisados qualitativamente e quantitativamente a partir das ferramentas e dos softwares correspondentes a cada técnica empregada. Os dados foram comparados entre si para a avaliação dos aspectos hedônicos no uso de sistemas de RV.

1.4 ASPECTOS ÉTICOS

A coleta de dados foi iniciada após a aprovação do projeto de pesquisa pelo CEP da Universidade Federal de Pernambuco, levando em consideração o cronograma proposto. O orçamento financeiro desta pesquisa foi de inteira responsabilidade da pesquisadora.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa segue os padrões e normas adotados pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFPE (PPD – UFPE) e foi estruturado em quatro partes, conforme descrito abaixo:

PARTE I – Referencial Teórico: Nesta parte encontra-se o capítulo 2 e subitens, que correspondem à revisão da literatura. Caracteriza-se pela fundamentação teórica do trabalho a partir da conceituação da temática, obtida por meio do levantamento do estado da arte. Os conceitos desenvolvidos nessa parte servem de subsídio para o desenvolvimento das partes II e III.

PARTE II – Aspectos Metodológicos: Composta pelo capítulo 3 e subitens, descreve a metodologia, método e técnicas a serem empregadas no estudo. Trata da avaliação da experiência emocional do usuário de RV a partir de registros fisiológicos e do experimento com o EEG, ECG e resposta galvânica de pele. Tem como foco a definição de métricas e a obtenção de dados confiáveis que permitam quantificar as informações subjetivas obtidas a partir da opinião dos usuários.

PARTE III – Resultados: Esta parte corresponde ao capítulo 4 do estudo, que apresenta os resultados dos registros comportamentais e das opiniões dos usuários do sistema de RV. Na síntese dos resultados, são apresentadas sugestões para estudos futuros.

PARTE IV – Comentários Finais: Corresponde ao capítulo 5, caracterizado pelas recomendações de melhoria do sistema RV frente aos constrangimentos e riscos ergonômicos identificados pelo estudo. Apresenta as limitações, dificuldades e as principais considerações sobre a pesquisa realizada.

A seguir, apresenta-se uma breve descrição dos capítulos que compõem este estudo:

PARTE I – Referencial Teórico

- **Capítulo 2** – A partir de um levantamento do estado da arte, caracteriza e descreve a RV, apresentando os principais aspectos relacionados ao uso desses produtos e sistemas. Apresenta e caracteriza o projeto ergonômico afetivo e a importância do usuário nesse processo. Aborda a aplicação da neuroergonomia no desenvolvimento e avaliação de produtos e sistemas. Discute sobre a

avaliação da experiência emocional do usuário de RV com base em pressupostos da neurociência e da ciência cognitiva.

PARTE II – Aspectos Metodológicos

- **Capítulo 3** – Identifica o método utilizado para avaliar o sistema e descreve os procedimentos empregados na investigação da experiência emocional do usuário de RV.

PARTE III – Resultados

- **Capítulo 4** – Apresenta os resultados obtidos a partir dos registros e as implicações na autorregulação e desempenho do usuário após o treinamento com sistema de RV.

PARTE IV – Comentários Finais

- **Capítulo 5** – Apresenta as sugestões de melhoria com base nos constrangimentos e riscos ergonômicos identificados. Apresenta as principais considerações decorrentes de todo o processo de pesquisa, bem como as limitações e dificuldades do estudo.

Com base nos resultados obtidos, esta pesquisa poderá contribuir significativamente: (1) com recomendações sobre o uso do ECG (eletrocardiograma) e do EEG (eletroencefalograma) em Realidade Virtual; (2) para a melhoria e desenvolvimento de sistemas de treinamento em Realidade Virtual; e (3) para uma maior compreensão das características e do desempenho do usuário em tais sistemas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 REALIDADE VIRTUAL: CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

Há algum tempo, as pessoas imaginavam como seria experimentar certas sensações, explorar situações, ambientes e processos, ou mesmo manipular objetos sem que houvesse risco à integridade física e mental. Como consequência, era comum se imaginar tão corajoso como um astronauta, tão pequenino quanto um minúsculo grão de areia ou até mesmo rápido e preciso quanto um super computador. (FRANÇA, 2015b)

Nessa época, também eram comuns dúvidas e questionamentos tais como: e se fossemos tão pequenos a ponto de percorrer o corpo humano por dentro? Ou mergulhar nas profundezas dos oceanos e ver os seres que lá habitam? Ou visitar um planeta inóspito? E se pudéssemos nos deslocar no tempo e visitar o passado? Ou uma determinada cultura como, por exemplo, a cultura egípcia? (FRANÇA, 2015b)

Ainda que um livro ou uma pintura pudessem, em certa medida, proporcionar algo semelhante, fazendo com que o leitor ou o espectador se sentisse parte da história ou do cenário, essas tecnologias ainda careciam da sensação de envolvimento físico proporcionada pela estimulação sensorial de um ambiente visual tridimensional.

Com o desenvolvimento da RV, o que antes parecia restrito à imaginação ou mesmo fruto de uma obra de ficção, agora pode ser realisticamente experimentado por qualquer pessoa que tenha acesso a dispositivos interativos que enviam e recebem informações.

A partir desses dispositivos, o cérebro pode processar e entender os estímulos multimodais (imagens, sons, etc.) como ambientes coerentes. Ou seja, quanto mais modalidades sensoriais forem estimuladas (ex^o: visual, auditiva, tátil, proprioceptiva) e quanto mais o usuário puder agir, interagir e se sentir no controle, muito mais imersivo será o sistema. Quanto maior a imersão, mais o usuário se

sentirá isolado do mundo físico a ponto de se perceber como se estivesse de fato presente no ambiente virtual. (REBELO *et al.*, 2011)

Face ao exposto, a próxima seção apresentará alguns conceitos, ainda que de modo sucinto, com o intuito de esclarecer para o leitor o que seria e quais as principais características da RV.

2.1.1 Sobre a Realidade Virtual

Para a Virtual Reality Society¹¹, RV é o termo usado para descrever um ambiente tridimensional gerado por computador no qual a pessoa explora e interage a ponto de se sentir parte desse mundo virtual.

Também conhecida como ‘realidade ficcional’, a RV não se limita à imitação do real, pois por meio dela os usuários são transportados para um mundo possível, ainda que fictício.

Como a experiência da realidade para os seres humanos abrange a combinação da informação sensorial (sensopercepção), com os mecanismos cerebrais que dão sentido e significado à informação, mesmo que fisicamente não exista, essa informação pode ser percebida como real.

Ainda que sejam realidades diferentes, alternativas, criadas artificialmente, os ambientes de RV são percebidos “pelos nossos sistemas sensórios da mesma forma que o mundo físico a nossa volta: podem emocionar, dar prazer, ensinar, divertir e responder às nossas ações”. (TORI; HOUNSELL; KIRNER, 2018, p. 13)

Nesse sentido, a combinação de periféricos especializados, com programas computacionais, computadores de alto desempenho e ambientes gráficos tridimensionais proporcionariam uma percepção realística, na qual os objetos gráficos podem ser sentidos e manipulados pelos usuários. (CARDOSO; LAMOUNIER, 2006)

¹¹ <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html>

Interações, propriamente ditas, com alterações no ambiente virtual ocorrem quando o usuário entra no espaço virtual das aplicações e visualiza, explora, manipula e aciona ou altera os objetos virtuais, usando seus sentidos, particularmente os movimentos tridimensionais de translação e rotação naturais do corpo humano. (TORI; KIRNER, 2006, p. 06)

Em tais situações, interagir e manipular objetos virtuais torna-se algo mais intuitivo para o usuário, que não precisa aprender novos comandos visto que já está familiarizado com as ações por executá-las no mundo físico usando o próprio corpo (ex^o: gestos, olhares e comandos de voz).

Como a tecnologia evoluiu a ponto de se tornar aquilo que conhecemos atualmente, os anos que precederam a RV propriamente dita foram cruciais para o desenvolvimento tecnológico da RV e alguns pioneiros tiveram papel fundamental nesse período.

Nesse sentido, a próxima seção, apresenta os principais precursores e as principais contribuições que marcaram a história da RV.

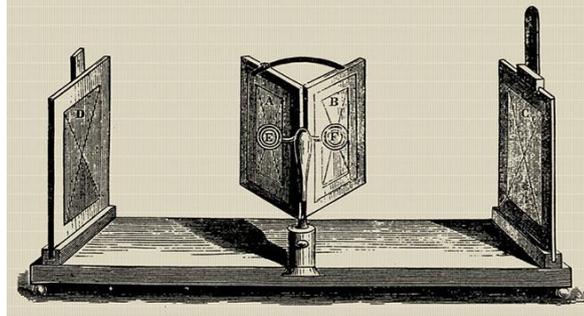
2.1.2 Histórico

Ainda não há um consenso sobre a origem e os primórdios da RV. Contudo, os primeiros registros podem ser atribuídos ao britânico Charles Wheatstone¹², que em 1838 criou um óculos estereoscópico com espelhos na frente dos olhos e uma pequena angulação na lente.

Como efeito, duas imagens lado a lado (desenho ou foto) ficavam sobrepostas criando uma ilusão de volume e imersão.

¹² <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Figura 3 – Primeiro tipo de estereoscópio, desenvolvido por Wheatstone.



Fonte: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>

Algumas décadas depois, em 1929, Edward Link inventou o *Link Trainer*¹³, estreando o que seria os primórdios dos simuladores de voo comercial.

Essa tecnologia consistia em um dispositivo eletromecânico, controlado por motores, cujo leme simulava turbulência.

Figura 4 – *The Link Trainer*, o primeiro exemplo de um simulador de voo comercial.



Fonte: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Em 1935, “Os Óculos de Pigmalião”, de Stanley Weinbaum, descreve um par de óculos que traz um mundo surreal, que combina hologramas com sons e cheiros, como se fosse um projetor individual.

Nessa mesma década, em 1939, a *Sawyer's Inc.* criou uma linha de estereoscópios denominada *View-Master*¹⁴. Os aparelhos permitiam ver filmes fotográficos coloridos, tridimensionais, exibidos por meio de rolos.

¹³ <https://www.youtube.com/watch?v=MEKkVg9NqGM>

Na época houve bastante aceitação do produto, que foi utilizado por crianças e adultos e relançados em 2015¹⁵, devido ao sucesso.

Outra contribuição que marcou a história da RV foi o Sensorama. Criado e desenvolvido por Morton Heilig na década de 1950 e patenteado em 1962, o Sensorama, pode ser entendido, grosso modo, como uma tecnologia que integrava os sentidos aos filmes do cinema.

Caracterizado como uma tecnologia multisensorial imersiva, o Sensorama¹⁶ era uma espécie de cabine, que se assemelhava a um fliperama, em que os sentidos eram estimulados a ponto do usuário se sentir imerso no filme.

Figura 5 – Sensorama.



Fonte: <http://web.ist.utl.pt/ist170613/>

Tinha como principais componentes: *display* estereoscópico tridimensional, alto-falantes estéreo, geradores de fragrância e uma cadeira vibratória.

Apesar de inovador, o Sensorama foi deixado de lado devido à falta de financiadores e investidores.

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=7JzzDQd26BE>

¹⁵ <https://www.tecmundo.com.br/google/75094-google-relanca-brinquedo-view-master-oculos-realidade-aumentada.htm>

¹⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=vSINEBZNCKs>

Heilig então seguiu para um novo projeto: a máscara *Telesphere*¹⁷ (*The Telesphere Mask*), que consistia em um display montado na cabeça, ainda sem rastreamento dos movimentos.

Em 1961, Comeau e Bryan, engenheiros da Philco, desenvolveram o *Headsight*, que tinha uma tela de vídeo para cada olho e um sistema de rastreamento de movimento ligado a uma câmera de circuito fechado.

Ainda que o termo RV não existisse na época, o *Headsight* permitia que militares tivessem uma visualização imersiva de situações perigosas. A movimentação remota da câmera, realizada por movimentos de cabeça, permitia ao usuário olhar naturalmente para o ambiente ao redor.

Apesar de inovador, o equipamento não integrava o computador e a geração de imagens.

Desenvolvido em 1963 e resultado da tese de Ivan Sutherland, o *SketchPad*¹⁸, primeiro sistema de comunicação gráfica homem-máquina, foi a primeira interface gráfica do usuário desenvolvida para computador. (FIALHO, 2018)

A novidade permitia ao usuário desenhar diretamente na tela do computador:

a caneta de luz fornecia as coordenadas para os comandos de desenho digitados via teclado. Os objetos (geometrias primitivas) previamente desenhados poderiam ser inseridos, girados, escalados e movidos. Os desenhos acabados podiam então ser armazenados em fita magnética e editados posteriormente. (FIALHO, 2018, p. 18)

O bloco de desenho foi, portanto, um marco para a época, cujas inovações incluíam “estruturas de memória hierárquica, para organizar os objetos e a capacidade de aumentar e diminuir o zoom”. (FIALHO, 2018, p. 18)

¹⁷ <https://www.techradar.com/news/wearables/forgotten-genius-the-man-who-made-a-working-vr-machine-in-1957-1318253/2>

¹⁸ https://www.youtube.com/watch?v=6orsmFndx_o

Em 1965, Ivan Sutherland inventou o *The Ultimate Display*¹⁹. Sutherland se referia a essa tecnologia como “uma sala na qual o computador conseguiria controlar a existência da matéria”. (REBELO *et al.*, 2011, p. 383) Conceitualmente, o *Ultimate Display* tinha como proposta simular a realidade a ponto de uma pessoa não conseguir distinguir a simulação da realidade de fato.

A tecnologia consistia em “um sistema de exibição montado sobre a cabeça, referido afetuosamente como a Espada de Dâmocles (*Sword of Damocles*) porque ficava suspenso no teto, acima da cabeça do usuário”. (FIALHO, 2018, p. 19, grifos do autor)

Apesar do *Ultimate Display* ser considerado um marco importante na história da RV, a criação do termo Realidade Virtual é atribuída a Jaron Lanier, músico e pesquisador, que na década de 1980 deu início à produção de simuladores de RV e em 1987 passou a comercializar luvas e capacetes com visores para interfaces de RV. (FIALHO, 2018)

A partir da década de 1990, “dispositivos como, rastreadores de posição, equipamentos de som, capacetes e luvas de diferentes modelos, além de hardware e software específicos” (COSTA; KAYATT; BOGONI, 2018, p. 112) passaram a ser comercializados ao ponto das pessoas consumirem conteúdo tridimensional em suas próprias casas.

¹⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=NtwZXGprxag>

2.2 PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES SOBRE A REALIDADE VIRTUAL

No filme Matrix (Estados Unidos/Austrália, 1999, cor, 136 min), dirigido pelos irmãos Wachowski, Keanu Reeves faz o papel de Neo, o escolhido.

Em um dos trechos da ficção, enquanto aguarda para consultar o Oráculo, o avatar²⁰ Neo se depara com um menino em trajes budistas que consegue entortar colheres sem o uso da força física. Na trama, os personagens dialogam sobre o que seria 'a verdade' no sistema de Realidade Virtual 'Matrix':

Menino: - Não tente dobrar a colher. Não vai ser possível. Em vez disso, tente apenas perceber 'a verdade'.

Neo: - Que verdade?

Menino: - Que não há colher.

Neo: - A colher não existe?

Menino: - Então verá que não é a colher que se dobra, apenas você.

Figura 6 – Diálogo entre o avatar Neo e o menino budista no sistema de Realidade Virtual 'Matrix'.



Fonte: Google images

No filme, a colher fisicamente não está lá. Ela foi metaforicamente incorporada ao contexto: tudo acontece por meio da mente humana e dos circuitos neurais que integram as bases dos processos mentais.

²⁰ Avatar: Representação gráfica de um usuário em realidade virtual. De acordo com a tecnologia, pode variar desde um sofisticado modelo 3D até uma simples imagem.

O que, no entanto, parecia cena de filme de ficção científica passa a tomar forma no nosso dia-a-dia: paralelo ao desenvolvimento da Internet gráfica, o desenvolvimento de sistemas de Realidade Virtual (RV), com interfaces criativas e dinâmicas, permitiu ao usuário simular situações fictícias e não-fictícias com base em experiências vividas no mundo físico. (FRANÇA, 2013)

Esse desenvolvimento tornou possível ao usuário progressivamente se sentir parte desse mundo de telas, *displays* e ícones, de modo a não apenas mergulhar em uma ilusão, mas a perceber contextualmente a experiência por meio, inclusive da sensação de envolvimento físico. (FRANÇA; SOARES; MEIRA, 2013)

A fim de proporcionar aos usuários experiências envolventes e realistas, mais próximas daquilo que o usuário pensa, sente e deseja no mundo físico, a indústria da Realidade Virtual vem investindo no desenvolvimento e popularização de produtos e sistemas, revelando-se como um campo promissor e de transformações significativas na economia mundial.

Com interfaces, cada vez mais desenvolvidas para dar suporte à interação humana, a Realidade Virtual, progressivamente, passou a integrar os mundos virtuais a corpos, metaforizados, imersos, ao ponto de tornar possível aos usuários manipularem e sentirem objetos virtuais.

Pela orquestração dos aspectos visomotores e pela mediação semiótica, o sujeito ativo constrói então uma percepção de si e do meio que permitem aos sentidos atuar no e atualizar o mundo sintético. (FRANÇA, SOARES, 2015a)

Ainda que apele para o ficcional, a simulação nesse ambiente tem como principal característica apresentar ao usuário situações com um grau de realismo que o permita tomar decisões e resolver problemas no mundo físico.

Face à atual conjuntura, frequentemente nos questionamos: seriam as interfaces boas o suficiente para esse fim? E quanto ao aspecto subjetivo? Em termos de preferências, habilidades, necessidades, expectativas e desejos, como integrar a perspectiva dos usuários?

A análise dos ambientes virtuais, com interfaces baseadas em signos e ricas em metáforas, requer que adotemos uma perspectiva integradora, na qual a experiência humana, ainda que abstrata, é interpretada a partir de tudo o que o usuário conhece do mundo físico, inclusive a vivência da própria corporeidade. (FRANÇA, SOARES, 2015a)

Fundamentado em tais considerações, este estudo encontra-se ancorado na premissa em que o lócus da metáfora é o pensamento, no sentido da construção sociocognitiva do real e entende que, apesar das peculiaridades inerentes à cultura digital, o comportamento do usuário no mundo virtual não difere totalmente do comportamento desempenhado no mundo físico (FRANÇA, 2008), de modo que as ações, emoções, expectativas e desejos do usuário no ambiente virtual se assemelhem àquilo que se observa no mundo físico.

Ou seja, ainda que metaforicamente representado no mundo virtual, as emoções e sentimentos do usuário podem ter origem: (1) a partir de estímulos provenientes do meio social e do mundo físico, em relação ao que o sujeito atribui um significado com tonalidade afetiva; e (2) na vida mental do sujeito (ex^o: uma fantasia sexual).

Nesse sentido, considera-se que “a essência de um sentimento (o processo de viver uma emoção) não é uma qualidade mental ilusória associada a um objeto, mas sim a percepção direta de uma paisagem específica: a paisagem do corpo”. (DAMÁSIO, 2016, p. 18)

Nessa orquestração corpo-mente,

[...] o corpo, tal como é representado no cérebro, pode constituir o quadro de referência indispensável para os processos neurais que experienciamos como sendo a mente. O nosso próprio organismo, e não uma realidade externa absoluta, é utilizado como referência de base para as interpretações que fazemos do mundo que nos rodeia e para a construção do permanente sentido de subjetividade que é parte essencial de nossas experiências. De acordo com essa perspectiva, os nossos mais refinados pensamentos e as nossas melhores ações, as nossas maiores alegrias e as nossas mais

profundas mágoas usam o corpo como instrumento de aferição.
(DAMÁSIO, 2016, p. 20)

Mas o humano não é simplesmente um corpo. O humano se caracteriza como um corpo consciente. (HOLQUIST, 1994; FRANÇA, 2008) Em outras palavras, emoção e consciência não se separam (DAMÁSIO, 2015), visto que “[...] nós ainda permanecemos incorporados num mundo de carne e sangue e não de bits e bytes” (VIETA, 2005, p. 30)

Nessa perspectiva, o sistema de RV guarda uma particularidade que o caracteriza e o distingue de outras tecnologias: a coexistência dos corpos biológico e virtual que agem coordenadamente de modo que o usuário possa se apresentar e interagir no mundo virtual.

Assim dito, nos sistemas de RV, o corpo físico, metaforizado, se apresenta como informação a partir da qual o próprio usuário e outras pessoas podem fazer uma leitura do contexto, interpretar a situação e tomar decisões.

Essa transfiguração humana seria, portanto, fruto de um processo de integração do corpo físico com o corpo-máquina²¹, ao ponto do usuário transitar entre os mundos físico e virtual e até mesmo se perceber no e sentir fisicamente o ambiente virtual. (FRANÇA, PEREIRA NETO, SOARES, 2016)

Nesse caso, conceitos como imersão, presença, interação e envolvimento, fundamentais ao estudo da RV, tornam-se indispensáveis à compreensão da experiência física e psicológica dos usuários nesses sistemas. (REBELO *et al.*, 2011; FRANÇA, SOARES, 2015a)

Face ao exposto, este estudo foca no conceito de imersão, que está relacionado ao estado psicológico caracterizado por perceber-se envolvido por, incluído em e interagindo com um ambiente que proporciona um fluxo contínuo de estímulos. (WITMER, SINGER, 1998; REBELO *et al.*, 2011, FRANÇA *et al.*, 2017)

²¹ Usuário de carne e osso vestido com os trajes de RV e dispositivos físicos.

Nesse sentido, quanto menos o usuário puder perceber o mundo físico (ver, tocar ou ouvir), maior será a imersão em RV. (FRANÇA, SOARES, 2015b)

2.3 TECNOLOGIAS IMERSIVAS

São tecnologias que integram o mundo físico ao virtual, simulado, criando no usuário um senso de imersão.

Por apresentarem um alto grau de sofisticação, essas tecnologias proporcionam experiências imersivas e perceptuais realísticas, por meio de múltiplos componentes (dispositivos de interação, percepção, softwares e aplicativos). (FRANÇA *et al.*, 2017; FRANÇA; SOARES, 2017)

2.3.1 Dispositivos de interação

Permitem ao usuário interagir e se comunicar no ambiente virtual. (FRANÇA; SOARES, 2017)

Quadro 1 – Dispositivos de interação

Dispositivos de Interação	
Tipo de Interação	Tipo de Dispositivo
<p>Interface cérebro-computador</p> <p>(BCI's – Brain-Computer Interface)</p>	<p>EEG:</p> 
<p>Interface homem-máquina</p> <p>(HCI – Human-Computer Interface)</p>	<p>Reconhecimento gestual:</p>  <p>Reconhecimento da fala:</p> 

Esteiras de direcionamento (Omnidirectional Treadmill):



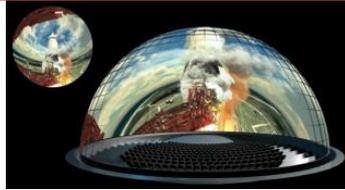
Fonte: França e Soares (2017)

2.3.2 Dispositivos perceptuais

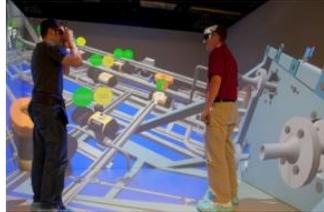
Desenvolvidos para estimular os sentidos humanos, a fim de criar nos usuários de RV, sensações perceptuais realísticas. (FRANÇA; SOARES, 2017)

Quadro 2 – Dispositivos perceptuais

Dispositivos Perceptuais	
Tipo de Percepção	Exemplo de Dispositivo
Visual	Mostrador 3D (3D display)
	
	Holografia
	
	Head-mounted display
 	
Cúpula (Fulldome)	



Cave

**Auditiva**

Efeito áudio 3D

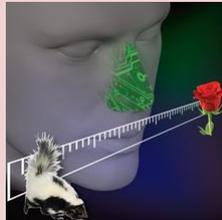
Som surround

Áudio imersivo

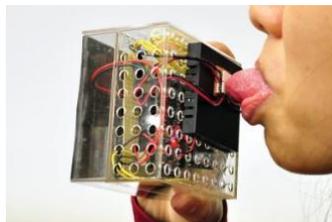
Luva háptica:

Tátil**Olfativa**

Nariz eletrônico:

**Gustativa**

Eletrodos que reproduzem sabor:

**Cinestésica**

Traje para sentir a RV:



Plataformas:

Proprioceptiva



Fonte: França e Soares (2017)

2.3.3 Softwares e aplicativos

Integram os usuários de carne e osso e os dispositivos físicos ao ambiente simulado (avatares, ambiente e objetos virtuais que compõem o sistema), proporcionando uma resposta dinâmica e sincrônica. (FRANÇA; SOARES, 2017)

2.3.4 Áreas de aplicação

Por serem uma tendência, as tecnologias imersivas estão cada vez mais ganhando novos espaços, podendo ser aplicadas em diversas áreas:

Quadro 3 – Áreas de aplicação da tecnologia imersiva

Áreas de Aplicação da Tecnologia Imersiva

Área	Exemplo
Militar	
Médica	
Aviação	

Educação para o trânsito**Entretenimento****Games****Arte****Produtos de consumo adulto****Indústria****Arquitetura**

Fonte: França e Soares (2017)

Apesar da sensopercepção e do cérebro humanos terem evoluído para que as pessoas pudessem perceber a realidade de modo coerente, sincronizado e mediado, o uso de dispositivos (como a luva háptica, sensores e controles manuais) para a interação do usuário com o ambiente virtual pode provocar restrições, de modo a produzir desconforto físico e mental.

Mesmo que isso ocorra, até que ponto essas restrições comprometeriam a qualidade da experiência do usuário com o sistema? E em que medida essas restrições afetariam a formação de preferências dos usuários?

Esse contexto torna, portanto, indispensável investigar a experiência emocional nas situações de uso dessas tecnologias, bem como os constrangimentos e riscos ergonômicos inerentes tanto aos dispositivos físicos quanto às características do ambiente virtual adotado pelo usuário. (FRANÇA; SOARES, 2017)

2.4 ERGONOMIA, HEDONOMIA E O PROJETO HEDÔNICO

No passado, o projeto tinha como foco a funcionalidade do produto em detrimento à ênfase no usuário, o que gerava frustração e desperdício de tempo devido à má usabilidade. (JORDAN, 1998; IIDA, 2005; PREECE; ROGERS; SHARP, 2005; NORMAN, 2006; BARBOSA; SILVA, 2010)

Com o desenvolvimento tecnológico e o consequente aumento na complexidade dos produtos passou-se a considerar as necessidades e características dos usuários como fator de competitividade. Nesse caso, aspectos como estética e usabilidade tornaram-se um diferencial de mercado para atrair consumidores. (LIU, 2000; LIU, 2003; FALCÃO; SOARES, 2013)

Quanto à Realidade Virtual (RV), os avanços no projeto e desenvolvimento de interfaces estão relacionados à evolução histórica dessa tecnologia e, conseqüentemente, às transformações frente ao mercado consumidor, ávido por novidades.

Essas novidades, progressivamente, passam a fazer parte do dia-a-dia, nos mais variados contextos que, por sua vez, devem ser considerados no projeto, tendo em vista a adequação do produto.

Como os produtos são concebidos para pessoas de carne e osso, essa adequação precisa considerar também as necessidades, expectativas e desejos dos usuários, que se distinguem uns dos outros por opiniões e preferências. Ou seja, não basta uma boa aparência ou uma boa usabilidade. É importante “otimizar a relação usuário-produto”. (FALCÃO; SOARES, 2013)

A fim de proporcionar ao usuário experiências cada vez mais agradáveis, criativas, envolventes e desafiadoras, faz-se necessário adotar uma perspectiva integradora, em que as relações entre estética e usabilidade, afeto e cognição (NORMAN, 2002), prazer (JORDAN, 2000; GREEN; JORDAN, 2002), percepção e emoção (SEVA *et al.*, 2011) sejam consideradas.

Com o intuito de ir “além das experiências emocionais que o Design pós-moderno propõe, proporcionando também segurança e conforto” (VAN DER LINDEN, 2007, p. 18), o design de interfaces físicas e virtuais de produtos e sistemas de RV passou a considerar parâmetros para o projeto e redesenho com base em princípios, métodos e técnicas da Ergonomia.

Além das técnicas de Design e devido às limitações de tempo, o ciclo projeto-desenvolvimento-avaliação-redesign frequentemente recorre às técnicas de avaliação ergonômica do produto ou sistema (análise da tarefa, testes de usabilidade, etc.).

A partir dessas técnicas busca-se projetar para o maior número possível de pessoas, considerando as características e limitações do público-alvo, prevenindo erros e situações de risco que comprometam a integridade física e mental dos usuários.

Para que seja possível propor novas ideias e projetar produtos e sistemas customizados, faz-se necessário investigar sobre as pessoas e seus hábitos.

Quanto à experiência emocional em relação ao produto/sistema, para que o projeto orientado aos fatores humanos/ergonômicos seja especial e agradável ao usuário é indispensável considerar a relação afetiva usuário-produto bem como a importância das emoções na interação humano-tecnologia-ambiente, de modo que o produto seja entendido além da relação física. (VAN DER LINDEN, 2007)

2.4.1 A hierarquia das necessidades no Projeto Hedônico

Conforme propõe a Associação Internacional de Ergonomia (*International Ergonomics Association* – IEA), a ergonomia é conceituada como

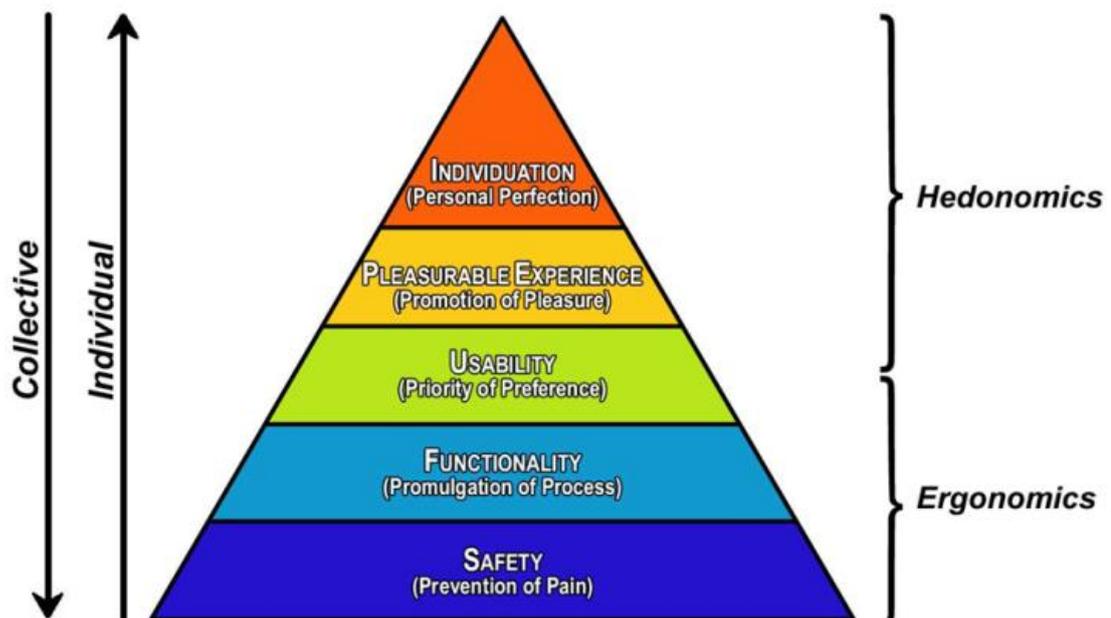
disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos a projetos que visem otimizar o bem estar humano e o desempenho global dos sistemas. (IIDA, 2005, p. 2 – 3)

A ergonomia envolve, portanto, o projeto e avaliação de produtos e sistemas, a partir de uma perspectiva global do trabalho, que inclui, entre outros, aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais e ambientais, considerando os diversos níveis de complexidade dos sistemas.

Nesse caso, enquanto a ergonomia atua de modo a prevenir a dor, as lesões e o sofrimento humano no ambiente de trabalho, a hedonomia, ao contrário, busca proporcionar prazer por meio do design.

Na hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas, abaixo representada, as interações humano-tecnologia prazerosas são resultantes das necessidades hedônicas, cujos níveis mais altos só são atingidos após serem satisfeitas as necessidades ergonômicas de segurança, funcionalidade e usabilidade do produto/sistema.

Figura 7 – Hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas, obtida a partir da hierarquia das necessidades de Maslow.



Fonte: Hancock; Pepe; Murphy (2005)

Nesses termos, o projeto hedônico: (1) não pode causar dano, dor ou sofrimento ao usuário, (2) precisa funcionar, de modo a realizar aquilo a que foi

destinado e (3) ter uma boa usabilidade (ser eficaz, eficiente, fácil de usar). Contudo, não basta ao produto ter uma boa usabilidade. É preciso que ele seja capaz de proporcionar prazer e de ajudar o usuário a alcançar a própria individualização.

Essa dimensão hedônica é atingida a partir de outro pilar da usabilidade, a satisfação do usuário, que é um resultado importante do design (usuários satisfeitos tendem a usar o produto novamente).

Conceituada pela ISO 9241:11 (1998, p. 03) como “ausência do desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto”, a satisfação não é suficiente para explicar a percepção e a expectativa do usuário frente ao produto antes mesmo de adquiri-lo e/ou usá-lo.

Ou seja, a dimensão hedônica não se restringe à satisfação, que é um aspecto da usabilidade, contudo a satisfação é de fundamental importância para o projeto com foco em experiências positivas, prazerosas e na individualização do usuário.

Como a busca pelo prazer é o principal foco do projeto hedônico, visto ser este o primeiro componente da hierarquia que não é compartilhado com a ergonomia, o produto hedonomicamente bem projetado irá proporcionar uma interação humano-tecnologia agradável e prazerosa, construída a partir da conexão emocional do usuário com o produto. A partir dessa conexão emocional, o usuário pode então atingir a individualização pelo produto.

Mas o usuário só conseguirá essa individualização caso o projeto viabilize a customização, que se destaca por maximizar a funcionalidade do sistema e o prazer do usuário, de modo a permiti-lo explorar as características pessoais e obter prazer a partir da sensação de bem-estar em relação ao sistema.

Esse bem-estar, no entanto, não se restringe ao conforto, visto que envolve outros aspectos, tais como: o significado pessoal atribuído ao produto/sistema, a manipulação dos dispositivos físicos e a modelagem do ambiente virtual, conforme

as características e limitações dos usuários, que se combinam num “processo dinâmico e adaptável”. (NORMAN, 2008)

2.4.2 Recomendações para um projeto com foco em experiências positivas e prazerosas

A comunidade IHC (Interação Humano-Computador) foi apresentada ao conceito de ‘experiência do usuário’ com o intuito de integrar o modo como os usuários respondem física, cognitiva e emocionalmente às propriedades (funcionais, estéticas e de interação) dos produtos e sistemas.

O conceito, apresentado pela ISO 9241:210 (2010), caracteriza a experiência do usuário como “percepções e respostas da pessoa que resultam do uso ou da expectativa de uso de um produto, sistema ou serviço”. (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010, p. 365)

Ou seja, antes mesmo que ocorra a relação física com o produto/sistema, o pretense usuário constrói uma percepção/expectativa com base: em produtos similares, na opinião de outros usuários, na estética, e nas informações obtidas sobre o produto/sistema antes mesmo de adquiri-lo e/ou usá-lo.

Essa percepção/expectativa leva o consumidor a pesquisar sobre o produto/sistema e investigar as melhores opções do mercado a partir das preferências, gostos e interesses pessoais.

Em outras palavras, no projeto hedônico a ergonomia, a experiência do usuário e o apelo estético estão associados às memórias e emoções (passadas e presentes, bem como às expectativas futuras) relacionadas ao produto/sistema.

Para Cybis, Betiol e Faust (2010, p. 367), a experiência do usuário “pode ser vista como o conjunto de todos os processos (físicos, cognitivos e emocionais) desencadeados no usuário a partir da sua interação com um produto ou serviço em diversos momentos (que incluem a expectativa da interação, a interação

propriamente dita e a reflexão após a interação) em um determinado contexto de uso (físico, social, tecnológico)”.

Segundo Hassenzahl e Tractinsky (2006, p. 95), “a experiência do usuário é consequência do estado interno do usuário (predisposições, expectativas, necessidades, motivação, humor, etc), das características do sistema projetado (complexidade, objetivo, usabilidade, funcionalidade, etc.) e do contexto (ou do ambiente) no qual a interação ocorre (configurações organizacionais/sociais, significado da atividade, espontaneidade do uso, etc.)”.

Face ao exposto, Hancock, Pepe e Murphy (2005, p. 13), recomendam ao projeto hedônico:

- Projetar para o prazer deve ser uma meta explícita desde o início do projeto;
- Até que o design hedônico seja melhor entendido, o prazer como meta do design deve permanecer subordinado à segurança, funcionalidade e usabilidade;
- Para alcançar as metas hedônicas, faz-se necessário estabelecer “aferições do prazer” válidas e confiáveis;
- Um requisito explícito do design hedônico é ser “teoricamente orientado” e “empiricamente fundamentado”;
- O design hedônico alcança a meta explícita com “completa individualização”, a qual, em combinação com o Design Centrado no Usuário, requer um design personalizado (customização). Isso pode ser conseguido incorporando-se princípios como longevidade estética, interação contínua, e outros que surgirão dos avanços na investigação hedônica.

Seguindo a hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas na interação humano-tecnologia (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010), um produto/sistema deve ser projetado:

- Para operar em condições seguras, garantindo a integridade física do usuário e que este atinja o objetivo pretendido.

- Para garantir a usabilidade, que se caracteriza pela realização da tarefa de modo fácil e eficiente.
- Para atender às necessidades psicológicas e sociológicas do usuário, de modo que a interação se torne uma experiência prazerosa.
- Para incorporar princípios de customização que permitam que o sistema se adapte às características e preferências do usuário (individualização).

A partir da customização é possível superar a uniformidade do produto (NORMAN, 2008), cujos atributos são associados às experiências passadas, presentes e às expectativas do usuário, adquirindo um significado pessoal.

O projeto hedônico não se restringe, portanto, ao design centrado no usuário (perspectiva coletiva). Pelo contrário, é um projeto centrado no indivíduo, na pessoa que percebe e que sente.

Ainda que subjetiva, a experiência do usuário pode ser medida e quantificada a partir dos comportamentos e atitudes dos usuários. (TULLIS; ALBERT, 2008) A questão é entender como essa aferição irá contribuir para o desenvolvimento do produto/sistema e para o bem-estar do usuário.

Ou seja, no projeto hedônico e no desenvolvimento do produto/sistema não cabe apenas a ênfase no desempenho. É preciso, principalmente, avaliar os aspectos hedônicos. Essa avaliação deve contemplar tanto a experiência relatada quanto a experiência sentida pelos usuários de modo a ser possível adequar o produto/sistema às características de cada um por meio da customização.

A fim de verificar se as recomendações de projeto foram seguidas e se foi atendida a hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas, este estudo se propôs desenvolver um **modelo de avaliação hedônica de produtos e sistemas de RV**, que pode ser adaptado para a avaliação de outros tipos de produtos (físicos e/ou virtuais).

2.4.3 Projeto e desenvolvimento de interfaces prazerosas

No projeto e desenvolvimento de produtos e sistemas, a usabilidade ocupa-se da interface, que em situações e contextos de uso é operada por diversos tipos de usuários, com opiniões, necessidades, gostos, expectativas e interesses variados.

Nesse caso, o projeto e desenvolvimento de interfaces (físicas e/ou virtuais) “exige conhecimentos, abordagens, métodos e ferramentas especializados, muitos dos quais ainda em desenvolvimento”. (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010, p. 19)

Em seus primórdios, era comum a influência de teorias e modelos cognitivos humanos no projeto e avaliação de interfaces. Com o passar dos anos essa realidade foi se modificando e passou a agregar recomendações ergonômicas.

Recentemente, avanços significativos vêm sendo observados no campo metodológico da usabilidade, cujo ciclo evolutivo, iterativo e baseado na participação do usuário, é regulado pela norma ISO 13407, que trata do projeto centrado no usuário. (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010)

Esse aspecto não determinístico do projeto requer a máxima atenção por parte do desenvolvedor quanto aos requisitos de usabilidade. Com a cuidadosa avaliação, é possível verificar se a interface satisfaz aos requisitos antes mesmo de ser implementada e comercializada.

Nesse processo, o usuário participa ativamente fornecendo informações e avaliando versões da interface de modo a colaborar com algumas decisões do projeto. (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010)

Levando-se em consideração as demandas pessoais é possível integrar as características, interesses e necessidades dos usuários à tarefa, de modo que eles possam se reconhecer por meio da interface, tornando possíveis as conexões emocionais com o produto/sistema.

2.4.3.1 Integrando aspectos da Usabilidade e Experiência do Usuário ao projeto

Para se projetar um produto/sistema faz-se necessário, entre outros aspectos, entender as necessidades do usuário. Uma parte desse processo está relacionada à avaliação do produto/sistema a partir de metas da usabilidade (segurança, eficácia, eficiência, facilidade no uso).

Essas metas orientam os desenvolvedores para a observância de questões específicas no projeto e transformam-se em critérios de usabilidade, tais como: tempo para completar uma tarefa (eficiência), tempo para aprender uma tarefa (facilidade para aprender) ou o número de erros cometidos pelo usuário durante a realização da tarefa em um dado período de tempo (facilidade para recordar). (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005)

Diferentemente, as metas da experiência do usuário preocupam-se em explicar a qualidade da experiência (exº: divertida, agradável) e estão relacionadas ao modo como o usuário se sente na interação com o sistema.

Figura 8 – Relação das metas da usabilidade com as metas da experiência do usuário.



Fonte: Preece; Rogers; Sharp (2005), adaptado pela autora.

Como os produtos/sistemas de RV tanto apresentam dispositivos físicos quanto componentes virtuais, a experiência do usuário torna-se qualitativamente diferente daquilo que se espera ao se projetar com base apenas nos critérios e metas da usabilidade.

Ou seja, ao interagir com o sistema, o usuário pode até imprimir mais força que o habitual ao fazer uso de um dispositivo háptico, por exemplo, o que, no entanto, pode resultar numa experiência divertida e agradável ao serem consideradas as metas da experiência do usuário.

Algumas metas, contudo, são incompatíveis, pois nem tudo é possível ou desejável para o projeto. Cabe então propor combinações de ambas as metas, sempre observando quem será o público-alvo, qual a tarefa a ser realizada e em que contexto de uso. (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005)

2.4.4 A avaliação no Projeto Hedônico

Com foco nas limitações de tempo e de custo, o projeto e desenvolvimento de interfaces²² de Realidade Virtual (RV) envolve a participação do usuário, tanto para informar quanto para avaliar, e até mesmo como coautor nas soluções de design.

Fundamental para o desenvolvimento de produtos/sistemas com alta qualidade de uso, a avaliação possibilita identificar problemas na interface e na interação que afetam negativamente a qualidade da experiência do usuário.

Fator de competitividade, a identificação e correção de problemas antes mesmo que o produto/sistema seja comercializado contribui para evitar desperdícios, visto que o custo para avaliação da qualidade de uso “não costuma ser alto quando comparado ao orçamento global de um projeto de desenvolvimento e principalmente quando consideramos os benefícios significativos e importantes para o sistema.” (BARBOSA; SILVA, 2010, p. 289)

²² A interface aqui é entendida como o meio físico ou conceitual entre o usuário e a parte funcional do produto/sistema e pode apresentar metáforas para enunciar as tarefas que serão desempenhadas no produto/sistema.

Ao testar a qualidade busca-se “certificar que o produto final está adequado ao propósito” (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, p. 190) O bom projeto respeita as recomendações ergonômicas e os aspectos relacionados à usabilidade, do que resulta a satisfação do usuário. (MONT’ALVÃO; DAMAZIO, 2012)

São critérios de qualidade relacionados ao uso: a usabilidade, a experiência do usuário, a acessibilidade e a comunicabilidade. (BARBOSA; SILVA, 2010) Esses critérios auxiliam nas decisões de design e contribuem para que o desenvolvedor verifique se o produto se adéqua às características, limitações e necessidades dos usuários de modo a atingir seus objetivos nos contextos de uso. Também é possível verificar se o produto/sistema atende aos requisitos do projeto, como se comporta e quais os impactos disso na experiência do usuário.

Com foco nos aspectos prazerosos da interação humano-tecnologia, o **design hedônico**, também conhecido como **projeto ergonômico afetivo**, projeta **para** a experiência positiva, prazerosa, do usuário, cujo foco da avaliação está em **como** o usuário avalia o produto/sistema.

Caracterizado pelo ciclo **requisitos-projeto-desenvolvimento-avaliação-redesign**, o projeto hedônico considera os aspectos da engenharia de usabilidade e vai além, possibilitando ao designer explorar ideias alternativas para propor novas versões da interface, elaboradas e refinadas nos ciclos de avaliação e redesign até chegar à solução, que é o produto/sistema final, pronto para ser comercializado.

2.4.5 O Processo de Design e Usabilidade no Projeto Hedônico

Antes de falar sobre as características do projeto hedônico e sobre os aspectos do processo de design nessa perspectiva, faz-se necessário esclarecer algumas confusões conceituais frequentemente observadas.

Tais confusões estão relacionadas aos termos: Design Centrado no Humano, Design Centrado no Uso e Design Centrado no Indivíduo, que apesar de semelhantes, guardam características que os diferenciam um do outro, não só do ponto de vista teórico como também prático:

Design Centrado no Humano – considera a primazia das capacidades sensoriais, cognitivas, físicas e motoras do componente humano do sistema, elemento central desde as fases iniciais do processo de design. Por exemplo, se o humano tivesse pinças no lugar das mãos, o modo como perceberia, entenderia e agiria com o produto seria diferente.

Design Centrado no Uso – como o próprio nome sugere, concentra-se no **uso**, ou seja, emerge das ações combinatórias dos humanos no uso da tecnologia. Por exemplo, o telefone foi inicialmente concebido para as pessoas receberem chamadas e falarem umas com as outras, embora as pessoas atualmente usem o telefone para bloquear um contato.

Design Centrado no Indivíduo – característico do projeto hedônico. Concentra-se no nível pessoal e no estado de individualização (características que tornam o usuário único e que o diferencia dos demais), relacionados às conexões afetivas dos usuários com os produtos/sistemas.

Essa individualização, no entanto, não se encerra no *self* (consciência, “eu”), visto que afeta os demais componentes do sistema (como, por exemplo, o ambiente físico e virtual e as demais pessoas, além dos aspectos inconscientes relacionados à atividade neural).

Ou seja, no projeto hedônico o **sistema vivo** é o elemento central. Nesse caso, o processo de design considera as dimensões e características **de cada ser humano** (capacidades e limitações sensoperceptivas, cognitivas e de resposta). As dimensões pessoais também devem ser exploradas e a avaliação deve respeitar as motivações e aspirações do indivíduo. (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005)

Invés de evitar ou tentar curar o negativo, a perspectiva hedônica foca na promoção do positivo, tendo em vista o bem-estar do usuário de produtos e sistemas.

Em outras palavras, a ergonomia se concentra em prevenir a dor e o sofrimento humano enquanto que a perspectiva hedônica foca em promover o

prazer no sistema humano-tarefa-tecnologia-ambiente (MONT'ALVÃO; DAMAZIO, 2012), o que para Hancock, Pepe e Lauren (2005, p. 10) caracteriza uma “expansão paradigmática”.

Tradicionalmente, os estudos em usabilidade e experiência do usuário focam na satisfação e/ou no desempenho (eficácia e eficiência do usuário durante a realização de tarefas). Em tais situações a engenharia de usabilidade é aplicada ao desenvolvimento e adaptação do produto/sistema de modo que a interação humano-tecnologia seja mais rápida e bem-sucedida e, conseqüentemente, mais produtiva. (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010)

No projeto hedônico, a funcionalidade, a segurança e a usabilidade (eficácia, eficiência e facilidade de uso) são elementos básicos para uma interação humano-tecnologia prazerosa. Caso esses critérios mínimos sejam atendidos, o processo de design segue para a fase do projeto da experiência do usuário, em que os benefícios emocionais devem ser considerados, sendo objetivo final a adaptação do sistema ao usuário, a facilidade de customização e a individualização pelo produto.

Ou seja, inicialmente a Interação Humano-Computador e a usabilidade consideravam os erros e fracassos. Com o tempo, passaram a considerar as preferências dos usuários. E com o projeto hedônico, o foco passou a concentrar-se na promoção do bem-estar a partir de experiências positivas, prazerosas, de modo a prevenir resultados negativos. (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005)

Como o projeto hedônico de produtos/sistemas de RV tem como foco o prazer do usuário, busca-se proporcionar experiências de imersão agradáveis, divertidas, envolventes e desafiadoras por meio do estabelecimento de conexões afetivas positivas do usuário com o produto/sistema.

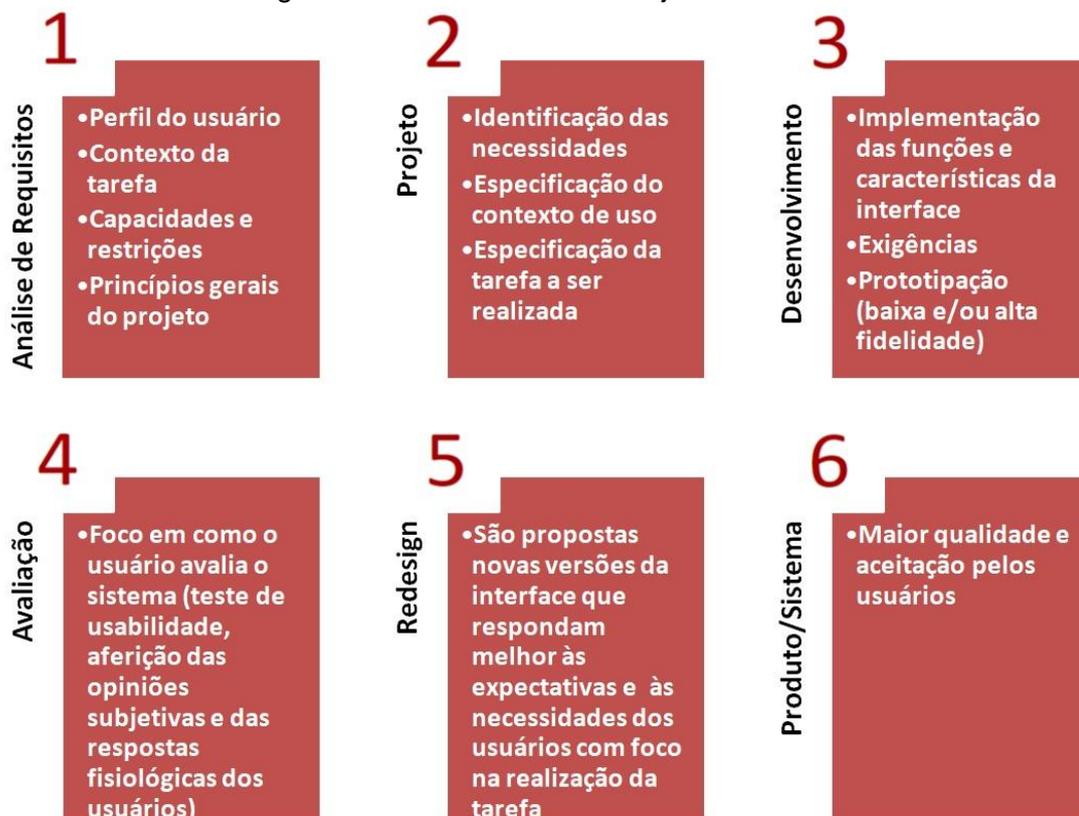
2.4.6 O Ciclo de Vida do Projeto Hedônico

A incessante busca por critérios verificáveis e mensuráveis para o desenvolvimento e avaliação de produtos e sistemas é uma questão central ao Projeto Hedônico e tem como características: (1) especificar medidas quantificáveis

relacionadas à experiência emocional do usuário com o produto/sistema, (2) que são documentadas no projeto e desenvolvimento do produto/sistema, (3) para uma avaliação do produto/sistema relacionando-o a tais medidas.

Fundamentada em uma perspectiva holística e com uma descrição detalhada, o ciclo das atividades de análise dos requisitos, projeto, desenvolvimento e testagem das versões da interface serão a seguir identificados e descritos conforme a fase daquilo que aqui foi nomeado como 'Ciclo de Vida do Projeto Hedônico'.

Figura 9 – Ciclo de Vida do Projeto Hedônico.



Fonte: a autora

Fase 1 – Análise dos Requisitos: Considera os requisitos ergonômicos, mas não se restringe a eles: conforto postural, adequação dimensional, segurança no uso, facilidade de manipulação, compatibilidade de movimentação, minimização de esforços acionais, racionalização e funcionalidade do arranjo físico dos componentes, facilitação da manutenção, apropriação do campo visual, legibilidade, visibilidade e compreensibilidade dos caracteres alfa-numéricos e dos símbolos

iconográficos, objetivação da tarefa e contexto de uso. (MONT'ALVÃO; DAMAZIO, 2012, p. 20-21)

Na especificação do contexto de uso busca-se especificar o tipo de usuário que estará operando o sistema de RV, para o qual a interface será desenvolvida. Também é identificado o tipo de tarefa e as condições ambientais em que a interface será utilizada (qual equipamento, dispositivos a serem empregados, ambiente físico, virtual e organizacional).

Nessa fase também são especificadas as exigências para a usabilidade do produto/sistema de RV, que podem ser qualitativas (funções e características da interface que deveriam ser implementadas para atender àquele tipo de usuário, tarefa e tecnologia anteriormente especificada e que **serão considerados no projeto e na avaliação do sistema**) e quantitativas (nível de usabilidade esperado: valores mínimos admissíveis de eficácia, eficiência e satisfação do usuário). Caso não atenda aos valores mínimos admissíveis, faz-se necessário o redesign do produto/sistema.

Como prioriza a ligação afetiva do usuário com o produto/sistema, a usabilidade deve destacar bem mais **como o usuário avalia** invés de avaliar o usuário. Para tal, é preciso levar em consideração as características humanas: afetivas, cognitivas, sensoperceptivas e comportamentais a serem identificadas no projeto.

Nesse caso, os requisitos ergonômicos não são exclusivos e/ou determinantes, visto que uma experiência pode ser divertida e/ou agradável ainda que o usuário precise, por exemplo, fazer maior esforço com a luva háptica para manipular um objeto virtual.

Fase 2 – Projeto: Essa fase tem como objetivo considerar “as necessidades psicológicas e sociológicas do usuário, como suas necessidades de pertencer, alcançar, ser competente e independente (no uso do sistema), tornando a interação uma experiência prazerosa.” (MONT'ALVÃO; DAMAZIO, 2012, p. 27)

Hancock, Pepe e Lauren (2005) consideram necessidades psicológicas e sociológicas para uma experiência prazerosa: o pertencimento, a realização, a competência e a independência.

Ou seja, na fase do projeto são identificadas as necessidades do usuário a serem enfatizadas pelo produto/sistema: independência, orgulho; confiança; coragem; poder; justiça; realização; reconhecimento/valorização; recordação; solução de problemas; motivação; diversão; pertencimento social e imagem pessoal.

Nessa fase, são comuns perguntas: Como projetar para a experiência positiva do usuário? Quais seriam as necessidades afetivas do usuário de produtos/sistemas de RV? Em que medida o sistema estaria impactando a motivação e a satisfação do usuário? Que aspectos do projeto contribuem para o estabelecimento de conexões afetivas e para a otimização da relação humano-tecnologia?

A fim de se atingir o nível mais elevado do design hedônico, a individualização, faz-se necessário considerar dois princípios: a adaptabilidade do sistema ao usuário e a facilidade de customização.

A adaptabilidade do sistema ao usuário inclui, entre outros aspectos, a conformidade às necessidades do usuário e às metas da experiência do usuário. A facilidade de customização deve levar em consideração as características do usuário, o controle do usuário e as ações explícitas (por meio do *feedback*, por exemplo).

As características do usuário dizem respeito à faixa-etária (se são crianças, jovens, adultos ou idosos), nível de *expertise* do usuário (conhecimentos prévios), limitações físicas, cognitivas, psicossociais e/ou motoras, poder aquisitivo, etc. O controle do usuário está relacionado ao grau de confiança, liberdade e independência proporcionado pelo sistema, o que contribui para uma maior autonomia do usuário. As ações explícitas caracterizam-se pela relação explícita entre uma ação do usuário e um processamento do sistema, o que favorece uma melhor compreensão do funcionamento do sistema, a menor ocorrência de erros e que os usuários aprendam melhor.

Figura 10 – Critérios para a individualização no projeto ergonômico afetivo.



Fonte: a autora. Adaptado de Cybis, Betiol e Faust (2010)

Com tais medidas é possível minimizar as ambiguidades e classificar as qualidades desejáveis para que o design do sistema favoreça o prazer e a individualização do usuário.

São características do projeto hedônico: os valores hedônicos, as interfaces sedutoras. (MONT'ALVÃO; DAMAZIO, 2012) e o estado de “fluxo²³” ou de experiência ótima (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005).

Fase 3 – Desenvolvimento: caracteriza-se pela implementação de aspectos da interface física e/ou virtual que favoreçam (1) ligações afetivas usuário-sistema positivas e prazerosas e (2) a individualização do usuário.

Com foco na adaptabilidade do sistema ao usuário e na facilidade de customização são implementados, nesta fase, os elementos da interface e suas respectivas funções, o que também inclui a modelagem do personagem que representa o público-alvo do sistema.

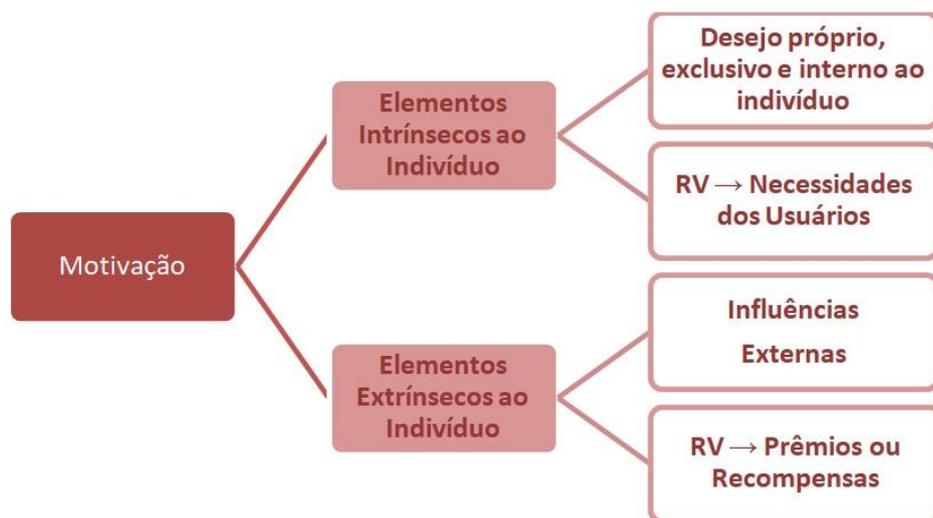
²³ Tradução para o termo em inglês *flow*.

São **recomendações de design no projeto hedônico**: motivação; qualidade de vida; diversão; e prazer. (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005)

- **Motivação** - Entendida como um “motor motivacional” (BUSARELLO, 2016, p. 14), a gamificação (ou *gamification*, em inglês) “tem como princípio despertar emoções positivas e explorar aptidões, atreladas a recompensas virtuais ou físicas durante a execução de determinada tarefa” (BUSARELLO, 2016, p. 14 – 15) sendo, por essa razão, frequentemente aplicada às “situações e circunstâncias que exigem a criação ou a adaptação da experiência do usuário a um produto, serviço ou processo” (BUSARELLO, 2016, p. 15). Além disso, por meio da gamificação “é possível alinhar os interesses dos criadores dos artefatos e objetos com as motivações dos usuários”. (BUSARELLO, 2016, p.17)

Essa motivação, obtida a partir do design, é fundamental para a mudança do usuário, construída a partir da aprendizagem sócio-emocional, desenvolvida por meio das simulações (imersão).

Figura 11 – Fatores motivacionais com foco na gamificação de ambientes de RV.



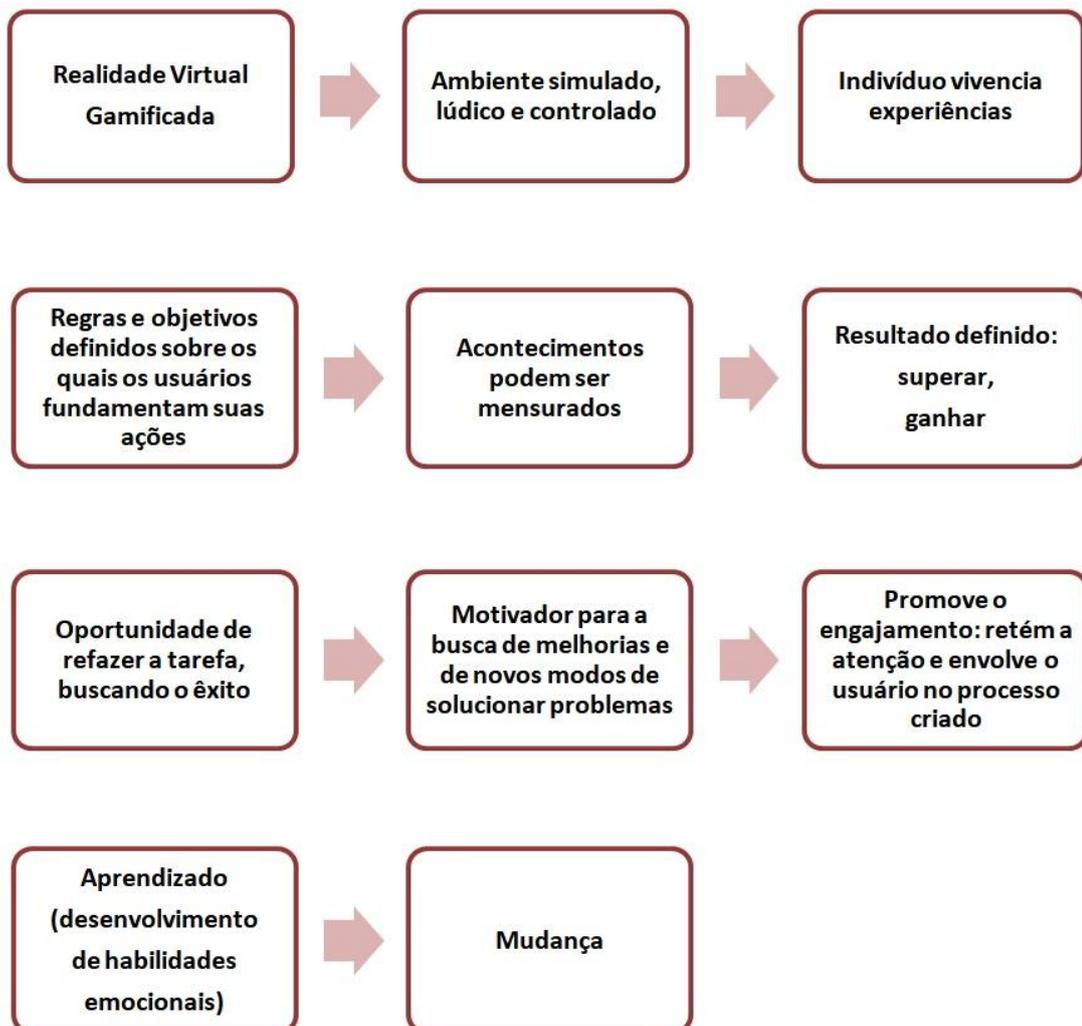
Fonte: A autora. Adaptado de Busarello (2016)

Para Busarello (2016, p. 17), “o desafio na criação de ambientes e artefatos que exploram a *gamification* é saber como estimular efetivamente as duas formas de motivação, tanto no seu relacionamento como separadamente”.

Durante a motivação intrínseca, o engajamento é mais duradouro e significativo para o próprio indivíduo. Para a estimulação da motivação intrínseca pode-se fazer uso da motivação extrínseca. Contudo, o desenvolvedor não pode focar apenas no uso das motivações extrínsecas sob o risco de causar efeito adverso (desfavorável, contrário ao esperado).

Ainda conforme o autor, os “ambientes que interagem com as emoções e com os desejos dos usuários são eficazes para elevar os níveis de engajamento”. (BUSARELLO, 2016, p. 53) Nesse caso, o engajamento se caracteriza pelo grau de dedicação do usuário de RV às tarefas, que corresponde (1) ao tempo de imersão no ambiente simulado e controlado e (2) à possibilidade de aplicação do conhecimento adquirido em contextos do mundo físico.

Figura 12 – Características da Realidade Virtual Gamificada.

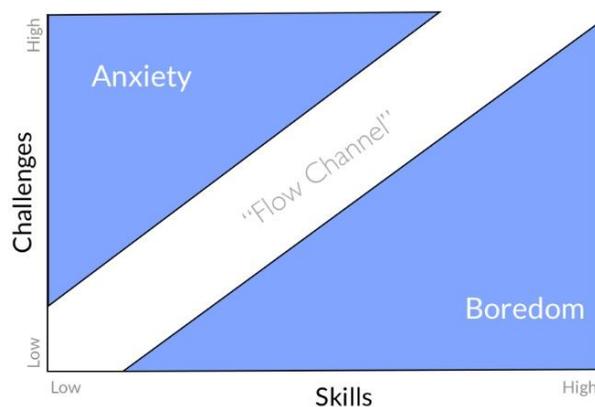


Fonte: A autora. Adaptado de Busarello (2016)

A RV estimula a motivação na medida em que articula as experiências vividas pelos indivíduos com novas perspectivas internas e externas de modo a proporcionar bem-estar ao usuário a partir da resignificação desses processos.

- **Qualidade de Vida** – Está relacionada à sensação de bem-estar proporcionada pelo uso do sistema, o que não se restringe à satisfação do usuário (usabilidade), pois abrange toda a experiência do indivíduo, inclusive a resignificação de situações que despertavam emoções negativas. Está relacionada ao bem-estar proporcionado pelo uso do sistema, ao permitir que esse mesmo usuário possa solucionar problemas não só no ambiente virtual, mas principalmente no mundo físico (aplicação cuidadosa da gamificação com o intuito de encorajar a aprendizagem e resolver problemas em contextos fora do jogo).
- **Diversão** – Para Bailey (2013) a diversão estaria relacionada ao estado de “fluxo”. Com base nessa perspectiva, na RV, o desafio deve ser proporcional ao nível de habilidade do usuário.

Figura 13 – Gráfico do “Canal de Fluxo”.



Fonte: Bailey (2013)

“No estado de fluxo, você se torna tão absorto e fica tão cativado pela atividade sendo desempenhada que é como se você e a atividade fossem um só”. (NORMAN, 2008, p. 68)

Nesse caso, o lugar ideal para o usuário estar de modo a vivenciar uma experiência divertida é o “canal de fluxo”. Neste, o desafio daquilo que o usuário está

fazendo é aproximadamente igual à habilidade necessária para executar a ação. Especialmente quando há motivação para fazer o que se está fazendo, o usuário experimentará o fluxo e irá se divertir. Conseqüentemente, o desejo por se divertir novamente leva o usuário a ampliar suas habilidades e/ou descobrir novas oportunidades de usá-las. (BAILEY, 2013)

É importante ajustar o desafio ao nível de habilidade do usuário de modo que ele possa experimentar o estado de fluxo com mais frequência. Ou seja, para que a ansiedade frente ao desafio não seja negativa a ponto de se tornar frustração, levando o usuário a desistir do sistema, faz-se necessário projetar as tarefas “de tal forma que dialoguem com as habilidades dos sujeitos/jogadores em qualquer nível”. (BUSARELLO, 2016, p. 50)

De acordo com Busarello (2016, p. 31), são aspectos da diversão: “(1) quando o jogador está competindo e busca a vitória; (2) quando está imerso na exploração de um universo; (3) quando a forma como o jogador se sente é alterada pelo jogo; e (4) quando o jogador se envolve com outros jogadores”.

- **Prazer** – O prazer está relacionado às características da interface que auxiliam na motivação e proporcionam *feedback* para o usuário.

De acordo com Busarello (2016), os sistemas baseados em jogos se tornam artefatos motivacionais a partir de três elementos-chave: o **desafio**, a **fantasia** e a **curiosidade**.

Desafio - para o autor, “o desafio está associado à percepção do indivíduo, fator que influencia na forma como o sujeito percebe as partes do sistema. Dependendo dessa percepção, o indivíduo pode entender um determinado atributo do sistema como motivador ou não”. (BUSARELLO, 2016, p. 63)

Fantasia – permite ao usuário interagir com o sistema de modo que a simulação e a experiência vivida não acarretem riscos ou danos no mundo físico. Estimula o imaginário, facilitando a atenção e o foco durante a imersão. O ambiente evoca imagens mentais de pessoas e coisas que não estão fisicamente presentes, embora

estejam metaforicamente representados no ambiente simulado (elementos virtuais). Nesse sentido, os cenários e personagens que coabitam o mundo mental do indivíduo podem ser explorados no projeto ergonômico afetivo com o intuito de despertar emoções positivas e contribuir para a construção e aplicação do conhecimento.

Quanto maior a motivação do usuário, maior o envolvimento e o interesse pela tarefa. Nesse caso, metáforas e analogias podem ser empregadas como pistas que auxiliam o usuário a manter o foco, de modo que este conduza suas ações para a realização da tarefa, que deve ser executada de modo a solucionar o desafio.

Além de persistentes, os usuários motivados são interessados no que fazem e sentem prazer com isso, ainda que a tarefa executada não seja necessariamente fácil.

Quanto aos aspectos cognitivos, destacam-se os mecanismos relacionados à percepção, atenção e funções executivas, tendo em vista a memorização e internalização das habilidades e/ou conteúdos a serem aprendidos.

Cabe destacar que as metáforas e analogias devem ser empregadas de modo a favorecer a emergência de emoções positivas, que também contribuem para uma maior aceitação do produto/sistema pelo consumidor.

Curiosidade - para Busarello (2016, p. 65), a curiosidade “é estimulada quando se apresenta bons níveis de informações complexas em um ambiente excitante”. O sistema provoca a percepção e a atenção do usuário, ao alterar os estímulos sensoriais do ambiente (ex^o: sons de alerta, gradação ou modificação das cores, vibrações por meio de dispositivos hápticos, etc.). Em tal situação, os *feedbacks* desempenham importante papel, pois contribuem para que o usuário perceba as próprias dificuldades e, conseqüentemente, busque aprender mais.

Funcionamento e operação do sistema – O funcionamento caracteriza-se pelos componentes internos do sistema e como estes se inter-relacionam (algoritmos, bases de dados, protocolos, etc.). A operação caracteriza-se pelos componentes

visíveis e pelo comportamento do sistema de acordo com a tarefa. Corresponde àquilo que o usuário deve fazer para executar a tarefa (procedimentos/ações com os elementos da interface e/ou restrições: acionamentos, botões, controles, manipulações).

Decomposição da tarefa – Nesta etapa, a tarefa é decomposta em níveis. O nível hierarquicamente superior corresponde ao objetivo do usuário. Os níveis que se seguem correspondem às metas a serem alcançadas para se chegar ao objetivo do usuário (nível superior). O menor nível corresponde aos procedimentos/ações do usuário nos dispositivos físicos de entrada e saída de dados.

A decomposição da tarefa consiste em:

- Identificar a tarefa a ser executada e o objetivo do usuário;
- Identificar as subtarefas (que podem ser identificadas com a pergunta: como a tarefa é feita?);
- Identificar o menor nível (obtido com o detalhamento das subtarefas);
- Representar a estrutura hierárquica da tarefa (para uma melhor representação da estrutura hierárquica, recomenda-se o uso do organograma);
- Validar o modelo (com alguém que conheça a tarefa o suficiente para saber se está inadequada, apontar as discrepâncias e propor melhorias)

Modelagem da interface - Por meio das metáforas²⁴ na interface, o desenvolvedor comunica algo desconhecido ou abstrato para o usuário recorrendo a outro objeto, mais conhecido ou familiar para o usuário.

Essas representações permitem simulações do mundo físico (sem que pessoas, coisas e ambientes estejam literalmente dentro do computador), embora de fato estejam metaforicamente (virtualmente, digitalmente) presentes no sistema.

A metáfora precisa comunicar. Nesse caso, a metáfora pode ser classificada como positiva ou negativa.

²⁴ Figuras de linguagem que desempenham papel fundamental na interação humano-tecnologia.

É positiva quando (1) faz sentido, tanto para o desenvolvedor, quanto para o usuário; quando (2) está adequada ao contexto de uso, permitindo que o usuário se concentre naquilo que realmente precisa ser feito; quando (3) o objeto representado retrata apenas as principais características do objeto original, aquelas que se quer destacar, ressaltar; e quando (4) o usuário percebe a interface como sedutora, segura e previsível.

É negativa quando (1) é complexa a ponto de complicar a execução da tarefa, aumentando a carga mental, interferindo na eficiência do usuário, e quando (2) desvia o foco da atenção, dificultando a concentração durante a execução da tarefa, interferindo na eficácia do usuário.

A estética da interface deve favorecer a percepção positiva do sistema, o foco/manutenção da atenção, o interesse e a aprendizagem (mais familiar para o usuário; interface mais intuitiva). As melhores metáforas são aquelas que aumentam a *performance* (desempenho) do usuário (facilidade de aprendizado para os usuários iniciantes e facilidade de uso para os usuários avançados).

Fase 4 – Avaliação: caracteriza-se pelo foco em como o usuário avalia o produto/sistema.

Nesta fase são comuns perguntas do tipo: Como aferir o prazer no uso do sistema? Como identificar se a experiência do usuário está sendo positiva, prazerosa? Em que medida essa experiência positiva, prazerosa proporciona bem-estar ao usuário? O que foi medido é similar ao que foi previsto?

Leventhal e Barnes (2008) alertam que a habilidade da pessoa perceber a informação em uma interface é um ponto crucial para a habilidade de usar a interface.

Ainda conforme as autoras, “interfaces que contêm pistas perceptíveis e que oferecem feedback dão maior suporte à facilidade de uso e à facilidade para aprender do que aquelas que não o fazem” (LEVENTHAL; BARNES, 2008, p. 43)

Quanto às respostas do usuário:

- Respostas cognitivas (avaliação e decisão) – testa-se a carga mental (esforço) do usuário na interação humano-tecnologia (eficiência do usuário).
- Respostas emocionais (avaliação e julgamento) – verifica-se a experiência do usuário com o produto/sistema (experiência prazerosa x não-prazerosa): adequação do produto/sistema de RV às metas da experiência do usuário (incentiva a criatividade, emocionalmente adequado, divertido, compensador, esteticamente apreciável, motivador, proveitoso, interessante, agradável) a fim de proporcionar experiências positivas e prazerosas aos usuários.
- Ação (sentimentos e atitudes do usuário – respostas aprendidas) – verifica a rapidez (eficiência) e o sucesso (eficácia) do usuário na realização da tarefa. As ações do usuário são realizadas de forma clara, simples e rápida? O usuário consegue fazer o que precisa? O usuário fica frustrado enquanto executa a tarefa?

Com o intuito de monitorar e avaliar a interface de RV foi proposto o Modelo de Avaliação do Projeto Ergonômico Afetivo, que permite ao ergonomista operacionalizar variáveis em um conjunto de medidas e entender como essas medidas podem ser interpretadas.

As medições podem ser (1) qualitativas: observação do usuário, adequação da interface à tarefa, flexibilidade da interface para se adequar às características do usuário e escalas de satisfação do usuário, e/ou (2) quantitativas: aferição das respostas fisiológicas dos usuários antes e após ou durante o uso do sistema, facilidade para aprender, usar e reaprender (variáveis de desempenho: velocidade, acurácia e taxa de erros) e facilidade de uso (carga mental: interface mais ou menos intuitiva).

Como resultados indesejáveis de uma relação humano-tecnologia não prazerosa, podemos identificar “a dificuldade em completar as tarefas, ou até mesmo em concentrar-se” e a falta de “motivação por parte do usuário em interagir com o sistema” (MONT’ALVÃO; DAMAZIO, 2012, p. 28), que não se restringem à usabilidade. São resultado das questões afetivas e dos prejuízos/benefícios emocionais da interação humano-tecnologia.

Fase 5 – Redesign: caracteriza-se pelo redesign do sistema no qual são propostas novas versões da interface que respondam melhor às expectativas e às necessidades dos usuários.

A partir dos resultados obtidos na avaliação, é elaborado um relatório que inclui as considerações do ergonomista sobre cada item avaliado pelo usuário, seguido pelas recomendações ergonômicas para a melhoria desses itens. Em seguida é proposto o redesign do sistema, a partir do qual são modificados e/ou incluídos elementos e funções, considerando o que foi sugerido nas recomendações ergonômicas. Após ser implementada a nova versão, sugere-se testar o produto/sistema novamente. Esse procedimento pode ser repetido quantas vezes forem necessárias.

Com o intuito de provocar experiências positivas e prazerosas a partir das ligações afetivas do usuário com o produto ou sistema, cabe ao designer considerar os fatores motivacionais com foco na gamificação de ambientes de RV (ver figura 11) e os principais aspectos do projeto ergonômico afetivo (ver figura 14).

Ao ergonomista cabe estar atento a um conceito bastante caro para o projeto ergonômico afetivo: as *Affordances* Hedônicas. Também conhecidas como **propriedades afetivas**, as *affordances* hedônicas desencadeiam reações emocionais nos usuários por meio dos atributos físicos e das metáforas (atributos virtuais) da interface. Essa reação emocional é o resultado da avaliação da situação e da percepção da interface como algo agradável, divertido, prazeroso.

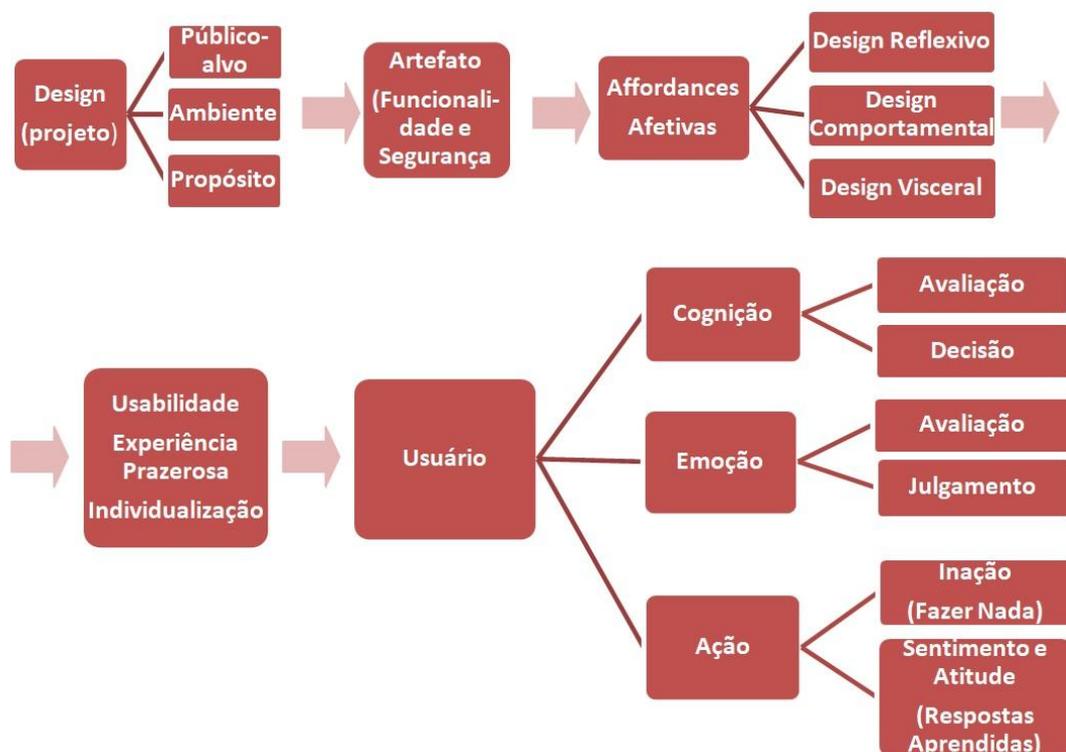
São exemplos de atributos do produto/sistema que favorecem a emergência de afetos positivos: “rostos sorridentes; calor; conforto; sabores doces; cheiros

agradáveis; matizes brilhantes e altamente saturadas; música e sons harmoniosos; batidas rítmicas; formas simétricas, redondas e suaves; e a avaliação da situação que indica que o usuário percebe alto nível de controle da situação”. (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005, p. 12)

Em contrapartida, alguns atributos desencadeiam afetos negativos nos usuários do produto/sistema, tais como: “escuridão; sons ásperos e abruptos; ruídos alarmantes; sobrecarga de informação; sabores amargos; objetos pontiagudos; cheiros podres; alimentos em decomposição; luzes repentinas e brilhantes; temperaturas extremas; percepção de falta de controle; e pressão pelo tempo”. (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005, p. 12)

Tradicionalmente, as *affordances* perceptivas estão relacionadas às metas de usabilidade. No projeto ergonômico afetivo, as *affordances* hedônicas são relacionadas às metas da experiência do usuário. Cabe às pesquisas empíricas “relacionarem esses atributos à experiência do usuário”. (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005, p. 12)

Figura 14 – Principais aspectos do Projeto Ergonômico Afetivo.



Fonte: a autora.

Relacionados às *affordances* hedônicas (ou *affordances* afetivas) estariam os atributos humanos.

Para Norman (2008, p. 41), os atributos humanos

resultam de três diferentes níveis de estruturas do cérebro: a camada automática, pré-programada, chamada de *nível visceral*; a parte que contém os processos cerebrais que controlam o comportamento cotidiano, conhecida como *nível comportamental*; e a parte contemplativa do cérebro, ou *nível reflexivo*. Cada nível desempenha um papel diferente no funcionamento integral das pessoas.

Como cada nível proposto por Norman exige um estilo diferente de design, o 1º nível do design corresponde à **reação visceral** aos estímulos do ambiente virtual. Por exemplo, no nível visceral estão a **excitação** e o aumento de **adrenalina** que acompanham o **perigo**.

O 2º nível corresponde ao **prazer de usar** o sistema de RV. Refere-se aos **sentimentos** que acompanham a realização da tarefa. Tem origem no nível comportamental e está relacionado ao prazer que o usuário tem quando executa bem a tarefa. Por exemplo, quando o usuário domina o medo e pode se gabar a respeito disso com outras pessoas.

O 3º nível corresponde ao **prazer reflexivo**, que se refere ao prazer proporcionado pela **reflexão**, pelo **estudo** e pela **aprendizagem**.

O nível mais básico, visceral, responde com prazer ao ver o ambiente virtual bem projetado, ao perceber os estímulos, as formas, as cores. Essa reação visceral, imediata e positiva, aciona o sistema reflexivo para pensar a respeito do passado (situações e objetos que despertam afeto positivo).

Nesse caso, para Norman (2008, p. 56), “um projeto bem-sucedido tem de ser excelente em todos os níveis”.

Segundo Norman (2008, p. 59), esses três níveis podem ser mapeados conforme as características do produto:

Design visceral – aparência; impacto emocional imediato; reações iniciais.

Design comportamental – prazer e efetividade do uso; o desempenho importa.

São componentes do bom design comportamental: função, compreensibilidade, usabilidade e sensação física.

Design reflexivo – autoimagem; satisfação pessoal; lembranças.

Estão relacionados ao design reflexivo: o significado do produto, as lembranças que o produto evoca, a satisfação por ter, exibir e usar o produto, os sentimentos de orgulho ou vergonha por ter ou usar o produto (relação entre o produto e a identidade do usuário). A autoimagem do usuário é reforçada porque ele ousou fazer uma ação que outros não fizeram.

Nessa fase são comuns perguntas como: A RV conseguiu atrair a atenção do usuário? Causou surpresa pela novidade? Foi diferente, inovadora? O produto/sistema estava além das necessidades e expectativas óbvias? Era interessante? Despertou curiosidade, confusão, aproximação ou medo? Tornou extraordinária uma ação ordinária? O usuário conseguiu se concentrar para realizar a tarefa? O produto/sistema foi considerado bonito, belo? Proporcionou diversão, alegria ao usar? É dialógico? Levou as pessoas a dialogarem sobre e a interagirem em relação ao objeto da simulação e seu propósito? O conteúdo foi apresentado de modo adequado? Era emocionalmente adequado? A aplicação apresentada na tela era divertida? Como o usuário se sentiu? Que elementos do sistema favoreceram uma experiência emocional positiva? O usuário conseguiu identificar facilmente o que precisava fazer? Quanto esforço foi necessário para aprender a usar o sistema de RV? O uso dos dispositivos dificultou a execução da tarefa? O que mais agradou o usuário? Como a experiência do usuário poderia melhorar?

Fase 6 – Produto/Sistema: caracteriza-se pelo produto/sistema final, obtido a partir dos níveis mais altos da hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas (experiência prazerosa e individualização) e das recomendações de design hedônico (motivação, diversão, prazer e qualidade de vida).

O produto/sistema final previne respostas negativas associadas à dor e sofrimento e contribui, portanto, para uma maior qualidade de vida e para a promoção de experiências positivas, prazerosas que levam ao bem-estar de pessoas e grupos.

Nessa fase são comuns perguntas como: em termos hedônicos, que características pessoais, individuais, podem levar a benefícios coletivos (beneficiar grupos, comunidades)?

Cabe destacar que para Norman (2008), os melhores produtos conseguem estabelecer a relação corpo-cérebro-mente (toque, vibração, sensação, som, aparência) de modo a ser realístico para o usuário de carne, ossos e pixels.

Com foco no desenvolvimento de experiências positivas e prazerosas, a neuroergonomia traz contribuições relevantes sobre a relação corpo-cérebro-mente para o projeto ergonômico afetivo de produtos e sistemas de RV, o que será discutido nas próximas seções.

2.5 NEUROERGONOMIA

A neuroergonomia caracteriza-se pela aplicação da neurociência à ergonomia. A neurociência estuda as funções cerebrais e a ergonomia estuda como a tecnologia se ajusta às características das pessoas, às potencialidades e limitações, para que essas pessoas trabalhem de modo mais seguro, eficaz e eficiente.

A neuroergonomia fundamenta-se em explicações biológicas e métodos para melhorar o desempenho (*performance*) do componente humano do sistema e tem como finalidade: (1) usar o conhecimento existente/emergente do desempenho humano e das funções cerebrais para projetar sistemas mais seguros e eficientes; e (2) proporcionar avanços na compreensão das relações entre a função cerebral e o desempenho humano na realização de tarefas do dia-a-dia.

Para melhor entender os problemas decorrentes do aumento da complexidade dos sistemas e as complexas interações humano-sistema em contextos de trabalho a ergonomia/fatores humanos se interessa particularmente pela neurociência dos sistemas, pela neurociência comportamental e pela neurociência cognitiva: (JOHNSON; PROCTOR, 2013; BEAR; CONNORS; PARADISO, 2007)

- Neurociência dos Sistemas – explora a função dos circuitos neurais e sistemas.
- Neurociência Comportamental – aplica princípios biológicos ao estudo dos mecanismos genéticos, fisiológicos e desenvolvimentistas do comportamento humano.
- Neurociência Cognitiva – estuda o substrato neural dos processos mentais e como a atividade do cérebro cria o que é conhecido como a mente humana.

Relevantes e fundamentais essas três perspectivas do funcionamento cerebral contribuem para avanços no estudo e compreensão da interação humano-tecnologia em sistemas de trabalho.

Como a neuroergonomia estuda o cérebro e o comportamento humano para projetar situações de trabalho que combinam as capacidades neurais e as limitações das pessoas (PARASURAMAN, 2003), ela tem como foco o controle neural e as manifestações cerebrais das interrelações perceptuais, físicas, cognitivas e emocionais em atividades de trabalho. (PARASURAMAN; RIZZO, 2007)

Nessa área, a pesquisa experimental se caracteriza pelo emprego de técnicas não invasivas para o monitoramento cerebral (consequentemente, se interessa pelos diversos aspectos da atividade neural e do comportamento) na relação tecnologia e sistemas de trabalho, que incluem domínios como: sobrecarga mental, atenção visual, memória de trabalho, controle motor, interação humano-automação e automação adaptativa. (JOHNSON; PROCTOR, 2013)

O processo de design neuroergonômico pode ser representado pelas capacidades e limitações do cérebro humano ao se propor requisitos e *affordances* sistema-tecnologia-ambiente, bem como ao propor requisitos de compatibilidade cérebro-humano no trabalho. (JOHNSON; PROCTOR, 2013)

Nesses termos, é possível projetar sistemas de trabalho mais seguros, eficientes e divertidos para os usuários. Como consequência, será cada vez mais comum a combinação das características fisiológicas às máquinas e o monitoramento das capacidades cerebrais e corporais associadas ao desempenho com o intuito de melhorar as habilidades emocionais, a cognição humana e a acuidade viso-perceptiva. (JOHNSON; PROCTOR, 2013)

A fim de melhor entender a relação entre os sistemas biológico e tecnológico na investigação da experiência emocional do usuário de RV, a próxima seção busca discutir sobre a relação cérebro-corpo com foco no projeto de produtos e sistemas que proporcionem experiências positivas e prazerosas.

2.6 O ESTUDO DAS EMOÇÕES EM NEUROERGONOMIA: A RELAÇÃO CÉREBRO-CORPO NO PROJETO ERGONÔMICO AFETIVO

No mundo físico e no mundo virtual a relação cérebro-corpo tanto possibilita como restringe certas ações e comportamentos (já que nos movemos pelo mundo e nos relacionamos com pessoas e coisas adotando como referência o corpo em que habitamos), o que inclui a capacidade para aprender e adaptar o comportamento.

Para perceber o mundo ao nosso redor, nossos corpos utilizam órgãos especializados. Contudo, apenas uma pequena porção daquilo que o nosso cérebro percebe é acessada pela mente humana. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Ou seja, toda experiência humana é uma abstração, visto que o cérebro recria o mundo ao nosso redor (representação interna integrada do mundo externo) a partir dos receptores sensoriais e dos circuitos neurais. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Consciente ou inconsciente, a experiência do usuário sobre o sistema e o design ocorre a partir dos processos sensoperceptivos e das emoções. Enquanto a consciência foca nos sinais e sons ao redor, os circuitos neurais proporcionam uma rica experiência sensorial que ocorre principalmente em nível inconsciente.

Sobre esse assunto Norman (2008, p. 45) afirma que, “ao ver, ouvir, sentir ou de outra forma perceber o meio ambiente, o sistema afetivo faz o julgamento, alertando outros centros no cérebro e liberando neurotransmissores apropriados para o estado afetivo”.

Para Forsythe *et al.* (2015, p. 79), essa “capacidade para uma efetiva integração sensorial vem sendo relacionada a níveis superiores de desempenho (*performance*) em certos domínios”. No ambiente virtual, simulado, os sons produzidos, o movimento corporal, as gesticulações e as expressões faciais do interlocutor, ainda que seja um avatar, produz uma experiência sensoperceptiva integrada.

Como pode, ou não, ocorrer uma conexão consciente entre a experiência sensorial imediata e a lembrança evocada na memória (FORSYTHE *et al.*, 2015) é possível que, na experiência com o sistema de RV, o usuário associe uma sensação a uma lembrança antiga. Por exemplo, um participante deste estudo associou a sensação agradável de um dia ensolarado e a paisagem do ambiente virtual ao programa infantil ‘Teletubbies’²⁵, que ele assistia quando criança e falava sobre isso sorrindo, abordando o assunto de modo descontraído.

Ao projetar um ambiente simulado, o designer deve considerar que as sensações vão além da experiência consciente. Nesse caso, faz-se necessário criar oportunidades que produzam experiências sensoriais mais ricas com o intuito de proporcionar experiências ainda mais engajadoras.

Experiências sensoriais associadas ao ambiente virtual podem ofuscar a experiência emocional do usuário em relação ao sistema de RV. No projeto ergonômico afetivo as sensações inconscientes devem ser usadas como um meio alternativo de comunicação entre o designer e o usuário, a ponto de afetar o julgamento do usuário de modo positivo.

Por exemplo, **não há uma conexão direta entre: a propriocepção** (sentido relacionado ao movimento das articulações), **a cinestesia** (sentido relacionado ao movimento muscular), **a cronocepção** (sentido relacionado ao tempo), **os sentidos que respondem ao estado interno do corpo** (como os receptores relacionados ao estiramento pulmonar, que ajudam a controlar a taxa de respiração) e **os óculos de RV**. Contudo, quando o usuário identifica que ao fazer uso dos óculos ele associa características do sistema e sensações de modo a ressignificar ou perceber a situação como algo completamente novo, a experiência emocional passa a ser impactada positivamente.

Para cada sistema sensorial há uma gama de estímulos para os quais os órgãos sensoriais e os circuitos neurais a eles relacionados são mais responsivos. Combinadas às características anatômicas e fisiológicas dos usuários, as cores, sons e texturas do ambiente simulado proporcionam *affordances* hedônicas ou

²⁵ <http://www.teletubbies.com/>

affordances afetivas. A associação entre a emoção e as ações²⁶ possibilitadas pelo estímulo emocionalmente competente, aqui referida como ***affordances hedônicas***, se caracteriza por uma sensibilidade positiva aos estímulos.

Em um sistema de treinamento, um estímulo visual pode ser usado para prender a atenção do usuário. Nesse caso, o projeto ergonômico afetivo não se restringe à combinação de sinais e sons, já que inclui o que o designer pretende causar nos usuários.

Em outras palavras, algumas **características do objeto** (físico ou virtual) associadas às **necessidades psicológicas** e às **metas da experiência do usuário** são **propriedades de uma experiência positiva** que tem como finalidade proporcionar satisfação e bem-estar ao usuário do sistema.

Com o intuito de despertar emoções positivas, sensações prazerosas e proporcionar bem-estar ao usuário, é preciso que o designer tenha o controle do projeto como um todo e identifique as *affordances* hedônicas relacionadas aos sinais, sons, texturas, sensações físicas e ações associadas para atingir os efeitos emocionais desejados.

Associações implícitas, em certas circunstâncias, podem afetar o julgamento do usuário sem que ele tenha consciência de que as experiências sensoriais tenham afetado o pensamento. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Como o pensamento sofre influência direta das emoções, Norman (2008, p. 45 – 46) destaca que, tudo o que fazemos apresenta, simultaneamente, um componente cognitivo (para atribuir significado) e um componente afetivo (juízo de valor), de modo que “não se pode escapar do afetivo: ele está sempre presente”. Positivo ou negativo, o estado afetivo “muda a maneira como pensamos”.

Ou seja, mesmo que certos objetos não sejam comumente associados a experiências positivas (ex^o: um morto-vivo andando pelas ruas da cidade matando

²⁶ Os circuitos da emoção combinados com os processos sensoperceptivos preparam o indivíduo para possíveis ações como, por exemplo, ação de aproximação (no caso das emoções positivas) e de afastamento, luta e fuga (no caso das emoções negativas).

peçoas), no mundo virtual esse objeto gráfico, ao ser contextualizado com as propriedades de uma experiência positiva, irá despertar no usuário uma sensibilidade para emoções positivas.

Nos sistemas de treinamento adaptados ao usuário, o ritmo respiratório e os batimentos cardíacos combinados às pistas visuais na forma de (bio)*feedback* do sistema permitem associar a sensopercepção às *affordances* hedônicas.

Ou seja, o cérebro é capaz de reconhecer uma emoção desencadeada por um estímulo emocionalmente competente com base nas **sensações e memórias** relacionadas às **experiências prévias**.

Ao provocar lembranças e sensações agradáveis, o ambiente de RV ativa os **circuitos de recompensa do cérebro**. Essas *affordances* hedônicas ajudam no **engajamento do usuário** e, conseqüentemente, afetam o **desempenho**, ainda que o objeto gráfico isolado do contexto não indicasse essa possibilidade.

Para Norman (2008, p. 66), o que realmente importa são “as associações que as pessoas têm com os objetos e as lembranças que eles evocam”. Nesse caso, o reconhecimento das *affordances* hedônicas produz um processamento mais eficiente das características sensoperceptivas e de memória que até então não estavam associadas ao objeto como, por exemplo, no caso em que o participante do estudo afirma ter se lembrado dos ‘*Teletubbies*’.

Figura 15 – Memórias do usuário (‘*Teletubbies*’) associadas ao ambiente gráfico.



Fonte: <https://www.animationmagazine.net/top-stories/dhx-licenses-multiple-kids-shows-to-amazon-uk-germany/>

Essa capacidade do cérebro reconhecer e responder às *affordances* hedônicas proporciona uma oportunidade para os designers usarem as características dos objetos gráficos para **ativar o sistema de recompensa do cérebro** como uma forma de (1) preparar os indivíduos para ações futuras e de (2) atingir um maior nível de engajamento nas tarefas.

Em síntese, o objeto gráfico sozinho nem sempre vai provocar a resposta desejada de modo que a simples presença das *affordances* hedônicas no sistema de **treinamento** seja suficiente para ativar as áreas de recompensa e, **por meio da repetição, proporcionar prazer e bem-estar ao usuário**. Nesse caso, as *affordances* hedônicas podem ser bastante eficazes para engajar os usuários ao disparar processos sensoriais e memórias que desencadeiem emoções positivas.

2.6.1 Aprimoramento cognitivo e emocional e as técnicas de meditação

O objetivo das técnicas de meditação é alcançar um estado cognitivo alterado.

Apesar das diversas técnicas atualmente existentes, é do interesse deste estudo aspectos da meditação *mindfulness*, tendo em vista que “a meditação pode reduzir o estresse e melhorar o desempenho na tarefa” dos indivíduos que a praticam. (FORSYTHE *et al.*, 2015, p. 204)

Segundo Travis e Shear (2010), há duas grandes variedades de meditação *mindfulness*: a atenção focada e o monitoramento aberto.

A meditação por **atenção focada** consiste no indivíduo focar em um objeto ou processo (ex^o: atenção focada em um estímulo visual no ambiente virtual ou atenção focada na respiração). Durante a meditação, o indivíduo tenta evitar qualquer distração. Caso se distraia, o indivíduo tenta se reengajar no foco. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

A meditação por **monitoramento aberto** consiste no indivíduo tornar-se consciente do momento presente. Esse fenômeno inclui focar na experiência sensorial enquanto ela surge, bem como nas cognições e emoções, apenas observando, sem julgar ou reagir. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Alcançar um estado relaxado, continuamente focado, ou um estado de observar sem reagir, significa atingir um estado mental incrivelmente dominante. Nesse caso, pode levar algum tempo para que o indivíduo reconheça que alcançou o estado de relaxamento. Como esse estado não é adquirido naturalmente ou facilmente, ele requer prática. Com a prática, mais fácil se torna atingir o estado de relaxamento. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Além de promover o relaxamento, a meditação também impulsiona uma variedade de processos cognitivos, que incluem: a atenção sustentada, a atenção seletiva, a memória de trabalho, a consciência aumentada, o *insight*, o relaxamento, o bem-estar emocional, a resistência aos impulsos e aos afetos negativos, a redução da dor e um maior autocontrole. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Estudos recentes revelam que indivíduos treinados com meditação *mindfulness* por atenção focada eram capazes de exercer grande controle dos ritmos alfa cerebrais (associados ao estado de relaxamento em vigília). (KERR *et al.*, 2011), o que pode estar relacionado à habilidade para excluir distrações. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Além da modulação aguda da atividade cerebral, os indivíduos que praticam a meditação apresentam maior densidade cortical em áreas associadas com a atenção, incluindo o córtex pré-frontal e a ínsula anterior direita, que está positivamente associada com as medidas de desempenho cognitivo. (LAZAR *et al.*, 2005)

A meditação aumenta o foco e o controle da atenção pelo funcionamento da habilidade do córtex frontal exercer o controle inibitório da atividade associada à “mente vagando”.

Mesmo uma pequena quantidade de meditação pode ser benéfica. De acordo com Tang *et al.* (2007) a meditação *mindfulness* pode melhorar a atenção e a autorregulação em 5 sessões de 20 minutos. Para Zeidan *et al.* (2011), 4 dias de treinamento melhoraram a habilidade de modular a experiência de dor.

Treinamentos com duração de 6 semanas com meditação *mindfulness* apresentaram resultados significativos na redução dos sintomas em adolescentes com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade – TDAH. (HARRISON *et al.*, 2004)

Como o estresse crônico causa impacto deletério “no funcionamento cognitivo pela redução na matéria cinza hipocampal” (FORSYTHE *et al.*, 2015, p. 205), a prática da meditação levaria o organismo a reter matéria cinza, a qual está associada com a percepção sensorial, estabilidade emocional e inteligência, o que iria beneficiar os trabalhadores que executam atividades estressantes.

Ainda que seja desenvolvido para melhorar as habilidades emocionais, o treinamento com técnicas de meditação também proporciona um melhor funcionamento cognitivo, já podendo ser observados benefícios em curto prazo.

2.7 SOBRE A EMOÇÃO

Na busca por um novo caminho para o conhecimento, Descartes torna-se responsável por uma das duas principais vertentes do pensamento moderno, o racionalismo, que o torna contemporâneo de uma admirável revolução científica.

Para Descartes, os sentidos deveriam ser questionados, visto que não são o caminho para o conhecimento verdadeiro. Com o advento da ciência moderna, a razão ganha destaque (única coisa da qual se pode ter certeza), e o pensamento torna-se a única coisa da qual não se pode duvidar (penso, logo existo). A dúvida e a reflexão passaram a ser, então, o caminho para a “verdade”. (DESCARTES, 2010)

Tradicionalmente, a ciência moderna situa a emoção no corpo e a razão no cérebro. No século XX, a ciência deixa o corpo de lado e atribui a emoção ao cérebro. Contudo, por ser considerada hierarquicamente inferior, a emoção era menosprezada pela ciência. (DAMÁSIO, 2015)

Ou seja, até bem recentemente, a neurociência e a ciência cognitiva tratavam a emoção “com grande desdém”. (DAMÁSIO, 2015, p. 41) Além disso, era comum à neurociência e à ciência cognitiva isolar os sujeitos para tentar explicar fenômenos humanos complexos, constituídos nas relações sócio-culturais. (FRANÇA, 2008)

Nos últimos anos, tanto a neurociência quanto a ciência cognitiva passaram a eleger a emoção como tema de estudo. Como consequência, atualmente, muitos cientistas já integram a emoção aos processos de raciocínio e decisão. (DAMÁSIO, 2015)

Interessada nos processos de raciocínio e decisão dos usuários durante a realização de tarefas com tecnologias digitais, a ergonomia passa a integrar o estudo das emoções ao projeto e desenvolvimento de produtos, sistemas e serviços de RV.

Nesse contexto, a ergonomia, e mais especificamente a neuroergonomia, busca entender as relações entre o corpo físico e o corpo simbólico em situações de

uso da tecnologia, cabendo ao ergonomista estar atento (1) às características físicas e psicológicas dos usuários e (2) aos aspectos inerentes à cultura digital (práticas de uso, experiências de uso, desempenho dos usuários, etc.), a fim de identificar problemas e propor soluções com o intuito de proporcionar experiências mais agradáveis, envolventes e desafiadoras para os usuários de sistemas de treinamento em RV.

2.8 AFETO E EMOÇÃO

Na vida em sociedade, os padrões culturais de conduta influenciam a expressão dos afetos, de modo a nem sempre podermos ou quereremos demonstrá-los. Esse aspecto constitutivo da subjetividade humana é expresso pelos desejos, sonhos, fantasias, expectativas, palavras e gestos, bem como em tudo aquilo que fazemos ou pensamos. (BOCK; FURTADO; TEIXEIRA, 2008)

Tal perspectiva encontra-se fundamentada numa relação não dicotômica entre cognição e afetividade, segundo a qual emoções e sentimentos integram a experiência humana e participam dos processos de raciocínio, resolução de problemas e tomada de decisão, num constante equilíbrio/desequilíbrio do organismo em busca da homeostasia.

No campo das neurociências, as emoções estariam relacionadas às complexas ações neuroquímicas, que afetam o organismo como um todo. Relacionados à consciência humana, os sentimentos referem-se às percepções frente às emoções, que ao serem examinadas conduzem à reflexão.

Na vida em sociedade, as emoções desempenham um papel regulador, em que as reações emocionais do organismo são responsáveis por mudanças profundas na paisagem do corpo e do cérebro. Para Damasio (2015, p. 51), “o conjunto dessas mudanças constitui o substrato para os padrões neurais que, em última instância, se tornam sentimentos de emoção”.

Ou seja, mesmo que do ponto de vista evolutivo o mecanismo biológico responsável pela emoção seja em alguma medida pré-ajustado, o contato com estímulos do meio externo, por meio do aprendizado e da cultura²⁷, contribui de modo significativo para o estado emocional resultante.

Segundo Damasio (2015, p. 55), desenvolvimento e cultura

²⁷ A cultura (neste caso, a digital) exerce influência significativa, modelando a mente daqueles que se encontram sob sua influência. (FRANÇA, 2008)

acrescentam diversas influências aos mecanismos pré-ajustados: primeiro, moldam o que constitui um indutor adequado de uma dada emoção; segundo, moldam alguns aspectos da expressão da emoção; terceiro, moldam a cognição e o comportamento decorrentes da mobilização de uma emoção.

Para Norman (2008, p. 40),

a cognição interpreta o mundo, levando a aumentar a compreensão e o conhecimento. O afeto, que inclui emoção, é um sistema de julgamento do que é bom ou mau, seguro ou perigoso. Isso cria juízos de valor que nos permitem sobreviver melhor.

O sistema afetivo também controla os músculos do corpo e, através de neurotransmissores químicos, muda a maneira como o cérebro funciona. As ações musculares nos deixam prontos para reagir, mas também servem como sinais para outras pessoas com quem nos defrontamos, o que cria mais um importante papel para a emoção como comunicação: nossa postura corporal e expressão facial dão aos outros pistas com relação ao nosso estado emocional.

Essa perspectiva do funcionamento cerebral como um entrelaçamento dos processos cognitivos e emocionais confere às emoções um lugar de destaque na adequação do comportamento à sobrevivência do organismo. (KROPOTOV, 2009; CONSENZA; GUERRA, 2011; DAMASIO, 2013; DAMASIO, 2015; DAMASIO, 2016)

Nesse sentido, compreender os mecanismos subjacentes à mente e ao comportamento, requer considerarmos o humano como um organismo vivo e, conseqüentemente, correlacionarmos a mente e o comportamento humano “com as funções do cérebro no interior desses organismos”. (DAMÁSIO, 2015, p. 23)

Com esse intuito, o presente estudo propõe um modelo de avaliação do projeto ergonômico afetivo que relaciona as ações e opiniões do usuário a importantes **indicadores emocionais** (frequência cardíaca, condutância da pele e assimetria cortical) de modo a ser possível **classificar os usuários**.

2.9 EMOÇÃO E CONSCIÊNCIA

Para Damasio (2015), as emoções caracterizam-se como um padrão decorrente de um conjunto complexo de reações químicas e neurais que têm o importante papel de auxiliar o organismo na conservação da vida.

Como exemplo, temos: a secreção de hormônios como o cortisol que altera a composição química do meio interno; a secreção de peptídeos como a betaendorfina que influencia o funcionamento de circuitos cerebrais; a liberação de neurotransmissores, como a noradrenalina, serotonina e dopamina, que atuam na aceleração/desaceleração dos processos mentais e na sensação de prazer/desconforto relacionada à experiência mental. (DAMASIO, 2015)

Com destaque para o corpo e para os mecanismos cerebrais subjacentes, diversas reações compõem as emoções e são facilmente percebidas pela própria pessoa ou pelos demais: posturas corporais e expressões faciais típicas, que denotam, por exemplo, alegria, tristeza ou raiva; a palidez, como reação a uma má notícia ou o rubor frente a uma situação constrangedora; o suor frio nas mãos nos momentos de apreensão; e o coração que bate disparado, frente a um estímulo que provoca medo.

De modo análogo ao que ocorre no corpo quando conseguimos discriminar uma expressão de alegria de uma expressão de tristeza, a neurociência já é capaz de revelar como diferentes sistemas cerebrais atuam produzindo emoções.

Segundo Damasio (2015, p. 51),

os mecanismos produtores de emoções ocupam um grupo razoavelmente restrito de regiões subcorticais, começando no nível do tronco cerebral e chegando até regiões localizadas em uma região superior do cérebro; os mecanismos são parte de um conjunto de estruturas que regulam e representam estados corporais.

Ou seja, em situações do dia a dia, os órgãos dos sentidos enviam as informações relevantes por meio dos circuitos cerebrais. Um estímulo relevante, com valor emocional, ao ser captado, mobiliza a atenção e atinge regiões corticais

específicas, pelas quais o estímulo é percebido e identificado, tornando-se consciente.

As reações do organismo tornam-se então adequadas a certos tipos de estímulo (perigosos ou valiosos) provenientes tanto do meio interno quanto externo ao organismo. (DAMASIO, 2015)

Nesse caso,

[...] o amor, o ódio e a angústia, as qualidades de bondade e crueldade, a solução planejada de um problema científico ou a criação de um novo artefato, todos eles têm por base os acontecimentos neurais que ocorrem dentro de um cérebro, desde que esse cérebro tenha estado e esteja nesse momento interagindo com o seu corpo. A alma respira através do corpo, e o sofrimento, quer comece no corpo ou numa imagem mental, acontece na carne. (DAMÁSIO, 2016, p. 21)

Funcionalmente, o sistema afetivo regula o comportamento humano em busca de emoções positivas, evitando emoções negativas (KROPOTOV, 2009), sendo uma das principais características a função adaptativa, que participa ativamente da percepção e avaliação da situação e da preparação para a ação pelo planejamento.

Quanto ao planejamento, Damásio (2016, p. 17) refere que,

no que tem de melhor, os sentimentos encaminham-nos na direção correta, levam-nos para o lugar apropriado do espaço de tomada de decisão onde podemos tirar partido dos instrumentos da lógica. Somos confrontados com a incerteza quando temos de fazer um juízo moral, decidir o rumo de uma relação pessoal, escolher meios que impeçam a nossa pobreza na velhice ou planejar a vida que se nos apresenta pela frente. As emoções e os sentimentos, juntamente com a oculta maquinaria fisiológica que lhes está subjacente, auxiliam-nos na assustadora tarefa de fazer previsões relativamente a um futuro incerto e planejar nossas ações de acordo com essas previsões.

Outra característica do sistema afetivo diz respeito à relação entre emoção e consciência, a partir da qual as representações do mundo físico e virtual, das pessoas e das coisas, bem como nossas emoções e sentimentos podem ser comunicados por meio da linguagem. (FRANÇA, 2008)

Essa identificação e representação de pessoas, coisas, emoções e sentimentos está relacionada a estados afetivos como: amor, ódio, medo, ciúme, decepção, etc. e, conseqüentemente a uma consciência emocional, caracteristicamente humana. (COSENZA; GUERRA, 2011)

Nos organismos com consciência, capazes de saber que têm sentimentos, a consciência permite que os sentimentos sejam conhecidos e, assim, promove internamente o impacto da emoção, permite que ela, por intermédio da emoção, permeie o processo de pensamento. Por fim, a consciência torna possível que qualquer objeto seja conhecido – o “objeto” emoção e qualquer outro objeto – e, com isso, aumenta a capacidade do organismo para reagir de maneira adaptativa, atento às necessidades do organismo em questão. (DAMASIO, 2015, p. 54, grifos do autor)

Ou seja, por mais que sejamos culturalmente ou biologicamente semelhantes, possuímos características que nos diferenciam dos demais e que nos tornam únicos (por exemplo, o impacto que um estímulo, objeto da emoção, vai ter para uma pessoa, difere do impacto que esse mesmo objeto pode ter para outra pessoa). Contudo, comum a todos, nossas características biológicas semelhantes (em estrutura, organização e função) permite-nos identificar e reconhecer os processos relacionados às emoções e sentimentos que se passam no nível da consciência.

Para Damásio (2015, p. 22), a consciência é um fenômeno privado, de primeira pessoa, que acontece como um processo privado, de primeira pessoa: a mente. Apesar de privados, esses fenômenos se relacionam de modo interdependente ao comportamento manifesto, observado por “terceiras pessoas”, que o autor denomina como “correlação entre o privado e o público”.

Ou seja, ainda que ocorra no interior do organismo, a consciência se apresenta no comportamento manifesto em situações públicas. Diferente de uma sentença falada que traduz um pensamento, essas manifestações não são suficientes para descrever o que se passa no interior do organismo. Apesar disso, quando observadas, revelam indícios da presença da consciência. (DAMASIO, 2015)

Em um estado de consciência “normal”, organismos despertos estão atentos aos estímulos do ambiente, comportando-se adequadamente ao contexto e em relação a um propósito, com ações e emoções adequadas aos eventos ou estímulos do meio.

Quando as pessoas estão ansiosas,

[...] elas tendem a estreitar os processos de raciocínio, concentrando-se em aspectos diretamente relacionados ao problema. Essa é uma estratégia útil para escapar de perigos, mas não para pensar em novas abordagens imaginativas para um problema. (NORMAN, 2008, p. 39)

Nesse caso, as emoções negativas fazem com que as pessoas se concentrem em detalhes desagradáveis que podem interferir na solução do problema. Ao falharem na solução do problema, as pessoas se tornam ainda mais tensas, ansiosas, o que aumenta a concentração nos detalhes desagradáveis.

Em contrapartida, “[...] quando as pessoas estão mais relaxadas e felizes, seus processos de raciocínio se expandem, tornando-se mais criativos, mais imaginativos”. (NORMAN, 2008, p. 39)

Esse estado emocional positivo contribui para que as pessoas busquem “abordagens alternativas, que muito provavelmente conduzirão a um resultado satisfatório”, o que torna as pessoas mais tolerantes frente às dificuldades. (NORMAN, 2008, p. 40)

2.10 EMOÇÃO E RAZÃO

Damásio (2016) considera a emoção como parte integrante do processo de raciocínio, podendo auxiliar nesse processo, e não necessariamente perturbá-lo, ao contrário do que se costumava supor.

Como as emoções “são centrais ao comportamento e interpretação do mundo” (NORMAN, 2007, p. 49), o cérebro recorre ao sistema afetivo.

Para Kropotov (2009), o sistema afetivo caracteriza-se como um complexo sistema de estruturas corticais e subcorticais interconectadas entre si para formar uma estrutura funcional que permite ao sujeito gerar e sentir reações emocionais e motivacionais a estímulos externos e internos ao organismo.

No livro *Design Emocional: por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia a dia*, Norman (2008) propõe três diferentes níveis de estruturas do cérebro: o nível visceral, o nível comportamental e o nível reflexivo.

Para o autor, cada nível tem uma participação diferente no funcionamento integral do indivíduo e caracteriza um estilo de design.

Visceral: é o mais básico, o processamento nesse nível é automático e inconsciente, determinado pela nossa herança biológica.

Comportamental: é onde residem as habilidades aprendidas, mas ainda é inconsciente. Esse nível de processamento inicia e controla muito do nosso comportamento. Uma importante contribuição é gerenciar as expectativas sobre os resultados das nossas ações.

Reflexivo: corresponde à parte consciente, à autoconsciência do cérebro, onde reside o *self* e a autoimagem do indivíduo. É o nível que analisa o nosso passado e as fantasias que esperamos – ou tememos – que aconteçam. (NORMAN, 2007, p. 43)

E complementa:

o nível visceral é veloz: ele faz julgamentos rápidos do que é bom ou ruim, seguro ou perigoso, envia os sinais apropriados para os músculos (o sistema motor) e alerta o resto do cérebro. Este é o princípio do processamento afetivo. Eles são biologicamente determinados e podem ser inibidos ou ampliados através de sinais de controle vindos de cima. O nível comportamental é onde se localiza a maior parte do comportamento humano. Suas ações podem ser aperfeiçoadas ou inibidas pela camada reflexiva e, por sua vez, ela pode aperfeiçoar ou inibir a camada visceral. A camada mais alta é a de pensamento reflexivo. Observe que ela não tem acesso direto nem as informações sensoriais nem ao controle do comportamento. Em vez disso, ela observa, reflete sobre o nível comportamental e tenta influenciá-lo. (NORMAN, 2008, p. 42)

Ou seja, o nível visceral estaria relacionado às reações emocionais. Para Kropotov (2009), o sistema afetivo produz certas **respostas habituais**, chamadas reações emocionais a certos eventos. Tais respostas são produzidas **quando o cérebro detecta um estímulo emocionalmente competente**. Esses 'hábitos da mente' nos possibilita associar as **emoções**, e os **sentimentos** a elas associados, com as **experiências** correspondentes.

Os níveis comportamental e reflexivo, além de serem sensíveis à experiência, ao treinamento e à educação, também sofrem influência da cultura. Nesse caso, ao projetar um ambiente de RV, o que o designer considera atraente, o usuário pode não achar.

É somente no nível reflexivo que a consciência e os mais altos níveis de sentimento, emoções e cognição residem. É somente nele que o pleno impacto tanto do pensamento quanto da emoção é experimentado. Nos níveis inferiores, visceral e comportamental, existe apenas afeto, mas sem interpretação ou consciência. Interpretação, compreensão e raciocínio só ocorrem no nível reflexivo. (NORMAN, 2008, p. 56 – 58)

Quanto mais ansiosas, mais as pessoas se concentram. Nesse caso, o processo de design requer atenção para que as informações necessárias à

realização da tarefa estejam disponíveis, facilmente visíveis e que o sistema opere com respostas claras para o usuário. Caso seja empregado em situações estressantes, o sistema deve ser projetado com maior cuidado aos detalhes.

Sobre esse assunto Norman (2008, p. 48 – 49) afirma que

[...] o excesso de ansiedade produz um fenômeno conhecido como “visão de túnel”, em que as pessoas ficam com o foco tão concentrado que podem deixar de ver as alternativas que, de outro modo, seriam evidentes.

Basicamente, por causa da extrema concentração de foco e da visão de túnel induzidas pela alta ansiedade, a situação tem de ser projetada de modo a minimizar a necessidade de raciocínio criativo. É por isso que os profissionais são treinados, repetidas vezes, para enfrentar situações de acidente, através de exercícios de treinamento e simuladores, de modo que, se um verdadeiro acidente acontecer, eles o terão vivenciado tantas vezes no treinamento que suas reações serão automáticas. Mas esse treinamento só funciona se for repetido frequentemente e se o desempenho for testado. (NORMAN, 2008, p. 48 – 49)

Com o intuito de investigar o papel das emoções durante o desempenho de tarefas nos sistemas de treinamento em RV, a neuroergonomia busca se beneficiar das recentes descobertas da neurociência a fim de entender as relações dos processos emocionais com a amígdala, o sistema límbico e demais conexões anátomo-funcionais do cérebro humano, a serem discutidas na próxima seção.

2.11 EMOÇÕES E OS CIRCUITOS CEREBRAIS SUBJACENTES

Nossas experiências emocionais participam ativamente da construção da nossa identidade, sendo indispensáveis ao nosso processo de diferenciação com os demais, enquanto nos tornamos únicos. (FRANÇA, 2008) Por essa razão é importante reconhecermos nossas emoções e o que elas comunicam de modo a podermos organizar adequadamente nossas ações enquanto tomamos decisões.

As emoções são importantes porque marcam a presença de algo situacionalmente significativo. São “expressões afetivas acompanhadas de reações intensas e breves do organismo, em resposta a um acontecimento inesperado ou, às vezes, muito aguardado (fantasiado)”. (BOCK; FURTADO; TEIXEIRA, 2008, p. 167) Se manifestam por meio de alterações fisiológicas e nos processos mentais. Mobilizam recursos cognitivos, tais como a atenção e a percepção, que contribuem para a identificação e análise da situação. Visam à aproximação, confronto ou afastamento do organismo e influenciam a escolha das ações que se seguirão. (CONSENZA; GUERRA, 2011)

Consistem na relação dos afetos com o corpo físico e com as características endógenas que se expressam por meio de **respostas periféricas** (perceptíveis a um observador) e de **modificações corporais** (perceptíveis ao próprio sujeito), tais como: aumento do estado de alerta, dilatação da pupila, sudorese, tremores, alterações cardiorrespiratórias, ‘frio no estômago’, ‘nó na garganta’, expressões faciais, riso e choro, entre outras, e que revelam as tentativas do organismo para se adaptar às situações de tensão. (BOCK; FURTADO; TEIXEIRA, 2008; CONSENZA; GUERRA, 2011)

Historicamente, a primeira noção próxima ao que hoje denominamos sistema afetivo foi a noção de sistema límbico. De base anatômica, não funcional, o sistema límbico inclui estruturas que formam uma borda ao redor do corpo caloso. Muito popular na psicologia e na psiquiatria, o sistema límbico é empregado na descrição das redes neurais envolvidas na geração das emoções e dos estados afetivos. (KROPOTOV, 2009)

Contudo, Damásio (2016, p. 18) alerta que

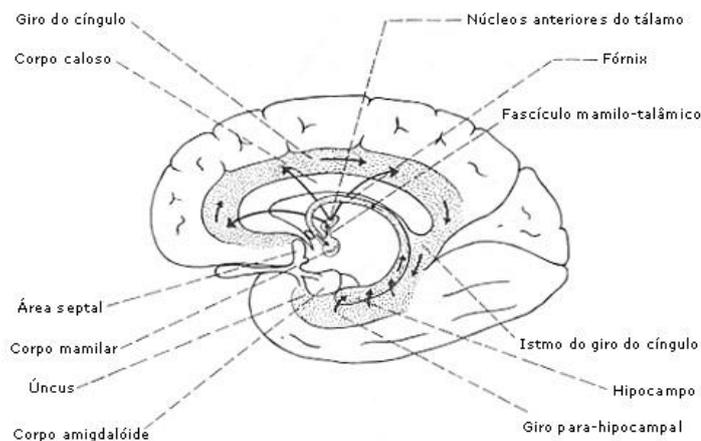
os sistemas de que as emoções e os sentimentos dependem de forma crítica, incluem não só o sistema límbico, uma ideia tradicional, mas também alguns dos córtices pré-frontais do cérebro e, de forma mais importante, os setores cerebrais que recebem e integram os sinais enviados pelo corpo.

Em 1937, James Papez sugeriu que o lobo límbico e o hipotálamo estariam relacionados à expressão das emoções, conferindo especial importância ao cíngulo. De fato, o hipotálamo envia sinais ao córtex cingulado através dos núcleos talâmicos anteriores por meio do feixe de fibras chamado trato mamilotálâmico. Por sua vez, o hipotálamo recebe *inputs* do hipocampo via um feixe de axônios chamado fórnix, enquanto o hipocampo recebe projeções do córtex cingulado anterior, fechando assim o circuito.

Para Papez, o hipotálamo e o córtex cingulado formam um circuito recíproco que, por um lado, permite que as emoções desencadeadas pelo hipotálamo cheguem à consciência ao nível do córtex cingulado e, por outro lado, permitem que funções cognitivas superiores do córtex cingulado afetem as emoções.

Após alguns anos, o circuito conhecido como circuito de Papez, ganha novas estruturas. Em 1949 Paul MacLean incluiu ao circuito a amígdala, a área septal, o núcleo accumbens e o córtex orbito-frontal. (KROPOTOV, 2009)

Figura 16 – Sistema Límbico.



Fonte: Machado (2017) <http://www.psiquiatriageral.com.br/cerebro/emocoes.htm>

A figura 16 retrata uma visão do sistema límbico, incluindo o circuito de Papez.

Para Damasio (2013), as emoções ocorrem quando imagens processadas no cérebro acionam regiões que desencadeiam emoções, como a amígdala e regiões do córtex frontal.

2.12 VALÊNCIA EMOCIONAL E A LATERALIZAÇÃO CEREBRAL DAS EMOÇÕES POSITIVAS E NEGATIVAS

Devido às emoções serem muito subjetivas, uma mesma imagem ou conteúdo pode produzir uma emoção positiva em um indivíduo e uma emoção negativa em outro. (KROPOTOV, 2009)

Sobre esse tema, Consenza e Guerra (2011, p. 78) afirmam que,

no nosso cotidiano, as informações sensoriais que nos chegam podem ser neutras ou vir acompanhadas de uma valência emocional, negativa ou positiva. Um cachorro pode ser apenas mais um dado no ambiente, mas pode provocar uma sensação agradável, se for nosso animal de estimação, ou ainda infundir medo e apreensão se for um animal que sabemos ser perigoso. Essa valência emocional é acrescentada quando a informação atinge as regiões, como a amígdala, encarregadas do processamento das emoções.

Nas emoções positivas, relacionadas à sensação de prazer e bem-estar, destacam-se os circuitos dopaminérgicos, cujo neurotransmissor é a dopamina. Esse circuito tem origem em neurônios do mesencéfalo, que apesar de se comunicarem com diversas estruturas, apresentam como um dos alvos principais o núcleo accumbens, cujos neurônios se conectam ao córtex pré-frontal. (COSENZA; GUERRA, 2011)

A lateralidade hemisférica das emoções vêm sendo motivo de debate há décadas. Segundo Kropotov (2009), em 1993, Richard Davidson, da Universidade de Wisconsin, EUA, propôs que as regiões frontais esquerdas podem ser mais ativas durante a experiência de aproximação (emoções positivas) e que as regiões frontais direitas estariam mais ativas durante a experiência de afastamento (emoções negativas).

Em resposta a esses eventos positivos ou negativos, a banda alfa no EEG foi inversamente correlacionada à ativação da região correspondente do cérebro. Para Davidson e colegas, as medidas de assimetria alfa anteriores retratam as relativas

diferenças de atividade entre os hemisférios direito e esquerdo. Como a assimetria alfa permanece estável por várias semanas e meses, essa medida retrata a tendência do organismo responder aos estímulos de aproximação (emoções positivas) e de afastamento (emoções negativas). (KROPOTOV, 2009)

2.13 CLASSIFICAÇÃO DAS EMOÇÕES

Para Damásio, as emoções classificam-se como emoções de fundo, primárias e secundárias. (KROPOTOV, 2009, p. 293; DAMASIO, 2013; 2015) As que são percebidas rapidamente em diferentes contextos são denominadas emoções de fundo. As que envolvem disposições inatas para responder a certas classes de estímulos, controladas pelo sistema límbico seriam as emoções primárias. Aquelas que são aprendidas e associadas a respostas passadas, avaliadas como positivas ou negativas, são as emoções secundárias ou sociais. (DAMÁSIO, 2013)

Segundo Linehan (2010), ao julgar uma situação como ruim ou desconfortável, frequentemente as pessoas respondem com emoções secundárias relacionadas a sentimentos de culpa, irritabilidade, ansiedade, que tornam o desconforto ainda mais intenso.

Em resumo, como emoções primárias, temos: alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa ou repugnância (nojo). Como emoções secundárias (sociais): embaraço, ciúme, culpa, orgulho, etc. E como emoções de fundo: bem-estar, mal-estar, calma ou tensão. (DAMASIO, 2015)

Segundo Kropotov (2009), as emoções de fundo, como o desânimo e o entusiasmo, dificilmente são discriminadas dos estados afetivos.

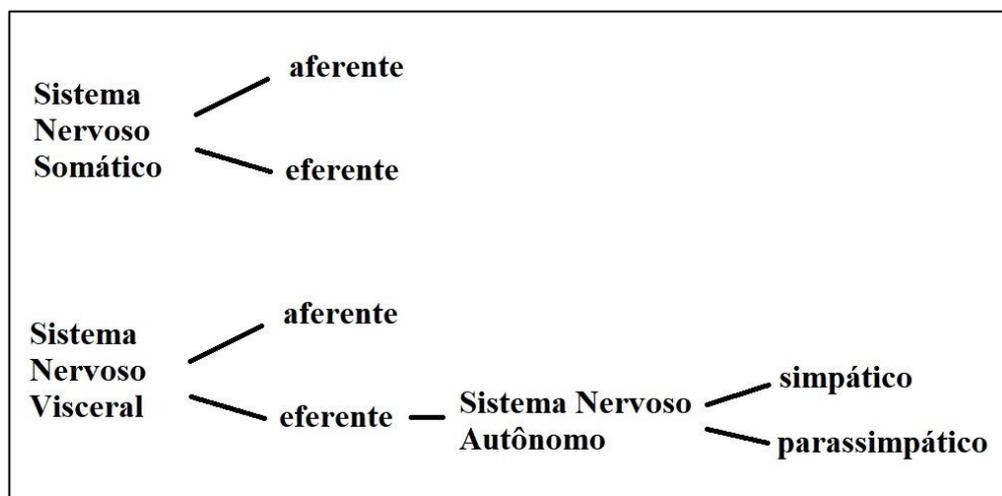
Para Damasio (2015, p. 51), as emoções de fundo podem ser detectadas por meio de detalhes sutis, tais como: “postura do corpo, velocidade e contorno dos movimentos, mudanças mínimas na quantidade e na velocidade dos movimentos oculares e no grau de contração dos músculos faciais” que, por sua vez, representam mudanças na paisagem do corpo (meio interno, sistemas visceral, vestibular e musculoesquelético) e do cérebro (circuitos neurais).

2.14 EMOÇÕES E O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

O cérebro humano é um elemento em um complexo sistema de sistemas (MACHADO, 2005; FORSYTHE *et al.*, 2015). Nessa perspectiva, o sistema nervoso é entendido como um todo integrado, cujas partes, didaticamente separadas, estão morfológica e funcionalmente relacionadas.

Essa divisão por partes leva em consideração critérios anatômicos, embriológicos e funcionais. Com base em critérios funcionais, o sistema nervoso divide-se em:

Figura 17 – Divisão do sistema nervoso com base em critérios funcionais.



Fonte: Machado (2005)

O sistema nervoso da vida de relação (somático) relaciona o organismo ao meio ambiente.

O organismo “recebe informações desse mundo exterior por meio do seu sistema sensorial e controla sua postura e seus movimentos através de seu sistema nervoso motor. Os processos do sistema nervoso somático se subordinam, em parte, à consciência e ao controle voluntário”. (JÄNIG, 1979, p. 250)

O sistema nervoso da vida vegetativa (visceral) se relaciona com a inervação e controle das estruturas viscerais e tem papel relevante na manutenção da constância do meio interno.

Segundo Jänig (1979, p. 250),

o *sistema nervoso vegetativo* serve essencialmente à musculatura lisa de todos os órgãos e sistemas orgânicos, o coração e as glândulas. Regula as funções vitais da respiração, da circulação, do metabolismo, da secreção, da temperatura corporal e da reprodução, *não* se subordinando ao controle voluntário direto. Por isso, também é chamado *sistema nervoso autônomo* ou *involuntário*. (grifos do autor)

Semelhante ao SN somático, o SN visceral é constituído por uma parte aferente e outra eferente.

Componente eferente do sistema nervoso visceral, o sistema nervoso autônomo é subdividido em Simpático e Parassimpático.

Conforme Machado (2005, p. 23),

o componente aferente conduz os impulsos nervosos originados em receptores das vísceras (*visceroceptores*) a áreas específicas do sistema nervoso. O componente eferente leva os impulsos originados em certos centros nervosos até as vísceras *terminando* em glândulas, músculos lisos ou músculo cardíaco. (grifos do autor)

Ou seja, um mesmo órgão tanto pode ter inervações do sistema simpático quanto do parassimpático ainda que, em alguns casos, esses sistemas apresentem ação antagônica um sobre o outro. Apesar disso, os sistemas trabalham conjuntamente de modo que o funcionamento de cada órgão se adeque à situação em que o organismo se encontra. (GUYTON; HALL, 2011; MACHADO, 2005)

Como pode agir de modo difuso e em vários órgãos simultaneamente, em certas circunstâncias, o sistema simpático pode ser ativado. Como consequência, uma descarga é produzida. A medula da suprarrenal é ativada e lança no sangue a adrenalina, que tem ação no organismo como um todo.

2.14.1 Como a adrenalina afeta os usuários de RV?

Sempre que ocorre um pico de grande quantidade de estresse ou ansiedade, as glândulas suprarrenais secretam grandes quantidades de adrenalina no corpo. Com a liberação brusca, observam-se descargas adrenérgicas, cujos efeitos ocorrem em grande intensidade, são desagradáveis e independem da vontade do indivíduo.

Sobre esse assunto, Jänig (1979, p. 256) refere que

uma função muito importante para o organismo é desempenhada pela medula das glândulas supra-renais. A supra-renal é um gânglio simpático modificado, constituída de neurônios pós-ganglionares modificados, que são ativados por axônios pré-ganglionares. Pela excitação desses neurônios pré-ganglionares, as células da medula supra-renal derramam na circulação uma mistura de 80% de adrenalina e 20% de noradrenalina. Essas substâncias adrenérgicas possivelmente mantém a ação dos neurônios simpáticos sobre os órgãos; porém, devem ser consideradas em primeiro lugar como *hormônios metabólicos*, cuja liberação provoca a mobilização de substâncias oxidáveis, como a glicose e os ácidos graxos livres, nos depósitos de glicogênio e de gorduras. Dessa forma, as substâncias adrenérgicas provenientes da medula supra-renal, pela ativação do sistema nervoso simpático, promovem o rápido aproveitamento das substâncias combustíveis. Esse processo tem uma significação especial quando o organismo está de alguma forma sobrecarregado, como no caso de extremo esforço corporal ou de um esgotamento psíquico.

E complementa,

a *noradrenalina* e a *adrenalina* agem *inibitoriamente* sobre a musculatura lisa do trato gastrointestinal, a bexiga e os pulmões. O restante da musculatura lisa – como, p. ex., os músculos das veias e artérias – é excitado pela administração de adrenalina e noradrenalina. A acetilcolina age excitatoriamente sobre a

musculatura lisa do trato gastrointestinal, pulmões e órgãos emunctórios. (JÄNIG, 1979, p. 263)

Como o coração é influenciado simultaneamente pelos sistemas simpático e parassimpático,

agem continuamente sobre o coração a atividade inibitória parassimpática e a atividade excitatória simpática. Toda a alteração da atividade em qualquer dos dois sistemas provoca uma alteração dos batimentos cardíacos e/ou da força de contração. Assim, o volume cardíaco eleva-se com o aumento da atividade simpática e/ou pela diminuição da parassimpática. E, inversamente, o volume cardíaco diminui com a queda da atividade simpática e/ou elevação da atividade parassimpática. Com essas possibilidades de regulação do volume cardíaco por segundo pelo sistema nervoso central através da ação do sistema nervoso vegetativo, dá-se a adaptação do sistema cárdio-circulatório às necessidades mutantes do organismo. (JÄNIG, 1979, p. 268 – 269)

As descargas de adrenalina ocorrem abruptamente em situações de medo e tensão. Estão associadas à sensação de ameaça (real ou imaginária) e são acompanhadas por sentimentos de angústia, irritabilidade e inquietação.

Com a excitação do sistema simpático ocorre a liberação excessiva da adrenalina que prepara o organismo para uma situação de 'luta' ou 'fuga'. (BRANDÃO, 2004) Nessas situações de risco, a dilatação das pupilas, a aceleração do ritmo cardíaco e do funcionamento dos pulmões oferece vantagens.

Além da adrenalina, as suprarrenais liberam substâncias como a noradrenalina, que ativam o sistema defensivo e as reservas do organismo, preparando-o para situações extremas.

Como consequência, observa-se o aumento da pressão arterial, diminuição da atividade digestiva, sudorese e aumento do tônus muscular. Em certa medida essas alterações são úteis à sobrevivência do organismo. Contudo, se forem

frequentes (cronicidade) e excederem os limites aceitáveis, podem ser prejudiciais à saúde, pois debilitam o organismo, levando ao estado de fadiga.

É possível diminuir a frequência e a intensidade das descargas de adrenalina por meio de técnicas de relaxamento que minimizam os efeitos da ativação fisiológica (ritmo respiratório com relaxamento progressivo).

Além dessas técnicas, a diversão contribui para a dilatação dos vasos sanguíneos, melhora o fluxo sanguíneo e reduz as chances de problemas cardíacos, de modo a contribuir para o bem-estar dos usuários de RV.

2.15 MECANISMOS DE REGULAÇÃO EMOCIONAL

Em ambientes de estresse elevado, a excitação psicológica pode ter efeito debilitante na habilidade do indivíduo processar informações complexas e tomar decisões de modo eficaz. Além disso, longos períodos de excitação podem ser fatigantes, drenando os recursos mentais e fisiológicos do indivíduo. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Para que ocorra ajustamento social e bem estar geral faz-se necessário saber regular as emoções, o que para Mocaiber (2008, p. 02) pode ser definido como

[...] estratégias conscientes e/ ou inconscientes para manter, aumentar ou diminuir um ou mais componentes da resposta emocional, incluindo os sentimentos, comportamentos e respostas fisiológicas que constroem as emoções (Gross, 1998, 2002; John & Gross, 2004; Mauss, Evers, Wilhelm & Gross, 2006; Ochsner & Gross, 2005). Pode-se dizer que a regulação das emoções representa uma habilidade fundamental para a interação social, influenciando diretamente o comportamento e a expressão emocional. (Lopes, Salovey, Cote & Beers, 2005)

Para Campos, Frankel e Camras (2004), a regulação da emoção consiste na modificação de qualquer processo no sistema que provoca emoção ou a sua manifestação no comportamento.

Como as pessoas com alto desempenho exibem uma maior capacidade para regular os próprios estados emocionais e cognitivos, alguns estudos focam em trabalhadores cujas funções apresentam elevados níveis de estresse. Por exemplo, estudos que avaliam a responsividade emocional e a autorregulação das emoções em SEALs²⁸ da marinha americana (SIMMONS *et al.*, 2012) destacam a habilidade desses indivíduos para o gerenciamento das respostas emocionais. Segundo Forsythe *et al.* (2015), a regulação dos recursos físicos e mentais pode se estender

²⁸ Grupo militar das forças de operações especiais da Marinha dos EUA, considerados elite no domínio das operações de combate.

por diferentes domínios permitindo que os indivíduos possam lidar melhor com situações de estresse elevado.

Até mesmo situações de entretenimento como, por exemplo, o desafio e a emoção de ter que salvar a própria vida em um jogo de zumbi, requer tolerância e habilidade para lidar com emoções muitas vezes desconfortáveis, que poderiam ser identificadas e moduladas por meio da regulação emocional e até mesmo treinadas e desenvolvidas com o uso de sistemas de RV.

Nesse caso, a habilidade de regular e modular as emoções consistiria em: (1) inibir o comportamento inapropriado relacionado às emoções intensas; (2) realizar ações coordenadas com a finalidade de conseguir atingir a meta, apesar da emoção experimentada; (3) regular a ativação fisiológica presente na vivência emocional; e (4) retomar o foco da atenção na presença de emoções intensas.

Para Campos, Frankel e Camras (2004), muitos, senão a maioria dos pesquisadores em regulação emocional tomam como ponto de partida a identificação e a erradicação de expressões emocionais inadequadas a fim de substituir por comportamentos emocionais socialmente mais aceitáveis, o que sugere muitos pontos de convergência entre pesquisadores que estudam regulação emocional e aqueles que enfatizam os méritos da psicologia positiva.

No entanto, os autores alertam que a emoção não está prontamente acessível às definições operacionais, pois ninguém até agora apresentou de modo convincente índices faciais, vocais, gestuais, fisiológicos ou cerebrais que se aproximassem de um estado emocional numa relação 1:1.

Ou seja, para Campos, Frankel e Camras (2004), não há nenhum “padrão de ouro”, nenhuma definição ostensiva da emoção. Ao invés disso, temos um estado de coisas em relação às quais: a) muitos comportamentos podem estar a serviço de uma única emoção; e b) o mesmo comportamento pode estar a serviço de múltiplas emoções. Como consequência os autores sugerem cautela devido às dificuldades de se identificar de modo confiável a emoção que os processos subsequentes modificam ou regulam.

Em estudo realizado na Universidade Estadual de Saint Petersburg, Michael Zotov e colegas desenvolveram medidas para avaliar a capacidade do indivíduo para a autorregulação e examinou o uso dessas medidas como uma base para avaliar a experiência (*expertise*) em um domínio. (ZOTOV *et al.*, 2009; FORSYTHE *et al.*, 2015)

Como em um cenário de treinamento são esperados níveis elevados de excitação fisiológica, um melhor desempenho pode ser obtido com o treino das habilidades autorregulatórias, que caracterizam a experiência do indivíduo em certo domínio.

2.16 NEUROPLASTICIDADE E EMOÇÃO

Ao contrário do que se pensava há alguns anos, o nosso cérebro é plástico. Mesmo adultos, podemos treinar o cérebro a ponto de mudarmos física e psicologicamente.

Ao praticar um novo comportamento, o indivíduo passa a ser desafiado a ponto do cérebro mudar a si mesmo por meio da criação de novos caminhos neurais.

Ainda que sejamos geneticamente programados, essa genética não restringe o nosso nível de resiliência, positividade, intuição, concentração, autopercepção e atitude, graças à capacidade de modificação e de regeneração do cérebro.

Nesses termos, mesmo com o passar dos anos e que fiquemos mais velhos, é possível aprender a modificar as emoções mudando nossos padrões mentais. Como o cérebro não consegue discriminar o que é e o que não é verdade torna-se possível treinar o cérebro para que a pessoa seja cada vez mais positiva e resiliente.

Essa plasticidade permite ao cérebro se reorganizar. Caso seja feita de modo positivo despertará no trabalhador novas emoções (processo de ressignificação), que se manifestarão no comportamento do indivíduo, em suas atitudes e julgamentos.

2.16.1 Habilidade cerebral e desempenho humano

Com as demandas do dia-a-dia, o cérebro precisa desenvolver habilidades específicas para enfrentar os desafios da jornada de trabalho, de modo a se tornar cada vez mais adaptável, flexível e resiliente.

Dedicando um momento para si, o trabalhador consegue interromper o ritmo frenético do trabalho, impactando o cérebro a ponto de mudar e crescer. Ao estimular o cérebro, estimula-se a neuroplasticidade. Esta não só ajuda o indivíduo a

resignificar o modo de pensar, abordar e enfrentar as situações, como também desenvolve as funções cerebrais subutilizadas de modo a tornar o cérebro mais ágil.

Essa agilidade é adquirida por meio do treinamento, que estimula a criação de novos caminhos neurais e os aperfeiçoa com as repetições. Ou seja, com o treino, o indivíduo desenvolve habilidades que o permitem reavaliar os acontecimentos e encontrar mais rapidamente a solução para um problema.

2.16.2 Neuroplasticidade e RV

Nos sistemas de RV, o ambiente sintético, simulado, controlado e os dispositivos físicos fornecem estímulos e informações sobre o contexto e o corpo do usuário, que são captados pelos receptores sensoriais e convertidos em impulsos elétricos no cérebro.

Ao serem processados pelo SNC, apenas os estímulos/informações importantes são armazenados. O cérebro analisa a frequência de utilização dos circuitos neurais e elimina as sinapses pouco utilizadas para que outros neurônios possam se desenvolver de modo mais eficaz.

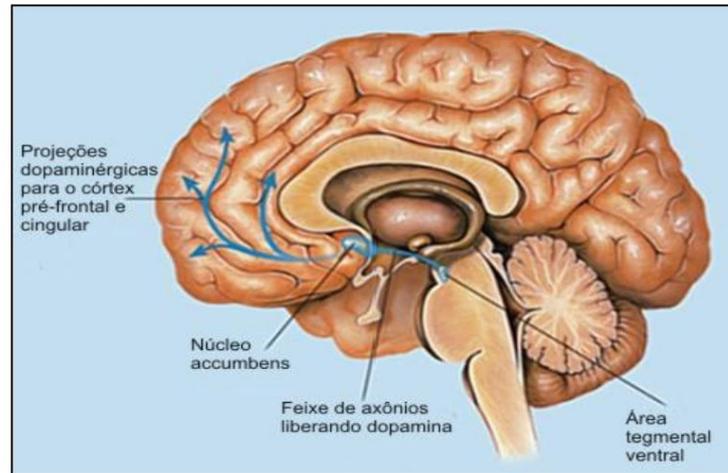
Como não é possível desvincular as emoções das funções cognitivas, a atenção e a memória, indispensáveis à aprendizagem, sofrem o impacto das reações afetivas registradas em experiências prévias, que interferem na intensidade da concentração.

Enquanto o trabalhador usa a RV, o sistema nervoso poderá identificar os registros das experiências prévias como prazerosos ou ameaçadores. O julgamento do usuário sobre a situação, se ela é relevante ou não, vai depender dos sentimentos e emoções despertados.

Quando o usuário é positivamente afetado, a área do cérebro relacionada aos centros de prazer passa a produzir dopamina. Ao ser estimulada pelos impulsos elétricos do cérebro, a área tegumentar ventral libera a dopamina, neurotransmissor que proporciona a sensação de recompensa, que alcança o núcleo *accumbens* e

segue até o córtex pré-frontal, provocando sensação de prazer e bem-estar, que mobilizam a atenção e reforçam o comportamento do usuário do sistema de RV.

Figura 18 – Circuito cerebral de recompensa.



Fonte: Martin (2013)

Desse modo, ainda que tenha passado por situações traumáticas e limitantes, que acarretam desgaste e sofrimento ao trabalhador, com a RV este se sentiria motivado a rever crenças e resignificar padrões de modo a engajar-se no processo de individualização.

Cada indivíduo tem um padrão comportamental característico, resultante da história pessoal, e um sistema nervoso com características próprias, que é resultado das interações do organismo vivo com o ambiente (físico e virtual), o que garante a “individualidade neural” e, conseqüentemente, a “individualidade comportamental” do usuário. (FERRARI *et al.*, 2001, p. 188)

Para que isso ocorra, é possível criar paisagens virtuais para simuladores e jogos digitais em que os usuários possam repetidamente praticar habilidades ao invés de apenas ouvir sobre. (ALDRICH, 2009)

Nesse caso, é possível recorrer a aspectos do projeto ergonômico afetivo para que os ambientes virtuais, interativos, sejam transformados em experiências para o engajamento do usuário.

Com base no exposto, a próxima seção busca discutir sobre as possíveis contribuições da neuroergonomia e da neurotecnologia para o projeto ergonômico afetivo.

2.17 NEUROERGONOMIA E NEUROTECNOLOGIA NO PROJETO ERGONÔMICO AFETIVO

Um dos objetivos da neuroergonomia é examinar as funções cerebrais em tarefas dinâmicas e complexas no dia-a-dia do trabalhador. Quanto ao desenvolvimento das habilidades emocionais, “otimizar a interação homem-máquina depende do entendimento das bases neurais das emoções, como as emoções afetam a tomada de decisão e a percepção e como as emoções podem ser medidas”. (JOLIJ; HEUSSEN, 2013, p. 129)

Com o intuito de aumentar, treinar, preservar ou reparar habilidades cognitivas e emocionais, os designers recorrem à neurotecnologia tendo como objetivos (1) a adaptação do sistema às características e necessidades do usuário (customização) e (2) a individualização pelo produto.

Projetada para ser engajadora e entreter o usuário enquanto rastreia o progresso do indivíduo por meio de medidas personalizadas, a neurotecnologia lança mão de dados fisiológicos que permitem ao ambiente simulado se ajustar automaticamente às demandas emocionais e cognitivas do usuário.

Os designers neurotecnológicos devem validar o produto/sistema com populações, condições e ambientes representativos. A validação por meio de tarefas de laboratório requer que exista uma forte relação entre a tarefa e o construto psicológico (ex^o: verificar se uma medida neurofisiológica específica captura a atividade cerebral no contexto da tarefa de interesse). (FORSYTHE *et al.*, 2015)

No desenvolvimento e testagem do sistema, medidas neurofisiológicas passaram a ser empregadas para complementar as avaliações tradicionais no campo da usabilidade. (FORSYTHE *et al.*, 2015; HIRSHFIELD *et al.*, 2009) A aferição envolve a avaliação comportamental do desempenho em combinação com diversas técnicas que elicitam respostas com diversos graus de subjetividade.

Ao proporcionar experiências imersivas e perceptuais realísticas, o sistema de RV desencadeia emoções com valência positiva ou negativa que, por sua vez,

desencadeiam respostas periféricas e modificações corporais no usuário. Por exemplo, o ambiente virtual pode evocar uma resposta estressora cujos sintomas são o aumento na frequência cardíaca e na resposta eletrodérmica.

Em tais situações, o estresse do usuário em relação ao contexto de uso da RV pode ser investigado a partir da aferição das **variáveis autonômicas** (frequência cardíaca, frequência respiratória, pressão sanguínea e resposta eletrodérmica).

Variáveis autonômicas como a frequência cardíaca (FC) e a resposta eletrodérmica (EDR) são bastante úteis para aferir os estados mentais subjetivos, além de serem fáceis de medir sem causar muito desconforto ao usuário. (JOLIJ; HEUSSEN, 2013)

Situações de treinamento com o uso de simuladores em ambiente de trabalho podem recorrer às variáveis autonômicas para o monitoramento contínuo do estado do usuário enquanto opera a interface.

Como o decréscimo da vigilância é tipicamente acompanhado por um declínio na excitação psicofisiológica, recorre-se às variáveis autonômicas como medidas preventivas para que o sistema possa alertar o usuário, aumentando a atenção, que é pré-requisito para a operação do sistema. (BOUCSEIN; HAARMANN; SCHAEFER, 2007)

O grau de excitação (*arousal*) do usuário caracteriza um importante componente da emoção e representa um aspecto da resposta emocional (pois não captura toda a extensão da resposta). Por exemplo, baixa excitação aferida pela EDR ou pela FC tanto pode indicar que o usuário está relaxado, como pode indicar que o usuário está chateado ou triste. Já uma excitação elevada pode indicar raiva ou medo. (JOLIJ; HEUSSEN, 2013)

Como as medidas autonômicas fisiológicas não capturam a valência emocional, o EEG mostra-se bastante útil. Nesse caso, a ativação ou inibição do comportamento é investigada: tomando como referência os hemisférios cerebrais, uma maior ativação esquerda indica emoções positivas e uma maior ativação direita indica emoções negativas. (JOLIJ; HEUSSEN, 2013)

Devido às diferenças individuais entre usuários de aplicações neurotecnológicas, recorre-se às medidas subjetivas como meio de refinar a experiência para um indivíduo. Nesse caso, o auto-relato subjetivo é empregado para representar a experiência individual da interação humano-tecnologia. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

2.18 AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA E COMPORTAMENTAL EM SITUAÇÕES DE USO DA RV

Durante os testes de usabilidade, os participantes são frequentemente solicitados a realizarem tarefas e responderem questionários. No entanto, existem outras formas de avaliação, especialmente no que concerne aos aspectos psicológicos e comportamentais em situações de uso do sistema.

Enquanto realizam as tarefas, os usuários podem sorrir, suspirar, ruborizar, se remexer na cadeira, se inclinar para frente, demonstrar impaciência e assim por diante. Ainda que não-verbais, os comportamentos do usuário podem ser registrados e potencialmente medidos, de modo a oferecer subsídios, inclusive, para o *redesign* do produto. (FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017)

Tanto os comportamentos verbais quanto os não-verbais podem ser observados. Em alguns casos, esses comportamentos podem acontecer rápidos o suficiente para que o observador não consiga registrar a tempo, como ocorre, por exemplo, com as expressões faciais. Em tais situações, registros videografados das ações dos usuários são frequentemente empregados. (TULLIS; ALBERT, 2008)

Em outros casos, são aferidos os sinais vitais para se avaliar a resposta fisiológica do usuário durante a realização da tarefa e assim obter informações sobre o aumento da frequência cardíaca, sudorese, dilatação da pupila, entre outros. Tais procedimentos vão requerer do ergonomista o emprego de equipamentos especializados para registro e/ou monitoração dessas informações. (FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017)

Com foco na avaliação da experiência emocional do usuário de RV, este estudo apresenta os principais indicadores emocionais empregados no registro e monitoração de indivíduos, destacando os que foram utilizados na avaliação de um sistema de treinamento com *biofeedback* e RV.

2.19 EQUIPAMENTOS DE CAPTURA DO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO

Uma análise mais refinada dos comportamentos verbal e não-verbal em testes de usabilidade requer o uso de equipamentos de captura das expressões faciais, das variações fisiológicas, das variações de temperatura corporal, de rastreamento ocular e de mapeamento cerebral, entre outros.

As informações obtidas com tais equipamentos proporcionam indicadores objetivos e confiáveis sobre a experiência de uso e para a identificação dos riscos ergonômicos e de dificuldades na realização da tarefa pelos usuários, de modo a contribuir para uma adequada avaliação da usabilidade do sistema em análise. (FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017)

2.19.1 Registros videografados das ações dos usuários

Reconhecer e interpretar as ações e expressões faciais dos usuários é fundamental para a compreensão da comunicação e interação humanas, visto que as expressões faciais oferecem maior acurácia sobre o que os usuários estão realmente sentindo em relação ao que é dito (TULLIS; ALBERT, 2008) bem como sobre as reações frente ao produto.

Em tais situações, os registros videografados das ações e expressões faciais dos usuários contribuem para uma análise mais detalhada da usabilidade do produto, de modo a oferecer subsídios a fim de propor recomendações ergonômicas e sugestões de melhoria para o sistema avaliado. (FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017)

2.19.2 O EEG

O eletroencefalograma (EEG) humano consiste em uma técnica amplamente “aceita e considerada insubstituível como método de avaliação da atividade elétrica cerebral”. (RIOS-POHL; YACUBIAN, 2016, p. 09)

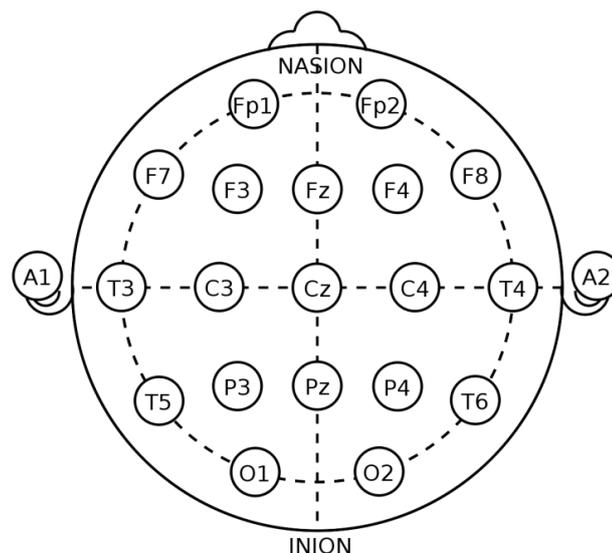
Caracteriza-se pela colocação de eletrodos no escalpo do usuário que detectam as minúsculas correntes elétricas (escala de milivolt) associadas à atividade neural da área por baixo do eletrodo. Um eletrodo de referência é colocado em um local eletricamente inerte (ex^o: lóbulo da orelha) e as correntes aferidas representam o produto da atividade neural. Como possui uma boa resolução temporal, o EEG permite a observação de eventos numa escala de tempo de milissegundos.

No cérebro, a atividade elétrica inclui frequências entre 0,5 Hz e 30/35 Hz, presentes nos quatro ritmos básicos:

- Delta (0,5 – 3,5 Hz);
- Teta (4 – 7,5 Hz);
- Alfa (8 – 13 Hz);
- Beta (14 – 30 Hz).

O posicionamento dos eletrodos no couro cabeludo segue o sistema internacional 10 – 20, que é chamado dessa forma devido aos eletrodos serem posicionados em distâncias entre 10% e 20% das referências no crânio.

Figura 19 – Sistema internacional 10 – 20.



Fonte: Zetehaku *et al.* (2016).

Esse sistema contém 21 eletrodos, dos quais 19 estão localizados no couro cabeludo e 2 nas regiões auriculares (eletrodos A1 e A2). A posição de cada eletrodo no couro cabeludo é indicada por uma letra e um número.

As letras correspondem aos nomes dos lobos cerebrais subjacentes, com exceção da região central, que representa a área nas proximidades do sulco central (ponto anatômico central no crânio) e da região frontopolar, que se refere à porção anterior do lobo frontal. [...] Quanto aos números, os pares correspondem ao hemisfério direito e os ímpares, ao esquerdo, aumentando sua numeração nas direções anteroposterior e médio-lateral.

Casos especiais são os eletrodos da linha média que não são representados por números, mas apenas por letras. A primeira letra corresponde à região do cérebro subjacente e a segunda é z, que é a letra inicial do número zero e marca a localização central. (ZETEHAKU *et al.*, 2016, p. 46 – 47)

Devido à possibilidade de ser utilizada *in loco* nos ambientes de trabalho e em ambientes virtuais simulados, o EEG pode ser empregado como uma importante ferramenta na pesquisa neuroergonômica.

De acordo com Gevins e Smith (2007), o EEG muda de modo altamente previsível em resposta às mudanças na carga da tarefa e nas mudanças associadas ao esforço mental necessário para o desempenho da tarefa, bem como em resposta às variações na fadiga mental e níveis de excitação²⁹.

Ou seja, enquanto mede o funcionamento cerebral durante a realização de tarefas complexas, o EEG também contribui para as pesquisas relacionadas ao desempenho humano em ambientes exigentes e/ou estressantes.

Os dados obtidos por meio do EEG podem fornecer ao ergonomista informações úteis sobre mudanças funcionais nos sistemas cerebrais que podem ter implicações relevantes na análise do desempenho da tarefa, sobretudo em

²⁹ Do inglês: 'level of arousal'.

ambientes computadorizados baseados em tarefas estressantes³⁰. (GEVINS; SMITH, 2007)

Nesse contexto, o desafio metodológico não é a medida, mas como aquilo que é medido (ex^o: atividade elétrica) significa aquilo que se quer caracterizar (ex^o: função e/ou estado emocional). A função está associada à medida de ativação em nível neural (ex^o: valência emocional e assimetria cortical). A confiabilidade refere-se ao fato da medida ser consistente para um indivíduo e com diferentes indivíduos. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Acredita-se que a assimetria entre a atividade cerebral nos hemisférios esquerdo e direito seja um índice que oferece acurácia sobre o estado emocional, embora o processo neural subjacente permaneça pouco entendido. (CACIOPPO, 2004; COAN; ALLEN, 2004) Mesmo assim, essa assimetria é utilizada como um marcador neuroergonômico no monitoramento da emoção, a fim de investigar indícios de neuroplasticidade cerebral e, conseqüentemente, do desenvolvimento de habilidades emocionais nos usuários de RV.

2.19.2.1 A NeuroUp®³¹ e a touca elástica NeuroCAP

Nas interfaces que se adaptam aos usuários, o EEG permite estudar os correlatos neurais dos estados emocionais do usuário em situações de uso da RV.

Por meio do EEG é possível analisar a experiência emocional do usuário (resiliência a partir da assimetria alfa) conforme os sinais elétricos produzidos pelos neurônios, capturados por meio de sensores dispostos no escalpo dos usuários.

Utilizado nesse estudo, o amplificador Neurobox, desenvolvido pela NeuroUp®, captura os sinais elétricos cerebrais de forma não invasiva, por meio de comunicação via Bluetooth 3.0 e taxa de amostragem de 250 Hz.

³⁰ Do inglês: 'stressful computerized-task environments'.

³¹ www.neurop.com.br

Esse equipamento é conectado à touca elástica NeuroCAP, com 8 eletrodos de ouro (Au), posicionados conforme o Sistema Internacional 10-20:

Figura 20 – Touca EEG NeuroCAP (NeuroUp®).



Fonte: a autora

A referência localiza-se no “processo mastoide esquerdo, com um eletrodo ground na posição AFz”. (NEUROUP, 2019, p. 03) A touca requer uso de um gel eletrolítico (Electrogel) para facilitar o contato elétrico.

Figura 21 – Colocação do gel para reduzir a impedância.



Fonte: a autora.

O processamento dos sinais é obtido por software (NeuroUp®), que também realiza a eliminação dos artefatos³² por meio da Análise de Componentes Independentes³³ (do inglês: *Independent Component Analysis* – ICA) e do algoritmo *fastICA*. (KROPOTOV, 2009; BARROS, 2016)

Os dados da assimetria alfa são então registrados e armazenados em computador a fim de **monitorar as lentas mudanças (positivas) da assimetria cortical**, obtidas a partir do treinamento com o *biofeedback* de frequência cardíaca via ECG e RV.

2.19.2.2 EEG, Emoção e Resiliência

Na rotina dos motoristas de ônibus, é possível observar situações em que há perda de controle emocional. Isso se manifesta em comportamentos como ter dito algo do que se arrepende ou ter agido de modo a colocar em risco a própria vida e a dos passageiros o que, na maioria das vezes, interfere na forma como o trabalhador toma decisões.

Com o intuito de minimizar essas consequências negativas no exercício da função de motorista, é possível (1) modular a forma como o trabalhador interpreta e responde aos estressores ambientais (adaptação cognitiva) e (2) diminuir o impacto negativo dos eventos a que o trabalhador está exposto. Esse processo de adaptação cognitiva é conhecido pela neurociência como **Resiliência**.

Nesse caso, a assimetria alfa pode ser empregada como biomarcador para mensurar a resiliência humana. Por meio do EEG seria então possível aferir a plasticidade neural que estaria relacionada à resiliência alcançada pelos trabalhadores após o treino com sistema de RV e *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC).

³² Artefato é qualquer sinal que está registrado no traçado eletroencefalográfico (EEG) e que não corresponde à atividade cerebral. Há muitas fontes de artefatos (exº: movimento ocular, sudorese, corrente elétrica, etc.), as quais devem ser detectadas e corrigidas para a interpretação adequada do registro. (BOGACZ, 2016)

³³ No EEG, o ICA permite a obtenção de geradores corticais independentes de potenciais registrados no couro cabeludo. (KROPOTOV, 2009)

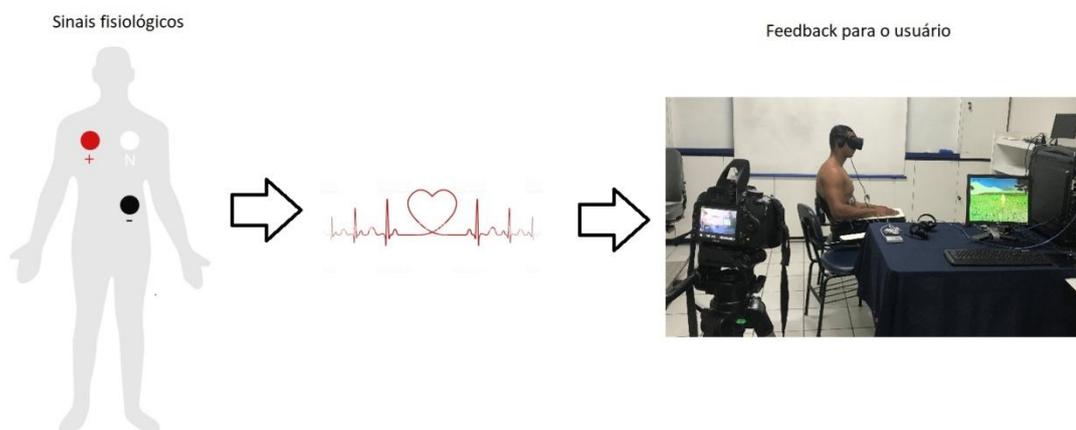
Nos resultados das aferições, os motoristas resilientes apresentariam assimetria positiva e os não-resilientes apresentariam assimetria negativa. Os motoristas não-resilientes apresentariam assimetria alfa negativa independente de já terem sido expostos ao estímulo estressor do ambiente virtual simulado e.Motion. Com o treinamento em ambiente de RV (Treino de Resiliência®), espera-se que os motoristas desenvolvam lentas mudanças da assimetria cortical de modo a tornarem a ativação cerebral mais positiva ao ponto de se tornarem resilientes (indícios de neuroplasticidade).

2.19.2.3 O *Biofeedback* de Frequência Cardíaca

O *biofeedback* ou retroalimentação biológica é uma técnica que possibilita à pessoa voluntariamente regular suas reações fisiológicas e emocionais de modo a tomar consciência das informações obtidas e as aprimorar, por meio dos mecanismos de treinamento, aprendizagem e autorregulação.

Esses sensores são conectados a uma pessoa cujas respostas fisiológicas são monitoradas e enviadas a um computador que processa os dados obtidos. Ao visualizar as respostas na tela do computador, o usuário é capaz de modificar suas próprias respostas corporais, o que caracteriza o processo de autorregulação.

Figura 22 – Autorregulação a partir do processamento dos sinais no *biofeedback* de frequência cardíaca.



Fonte: a autora.

O *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC) é uma forma de intervenção cardiorrespiratória e se caracteriza como uma técnica que pode ser empregada para aumentar o potencial de autorregulação humana via ECG (eletrocardiograma).

A técnica consiste em fornecer dados da frequência cardíaca (FC), batimento a batimento, durante manobras de respiração lenta de modo que o usuário de RV utilize o *feedback* do sistema para a autorregulação dos processos corporais a ponto de produzir lentas mudanças positivas da assimetria cortical.

Nesse caso, o *feedback* respiratório pode ser empregado com o intuito de reduzir a ansiedade e proporcionar relaxamento (ZEIER, 1984), cujos efeitos podem ser obtidos quando o usuário de RV presta atenção ao estímulo visual na tela (sinal do *feedback* respiratório).

Conhecida pelas importantes funções regulatórias, a respiração também pode refletir aspectos da função autonômica (influência parassimpática no coração). Nesse caso, técnicas de Mindfulness podem ser empregadas em sistemas de RV com *biofeedback* para a autorregulação dos processos corporais, com a consequente conscientização e relaxamento do usuário, tendo como foco o alívio do estresse e da ansiedade no trabalho.

Sabe-se que a respiração desempenha um importante papel nos métodos de relaxamento e nos procedimentos de *biofeedback* (ZEIER, 1984). Como envolve prestar atenção aos movimentos respiratórios, o treino com o BFB-FC se assemelha ao que é executado nos exercícios de meditação: o usuário de RV desvia o foco das preocupações e se concentra na respiração relaxada. (LEHRER; GEVIRTZ, 2014)

Nesse caso, o treinamento em sistema de RV permite ao usuário ensinar o cérebro a suprimir ou produzir atividade cerebral específica em uma direção desejada, levando a um modo mais eficiente de funcionamento cerebral e, conseqüentemente, à autorregulação das emoções.

Isso significa que a situação de treinamento pode provocar alterações profundas no cérebro, produzindo inclusive modificações físicas, tanto anatômicas quanto fisiológicas.

Devido à técnica contribuir para o bem-estar e saúde física do trabalhador, Lantyer, Viana e Padovani (2013, p. 132), alertam para a importância “do biofeedback como abordagem terapêutica e não apenas como instrumento de medida”.

2.19.2.4 *Biofeedback* e RV

Ambientes de RV projetados para o *biofeedback* podem recorrer à gamificação para o engajamento do usuário no treinamento de habilidades emocionais. Com esse recurso, à medida que o usuário alcança o objetivo fisiológico (diminuição da frequência cardíaca, manutenção da pressão arterial, manutenção do ritmo respiratório, etc.) o sistema reage ao usuário por meio de *biofeedback* e àqueles que conseguem mudanças positivas na assimetria cortical, o sistema atribuiria o status de vencedor.

2.19.2.5 Benefícios do BFB-FC

De acordo com Lehrer e Gervitz (2014), o BFB-FC é aparentemente útil para condições que envolvem vários sistemas fisiológicos, tais como: dor, ansiedade, depressão, controle da pressão arterial, desempenho atlético, etc.

Focar a respiração e a atenção em si e no momento presente pode trazer benefícios físicos e mentais ao trabalhador: além de diminuir o estresse, reduzindo os níveis de cortisol no sangue, caso seja praticado regularmente, o treino proporciona mudanças em níveis corticais, que contribuem para que o indivíduo possa pensar com mais flexibilidade e criatividade, alternar tarefas e tomar decisões de modo mais razoável.

Tradicionalmente, a aplicação do *biofeedback* vem sendo predominantemente empregada na área clínica (LEHRER; GEVIRTZ, 2014), sendo bastante útil no

“tratamento de indivíduos com cefaleia tensional ou outras doenças resultantes de distúrbios do funcionamento do sistema nervoso simpático”. (BRANDÃO, 2004, p. 126)

Além da frequência cardíaca, alguns estudos já estão sendo desenvolvidos também levando em consideração a variação da frequência cardíaca com o intuito de investigar sobre a redução dos níveis de estresse e ansiedade em atletas (DESCHODT-ARSAC *et al.*, 2018), mulheres grávidas e não-grávidas (VAN DER ZWAN *et al.*, 2019) e em situações de trabalho (SUTARTO; WAHAB; ZIN, 2010).

Na educação e treinamento, o *biofeedback* pode ser utilizado para medir e aumentar os potenciais de atenção e cognição, a rapidez na tomada de decisão e a habilidade no gerenciamento do estresse em situações desafiadoras ou de avaliação. (FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017)

Estudos pioneiros sobre as aplicações do *biofeedback* em RV apresentam enfoque em treinamento e cyberterapia.

2.19.3 Sensor de resposta galvânica da pele

Consiste em uma técnica empregada para avaliar alterações psicofísicas a partir do monitoramento da atividade elétrica das glândulas que produzem suor nas palmas das mãos e pontas dos dedos, mais sensíveis às emoções e pensamentos. (FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017)

Com essa técnica é possível detectar emoções fortes e, conseqüentemente, situações que geram estresse e ansiedade. (PEREIRA; LIMA, 2010)

Os eletrodos são colocados nos dedos das mãos, de preferência nos dedos que não tenham cicatrizes, para que a atividade eletrodérmica seja melhor captada a partir das glândulas sudoríparas controladas pelo sistema nervoso simpático.

Ao projetar o estímulo são obtidos dados em tempo real, que são registrados no computador.

“Durante a excitação emocional, as glândulas sudoríparas nas mãos estão ativas, e os eletrodos detectam a queda da resistência elétrica (ou o aumento da condutividade) na extremidade dos dedos, em decorrência da produção de suor”. (BRANDÃO, 2004, p. 125)

Ou seja, na superfície da pele a resistência elétrica é elevada. Com o aumento do suor nas mãos, a resistência diminui. As camadas mais profundas da pele são mais condutoras de eletricidade. Quanto mais glândulas são ativadas, maior será a corrente fluindo. (EDELBERG, 1972; KAWANO; BATISTA, 2018)

Como exemplo de aplicação dessa técnica podem ser citados estudos que medem as expressões autonômicas decorrentes dos estímulos emocionais visuais (LANG *et al.*, 1998) e auditivos (BRADLEY; LANG, 2000) nos quais a resposta eletrodérmica apresenta correlação com a valência emocional e com o *arousal* descrito pelos indivíduos.

2.20 O USO DO AMBIENTE VIRTUAL SIMULADO COM FOCO NA SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHADOR

Para Pallavicini *et al.* (2013), o estresse psicológico ocorre quando uma pessoa percebe que as demandas do ambiente exigem ou excedem a capacidade de adaptação.

Nas situações de trabalho em que o trabalhador se encontra frequentemente exposto a uma ameaça (ex^o: assalto à mão armada) essa exposição é ainda mais comprometedor do ponto de vista psicológico, pois está relacionada ao estresse crônico, resultando em mudanças mais duradouras nas respostas emocionais, fisiológicas e comportamentais.

Esse tipo de exposição, e o conseqüente estresse advindo dela, levam a uma perda progressiva da produtividade, a doenças físicas e problemas mentais que podem não só afetar o desempenho da função como elevar os índices de absenteísmo da empresa.

Por não saberem o que fazer, ou por sentirem-se incapazes/incompetentes para agir/tomar decisões frente à situação de ameaça, algumas pessoas reagem de modo inadequado e até mesmo optam por 'fazer nada' (inação). Nesse contexto, a RV apresenta-se como alternativa para que essas pessoas aprendam sobre como responder adequadamente ainda que em situação de perigo iminente.

Frequentemente utilizada em intervenções psicológicas e em situações terapêuticas³⁴, a regulação emocional também pode ser aplicada a situações de trabalho, com enfoque preventivo.

No treinamento com ambiente sintético, virtual, simulado e controlado, a regulação emocional pode ser empregada para desenvolver no trabalhador habilidades emocionais que o permitam lidar melhor com a tensão e a ameaça inerentes aos episódios de violência urbana ocorridos no exercício da função.

³⁴ Ex^o; terapia cognitivo-comportamental, terapia de regulação emocional, terapia do comportamento dialético, treino de afetação regulatória (NARAGON-GAINEY; MCMAHON; CHACKO, 2017)

Para tal, são adotadas duas estratégias tendo em vista a redução das emoções de valência negativa: (1) atenção focada e (2) automonitoramento.

Nomeado “Treino de Resiliência®”, o treinamento desenvolvido consiste em intervenções de 7 sessões com o uso do simulador e fundamenta-se em dois princípios³⁵:

1. Pré-exposição a eventos traumáticos – o ambiente seguro e controlado oferece algum grau de proteção aos usuários expostos ao trauma subsequente.
2. Resiliência – pode ser fortalecida por meio do treinamento sistemático. Corresponde à taxa e à eficiência com que uma pessoa retorna ao estado anterior ao evento extressor (processo denominado alostase).

Para que a regulação emocional seja eficaz, o Treino de Resiliência® deve proporcionar um retorno eficiente à alostase.

As intervenções têm como objetivo levar a pessoa a aprender a lidar com os estressores ambientais de modo a desenvolver habilidades emocionais e otimizar os recursos pessoais e sociais para o enfrentamento das demandas de trabalho com níveis elevados de estresse.

Em tais situações, a atenção às normas de segurança para a evitação do comportamento indesejado (agressões físicas e verbais que podem colocar em risco a integridade do motorista e dos passageiros), a resignificação da situação e solução de problemas frente à ameaça, constituem elementos indispensáveis para um melhor desempenho no exercício da função, minimizando os riscos à segurança dos motoristas e passageiros e os impactos na saúde física e psicológica do trabalhador.

³⁵ Para mais informações, ver: <http://ict.usc.edu/prototypes/strive/>

2.21 A REGULAÇÃO EMOCIONAL (*SELF REGULATION*) COM FOCO NO ENFRENTAMENTO DA VIOLÊNCIA URBANA

A fim de “explorar os fios que entrelaçam a neurobiologia à cultura” (DAMÁSIO, 2016, p. 15), nesse caso, à cultura digital, este estudo foca na hipótese do marcador somático, proposta por Damásio, segundo a qual as emoções são geradas ao transmitir o estado atual do corpo ao cérebro por meio da entrada (*input*) aferente interoceptiva e proprioceptiva. (SHAFIR *et al.*, 2013)

Para Naragon-Gainey, McMahon e Chacko (2017), a regulação emocional envolve uma tentativa de influenciar as emoções, que podem ser: a) positivas e/ou negativas na valência; b) a emoção do próprio indivíduo e/ou aquelas de outra(s) pessoa(s); e c) influenciada em termos de intensidade, duração e/ou qualidade.

Em situações de trabalho, as emoções desconfortáveis seriam então identificadas e moduladas por meio da regulação emocional e até mesmo treinadas e desenvolvidas com o uso de sistemas de RV.

Assim dito, a habilidade de regular e modular as emoções, consistiria em: (1) inibir o comportamento inapropriado relacionado às emoções intensas; (2) realizar ações coordenadas com a finalidade de conseguir atingir a meta, apesar da emoção experimentada; (3) regular a ativação fisiológica presente na vivência emocional; e (4) retomar o foco da atenção na presença de emoções intensas.

O treinamento com o simulador abrange as seguintes etapas (adaptado de Pallavicini *et al.*, 2013):

1. Avaliação primária da situação: quando a pessoa, ao ser confrontada com um estímulo, avalia a ameaça potencial. Consiste no julgamento pessoal quanto ao significado do estímulo (estressante, positivo, controlável, desafiador ou irrelevante);
2. Avaliação dos recursos e opções disponíveis: quando a pessoa avalia os recursos pessoais, sociais e culturais disponíveis e o que é possível ser feito sobre a situação.

3. Esforços para o enfrentamento da situação: caso seja exigido pelo processo de avaliação, a pessoa inicia o gerenciamento do problema com foco na regulação da emoção frente ao estímulo externo.

Na RV, a exposição controlada à ameaça evoca emoções cujos sentimentos associados podem ser ressignificados e modificados por meio da reflexão, da atenção e do automonitoramento, a partir de um processo de aprendizagem contextualizado.

Durante a avaliação primária, a intervenção substitui a dúvida por um senso de confiança construído por meio da reestruturação cognitiva e do desenvolvimento de habilidades emocionais para a redução da ansiedade (ex^o: relaxamento progressivo, automonitoramento da frequência cardíaca, automonitoramento da frequência respiratória, etc.).

O *biofeedback* continuamente fornecido no uso do sistema respeita as características e limitações do usuário de RV e tem como objetivo contribuir para um melhor desempenho do trabalhador no exercício da função de motorista.

Por meio do ambiente simulado e controlado, do uso de sensores e da aferição dos sinais vitais, é possível o monitoramento do usuário nos mundos físico e virtual considerando o estado emocional e comportamental durante a realização de tarefas específicas.

Nesse contexto, o enfrentamento da situação de ameaça é então obtido a partir da otimização dos recursos pessoais (reconhecimento das emoções de valência negativa e da influência delas nas ações), dos recursos sócio-culturais (atenção às normas de segurança no transporte de passageiros) e de estratégias centradas nas emoções (treino de regulação emocional, acompanhamento do ambulatório de saúde ocupacional e compartilhamento da experiência entre os pares).

Quanto à inovação, o Treino de Resiliência® por regulação emocional com RV contribui:

- Para lidar com a ameaça de modo preventivo, em ambiente sintético, controlado, envolvente, divertido e desafiador;
- Para o monitoramento da resposta emocional do usuário frente à ameaça;
- Para a avaliação quantitativa por meio de biosensores (ECG, GSR, EEG);
- Para a avaliação quantitativa por meio de biomarcadores (frequência cardíaca, frequência respiratória, pressão arterial, variação térmica, etc.);
- Para a avaliação contínua e comparativa do usuário nos mundos físico e virtual;
- Com o uso do *biofeedback* para um melhor desempenho humano.

O treinamento consiste numa abordagem multidimensional para avaliação do desempenho do trabalhador, que integra métricas tradicionais de avaliação da experiência do usuário de produtos/sistemas ao uso de biosensores.

Nesse sentido, a avaliação do usuário nos mundos físico e virtual envolve o monitoramento das respostas emocionais e comportamentais num total de sete sessões. Para verificar a influência do Treino de Resiliência® por regulação emocional na melhoria do desempenho do trabalhador, o estudo foi realizado com o intuito de comparar as respostas emocionais durante o uso do sistema de RV com as respostas emocionais do usuário obtidas no mundo físico, nas sessões antes e após o uso do simulador.

2.22 COMO AS INTERFACES AFETAM OS USUÁRIOS?

Segundo Preece, Rogers e Sharp (2005, p. 162), “as habilidades emocionais, especialmente a habilidade de expressar e reconhecer emoções, são centrais à comunicação humana”.

De modo análogo, os desenvolvedores de RV vêm direcionando esforços com o intuito de projetar sistemas que provoquem tipos específicos de respostas emocionais nos usuários a fim de motivá-los e adaptá-los para a realização de tarefas específicas.

Atualmente observa-se um aumento expressivo nos estudos em design emocional e computação afetiva com o intuito de projetar sistemas computacionais que, semelhante aos humanos, consigam reconhecer e expressar emoções.

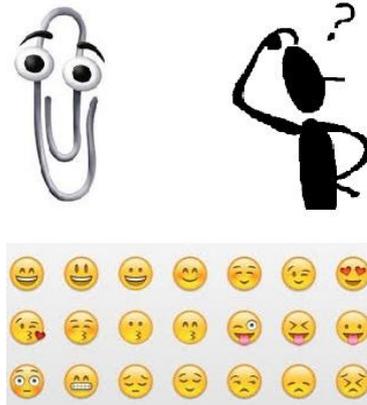
Como consequência, observa-se, entre outros aspectos, a criação de sistemas neurotecnológicos que possibilitam às pessoas responderem adequadamente às circunstâncias, especialmente em situações de treinamento com foco na saúde e segurança do trabalhador.

Nesse contexto, “obter o equilíbrio certo entre usabilidade e outras questões de design, como a estética” (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, p. 164), torna-se relevante devido à estética poder proporcionar ao usuário uma percepção positiva da interface.

Tradicionalmente, observa-se o uso de agentes amigáveis e de *emoticons* (imagens dinâmicas e estáticas) a fim de encorajar os usuários a realizar ações e expressar sentimentos e emoções.

Essas formas expressivas tanto podem ajudar a transmitir estados emocionais como provocar certos tipos de respostas emocionais nos usuários.

Figura 23 – Exemplos de agentes de interface e *emoticons*.



Fonte: Google imagens. Adaptado pela autora.

Como “o cérebro humano é adaptado para processar pistas sociais tais como expressões faciais e olhares, esse tipo de informação é priorizada” (JOLIJ; HEUSSEN, 2013, p. 143) e proporciona vantagens para o design de interfaces.

No projeto ergonômico afetivo, os conhecimentos da neuroergonomia podem ser aplicados às interfaces para que elas se adaptem às características e necessidades do usuário.

O mundo simulado é então desenvolvido para que o usuário interaja com um ‘agente social’, um avatar, que usa o olhar e a expressão corporal para guiar a atenção do usuário de RV. Como as emoções guiam a atenção e a tomada de decisão, o estado emocional tem efeitos profundos na percepção do usuário, especialmente quando as interfaces são desenvolvidas para serem usadas em situações estressantes. (JOLIJ; HEUSSEN, 2013)

Estruturas narrativas guiam os usuários para a conclusão de tarefas específicas no mundo simulado. A perspectiva em 1ª pessoa faz com que o usuário projete a si mesmo como um avatar sob seu controle e o contexto da estória em que o avatar do usuário e outros personagens estão encarnados tem papel decisivo nas potenciais ações do usuário. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Por meio da modulação afetiva via *biofeedback*, as interfaces humano-computador (IHCs) podem ser empregadas nos sistemas de treinamento em RV.

Enquanto interage com o sistema, o usuário possui um propósito explícito e usa a informação disponível para alcançar a meta. Ao focar a atenção, o usuário fornece pistas comportamentais e reage a elas dinamicamente, de modo a informar sobre o próprio estado psicológico durante o uso do sistema.

Ou seja, enquanto busca adequar o ritmo respiratório, o usuário utiliza o estímulo visual (cristal virtual) para alcançar a meta. Ao focar a atenção, são obtidos registros dos batimentos cardíacos que modificam a cor do céu no ambiente simulado. Ao reagir se concentrando na respiração relaxada, o usuário desenvolve habilidades emocionais que proporcionam uma percepção positiva da interface.

Cabe então ao ergonomista estar atento aos impactos do design (estética) na interação do usuário com a interface, tanto no que diz respeito à resposta que se espera do usuário, quanto em relação à não aceitação do produto, que pode levar os consumidores a abandonarem o sistema.

2.23 RECONHECIMENTO DAS EMOÇÕES VIA INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR (IHC)

No projeto ergonômico afetivo o foco da ergonomia muda: das questões relacionadas à prevenção da dor e sofrimento (pela redução dos eventos adversos), para o foco no bem-estar, obtido pela diversão, prazer pessoal e individualização do usuário na interação humano-tecnologia. Nesse sentido, a psicologia (uma das disciplinas de base na ergonomia/fatores humanos), ao invés de evitar ou tentar curar o negativo, passa a focar na promoção do positivo. (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005)

Ou seja, alguém que se sinta inseguro ou em perigo não estará bem o suficiente para experimentar prazer ou individualização. Além disso, os sistemas que carecem de funcionalidade e de usabilidade irão favorecer a emergência de afetos negativos. A usabilidade irá favorecer o melhor desempenho do usuário, que passa a executar a tarefa mais facilmente (com menor esforço, maior conforto, etc.). Conseqüentemente, ao perceber o sistema como estável, previsível e seguro, a experiência do usuário passa a ser mais prazerosa e positiva.

Por essa razão, faz-se necessário passar pelas etapas da hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas (HANCOCK; PEPE; LAUREN, 2005; MONT'ALVÃO; DAMAZIO, 2012), que no projeto ergonômico afetivo são consideradas prioridades de design para se chegar às aspirações de alto nível (experiência prazerosa e individualização) e conseqüentemente ao bem-estar do usuário.

Com esse intuito, torna-se indispensável o desenvolvimento de métricas para a aferição da satisfação do usuário (mais genérica) e da experiência prazerosa (mais individual, específica), o que significa considerar as metas de experiência do usuário desde os momentos iniciais do projeto.

A fim de otimizar a interação humano-máquina, atualmente estão sendo desenvolvidos diversos estudos em computação afetiva e design emocional para

que as máquinas, semelhante ao que ocorre com os humanos, possam reconhecer estados emocionais.

Como os sistemas não conseguem saber o que as pessoas têm na mente, a estratégia seria estabelecer uma interação positiva, prazerosa e efetiva por meio de uma relação humano-máquina simbiótica. (NORMAN, 2007)

Sobre esse assunto, Norman (2007, p. 18) destaca que

precisamos de uma forma mais natural de interação, uma interação que pode tomar lugar subconscientemente, sem esforço, através da qual a comunicação em ambas direções é feita tão naturalmente, tão sem esforço, que o resultado é uma fusão suave de pessoa e máquina, conjuntamente executando a tarefa.

Pesquisas em interfaces adaptativas usam a informação sobre o estado do usuário, medido e classificado em tempo real, para a atribuição de tarefas no ambiente de trabalho. (TOFFANIN; JOHNSON, 2013)

Nesse tipo de interação, os elementos que compõem o sistema (ferramentas e instrumentos) são sentidos como parte do corpo do usuário. O usuário, de carne, ossos e pixels, transmite informações para o sistema que, por sua vez, fornece informações ao usuário por meio do *feedback*.

Nesse caso, um ser consciente interage com um sistema que possui componentes físicos e virtuais, que registram o que o usuário está sentindo e traduz essas informações em ações e comandos na tela.

Nos sistemas de RV (sistemas homem-máquina), a IHC pode adaptar sua operação ao estado emocional do usuário, cuja informação é obtida por meio de biomarcadores.

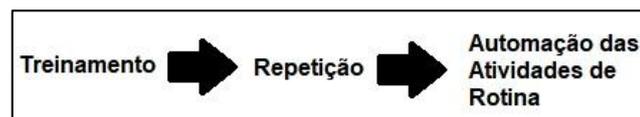
Em tais situações faz-se necessário identificar a estratégia e o tipo de atividade com o intuito de modificar os sinais de modo previsível. Esses sinais devem ser gravados, analisados, classificados e transformados em um sinal de

comando na saída da IHC que, do ponto de vista técnico, tem que classificar os padrões de atividade elétrica (do coração, do cérebro, dos músculos) em tempo real, ou seja, em sincronia com as ações do usuário. Em outras palavras, as IHCs caracterizam-se pela medição da atividade elétrica que é traduzida em comandos para o computador.

2.23.1 Automação das atividades de rotina

Em quase todos os domínios em que um indivíduo repetidamente executa uma atividade, ao longo do tempo essa atividade torna-se incrivelmente automatizada. Essa automação envolve estabelecer rotinas na memória de tal forma que, uma vez acionada a rotina, ela será executada sem a necessidade de muita atenção consciente. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Figura 24 – Automação das rotinas.



Fonte: a autora

Contudo, essa capacidade de automação das atividades de rotina será limitada à capacidade de processamento do indivíduo. Conforme as ações aprendidas são armazenadas na memória, a atenção consciente pode se voltar para outras atividades enquanto o cérebro inconsciente realiza as rotinas automatizadas. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Na prática, a aprendizagem das habilidades emocionais acontece: (1) tanto explicitamente (quando há uma intenção consciente para aprender a relaxar, a realizar os movimentos respiratórios e controlar melhor as emoções); (2) quanto implicitamente (mudanças no cérebro – novas conexões neurais – devido à exposição às sequências repetidas de ações – ritmo respiratório – e experiências positivas, prazerosas).

Como a atividade automatizada, as implicações nos processos cerebrais estariam relacionadas às modificações na assimetria cortical, ainda que, pela

repetição, os pensamentos conscientes sobre a atividade se tornem progressivamente inacessíveis ao indivíduo.

Nesse sentido, usuários *experts* podem executar o Treino de Resiliência® em um nível superior aos menos experientes, ao ponto dos *experts* não pensarem sobre o que estão fazendo e terem dificuldade para explicar exatamente como fizeram para executá-lo.

Para desaprender um comportamento que não é efetivo ou eficiente e restaurar a consciência, o designer deve intencionalmente focar a atenção no desempenho ou modificar os fatores situacionais de modo a interferir na rotina automatizada ou fornecer pistas para desviar da rotina estabelecida. (FORSYTHE *et al.*, 2015)

Ou seja, nas situações em que percebe ameaça à própria integridade física ou dos passageiros, espera-se que o motorista de ônibus desaprenda a reagir colocando em risco a si e aos demais, substituindo as reações emocionais inadequadas, previamente aprendidas, por habilidades emocionais mais adequadas às normas de segurança da empresa em que trabalha (substituição das rotinas inadequadas por novas rotinas).

Em síntese, no design de sistemas de treinamento em RV, cabe ao designer: (1) estar consciente sobre como desenvolver rotinas com foco na regulação emocional e (2) quando interromper esse processo.

2.24 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Para Moraes e Mont'Alvão (2012), o trabalho e, conseqüentemente, a tarefa, a interface, os instrumentos, a atividade, o ambiente físico e social em que se encontra o trabalhador, exercem constrangimentos que exigem gasto de energia física, cognitiva e psíquica.

Estas podem ocasionar desgastes e custos que são o resultado de um processo denominado carga de trabalho. A carga física está relacionada ao esforço muscular, a carga cognitiva ao esforço mental e a carga psíquica caracteriza-se pelo componente afetivo da tarefa. (VELÁZQUEZ; LOZANO; ESCALANTE, 1995)

O processo de sobrecarga pode ser determinado por cada um dos três fatores podendo, inclusive, um influenciar o outro. Na dimensão psíquica, os problemas podem ter origem: no sofrimento e fadiga física, nas alterações dos ritmos de trabalho, na sobrecarga cognitiva e devido à qualidade do sono, levando a alterações de ordem afetiva.

Para Facchini (1994), como a carga psíquica é decorrente dos elementos do processo de trabalho que são fontes geradoras de estresse, não é possível dissociá-la das demais cargas de trabalho.

Segundo Kroemer e Grandjean (2005, p. 166), o estresse ocupacional caracteriza-se pelo “estado emocional que resulta da discrepância entre o nível de demanda e a habilidade da pessoa em lidar com a questão”. Para Alves Jr (2010, p. 82), o estresse ocupacional pode ser entendido como “uma situação em que existe uma perda da capacidade adaptativa do indivíduo a situações por ele vividas normalmente em outras condições”.

“Uma situação estressante pode se tornar uma experiência emocional negativa, que pode estar associada com sensações não-prazerosas de ansiedade, tensão, depressão, raiva, fadiga, falta de iniciativa e confusão”. (KROEMER; GRANDJEAN, 2005, p. 166)

Segundo Lida (2005, p. 380), “as pessoas estressadas apresentam algumas mudanças visíveis de comportamento. Em primeiro lugar, há uma perda da autoestima e da autoconfiança, que as levam a se relaxarem dos cuidados com a higiene pessoal. Ao mesmo tempo, sofrem de insônia, tornam-se agressivas e passam a beber ou fumar exageradamente. Em segundo lugar, as transformações neuroendocrinológicas interferem nas funções fisiológicas e inibem as defesas naturais do organismo, tornando-as mais vulneráveis a doenças, como dores musculares, problemas gastrointestinais e doenças cardiovasculares”.

Quanto ao ambiente sócio-técnico, a organização e divisão do trabalho exercem influência significativa, visto que as exigências da tarefa (exigências do trabalho) vão demandar maior ou menor esforço físico, mental e emocional, de modo a impactar a capacidade de realização e, conseqüentemente, o desempenho (*performance*) do trabalhador.

Ou seja, a exigência mental está presente nos processos de experiência e comportamento humano e engloba tanto aspectos cognitivos (percepção, atenção, memória e tomada de decisão) quanto aspectos emocionais (afetos, sentimentos e motivação).

Leplat e Cuny (1977) também relacionam a carga mental à subjetividade do trabalhador, que interpreta as exigências da tarefa, as obrigações e os constrangimentos impostos pelo trabalho. Nesses termos, a carga mental não se restringe ao trabalho, visto que engloba também fatores além da tarefa (fatores individuais – tais como: habilidades, conhecimentos prévios, características pessoais, etc –, socioculturais e ambientais).

Considerando tais premissas, este estudo entende a promoção da saúde como um processo de construção social, que rompe com a linearidade determinística de causa e efeito, ao adotar uma compreensão multifatorial (que considera os aspectos fisiológicos, psíquicos, cognitivos, ambientais e organizacionais) das demandas em saúde e segurança.

Nesses termos, não é possível pensar em saúde negligenciando as características e necessidades emocionais dos trabalhadores. Ao ambulatório de saúde ocupacional cabe investigar e identificar as queixas relacionadas ao sofrimento físico e psíquico no exercício da função para os devidos acompanhamentos e encaminhamentos (para os serviços especializados, para a previdência social, etc), agindo de modo conjunto com a segurança do trabalho, priorizando a promoção da segurança e da saúde dos trabalhadores.

A partir da avaliação das exigências (demandas) mentais do trabalho, buscou-se identificar as variáveis intervenientes na atividade do motorista de transporte coletivo urbano, de modo a ser possível (1) identificar problemas emocionais e/ou de comportamento, aqui descritos como Problemas na Saúde Mental (PSM) e (2) propor ações preventivas e de promoção à saúde física e mental dos trabalhadores.

Para tal, este estudo fundamenta-se na perspectiva sistêmica, holística e integrada da ergonomia (VIDAL, 2008), cujas ações com foco na prevenção e principalmente na promoção da saúde, produzem impactos positivos na qualidade de vida dos trabalhadores.

2.24.1 Avaliação Ergonômica

A Norma Regulamentadora 17 - NR17 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1990) estabelece parâmetros que possibilitam adaptar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, a fim de proporcionar maior conforto, segurança e melhor desempenho.

Conforme o item 17.1.2. da NR17, “para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho [...]”.

Na etapa de levantamento dos dados, cabe ao ergonomista obter informações sobre: a empresa (tais como: aspectos organizacionais, cultura organizacional, trabalho prescrito, pausas, turnos, etc.); os equipamentos utilizados

(condições do veículo); a atividade de trabalho (tais como: posturas, esforços, movimentos, condições ambientais, etc.); e sobre o trabalhador (idade, características pessoais, cognitivas, psicológicas, fisiológicas, experiência, etc.).

Envolve tanto métodos quantitativos quanto qualitativos a fim de descrever e interpretar o que ocorre na atividade executada pelo trabalhador, no exercício da função.

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) tem início com a avaliação das características do posto de trabalho e da função exercida pelo trabalhador, obtida por meio da observação em campo, pela identificação e classificação das atividades desenvolvidas, pela identificação dos riscos e constrangimentos ergonômicos (obtidos pelos registros fisiológicos, psicológicos, cinesiológicos, antropométricos, químico-ambientais, etc.) e pelos impactos na saúde do trabalhador (patologias, desconfortos, acidentes, absenteísmos) É importante que a partir dessa análise a empresa possa seguir as sugestões de melhoria e adotar as medidas corretivas necessárias tendo em vista uma melhor qualidade de vida para o trabalhador.

Para a identificação dos riscos ergonômicos podem ser aplicadas diversas ferramentas, cuja seleção varia conforme o tipo de atividade avaliada, o tipo de risco e características organizacionais.

Quanto mais complexa, maior a exigência da tarefa, cujo impacto no desempenho do trabalho se expressa pelo menor rendimento do trabalhador. Está relacionada à eficácia (se atinge ou não a meta) e à eficiência (maior ou menor esforço, desgaste) do sistema humano-tarefa-máquina.

Sob condições adversas, as exigências do trabalho tendem a gerar sobrecargas nos sistemas físico e psicológico. Frequentemente empregadas na aferição da carga mental de trabalho, as medidas subjetivas são utilizadas para avaliar o nível de desgaste mental cujo impacto está associado à capacidade do trabalhador executar o trabalho (subcarga – subutilização das capacidades do trabalhador e sobrecarga – além dos limites físicos, cognitivos e emocionais do trabalhador). Em ambos os casos, aumentam “as possibilidades de erro e de

problemas físicos e psíquicos para o operador”. (MORAES; MONT’ALVÃO, 2012, p. 17)

2.24.2 Caracterização da Empresa

A empresa de transporte coletivo urbano em estudo é uma empresa pernambucana que integra um consórcio com outras empresas de Transporte Público de Passageiros.

Atualmente conta com uma frota de 247 veículos e gera mais de 1450 empregos diretos. Realiza diariamente cerca de 2700 viagens, transportando em média mais de 200.000 passageiros por dia útil de operação. É responsável por 41 linhas, 35 destas fazem parte do Sistema Estrutural Integrado (SEI). Investe na renovação da frota, mantendo uma idade média abaixo de 4 anos. (PEREIRA NETO, 2018)

O setor em que foi realizado o estudo caracteriza-se como operacional. Em 02/01/19 a empresa contava com 1.395 funcionários. Destes, 515 exerciam a função de motorista trabalhando em dois turnos, manhã e tarde.

Os trabalhadores do 1º turno são responsáveis por buscar o ônibus na garagem e conduzi-lo até os terminais para então iniciarem o serviço. Já os trabalhadores do 2º turno, assumem o veículo nos terminais e ao cumprirem sua jornada de trabalho, conduzem o ônibus até a garagem.

Quanto aos aspectos ambientais e de segurança do trabalho, constatou-se que o PPRA da empresa respeita e segue as normas estabelecidas pela NR 09 (Norma Regulamentadora nº 09), que é a legislação vigente (BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego, 2019).

Com foco na saúde dos trabalhadores, a empresa dispõe de ambulatório médico e do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, que trabalha em conformidade com a NR 07, Norma Regulamentadora nº 07 (BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego, 2019).

2.24.3 Caracterização do Posto de Trabalho

Para Fischer (2001), fatores ambientais e organizacionais (exº: longos percursos, pausas para refeição muito curtas, má organização do trabalho e condições dos veículos, além do aumento da incidência de episódios de violência) combinados com elevadas exigências físicas e cognitivas levam ao desenvolvimento de doenças ocupacionais e contribuem para o aumento do absenteísmo nas empresas.

Conforme a literatura, os fatores de risco no exercício da função de motorista são: ocorrência de assaltos e roubos; dispositivos de segurança utilizados pela empresa para o controle dos motoristas; tensão no cumprimento dos horários; má organização dos horários de vigília e sono; desordens do sono não tratadas ou não diagnosticadas; uso de substâncias estimulantes; jornada de trabalho incompatível com hábitos alimentares saudáveis; pausas em momentos inapropriados; afastamento da família e consumo de álcool.

A fim de investigar os requisitos de saúde e segurança do trabalhador, foi realizada a avaliação da carga mental dos motoristas de transporte coletivo urbano, que levou em consideração: fadigas físicas, visuais e mentais; dores localizadas em regiões corporais; desconfortos ambientais (tais como: ruído, poeiras, vibrações, calor, reflexos, sombras); absenteísmos e doenças ocupacionais.

2.24.3.1 Sobre as exigências (demandas) de trabalho dos motoristas de ônibus

Durante a jornada de trabalho, os motoristas frequentemente estão expostos a inúmeros estressores físicos e mentais. Essa exposição os torna mais vulneráveis ao desenvolvimento: (1) de problemas músculo-esqueléticos e (2) de problemas cognitivos e emocionais.

Relacionadas às alterações emocionais e cognitivas, são comuns “fatores do tipo depressão e/ou ansiedade, bem como prejuízos de motivação, atenção e/ou memória [...] que dificultam ou impedem o convívio social e profissional”. (ALMEIDA, 2001, p. 82)

A demanda de trabalho dos motoristas de transporte coletivo urbano é variável em função do trânsito, das condições da via (buracos, má sinalização, etc), das condições climáticas (chuva ou calor excessivo), das condições do veículo (velocidade, manutenção, etc), do tempo de permanência do veículo nos terminais integrados, do tempo de embarque e desembarque dos passageiros e da violência urbana.

Conforme Almeida (2001, p. 84 – 85), “no que se refere ao estresse emocional e cognitivo inerente à profissão dos motoristas rodoviários, estes podem ser os responsáveis pelo acometimento ou agravamento da DORT”.

A autora também refere que a exigência cognitiva e alterações psicológicas, tipo depressão e ansiedade, relacionadas ao estresse no ato de dirigir, apresentam correlação com o ciclo de trabalho irregular, com o escasso tempo para o descanso, com vibração, barulho e calor no interior do veículo, entre outros.

2.24.4 Prevenção e redução do estresse no trabalho

Os custos humanos do trabalho se expressam tanto nos sintomas físicos e psíquicos quanto nas doenças ocupacionais, nas lesões temporárias e permanentes, nas mutilações e nos acidentes com morte.

A sobrecarga mental durante a execução de tarefas leva os trabalhadores a queixarem-se de perturbações físicas (dores nas costas e no pescoço) e perturbações visuais (pruridos e sensação de queimadura ocular, etc.)

É possível aferir a carga de trabalho por meio dos índices fisiológicos. A EMG (eletromiografia), por exemplo, afere a atividade dos músculos do pescoço conforme aumenta a exposição do trabalhador ao evento negativo.

Também é possível obter informações por meio do EEG (eletroencefalograma), cujos registros da assimetria cortical e da valência emocional podem indicar a prevalência de estados emocionais positivos ou negativos.

Diversas são as causas do estresse, que afeta cada pessoa de modo diferente, impossibilitando a adoção de uma única medida preventiva.

Para que o problema seja minimizado/sanado, é benéfica a adoção de medidas como (IIDA,2005):

- Redesenho do posto de trabalho
- Contatos sociais
- Treinamento
- Ajudas
- Exercícios de Relaxamento

Assim, cabe ao ergonomista transformar as situações de trabalho e intervir nas interações sociais. “Para tanto, deve considerar um ‘modelo de homem’ que leve em conta uma ou mais das seguintes dimensões: a) dimensão biológica; b) dimensão cognitiva; c) dimensão psíquica; d) dimensão social”. (SANTA ROSA; PEREIRA JÚNIOR; LAMEIRA, 2016, p. 16, grifos dos autores)

Face ao exposto, este estudo parte de uma motivação social³⁶ da pesquisadora para então aprofundar-se nas características e aspectos hedônicos do sistema com o intuito de contribuir para o desenvolvimento de métricas que ajudassem a entender melhor a experiência emocional e as relações afetivas entre o usuário e o sistema de RV de modo a contribuir com avanços científicos no âmbito do Projeto Ergonômico Afetivo.

³⁶ Propor um sistema de RV que integra corpo, cérebro e mente para que motoristas de ônibus possam desenvolver habilidades emocionais para lidar com demandas de trabalho com níveis elevados de estresse.

3 METODOLOGIA, MÉTODOS E TÉCNICAS

A mente privada do organismo, o comportamento público do organismo e seu cérebro oculto podem, assim, ser reunidos na aventura da teoria, e dessa aventura emergem hipóteses que podem ser testadas experimentalmente, depois julgadas por seus méritos e em seguida, aceitas, rejeitadas ou modificadas.
(DAMÁSIO, 2015, p. 24)

Ao bom design cabe não só propor interfaces flexíveis o suficiente para que os usuários consigam atingir suas metas em menor tempo, com menor esforço e maior conforto, mas sobretudo, desenvolver tecnologias que proporcionem interações mais prazerosas, interessantes e engajadoras de modo a promover o bem-estar de pessoas e grupos.

Com essa nova perspectiva é possível propor cenários que forneçam elementos para tornar o trabalho com a tecnologia mais divertido, prazeroso. Isso pode ser alcançado pela tecnologia quando permite ao usuário alcançar as aspirações de alto nível (prazer e individualização) e experimentar a autorrealização.

Contudo, são muitas as dimensões do prazer. Por essa razão, aferir o prazer requer a combinação de medidas subjetivas e psicofisiológicas. Para as pesquisas nessa área, faz-se necessário desenvolver procedimentos e modelos de avaliação, de modo a ser possível classificar e comparar estados afetivos.

Como cognição e afeto caminham entrelaçados, faz-se necessário considerar a relação cognição-emoção-ação também em suas bases fisiológicas, inclusive em termos de circuitos neurais.

Integrar a adaptabilidade e a customização (modos de interação pessoal) ao design de produtos e sistemas de RV é um desafio. Fazê-lo de modo que o usuário se sinta no controle da situação é um desafio ainda maior. Tornar o trabalho não apenas produtivo mas sobretudo autorrealizável é o objetivo primordial, alfa e ômega, princípio e fim.

3.1 SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

Quando não há informação suficiente para se responder a um problema ou quando as informações disponíveis estão desorganizadas de modo a não ser possível relacioná-las adequadamente ao problema, faz-se necessária a realização de uma pesquisa. (GIL, 2010)

Caracterizadas como um procedimento racional e sistemático, que tem como objetivo responder aos problemas, as pesquisas podem ser classificadas a partir de “razões de ordem intelectual”, quando se deseja conhecer pela satisfação em conhecer, e por “razões de ordem prática”, quando se deseja conhecer a fim de fazer algo de modo mais eficiente e eficaz, “sendo comum designar as pesquisas desses dois tipos de questões como ‘puras’ e ‘aplicadas’”. (GIL, 2010, p. 01)

Como se desenvolve em um processo que vai desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados, a pesquisa se utiliza dos conhecimentos disponíveis e faz uso de métodos e técnicas de investigação científica.

Atento aos critérios de cientificidade, o planejamento da pesquisa se caracteriza: (1) pela preparação da pesquisa (decisão, especificação dos objetivos, elaboração de um esquema, constituição da equipe de trabalho, levantamento de recursos e cronograma); (2) pelas fases da pesquisa (escolha do tema, levantamento de dados, formulação do problema, definição dos termos, construção de hipóteses, indicação de variáveis, delimitação da pesquisa, amostragem, seleção de métodos e técnicas, organização do instrumental de observação); (3) pela execução da pesquisa (coleta de dados, elaboração dos dados, análise e interpretação dos dados, representação dos dados, conclusões); e (4) pela elaboração do relatório. (MARCONI; LAKATOS, 2015)

Motivada pela necessidade de resolver problemas concretos (motivação social) e com o intuito de prover à pesquisadora um conhecimento mais aprofundado sobre o tema e sobre o fenômeno investigado (motivação científica), esta pesquisa foca na obtenção de dados e de resultados relacionados à experiência emocional de

motoristas de ônibus implicados no uso e nas relações afetivas estabelecidas com um sistema de treinamento em RV.

Nesse sentido, a próxima seção discute a relação entre a cientificidade e a prática criativa em Design, que elevam o desenvolvimento do produto ao rigor e objetividade científica.

3.1.1 Design e cientificidade

De acordo com Lorgus e Odebrecht (2011, p. 14 – 15),

o Design muitas vezes não é compreendido em sua complexidade, restringindo-se à ideia de um grupo de pessoas dispostas a 'inventar' e a 'criar' objetos diferentes do que se considera convencional sem que estas 'invenções ou criações' estejam vinculadas a um alicerce seguro, que revelam o todo processo de desenvolvimento de um produto, que abranjam muito mais do que o momento *insight* criativo. (grifos das autoras)

Nessa perspectiva, o bem-estar social seria alcançado por meio do desenvolvimento científico, sendo a cientificidade condição e instrumento para o desenvolvimento de produtos e para que o Design se estabeleça como uma área do conhecimento. Como a prática é concebida a partir do que precisa ser realizado, a tomada de decisão precisa estar fundamentada naquilo que seria mais lógico, racional, eficiente e eficaz (MARCONI; LAKATOS, 2010). Nesse sentido, a cientificidade precisa estar atrelada à prática criativa do designer, sendo o ponto comum entre a intuição criativa do *insight* e a verificação lógica pela experiência.

Sob a égide do conhecimento científico, o fato caracteriza-se pela observação empiricamente verificada e

a teoria se refere a relações entre fatos ou, em outras palavras, à ordenação significativa desses fatos, consistindo em conceitos, classificações, correlações, generalizações, princípios, leis, regras, teoremas, axiomas, etc. (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 98).

Quanto à generalização, Lorgus e Odebrecht afirmam que esta pode ser obtida por meio do experimento. Contudo,

[...] a lógica da verificação necessita da intuição como seu principal contraponto, como antídoto do pensamento silogístico redundante e não-criativo, uma vez que a lógica é incapaz de fornecer a visão de conjunto necessária àqueles que procuram compreender seus propósitos. (LORGUS; ODEBRECHT, 2011, p. 14)

Nesse caso, lógica e intuição se completam, sendo a lógica “instrumento da verificação” e a intuição “instrumento da invenção”. (LORGUS; ODEBRECHT, 2011, p. 14)

Em Design, essa completude pode ser obtida seguindo-se os princípios da cientificidade para a construção do novo conhecimento e do novo Design. Nesse sentido, a criação precisa estar cientificamente embasada, o que está relacionado ao desenvolvimento do produto por meio de uma fundamentação consistente, fidedigna e verificável. (LORGUS; ODEBRECHT, 2011)

Pautado no rigor e na objetividade da ciência, o trabalho com cientificidade precisa ser desenvolvido respeitando os seguintes princípios:

- **Não estar fundamentado no senso comum**, o que demanda a verificação e comprovação de hipóteses por meio da experiência e da obtenção de resultados fidedignos e comprováveis.
- **Ser realizado conforme uma metodologia científica** que obedece a critérios pré-estabelecidos para a realização da fundamentação teórica do tema e que norteia os procedimentos para a coleta e análise de modo que os dados se tornem confiáveis e verificáveis.
- **Produzir ou agregar conhecimento novo ao tema** de modo a contribuir para a construção do conhecimento, não se restringindo ao que foi discutido ou exposto anteriormente.

Assim dito, o desenvolvimento do produto precisa estar cientificamente fundamentado de modo a ser possível sua verificação e validação.

Nesse estudo, o processo de avaliação de um sistema de treinamento em Realidade Virtual com foco no desenvolvimento de habilidades emocionais está fundamentado em aspectos do Projeto Ergonômico Afetivo (Projeto Hedônico) e das metas da experiência do usuário de modo a ser verificado e validado a partir da avaliação do público-alvo e que, entre outros aspectos, recorre a métodos da neuroergonomia e da neurociência, com o intuito de gerar resultados confiáveis e passíveis de verificação e aprofundamento.

3.1.2 Fundamentação científica do processo criativo

Caracterizada como “um estudo detalhado de um determinado fato, objeto, grupo de pessoas ou ator social e fenômenos da realidade”, a pesquisa qualitativa busca “informações fidedignas para se explicar em profundidade o significado e as características de cada contexto, em que encontra o objeto de pesquisa” (OLIVEIRA, 2005, p. 68).

Como a abordagem qualitativa explica o fenômeno a partir do estudo das inter-relações entre os diversos aspectos e peculiaridades do objeto de estudo, ou seja, “como esses fenômenos operam, qual a sua função e estrutura, quais as mudanças efetuadas, por que e como se realizam, e até que ponto podem sofrer influências ou ser controlados” (MARCONI; LAKATOS, 2015, p. 02), por meio da abordagem qualitativa buscou-se explicar o significado e as características das informações obtidas a partir das opiniões dos motoristas, obtidas por meio do questionário e das verbalizações durante o uso do sistema de RV.

A descrição detalhada da complexidade do problema, dos fatos e do fenômeno observados, bem como a análise das inter-relações entre os sistemas biológico e tecnológico e das particularidades e atitudes permitiu comparar os indivíduos a fim de entender a experiência emocional do usuário de sistema de treinamento em RV.

3.1.3 Considerações sobre o método

A investigação científica de aspectos do mundo físico e virtual com foco no desenvolvimento e avaliação de produtos e sistemas de Realidade Virtual requer uma nova postura do ergonomista, que precisa estar atento (1) aos fatores humanos relacionados à experiência com o corpo físico e virtual no uso desses produtos e sistemas; (2) aos aspectos referentes à segurança, conforto, eficácia, eficiência e satisfação dos usuários. (FRANÇA; SOARES, 2017; FRANÇA; PEREIRA NETO; SOARES, 2017) e (3) aos aspectos hedônicos do sistema. (HANCOCK; PEPE; MURPHY, 2005; MONT'ALVÃO; DAMAZIO, 2012)

Essa nova postura demanda a coexistência de diferentes métodos e técnicas de investigação que possibilitam alcançar os objetivos da pesquisa.

Marconi e Lakatos (2010, p. 65) definem o método científico como “o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões dos cientistas”.

Caracterizado como uma estratégia metodológica exploratória, descritiva e interpretativa, o estudo de caso pode empregar várias técnicas e métodos com o intuito de facilitar a compreensão do fenômeno a ser estudado.

Segundo Gil (2010, p. 37), o método do estudo de caso se caracteriza pelo “estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Oliveira (2005, p. 61-62), entende o estudo de caso como “um estudo aprofundado a fim de buscar fundamentos e explicações para um determinado fato ou fenômeno da realidade empírica”. A autora também destaca que, “como método de *pesquisa acadêmica*, o estudo de caso deve ser aplicado dentro do rigor científico através do estabelecimento de objetivos, levantamento de hipóteses e utilização de técnicas para coleta e análise de dados”. (OLIVEIRA, 2005, p. 62, grifos da autora).

Atualmente, os trabalhos qualificados como estudos de caso estão sendo realizados “em períodos mais curtos e com resultados passíveis de confirmação por outros estudos”. (GIL, 2010, p. 38)

Ou seja, ainda que o estudo de caso fosse, por muito tempo, considerado um

procedimento pouco rigoroso, que serviria apenas para estudos de natureza exploratória. Hoje, porém, é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos. (GIL, 2010, p. 37)

No âmbito do Design, torna-se indispensável estar atento a aspectos como a delimitação do campo e dos participantes da pesquisa, que demandam clareza e segurança já que essa fase não foi controlada por parâmetros amostrais quantitativos.

Ainda que seja alvo de questionamentos sobre a validade dos resultados, a técnica de amostragem (processo de escolha da amostra) na pesquisa qualitativa garante a validade e confiabilidade indispensáveis ao rigor científico.

Face ao exposto, a amostra eleita prima pela qualidade dos dados bem como pela riqueza da análise e interpretação dos resultados, ainda que seja pequena. O rigor, crucial na definição da amostra na pesquisa qualitativa, constitui, entre outros aspectos, a cientificidade do método.

Como aspectos culturais (cultura digital) e psicológicos estão relacionados ao fenômeno da experiência emocional do usuário de sistema de treinamento em RV, optou-se pela definição de critérios de adequação metodológica e parâmetros de avaliação que não se restringem ao campo do Design, visto que engloba métodos da neuroergonomia e da neurociência.

Por ser uma estratégia de pesquisa, o estudo de caso engloba a lógica de planejamento, as técnicas de coleta de dados e as abordagens específicas para a

análise, de modo a ser possível “chegar a generalizações amplas baseadas em evidências e que facilita a compreensão da realidade” (OLIVEIRA, 2005, p. 63).

Ainda que para alguns pesquisadores a análise de um único ou poucos casos forneça uma base frágil para a generalização, Gil (2010, p. 38) alerta que o estudo de caso não se propõe “proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população”, pois se preocupa em “proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados”.

Considerando a relação dinâmica entre o mundo objetivo, concreto e o componente humano do sistema, bem como a conexão entre a objetividade e a subjetividade, buscou-se interpretar a realidade a partir de uma visão holística e sistêmica, de modo que os conceitos, teorias e descobertas fossem limitados e aproximados. (OLIVEIRA, 2005).

Nesse sentido, Yin (apud OLIVEIRA, 2005, p. 61) refere que “o método do estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos acontecimentos da vida real”. Nessa perspectiva, a avaliação da experiência emocional do usuário de RV implica rejeitar a dicotomia físico-virtual, bem como a dicotomia objetividade-subjetividade, por entender que elas não são excludentes.

Para tal, optou-se pelo estudo de caso intrínseco ou único, que “trata de uma única realidade que pode ser estudada exhaustivamente, na tentativa de se buscar novos elementos que possam explicar o objeto de estudo” (OLIVEIRA, 2005, p. 62).

O estudo de caso único é composto por diferentes modalidades, a saber: (1) caso raro (comportamentos e situações sociais que, pela raridade, merecem ser estudados); (2) caso decisivo (quando se deseja confirmar, contestar ou estender uma teoria); (3) caso revelador (quando um pesquisador tem a oportunidade de observar e analisar um fenômeno inacessível a outros pesquisadores); (4) caso típico (tem o propósito de explorar ou descrever objetos que, em função de informação prévia, pareça ser a melhor expressão do tipo ideal da categoria); (5)

caso extremo (oferece uma ideia da situação limite em que um fenômeno pode se manifestar); e (6) caso discrepante (que passa dos limites).

Com resultados passíveis de confirmação por outros estudos, o estudo de caso ganha força e maior rigor metodológico, o que requer a utilização de múltiplas técnicas de coleta de dados (questionário, observações e análise de documentos).

De acordo com Gil (2010, p. 119),

isto é importante para garantir a profundidade necessária ao estudo e a inserção do caso em seu contexto, bem como para conferir maior credibilidade aos resultados. Mediante procedimentos diversos é que se torna possível a triangulação, que contribui para obter a corroboração do fato ou do fenômeno.

Neste estudo, optou-se: (1) pelo uso do questionário para investigar as opiniões dos participantes do estudo; (2) pelos comentários espontâneos durante o uso do sistema de treinamento em RV; (3) pela observação sistemática dos motoristas e do posto de trabalho; e (4) pela consulta de documentos (PCMSO da empresa e registros do ambulatório de saúde ocupacional) que permitem a identificação da amostra e dos motoristas que atendem aos critérios de elegibilidade.

Devido às limitações de tempo e de recursos financeiros e devido ao fato dos motoristas de ônibus trabalharem em escalas e por turnos, de modo que nem todos estivessem disponíveis para participar do estudo, optou-se pela amostra não probabilística do tipo intencional.

Com esse tipo de amostra a pesquisadora buscou, por meio da opinião de 10 motoristas, obter informações sobre a experiência emocional do usuário de sistema de treinamento em RV a fim de entender as relações afetivas entre o usuário e o produto e como o produto/sistema proporciona o desenvolvimento de habilidades emocionais em motoristas de ônibus expostos e vulneráveis à violência urbana.

Como a amostra é uma representação da população ou universo da pesquisa, fez-se necessário estabelecer critérios para que essa amostra fosse significativa. (OLIVEIRA, 2005, p. 95)

Como aspectos culturais (cultura digital) e psicológicos estão relacionados ao fenômeno da experiência emocional do usuário de sistema de treinamento em RV, optou-se pela definição de critérios de adequação metodológica e parâmetros de avaliação que não se restringem ao campo do Design.

Nesse caso, os critérios de qualidade da pesquisa estariam relacionados à possível validade e confiabilidade do estudo, a serem discutidas na próxima seção.

3.1.4 Sobre a validade e confiabilidade da pesquisa

Como a abordagem qualitativa evidencia aspectos da formação, subjetividade e experiência da pesquisadora que impactam no planejamento da pesquisa quanto: (1) ao objeto, (2) à escolha do marco teórico que embasa a reflexão e análise, (3) à definição do campo empírico, (4) ao processo de amostragem, e (5) análise dos dados, para uma melhor análise e compreensão do fenômeno, optou-se por quantificar dados obtidos a partir de informações coletadas por meio de questionários, observações e pela aferição dos indicadores autonômicos (biomarcadores) com o auxílio de técnicas estatísticas, de modo que as abordagens qualitativa e quantitativa não fossem excludentes, visto que há “fatos que são do domínio quantitativo e outros de domínio qualitativo” (OLIVEIRA, 2005, p. 68).

Além de ser “um meio de descrição racional”, a estatística também é “um método de experimentação e prova, pois é método de análise”. (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 91)

Nesse caso, a validade da pesquisa qualitativa estaria relacionada à possibilidade do método atender aos objetivos da pesquisa, o que implica uma validade instrumental, obtida com a comparação dos dados coletados pelos métodos da neuroergonomia e neurociência, com métodos de avaliação da usabilidade e metas da experiência do usuário, o que aprimora e enriquece a pesquisa em Design.

Contudo, Oliveira (2005, p. 68) alerta que “os dados estatísticos só devem ser utilizados quando visam dar maior precisão aos dados coletados que são analisados com base na realidade, nos objetivos, hipóteses e nos fundamentos teóricos preestabelecidos na construção do *projeto de pesquisa*”.

3.2 O ESTUDO: OBTENÇÃO E REGISTRO DOS DADOS

O presente estudo entende que **o corpo físico e o corpo virtual** fazem parte de um **contínuo**, de modo que as **experiências emocionais** obtidas por meio do **avatar** do usuário no ambiente de Realidade Virtual **não estejam desvinculadas** das **experiências emocionais** sentidas pelo usuário no **mundo físico**.

Com o intuito de avaliar os aspectos hedônicos que afetam o julgamento do usuário em relação ao produto/sistema, alguns questionamentos mostraram-se pertinentes de modo a nortear as ações a serem conduzidas nesta pesquisa:

- Como explicar a **continuidade** entre as experiências emocionais, **virtuais e físicas**, vividas pelo usuário?
- Em que situações as **metáforas** na interface garantiriam um **melhor desempenho** ao usuário?
- Os **constrangimentos ergonômicos** dos dispositivos de RV poderiam ocasionar algum tipo de desconforto **que acarretasse um menor desempenho do usuário** durante o uso do sistema?
- Que aspectos do sistema estariam relacionados à **experiência emocional** do usuário?
- Que critérios deveriam ser adotados para a **inclusão de aspectos hedônicos** à avaliação do produto/sistema?

O ambiente virtual adotado corresponde a uma simulação que integra um sistema de RV utilizado em uma situação de treinamento com motoristas de transporte coletivo urbano.

Essa tecnologia permite a sincronia entre as ações realizadas pelo motorista e o *feedback* produzido pelo sistema de modo a ser possível ao usuário ter **noção da situação e das rotinas a serem empregadas** a fim de **reagir adequadamente** em uma **situação semelhante no mundo físico**.

Nesses termos, buscou-se identificar: (1) os aspectos do sistema relacionados à **experiência emocional do usuário**; (2) os **constrangimentos e**

riscos ergonômicos relacionados ao sistema de RV adotado; e (3) os aspectos do sistema que proporcionariam um **melhor desempenho do usuário**.

Cabe destacar que o melhor desempenho está relacionado à obtenção de bem-estar e emoções positivas obtidas (1) a partir das mudanças dos indicadores autonômicos e (2) pela classificação da resiliência do usuário, de modo a ser possível afirmar que os motoristas se beneficiaram com o uso do sistema de treinamento em RV.

As informações obtidas contribuem para a validação dos **aspectos hedônicos** na avaliação de um protótipo em RV que atenda às demandas de treinamento de motoristas de uma empresa de transporte coletivo urbano.

3.2.1 Caracterização do estudo

A avaliação da carga mental de trabalho foi realizada a partir de um estudo de campo, cujos dados obtidos dos registros fotográficos e em vídeo e das opiniões dos participantes contribuíram: (1) para a descrição do ambiente e das condições de trabalho; e (2) para a identificação das principais demandas (exigências mentais) que interferem no desempenho do motorista de transporte coletivo urbano.

A partir das informações obtidas foi possível desenvolver um sistema de RV para o treino de habilidades emocionais que se adequasse à realidade do público-alvo.

O sistema de RV desenvolvido, denominado Treino de Resiliência®, integra dois subsistemas: o ambiente de RV e.Motion e o ambiente de RV Relax'n VR.

Como o Treino de Resiliência® permite a interação do sistema nervoso com o ambiente virtual a ponto do comportamento humano modificar tanto o ambiente (físico, virtual e emocional), quanto o próprio sistema nervoso (neuroplasticidade), optou-se pela realização do estudo de caso, desenvolvido em três etapas:

Etapa 1 – Registro da Assimetria Alfa (assimetria cortical) obtida por meio do EEG.

Etapa 2 – Análise comparativa da experiência relatada com a experiência sentida.

Etapa 3 – Análise comparativa do desempenho do usuário antes e depois do uso do sistema de RV.

Os dados obtidos a partir da experiência do usuário foram comparados entre si para a avaliação dos aspectos hedônicos do sistema.

3.2.2 O fenômeno investigado

A experiência emocional do usuário de sistema de treinamento em Realidade Virtual (RV).

Para tal, foi realizada uma avaliação dos aspectos hedônicos do sistema de treinamento Treino de Resiliência®, que contempla as seguintes inspeções: (1) Inspeção dos dados da **atividade cerebral (assimetria alfa)**, obtidos com o EEG antes e após o treinamento com a RV; (2) Inspeção das **metáforas** na interface (ambiente virtual em relação ao avatar do usuário); (3) Inspeção dos **marcadores biológicos** antes, durante e após o uso do sistema; e (4) Inspeção dos aspectos do **produto**.

3.2.3 O ambiente de RV

Para esta pesquisa, foram projetados 2 ambientes de RV, que a pesquisadora nomeou como e.Motion e Relax'n VR.

Os ambientes de RV foram concebidos e projetados pela pesquisadora, que escolheu as características do ambiente (iluminação, som, narrativa, cenário e personagens) com o intuito de potencializar o engajamento e as conexões afetivas do usuário com o sistema.

O desenvolvimento dos ambientes e.Motion e Relax'n VR foi executado com o auxílio dos alunos do curso de Jogos Digitais da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP, sob a supervisão da autora desta Tese e do professor Breno Carvalho.

Esses dois ambientes integram um sistema de treinamento em RV que a pesquisadora nomeou como Treino de Resiliência®.

No Treino de Resiliência®, cada ambiente de RV apresenta uma tarefa distinta. No primeiro (e.Motion), a tarefa de embarque e desembarque de passageiros é afetada por um suposto evento estressor traumático: o usuário é exposto à simulação de um assalto à mão armada, enriquecido por situações realísticas obtidas a partir do relato das experiências prévias de alguns motoristas (exº: um motorista chegou a levar uma coronhada por demorar a abrir a porta de desembarque dos passageiros).

No segundo (Relax'n VR), o sistema oferece um treinamento de regulação emocional por *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC).

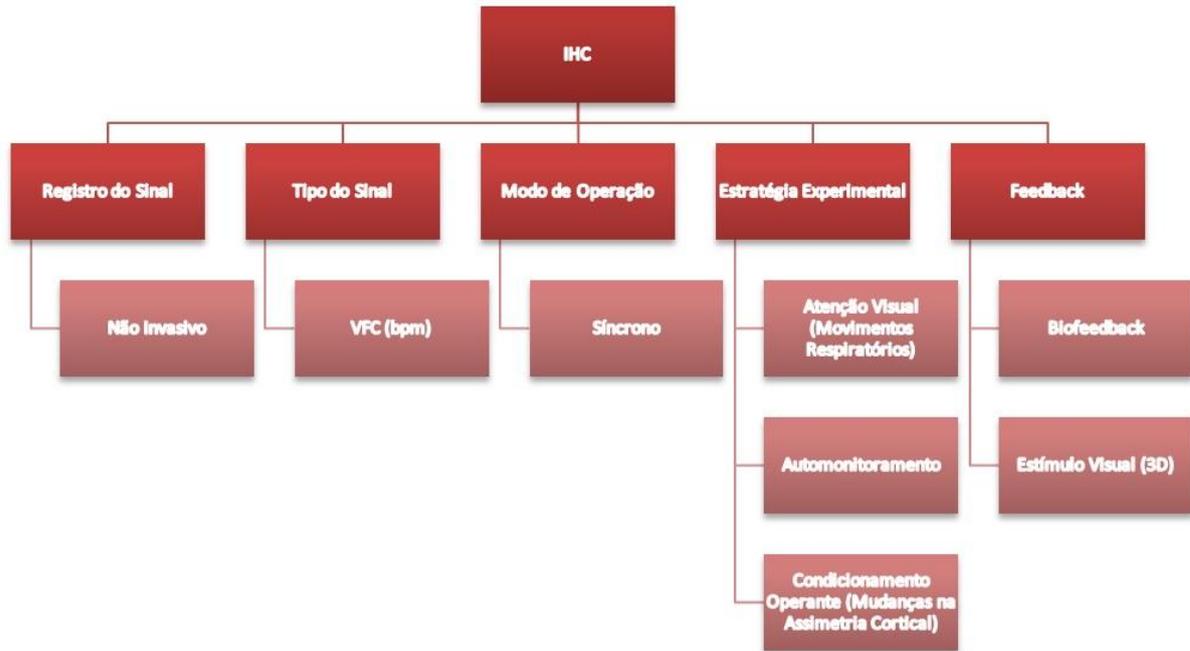
O treinamento desenvolvido apresenta o seguinte modo de operação:

IHC Síncrona (IHC-S) – Caracterizada pela estimulação externa ou baseada no sinal de entrada (guiada por computador). Após um estímulo visual (crystal virtual, que indica o ritmo respiratório a ser executado pelo usuário do sistema), produz um padrão comportamental específico em um determinado intervalo de tempo (10 minutos). Nesse período, os registros obtidos a partir dos batimentos cardíacos dos usuários são simultaneamente registrados. Durante o *biofeedback*, os sinais elétricos dos batimentos cardíacos, obtidos por eletrodos localizados no tórax do usuário, são registrados na interface que envia em tempo real um *feedback* visual (mudança de cor do céu da paisagem do ambiente virtual) de modo que o usuário possa regular voluntariamente as próprias emoções.

Em geral, a IHC com foco na regulação emocional do usuário é definida pelos seguintes componentes:

- Modo de operação;
- Tipo de sinal da gravação;
- Característica do sinal elétrico usado para comando na tela;
- Estratégia comportamental; e
- (Bio)Feedback.

Figura 25 – Componentes da IHC com foco na regulação emocional do usuário.



Fonte: a autora.

Nesse sistema, os dados obtidos a partir do estado do usuário podem ser usados para modificar o ambiente da tarefa, de modo a combinar os recursos do usuário às demandas da tarefa.

O potencial elétrico pode ser obtido por meio do registro da atividade elétrica via ECG. A acurácia dos estados emocionais dos usuários durante o uso do sistema é obtida por meio de algoritmo, que registra a frequência cardíaca, batimento a batimento, e compara com os índices cardíacos para verificar se estão de acordo com os padrões de normalidade. Nesse caso, os batimentos cardíacos do usuário são classificados em um contínuo, cujos extremos são 'batimentos cardíacos muito baixos' e 'batimentos cardíacos muito elevados':

Figura 26 – Classificação no monitoramento dos batimentos cardíacos do usuário.



Fonte: a autora.

Para essa classificação foram adotados valores de frequência cardíaca em repouso (em que o indivíduo avaliado não está sob esforço físico intenso, estresse ou condições adversas).

Como a frequência cardíaca normal de um adulto varia entre 60 a 100 BPM e como a amostra é constituída por homens, foram adotados os seguintes valores de referência e a respectiva escala de cores:

Quadro 4 – Escala de cores a partir da frequência cardíaca do usuário de RV

Frequência Cardíaca	Batimento	Escala de Cores
Acima de 101 BPM	Acelerado	Vermelha
De 75 a 100 BPM	Bom	Azul claro
Abaixo de 75 BPM	Ótimo	Azul escuro

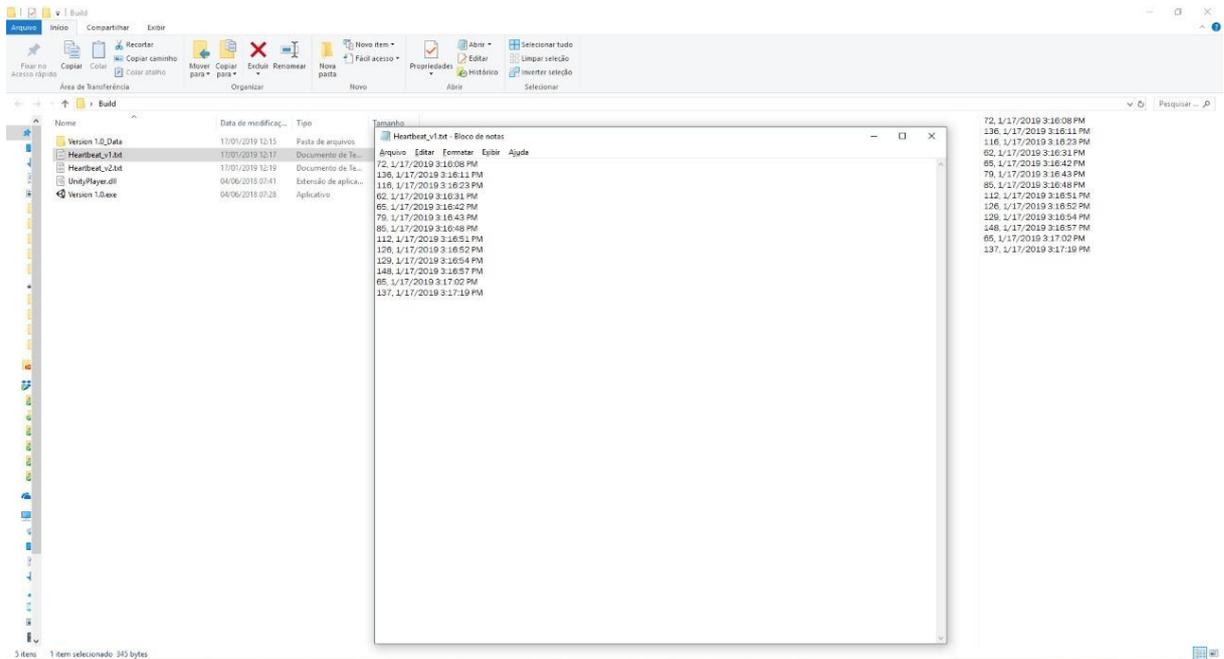
Fonte: a autora.

O *biofeedback*, representado na forma de uma visualização (*classifier output*), se adapta às características do usuário: a atividade elétrica do coração do indivíduo (em batimentos por minutos) torna-se visível na variação de cores do céu na paisagem 3D, que varia do vermelho (maior bpm) ao azul escuro (menor bpm) à medida que o usuário sincroniza os batimentos cardíacos ao ritmo respiratório.

Ou seja, a frequência cardíaca é empregada para mudar a cor do céu no ambiente simulado à medida que a pessoa aprende a sincronizar a respiração com o ritmo cardíaco.

O sistema então gera (em segundo plano) um documento de texto com a lista de todos os batimentos cardíacos, data e horário do cálculo.

Figura 27 – Documento de texto gerado pelo sistema a partir do monitoramento cardíaco.



Fonte: a autora.

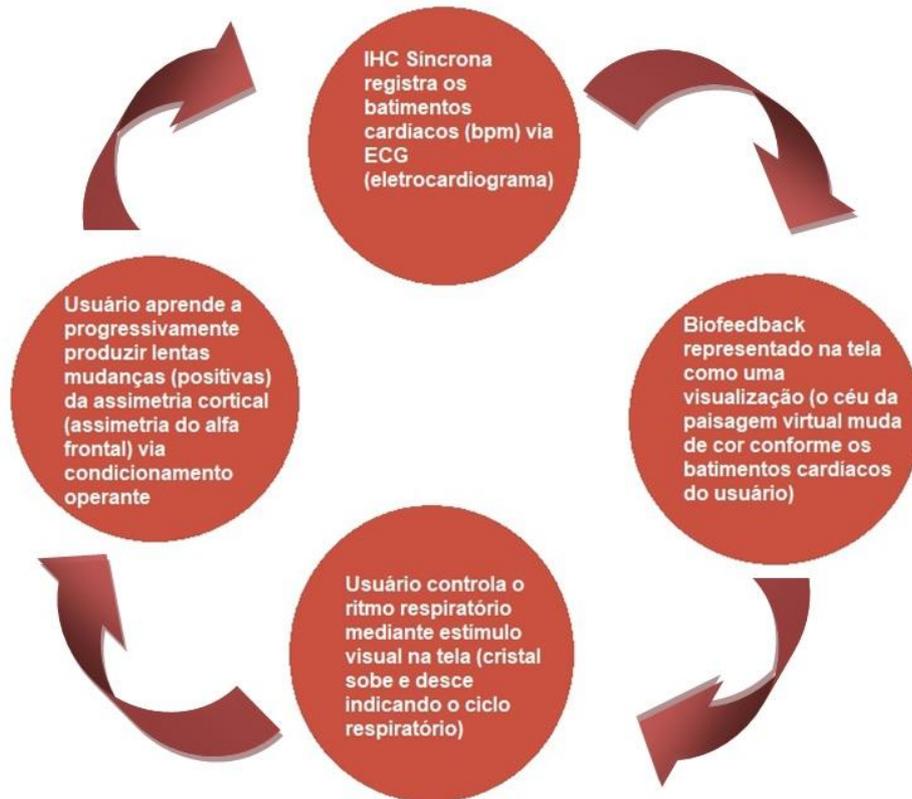
A atenção focada no estímulo visual apresentado (cristal) permite ao usuário controlar o ritmo respiratório de modo a manter-se mais calmo e concentrado (desenvolvimento da habilidade para excluir distrações).

Nesse caso, o mínimo esforço realizado pelo usuário para acompanhar o ritmo respiratório é associado à sensação de relaxamento e bem-estar proporcionados pelo sistema.

As estratégias comportamentais empregadas para operar a IHC foram, portanto, (1) a **atenção visual**, em que o usuário se concentra e realiza repetidamente os movimentos respiratórios seguindo o estímulo visualizado na tela, (2) o **automonitoramento**, em que o usuário controla o ritmo respiratório de modo a manter-se mais calmo e concentrado (com a consequente automação das rotinas) e (3) o **condicionamento operante**, em que o usuário aprende (pelo *biofeedback*) a produzir, no caso, lentas mudanças (positivas) da assimetria cortical (assimetria alfa).

No sistema de RV desenvolvido, o ciclo de modelagem afetiva via *biofeedback* pode então ser retratado como:

Figura 28 – Modelagem afetiva via IHC.



Fonte: a autora

Espera-se com o treinamento que os motoristas de ônibus (1) passem a detectar ameaças em contextos de risco e (2) exerçam maiores níveis de controle emocional a fim de evitar erros de resposta rápida durante o exercício da função.

As habilidades emocionais são desenvolvidas a partir do controle consciente e do comportamento atento (ritmo respiratório). Um maior nível de controle cognitivo pode ser necessário quando um hábito ou uma habilidade precisa ser modificado (ex^o: reagir de modo agressivo colocando em risco a própria integridade física e a dos passageiros).

O comportamento habilidoso (maior controle emocional) caracteriza-se pela redução no monitoramento consciente. Manter o equilíbrio entre o comportamento controlado (treino) e automático (pós-treino) requer um sistema que ‘sabe’ quando sua aplicação é necessária e quando os processos de controle podem ser retirados sem causar prejuízo ao desempenho (*performance*) do usuário.

3.2.3.1 A aplicação do modelo de avaliação ao ambiente de RV projetado

Este estudo NÃO se propõe testar a eficácia clínica e SIM a eficácia dos cenários e da RV no treino de regulação emocional que prepara os usuários do sistema para possíveis demandas de trabalho.

A avaliação da experiência emocional do usuário e a eficácia da RV para o treino de regulação emocional foram investigadas a partir das informações obtidas por meio de questionário (experiência subjetiva dos usuários) e das medidas psicofisiológicas obtidas na experiência de imersão.

São características do modelo de avaliação: o gerenciamento do estado afetivo; a identificação do estado motivacional (o usuário está frustrado com a interface?); o nível de engajamento do usuário e a classificação do usuário pela destreza obtida a partir do treino com o *biofeedback* de frequência cardíaca.

3.2.4 Os participantes

A amostra foi constituída por **10 motoristas** de uma empresa de transporte coletivo localizada na Região Metropolitana do Recife.

3.2.5 A escolha dos participantes

A escolha dos participantes levou em consideração: (1) o fato da tecnologia de Realidade Virtual apresentar uma grande aceitação e uso frequente por adultos; e (2) o fato dos motoristas de transporte coletivo predominantemente apresentarem faixa-etária dos 20 aos 50 anos de idade.

3.2.5.1 Critérios de elegibilidade:

- Ter idade entre 20 e 50 anos;
- Ter habilitação categoria 'AE' (ônibus articulado);
- Não apresentar doenças degenerativas na coluna vertebral e nas articulações dos membros superiores e inferiores;
- Não fazer uso de óculos;
- Não apresentar insuficiência cardíaca e distúrbios elétricos de coração;

- Não apresentar hiper e hipotireoidismo;
- Não apresentar histórico de doença neurológica e/ou psiquiátrica; e
- Não fazer uso de drogas psicotrópicas.

A triagem foi realizada em parceria com o ambulatório médico da empresa, cabendo ao médico coordenador afirmar a inexistência dessas condições clínicas nos voluntários.

Observando os critérios éticos necessários para a condução do estudo, os voluntários foram recrutados após autorização do Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo seres humanos (UFPE).

3.2.6 Material utilizado no estudo

- Ambiente de Realidade Virtual e.Motion (projetado pela autora);
- Ambiente de Realidade Virtual Relax'n VR (projetado pela autora);
- Oculus Rift®;
- Câmera Nikon para os registros em vídeo;
- Tripé;
- Sistema de registro EEG Bodyfeedback (NeuroUp®) com 6 canais ativos;
- Eletrocardiograma (ECG);
- Esfigmomanômetro;
- Glicosímetro;
- Termômetro digital;
- Sensor galvânico de pele (GSR);
- Questionário com as opiniões dos usuários sobre o uso do sistema de RV; e
- Registros videografados das ações dos usuários (obtidos com câmera de vídeo).

3.2.7 A escolha do EEG

A escolha teve como critério o fato do EEG tornar possível aferir a **assimetria alfa** (assimetria cortical) dos usuários antes e depois do uso da RV.

3.2.8 A tarefa realizada

Treinamento de habilidades emocionais (denominado 'Treino de Resiliência®').

3.2.9 Procedimentos

1. Registro em vídeo das ações do usuário durante o uso do sistema de RV;
2. Aferição das respostas biológicas obtidas antes, durante e após o uso do sistema de RV; e
3. Investigação das opiniões dos usuários sobre o sistema, obtidas por meio de questionário.

O motorista foi orientado pelo setor de Recursos Humanos a se dirigir para o Laboratório de RV, localizado nas instalações físicas da empresa de transporte coletivo urbano.

Figura 29 – Laboratório de RV nas instalações da empresa.



Fonte: a autora.

No laboratório, o motorista foi recepcionado pela pesquisadora e respectiva equipe, composta por três auxiliares. Na ocasião, a pesquisadora explica os procedimentos e critérios éticos para a condução do estudo.

Após o motorista concordar em participar do estudo, teve início a coleta de dados.

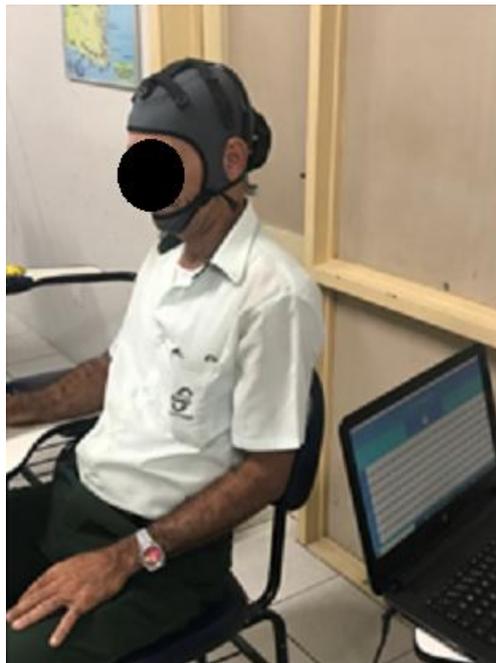
A pesquisa caracterizou-se pelo desenvolvimento de um estudo de caso, realizado em três etapas, a saber:

Etapa 1 – Registro da Assimetria Alfa (assimetria cortical) obtida por meio do EEG.

Antes do contato com o sistema de RV, os motoristas de ônibus foram auxiliados a vestirem a touca de EEG.

O EEG foi realizado no estado de vigília em repouso, com o voluntário na posição sentada. O procedimento teve duração de 5 minutos, em condições técnicas satisfatórias, durante o qual o voluntário foi orientado a permanecer de olhos fechados, porém acordado e não realizar movimentos corporais.

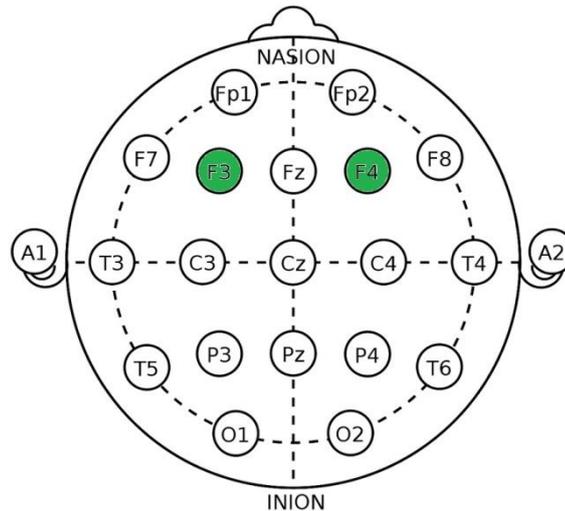
Figura 30 – Motorista durante o registro da Assimetria Alfa.



Fonte: a autora.

O equipamento utilizado foi o EEG *Bodyfeedback* (NeuroUp®), com 8 canais (O2, C4, Cz, F4, F3, C3, T3 e O1), sendo 6 ativos, uma referência auricular e um terra.

Figura 31 – Posicionamento dos eletrodos F3 e F4 pelo sistema internacional 10 – 20.



Fonte: Zetehaku *et al.* (2016), adaptado pela autora.

Os eletrodos foram posicionados por meio de touca segundo o sistema internacional 10-20 de posicionamento. Para reduzir a impedância, foi utilizado um gel eletrolítico nos eletrodos de superfície. A frequência de amostragem foi de 250 Hz.

Figura 32 – Plano coronal posterior (costas) do motorista durante o uso do EEG *Bodyfeedback* (NeuroUp®).



Fonte: a autora.

Na assimetria alfa, especialmente no córtex pré-frontal dorsolateral (F3/F4) a maior atividade hemisférica esquerda está associada a características positivas:

emoções positivas, bem-estar e maior capacidade para regular as emoções. Em contrapartida, a maior atividade no hemisfério direito está associada às emoções negativas.

Nesta etapa, foram comparados:

- 1) Os registros eletroencefalográficos (obtidos via EEG) da assimetria alfa dos motoristas, antes e após o período de treinamento com a RV (assimetria cortical pré-treino e pós-treino).

Etapa 2 – Análise comparativa da experiência relatada com a experiência sentida.

Nessa fase do estudo os motoristas de ônibus foram expostos ao sistema de RV 'Treino de Resiliência®', composto por dois subsistemas: (1) ambiente virtual imersivo 'e.Motion' e (2) ambiente virtual imersivo 'Relax'n VR'.

Ambiente Virtual Imersivo 'e.Motion' – caracterizado por ambiente gráfico 3D que simula o embarque e desembarque de passageiros em um ônibus virtual que é tomado de assalto por ladrões virtuais em um trajeto entre estações BRT.

Ambiente Virtual Imersivo 'Relax'n VR' – caracterizado por ambiente gráfico 3D que simula um campo florido em um dia ensolarado, que modifica a cor do céu conforme batimento cardíaco do usuário cujo automonitoramento se baseia no ritmo respiratório controlado por um cristal virtual, com cronômetro na tela para demarcação do tempo decorrido da tarefa.

Na ocasião, os motoristas passaram pelas seguintes etapas de preparação para o experimento:

1. Foram solicitados a despirem a camisa para fixação dos eletrodos do ECG;
2. Em seguida, tomaram assento no sistema de RV e vestiram o Oculus Rift®;
3. Foram orientados a permanecerem sentados;
4. Foram orientados sobre como utilizar os controles do sistema de RV;

- Foram orientados a falarem, sempre que desejassem, sobre o que pensam do sistema de RV e sobre o que estavam sentindo.

Figura 33 – Eletrodos para o monitoramento dos batimentos cardíacos.



Fonte: a autora.

Cabe destacar que os motoristas só tomaram conhecimento do experimento ao chegarem no laboratório de RV, localizado na empresa de transporte coletivo urbano.

Durante o experimento, foram realizados registros das interações do usuário com o sistema de RV. Na ocasião, foram obtidos:

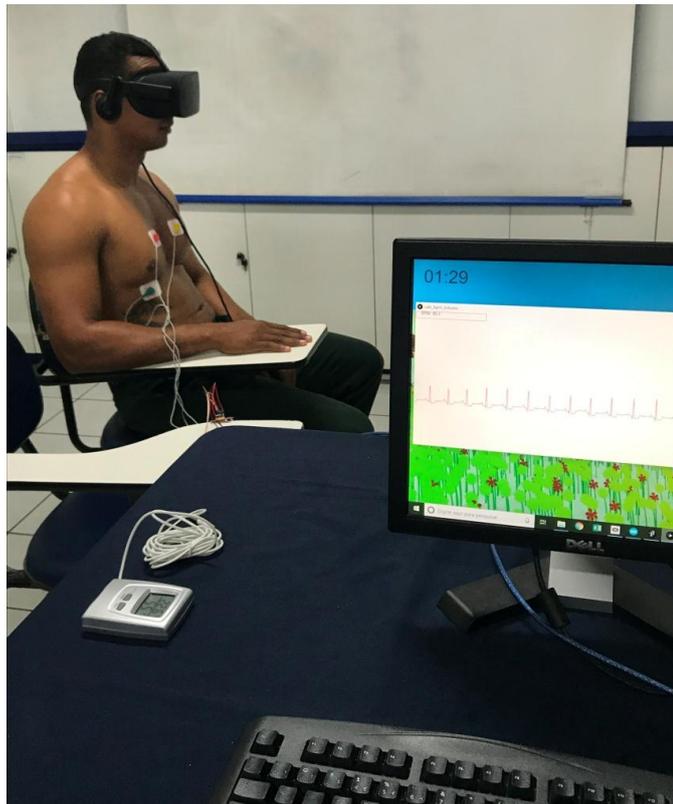
1. Registros videografados das interações do usuário com o sistema de RV (ambiente físico e virtual);
2. Registros da frequência cardíaca (BPM) dos motoristas;
3. Registros das respostas eletrodérmicas (EDR), obtidos pelo sensor galvânico de pele (GSR).

Durante o uso do ambiente virtual imersivo ‘e.Motion’ foram adotados marcadores de estresse elevado durante o estresse simulado (aumento nos níveis de excitação – *arousal* – frente ao estímulo estressor como marcador de resposta emocional durante o uso do sistema de RV) e marcadores de estresse reduzido (abaixo da linha de base).

Durante o uso do ambiente virtual imersivo ‘Relax’n VR’, os 10 motoristas foram expostos a uma situação NÃO estressora, com uma intervenção de 5 sessões, 10 minutos cada, com *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC).

Nessa etapa, buscou-se quantificar e comparar a frequência cardíaca, batimento a batimento, durante o treino com o *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC) em sistema de RV, a fim de investigar se o usuário se percebeu no controle das próprias emoções de modo a se sentir mais disposto e tranquilo.

Figura 34 – Monitoramento do motorista durante o treinamento com a RV.



Fonte: a autora.

As alterações nos batimentos cardíacos obtidos em relação ao *biofeedback* visual com o sistema de RV foram avaliadas ao longo do tempo a partir da frequência cardíaca dos motoristas de ônibus.

Como as pessoas às vezes mascaram o erro nos testes de usabilidade (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010), optou-se por comparar o que o usuário diz e faz com os registros da experiência sentida para verificar se de fato a pessoa está tendo uma experiência positiva e prazerosa com o sistema.

As informações obtidas pelos equipamentos foram comparadas com o relato dos participantes, obtido por meio de questionário, aplicado após o treinamento com a RV.

Etapa 3 – Análise comparativa do desempenho do usuário antes e após o treinamento com o sistema de RV (obtida por meio da avaliação dos registros biológicos na 1ª sessão, pré-treino, e na última sessão, pós-treino).

Na ocasião, o motorista era encaminhado ao ambulatório da empresa, onde foi recebido pela enfermeira, que anotava o número de registro, o nome e a idade do trabalhador, seguida da aferição e registro da altura, peso, frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura axilar e glicemia capilar.

Em seguida, o motorista era encaminhado para o laboratório de RV, localizado nas instalações da empresa de transporte coletivo.

Os 10 motoristas eram então expostos a uma situação estressora relacionada ao trabalho (simulação de assalto à mão armada em um ônibus virtual), antes e depois de uma intervenção de 5 sessões, 10 minutos cada, ou seja, pré-treino e pós-treino com *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC).

Figura 35 – Experimento: pré-treino, treino e pós-treino com RV.



Fonte: a autora.

Nesta etapa, buscou-se comparar:

- Os registros fisiológicos do usuário, antes e depois do uso do sistema de RV.

Levando-se em consideração: que (1) “durante estados emocionais existe um aumento da pressão arterial, frequência cardíaca, respiração e fluxo sanguíneo muscular” (BRANDÃO, 2004, p. 125); e que (2) o estresse emocional pode funcionar como um gatilho, provocando alterações nos níveis de glicemia; foram adotados os seguintes valores de referência:

Tabela 1 – Valores no estado basal

Valores no estado basal (pré-treino)				
Frequência Cardíaca (bpm)		60 a 99 bpm Homens >18 anos e < 60 anos		
Pressão Arterial	Sistólica (mmHg)	Ótima	Boa	Limítrofe
		120	< 130	130 - 139
	Diastólica (mmHg)	Ótima	Boa	Limítrofe
		80	< 85	85 - 89
Temperatura Axilar (°C)		36°C a 36,9°C		
Glicemia Capilar (mg/dL)		Inferior a 100 mg/dl, em jejum Inferior a 200 mg/dl, duas horas após as refeições		

Fonte: Porto e Porto (2017); Paraná (2014); Milán *et al.* (2015); Salazar e Milán (2016); Kasper *et al.* (2017).

A verificação dos batimentos cardíacos³⁷ é realizada de modo manual, a partir da artéria radial. São colocadas as polpas digitais dos dedos médio e indicador no pulso do motorista de ônibus e contados os batimentos cardíacos durante o período de um minuto. O valor obtido é registrado em uma planilha.

Para a aferição da pressão arterial³⁸ utiliza-se o esfigmomanômetro, que levemente comprime a artéria braquial. Com o auxílio de um estetoscópio é realizada a ausculta e a verificação das pressões sistólica e diastólica.

Para a correta aferição, é importante seguir as seguintes recomendações:

- Não fumar ou consumir bebidas alcoólicas pelo menos 1 hora antes da aferição;

³⁷ <http://www.hu.ufsc.br/pops/pop-externo/download?id=178>

³⁸

http://www2.ebserh.gov.br/documents/1132789/1132848/POP+1.3_AFERI%C3%87%C3%83O+DE+PRESS%C3%83O+ARTERIAL+SIST%C3%8AMICA.pdf/c04df129-85b0-418b-a90c-6d3d3e3a40b7

- Não praticar atividade física até uma hora antes;
- Sentar-se em uma cadeira com a coluna ereta;
- Colocar a braçadeira dois a três dedos acima da articulação do cotovelo;
- Manter o braço relaxado, na altura do coração, apoiado em uma superfície com a palma da mão para cima;
- Não movimentar o braço durante a aferição.

Para verificar a temperatura axilar, utiliza-se um termômetro digital ou um termômetro de bulbo com coluna de mercúrio. Sempre com o mesmo equipamento, realiza-se a aferição da temperatura. A ação do sistema nervoso simpático na temperatura corporal foi investigada a partir da **diminuição** da temperatura em ao menos 0,5°C na emoção de valência **negativa**. Relacionada ao medo³⁹, observa-se a redução da temperatura periférica (palidez e sensação de frio).

Para verificar os níveis de açúcar no sangue, realiza-se o teste de glicemia capilar. Com um equipamento chamado glicosímetro, a glicemia é medida a partir de uma pequena gota de sangue retirada da ponta do dedo de uma das mãos. É importante que o equipamento seja utilizado por um(a) enfermeiro(a), treinado(a) para o correto manuseio.

São condições para a realização da aferição:

1. Lavar as mãos;
2. Inserir uma fita de teste no glicosímetro;
3. Com o uso de uma luva, furar suavemente a pele do dedo com uma agulha descartável (conhecida como lanceta);
4. Encostar a fita do teste na gota de sangue até preencher o depósito da fita de teste;
5. Esperar alguns segundos até que o valor da glicemia apareça no monitor do aparelho; e
6. Descartar do material biológico em recipiente adequado.

³⁹ <https://br.psicologia-online.com/emocoes-negativas-medo-e-ansiedade-255.html>

Para evitar leituras incorretas, é importante que o glicosímetro seja regularmente limpo, que o aparelho esteja calibrado, que as fitas estejam no prazo de validade e que a quantidade de sangue seja suficiente para análise.

A exposição ao estresse crônico (tensão e alerta excessivo) leva ao aumento dos níveis de glicemia na corrente sanguínea.

Os procedimentos têm como finalidade:

- Comparar o desempenho do usuário antes e após o treinamento com o sistema de RV.

3.2.10 Identificação das condições do teste

3.2.10.1 Configuração ambiental

Algumas condições do ambiente físico foram necessárias para a realização do experimento:

- Distância entre os sensores (distância mínima recomendada pelo Oculus Rift®)
- Distância dos sensores ao usuário (distância mínima recomendada pelo Oculus Rift®)
- Dimensão da sala: 3x4 metros.
- Climatização do ambiente: controlada por 2 aparelhos de ar-condicionado.
- Temperatura: 22°C (sala climatizada aferida com um termômetro de referência, cuja temperatura poderia variar + ou - 1°C).
- Equipe: a pesquisadora e 3 assistentes.
- Iluminação da sala: em conformidade com a NR 17 (BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego, 2019), aferida periodicamente pelos técnicos de segurança do trabalho do quadro de funcionários da empresa.
- Mobiliário: durante a avaliação foi utilizada uma carteira escolar, de dimensão 82A x 55L x 67P e altura do assento ao piso 46cm, para que o motorista se sentasse sem esforços físico-posturais, de modo a conseguir relaxar, caso desejasse. Além disso, o fato da carteira escolar possuir um apoio para o

braço permitia que o usuário repousasse a mão durante o registro com o sensor galvânico de pele. Essas foram condutas preventivas para evitar o surgimento de artefatos de movimento que comprometessem a qualidade dos dados.

- Equipamentos: checados e calibrados pela pesquisadora e pelos demais integrantes da equipe, antes da realização das avaliações.

3.2.10.2 Critérios e padrões avaliados

a) Funcionalidade

A funcionalidade do sistema foi testada nos seguintes componentes:

- Botões dos controles manuais;
- Som emitido pelo Oculus Rift®;
- Imagens na tela do Oculus Rift®;
- Imagens na tela do monitor do PC;
- Sensores de movimento

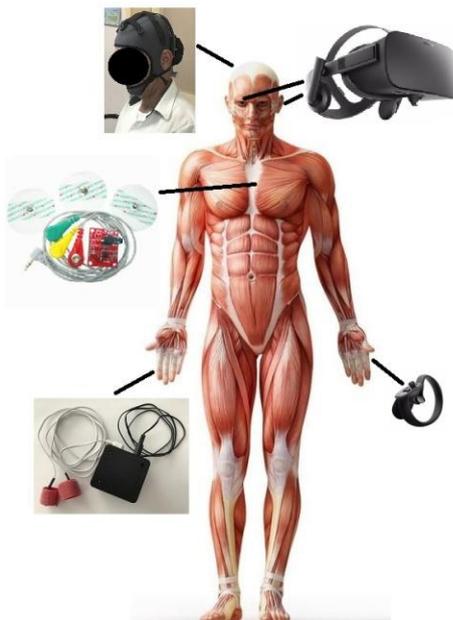
b) Localização e arranjo físico

Refere-se às restrições físicas necessárias para o deslocamento e movimentação segura do usuário durante o uso do sistema: posição dos sensores de movimento, posição dos controles manuais, regulagem do Oculus Rift® no crânio do usuário, ajuste das lentes (foco), demarcação dos limites físicos da sala (em centímetros).

c) Tamanho e forma

Considera a dimensão, massa e formato dos dispositivos físicos de modo a permitir a identificação das interfaces físicas e suas respectivas características.

Figura 36 – Dispositivos físicos utilizados pelos motoristas durante a avaliação do sistema de RV.



Fonte: Google images. Adaptado pela autora.

d) Direção e força

Refere-se à movimentação do usuário em relação ao monitor do PC e à tela do Oculus Rift®. Nessa etapa são identificados os constrangimentos ergonômicos que possam afetar a manipulação, mobilidade e experiência do usuário com o sistema.

Figura 37 – Movimentação do usuário durante o uso do sistema de RV.



Fonte: a autora.

Os constrangimentos ergonômicos estão relacionados às demandas aumentadas da tarefa.

e) Aspectos hedônicos

O Treino de Resiliência® requer que o usuário esteja engajado em ações naturais (respiração, batimentos cardíacos) e significativas com a tecnologia.

Como o cérebro humano tenta entender o mundo e outras pessoas por meio da simulação, ao observar uma ação no mundo virtual é possível que o indivíduo entenda aquela ação executando-a em si mesmo.

Figura 38 – Motorista executando o Treino de Resiliência®.



Fonte: a autora.

Esse mimetismo neural possibilita ao indivíduo entender como e por que as pessoas ao redor se comportam do modo como fazem e também pode ter papel na atribuição de intencionalidade a objetos inanimados.

Figura 39 – Assaltante virtual interagindo com o motorista no ambiente simulado.



Fonte: a autora.

A interface exibe avatares, imagens estáticas e/ou dinâmicas com as quais o usuário interage. Ainda que seja um ente virtual, o avatar proporciona uma dimensão social à interação humano-computador, mesmo que essa dimensão social nem sempre seja desejada pelo usuário.

Nessa etapa é identificado o estresse associado ao incidente crítico, às expressões faciais e postura corporal intimidatória do assaltante virtual (ameaça potencial).

3.2.10.3 Tempo de realização da avaliação

Os participantes do estudo gastaram, em média:

- 10 minutos para a familiarização do usuário com o sistema;
- 10 minutos para a realização da avaliação da experiência emocional em cada sessão, do total de 2 sessões com o ambiente de RV 'e.Motion';
- 10 minutos para a realização da avaliação da experiência emocional em cada sessão, do total de 5 sessões com o ambiente de RV 'Relax'n VR';
- 10 minutos para o preenchimento do questionário.

Embora um pouco extenso, o tempo gasto para o preenchimento do questionário não comprometeu o tempo total do teste, visto ter fornecido informações indispensáveis que complementaram significativamente as dúvidas e comentários dos motoristas durante a realização do teste.

3.2.10.4 Considerações relevantes para uma versão final do sistema de RV

A partir dos resultados obtidos foi proposto o redesign do sistema, no qual foram modificados e incluídos elementos e funções.

A avaliação realizada pelos usuários também contribuiu para a definição das cores e do recurso visual mais adequado para uma experiência do usuário com o sistema ainda mais prazerosa e agradável.

3.2.10.5 Teste com os gestores

As entrevistas realizadas com os gestores nas fases iniciais do desenvolvimento do sistema contribuíram para o levantamento das necessidades da empresa, para a delimitação dos conceitos, definição de requisitos e estabelecimento dos parâmetros a serem explorados no teste com os motoristas de ônibus.

A identificação das demandas dos motoristas revela que o valor reflexivo do ambiente de Realidade Virtual está em ser original, customizado para aquele público alvo. O que não se restringe ao biológico, pois o ambiente faz sentido para aquele público, evoca lembranças.

Para Norman (2008, p. 111), “esta é a essência do design reflexivo: tudo está na mente do observador”.

4 RESULTADO DOS REGISTROS COMPORTAMENTAIS

Esta pesquisa corresponde à aplicação do modelo de avaliação do projeto ergonômico afetivo de sistema de Realidade Virtual, verificado e validado a partir de observações sistemáticas, aferições e questionários.

Com esse intuito, foi realizada a avaliação de duas interfaces de RV a partir das quais foram obtidas informações sobre as opiniões dos usuários quanto ao funcionamento, segurança e usabilidade do sistema, bem como informações acerca da experiência emocional do usuário em relação ao sistema.

Além dos aspectos subjetivos, também foram avaliados o nível de condutância da pele, a frequência cardíaca, a assimetria cortical e os sinais vitais dos motoristas.

Quanto ao tratamento dos dados:

Os dados obtidos por meio dos biossensores foram registrados numa planilha Excel e comparados com os sinais vitais dos usuários.

Os dados referentes à experiência subjetiva foram obtidos a partir das opiniões dos motoristas, por meio de questionário.

Os resultados psicofisiológicos serviram como variáveis quantitativas dependentes e foram comparados aos relatos subjetivos dos motoristas, utilizados nas análises como variáveis qualitativas dependentes.

Com a análise dos resultados esperava-se:

1. Identificar os estados emocionais que emergem na interação do usuário com o sistema de treinamento em RV;
2. Obter resultados confiáveis que indicassem a correlação das ações realizadas pelo avatar (corpo virtual) com as respostas periféricas e modificações corporais (corpo físico) do usuário;

3. Que o uso do simulador permitisse ao motorista de transporte coletivo viver situações semelhantes às que ocorrem na prática, de modo que os dados obtidos por meio do *biofeedback* permitissem a autorregulação e a consequente melhoria do desempenho do trabalhador;
4. Desenvolver habilidades emocionais para o enfrentamento da ameaça por meio da associação condicionada entre a execução de tarefas realistas (mundo virtual, simulado) e o desempenho do motorista no exercício da função (mundo físico);
5. Propor recomendações ergonômicas para os problemas identificados durante o uso do sistema.

A avaliação com os usuários contribuiu para a identificação dos aspectos dos ambientes de RV (e.Motion e Relax'n VR) relacionados aos aspectos hedônicos do projeto ergonômico afetivo do sistema de treinamento Treino de Resiliência®.

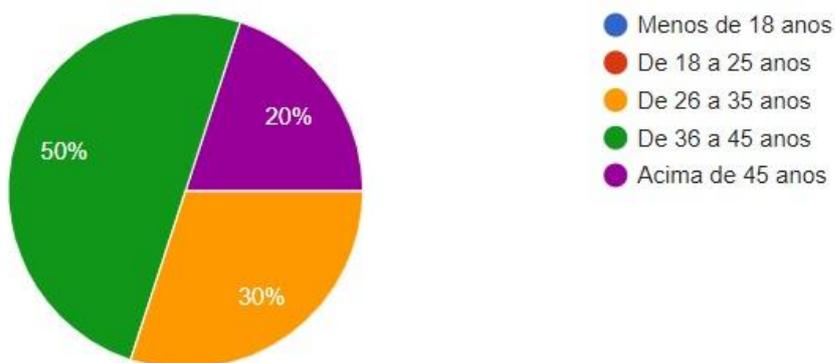
4.1 AVALIAÇÃO DO USUÁRIO

Para investigar como o usuário avalia o sistema levando em consideração os aspectos hedônicos, foram empregados equipamentos sensíveis às alterações psicofisiológicas relacionadas às respostas emocionais desencadeadas durante o uso da RV.

4.1.1 Perfil dos trabalhadores

80% dos participantes (n=8) apresenta faixa etária dos 20 aos 45 anos, dos quais 50% possui idade entre 36 e 45 anos e 30% idade entre 26 e 35 anos.

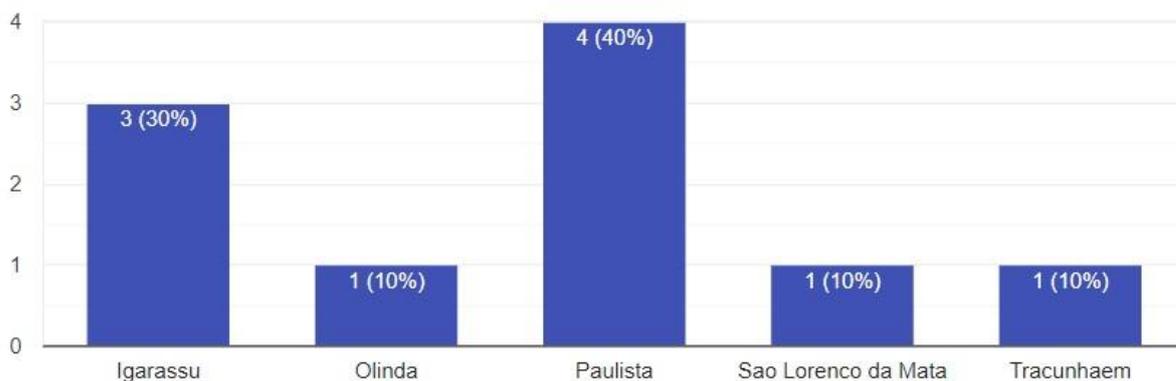
Figura 40 – Gráfico do perfil dos motoristas por faixa etária.



Fonte: a autora.

40% dos motoristas (n=4) moram em Paulista, 30% (n=3) em Igarassu, 10% (n=1) em Olinda, 10% (n=1) em São Lourenço da Mata e 10% (n=1) em Tracunhaém:

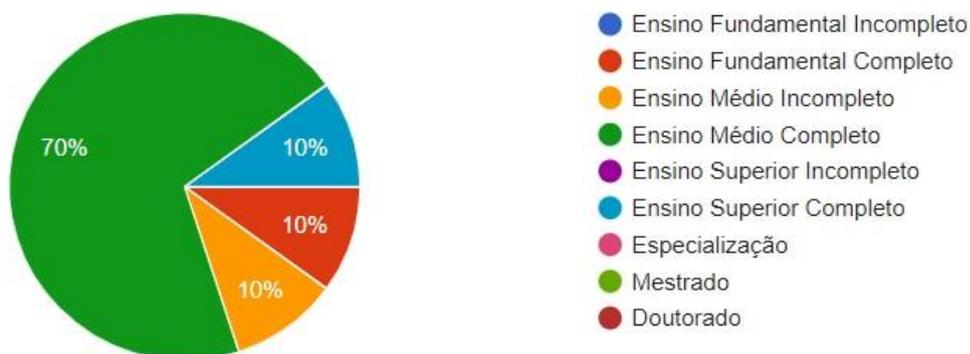
Figura 41 – Gráfico do perfil dos motoristas por local de residência.



Fonte: a autora.

Em relação ao nível de instrução, 70% dos participantes do estudo (n=7) possuem Ensino Médio completo. Quanto aos demais, 10% (n=1) possui Ensino Fundamental completo, 10% (n=1) Ensino Médio incompleto e 10% (n=1) Ensino Superior completo:

Figura 42 – Gráfico do perfil dos motoristas por nível de instrução.



Fonte: a autora.

No quesito ‘tempo de serviço’, 30% dos motoristas (n=3) afirma que trabalha na empresa há mais de 10 anos, 50% (n=5) de 5 a 10 anos e 20% (n=2) há menos de 5 anos:

Figura 43 – Gráfico do perfil dos motoristas por tempo de serviço na empresa.



Fonte: a autora.

No quesito ‘experiência na função’, 10% dos participantes do estudo (n=1) afirmam desempenhar a função de motorista há mais de 20 anos, 40% (n=4) de 15 a 20 anos, 20% de 5 a 10 anos e 30% há menos de 5 anos:

Tabela 2 – Tempo que o motorista exerce a função

MOTORISTA	TEMPO QUE EXERCE A FUNÇÃO
M1	19 anos
M2	2 anos
M3	15 anos
M4	4 anos e 6 meses
M5	9 anos
M6	16 anos
M7	21 anos
M8	1 ano e 3 meses
M9	18 anos
M10	7 anos

Fonte: a autora.

4.1.2 Etapa 1 – Análise da Assimetria Alfa obtida por meio do EEG *Bodyfeedback* (NeuroUp®)

Os registros foram exportados em formato .txt para o software EEGLAB (MATLAB R2015a). Foi utilizada a análise de componentes independentes (ICA) para retirada de artefatos do sinal. Trechos de 3 minutos foram exportados para a análise. Em seguida, a densidade do espectro da potência (*power spectrum density* - PSD) foi determinada por meio da toolbox *Brainstorm* (MATLAB R2015a) sendo seu resultado utilizado para o cálculo da assimetria. O valor da assimetria foi obtido a partir da subtração do eletrodo F4 (hemisfério direito) menos o F3 (hemisfério esquerdo), ambos na faixa de frequência alfa.

Tabela 3 – Registro da assimetria alfa antes e depois do treinamento com sistema de RV

Motoristas	Antes do Treinamento com a RV			Após o Treinamento com a RV		
	F4	F3	Assimetria	F4	F3	Assimetria
M1	0,0168	0,0174	-0,0006	0,0168	0,0174	-0,0006
M2	0,0376	0,0273	0,0103	0,0588	0,0836	-0,0248
M3	0,0364	0,0338	0,0026	0,0215	0,0129	0,0086
M4	0,0568	0,0511	0,0057	0,0727	0,0739	-0,0012
M5	0,014	0,0106	0,0034	0,1032	0,0296	0,0736
M6	0,0181	0,0677	-0,0496	0,0438	0,0418	0,002
M7	0,0373	0,0492	-0,0119	0,0381	0,0363	0,0018
M8	0,042	0,0252	0,0168	0,0533	0,0308	0,0225
M9	0,0528	0,059	-0,0062	0,0841	0,0721	0,012
M10	0,0152	0,0126	0,0026	0,1094	0,1222	-0,0128

Fonte: a autora.

Com base nesses resultados, os usuários foram classificados em:

- a) continuam resilientes;
- b) passaram a ser resilientes;
- c) passaram a ser não-resilientes; e
- d) continua neutro.

Tabela 4 – Continuam resilientes.

Motoristas	Pré-treino	Pós-treino
	Assimetria	Assimetria
M3	0,0026	0,0086
M5	0,0034	0,0736
M8	0,0168	0,0225

Fonte: a autora.

Na tabela 4 estão elencados os motoristas que já eram resilientes (assimetria alfa positiva, com duas ou três casas decimais) e que melhoraram (maior sensação de bem-estar e emoções positivas) após o treino com a RV.

Tabela 5 – Passaram a ser resilientes

Motoristas	Pré-treino	Pós-treino
	Assimetria	Assimetria
M6	-0,0496	0,002
M7	-0,0119	0,0018
M9	-0,0062	0,012

Fonte: a autora.

Na tabela 5 estão elencados os motoristas que não eram resilientes (assimetria alfa negativa, com duas ou três casas decimais) e que melhoraram (maior ativação do hemisfério cerebral esquerdo, emoções de valência positiva) com o treino de RV.

Tabela 6 – Passaram a ser não-resilientes

Motoristas	Pré-treino	Pós-treino
	Assimetria	Assimetria
M2	0,0103	-0,0248
M4	0,0057	-0,0012
M10	0,0026	-0,0128

Fonte: a autora.

Na tabela 6 estão elencados os motoristas que já eram resilientes (assimetria alfa positiva, com duas ou três casas decimais), mas que pioraram (maior ativação

do hemisfério cerebral direito, emoções de valência negativa) após o treino com a RV.

Tabela 7 – Continua neutro

Motoristas	Pré-treino	Pós-treino
	Assimetria	Assimetria
M1	-0,0006	-0,0006

Fonte: a autora.

Na tabela 7 são apresentados os dados da assimetria alfa do motorista que era neutro e que permaneceu neutro mesmo após o treino com a RV. Nesse caso, não é possível afirmar que o motorista não era resiliente, visto que o valor da assimetria pré-treino e pós-treino era muito próximo a zero (4^a casa decimal).

Análise Estatística

O resultado da assimetria alfa foi analisado por meio de estatística descritiva, no software GraphPadPrism 5.0. Os valores de média e desvio padrão da assimetria do alfa cortical (F4 - F3) são demonstrados na tabela 8. O desvio padrão foi escolhido para demonstração dos dados, pois estima o quanto os dados estão dispersos sobre a média. O erro padrão da média foi escolhido para demonstração dos dados, uma vez que estima a variabilidade entre as amostras.

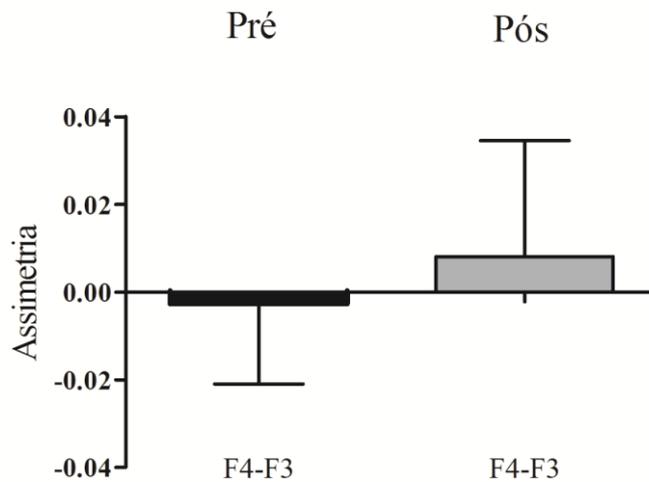
Tabela 8 – Valores de média, mediana, desvio padrão e erro padrão da assimetria alfa

	Pré-treino	Pós-treino
	F4-F3	F4-F3
Média	-0,00269	0,00811
Mediana	0,0026	0,0019
Desvio padrão	0,01830	0,02639
Erro padrão da média	0,00578	0,00834

Fonte: a autora.

A figura abaixo representa os valores de média e desvio padrão dos valores de assimetria, tanto na avaliação inicial (pré-treino), quanto na final (pós-treino):

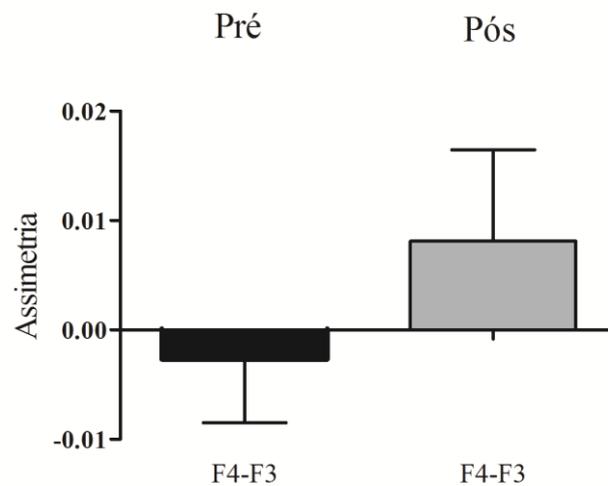
Figura 44 – Média e desvio padrão dos valores da assimetria alfa.



Fonte: a autora.

A figura a seguir representa os valores de média e erro padrão da média dos valores de assimetria, tanto na avaliação inicial (pré-treino), quanto na final (pós-treino):

Figura 45 – Média e erro padrão dos valores da assimetria alfa.



Fonte: a autora.

Inicialmente foi realizado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, cujo resultado demonstrou uma distribuição paramétrica do conjunto de dados completos, com todos os participantes do estudo.

Em seguida, foi realizada uma comparação entre os grupos Pré-treino e Pós-treino, por meio do teste t-pareado. Os resultados estão dispostos na tabela 9.

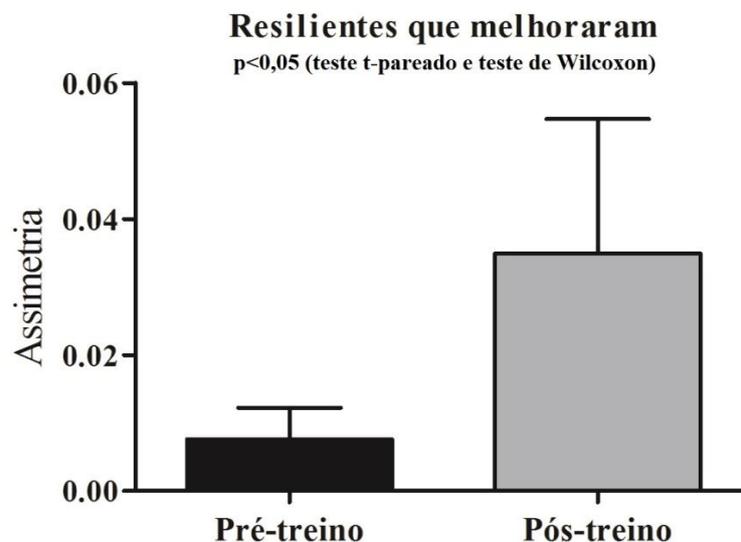
Tabela 9 – Resultados pré-treino e pós-treino conforme a classificação dos motoristas.

Motoristas	Pré-treino (n = 3)	Pós-treino (n = 3)	Valor de p <0,05
Grupo completo	-0,0026 (±0,018)	0,0081 (±0,026)	0,2960
Continuam resilientes (melhoraram)	0,0076 (±0,007)	0,0349 (±0,034)	0,2500
Passaram a ser resilientes (melhoraram)	-0,0225 (±0,023)	0,0052 (±0,005)	0,2500
Passaram a ser não-resilientes (pioraram)	0,0062 (±0,003)	-0,0129 (±0,011)	0,2500

Fonte: a autora.

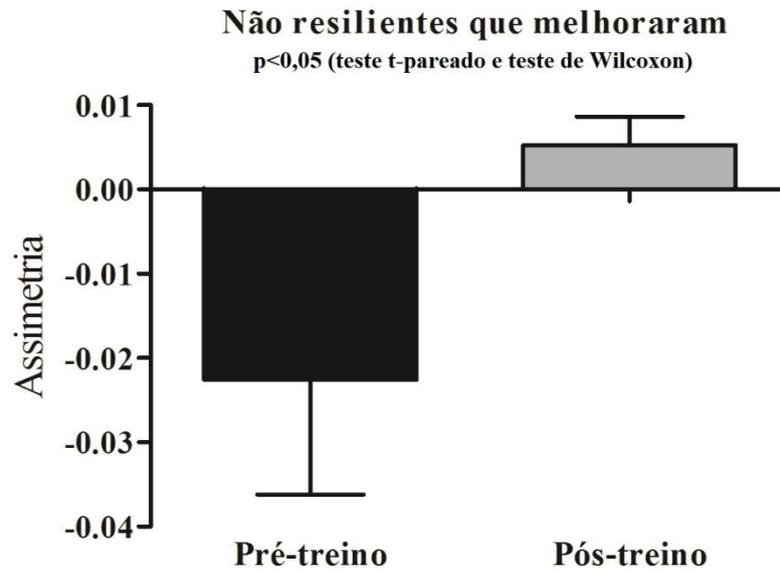
Devido ao número reduzido da amostra nos subgrupos, os dados seguiram uma distribuição não paramétrica. Dessa forma, a análise dos subgrupos foi realizada utilizando-se o teste de Wilcoxon na comparação dos grupos Pré-treino e Pós-treino. Os resultados da tabela 9 estão expressos com os valores de média e desvio padrão.

Figura 46 – Média e desvio padrão dos motoristas classificados em ‘continuam resilientes’.



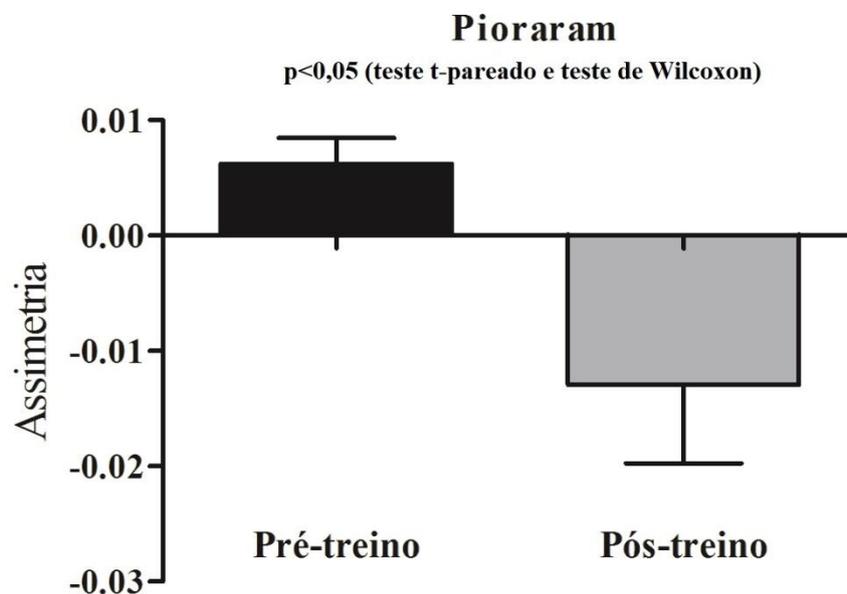
Fonte: a autora.

Figura 47 – Média e desvio padrão dos motoristas classificados em ‘passaram a ser resilientes’.



Fonte: a autora.

Figura 48 – Média e desvio padrão dos motoristas classificados em ‘passaram a ser não-resilientes’.



Fonte: a autora.

Face ao exposto, temos que a resiliência pode, de fato, ser medida por meio da assimetria alfa.

Os dados sugerem que o *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC) produz efeito na via aferente vagal para as áreas corticais, o que contribuiu para que **os motoristas que apresentaram mudança da assimetria alfa** se sentissem com uma maior sensação de bem-estar e, conseqüentemente, avaliassem a tecnologia de RV de modo positivo.

Com a mudança da assimetria alfa é possível identificar que 70% dos usuários se beneficiaram com o treino e experimentaram emoções mais positivas ao final das 7 sessões de treinamento. Nesse caso, observam-se indícios de que o treino com BFB-FC leva à melhoria no desempenho **apenas** para os participantes que foram **bem-sucedidos em aprender como sincronizar a respiração com a frequência cardíaca de modo a melhorar a assimetria alfa**.

As mudanças na conectividade neural dos circuitos cerebrais sugerem que os correlatos neurais das emoções exibiram plasticidade.

4.1.3 Etapa 2 – Análise comparativa da experiência relatada com a experiência sentida

Essa etapa foi projetada para quantificar e comparar a dinâmica da frequência cardíaca durante o uso do sistema de RV Treino de Resiliência®.

Foi analisada a frequência cardíaca, batimento a batimento, em ciclos respiratórios de 5 segundos durante um período de 10 minutos.

Foram avaliados 10 motoristas de ônibus, com faixa etária entre 20 e 50 anos, após a jornada de trabalho.

Com a excitação do sistema simpático, a partir da exposição ao estímulo estressor, ocorre a liberação excessiva da adrenalina que prepara o organismo para uma situação de risco ('luta' ou 'fuga'). (BRANDÃO, 2004)

A excitação do sistema simpático (e diminuição da atividade parassimpática) corresponde ao aumento da frequência cardíaca e a excitação parassimpática (com queda da atividade simpática) corresponde à diminuição da frequência cardíaca.

4.1.3.1 Resultado do monitoramento cardíaco dos usuários

O 1º e o 7º dia do Treino de Resiliência® caracterizou-se pela exposição dos motoristas de ônibus ao ambiente de RV 'e.Motion', que simulava um assalto à mão armada (ver figura 35). Como o ambiente desperta nos usuários emoções como o medo e a raiva e sentimentos como tensão, ansiedade e insegurança, esperava-se que o registro do monitoramento cardíaco dos usuários apresentasse maior número de batimentos cardíacos em relação aos valores registrados do 2º ao 6º dias.

Do 2º ao 6º dias do Treino de Resiliência®, os motoristas foram expostos ao ambiente de RV 'Relax'n VR', que simulava um campo florido em um dia ensolarado (ver figura 35). O referido ambiente combinava a concentração do usuário na forma de *biofeedback* (automonitoramento) com o ritmo respiratório (*feedback* respiratório) e elementos virtuais 3D. A partir das emoções positivas induzidas pelo ambiente

'Relax'n VR' esperava-se que o usuário do sistema experimentasse sensação de relaxamento e, conseqüentemente, sensação de bem-estar.

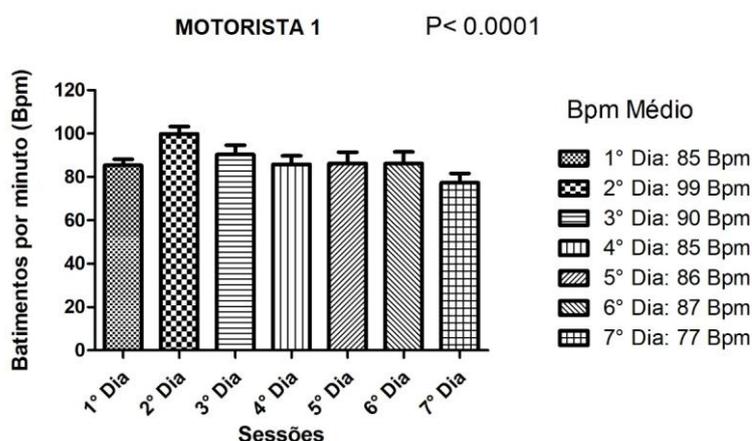
Na seqüência, são apresentados os resultados obtidos a partir dos registros do automonitoramento dos usuários durante o uso do sistema de RV Treino de Resiliência®. Foram investigadas evidências de declínio da frequência cardíaca dos usuários do sistema de RV (1) ao final das 5 sessões com o ambiente de RV 'Relax'n VR' e (2) na última sessão (7ª sessão), com o término do Treino de Resiliência®.

M1 – Motorista 1

No 1º dia do Treino de Resiliência® com a exposição de M1 ao ambiente de RV 'e.Motion' foi obtido registro da frequência cardíaca (FC) de 85 batimentos por minuto (Bpm). Quando comparado ao 7º dia do treino, no qual o usuário foi novamente exposto ao ambiente 'e.Motion', é possível observar uma redução da FC para 77 Bpm.

Ocorrência semelhante pode ser observada do 2º ao 6º dias do Treino de Resiliência®, período em que M1 foi exposto ao ambiente 'Relax'n VR'. No 2º dia do treino foi obtido um registro da FC de 99 Bpm, que no 6º dia do treino apresenta uma redução para 87 Bpm.

Figura 49 – Gráfico do batimento cardíaco médio de M1 durante o uso da RV.



Fonte: a autora.

Ou seja, com o Treino de Resiliência® o motorista conseguiu concentrar-se no processo de exalação, aumentando a atividade parassimpática, diminuindo a taxa de respiração e, conseqüentemente, a frequência cardíaca (FC). Na assimetria cortical M1 foi classificado como 'continua neutro'.

No ambiente físico, ao falar sobre o uso do sistema, M1 reconhece que a RV ajudou a melhorar a saúde e o desempenho dos funcionários da empresa de transporte coletivo urbano. Refere ter se percebido focado naquilo que estava fazendo e que o envolvimento proporcionado pelo sistema contribuiu para uma experiência prazerosa.

M2 – Motorista 2

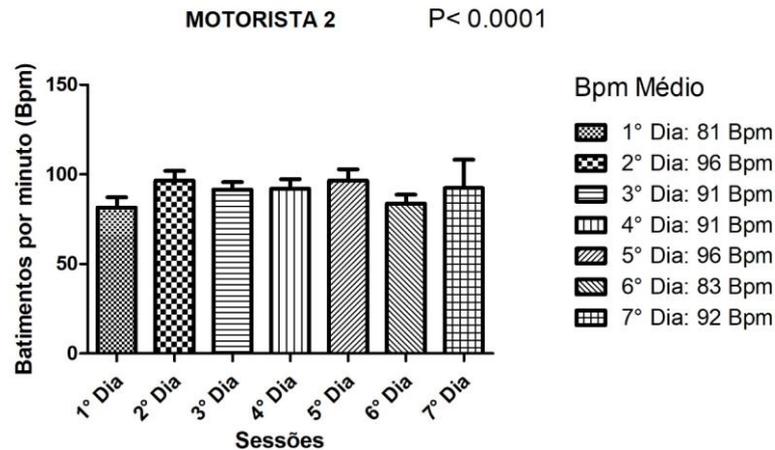
Um fato interessante pode ser observado em M2: no 1º dia do Treino de Resiliência® com exposição do usuário ao ambiente de RV 'e.Motion' foi obtido registro da FC de 81 Bpm. Quando comparado ao 7º dia do treino, no qual o usuário foi novamente exposto ao ambiente 'e.Motion', ao contrário do que se esperava, o usuário apresentou um aumento da FC, que na ocasião foi registrada em 92 Bpm.

Uma explicação plausível para esse fenômeno deve-se à expectativa do usuário quanto ao término do período de treinamento.

Nesse caso, a frustração por não ter mais acesso à RV no dia seguinte (pois não poderia mais se gabar que estava participando de um experimento com RV) fez com que o nível de ansiedade do usuário fosse maior no 7º dia do treino.

Como consequência à excitação do sistema simpático, observou-se um aumento da frequência cardíaca do usuário.

Figura 50 – Gráfico do batimento cardíaco médio de M2 durante o uso da RV.



Fonte: a autora.

Do 2º ao 6º dias do Treino de Resiliência®, o usuário foi exposto ao ambiente de RV 'Relax'n VR'. No 2º dia do treino a FC registrava 96 Bpm. Já no 6º dia do treino foi possível observar uma redução da FC para 83 Bpm. Ou seja, ao ser exposto ao ambiente 'Relax'n VR' o motorista conseguiu aumentar a atividade parassimpática, diminuindo a taxa de respiração e, conseqüentemente, a frequência cardíaca (FC).

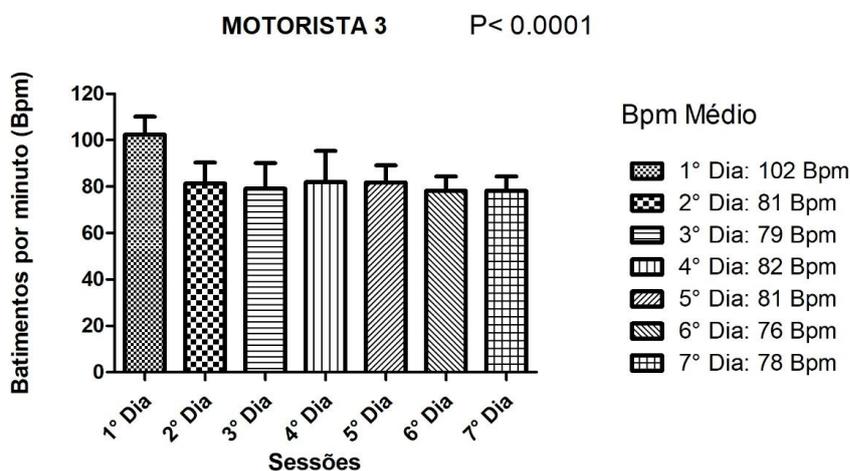
Ao falar sobre a RV no mundo físico, M2 afirmou ter se percebido envolvido, focado, concentrado, motivado (recompensado) e realizado com o uso do sistema. Além desses aspectos, o referido usuário julgou que a atenção e o controle consciente, proporcionados pelo sistema, contribuíram para uma experiência prazerosa.

M3 – Motorista 3

No 1º dia do Treino de Resiliência® com a exposição de M3 ao ambiente de RV 'e.Motion' foi obtido registro da frequência cardíaca (FC) de 102 batimentos por minuto (Bpm). Quando comparado ao 7º dia do treino, no qual o usuário foi novamente exposto ao ambiente 'e.Motion', é possível observar uma redução da FC para 78 Bpm.

Do 2º ao 6º dias do Treino de Resiliência® o usuário foi exposto ao ambiente 'Relax'n VR'. No 2º dia do treino foi obtido um registro da FC de 81 Bpm, que no 6º dia do treino apresenta uma redução para 76 Bpm.

Figura 51 – Gráfico do batimento cardíaco médio de M3 durante o uso da RV.



Fonte: a autora.

Ao ser exposto ao Treino de Resiliência® o motorista conseguiu aumentar a atividade parassimpática. Ou seja, com o *biofeedback* proporcionado pelo sistema de RV, o usuário M3 melhorou a concentração, diminuiu a taxa de respiração e, conseqüentemente, diminuiu a frequência cardíaca.

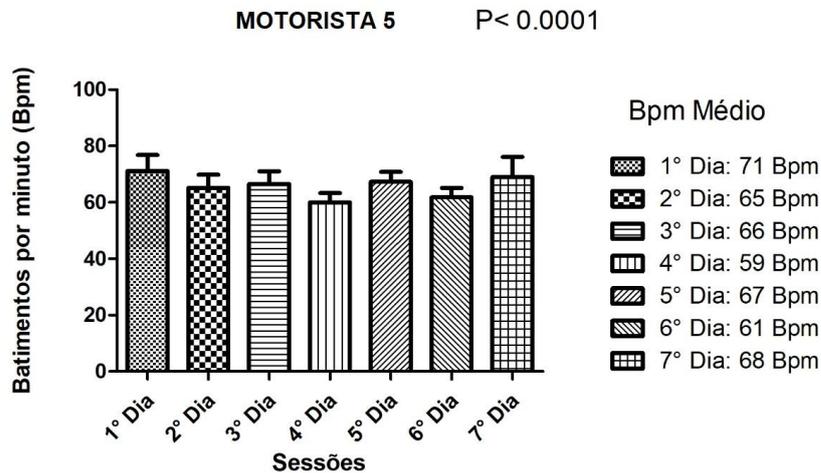
Ao falar sobre a RV no mundo físico, M3 afirmou ter se percebido envolvido, focado, concentrado e motivado (recompensado) com o uso do sistema. Também identificou que o sistema requer atenção, o que, segundo a opinião do referido usuário, contribuiu para uma experiência prazerosa.

M5 – Motorista 5

No 1º dia do Treino de Resiliência® com a exposição de M5 ao ambiente de RV 'e.Motion' foi obtido registro da frequência cardíaca (FC) de 71 batimentos por minuto (Bpm). Quando comparado ao 7º dia do treino, no qual o usuário foi novamente exposto ao ambiente 'e.Motion', é possível observar uma redução da FC para 68 Bpm.

Ocorrência semelhante pode ser observada do 2º ao 6º dias do Treino de Resiliência®, período em que M5 foi exposto ao ambiente 'Relax'n VR'. No 2º dia do treino foi obtido um registro da FC de 65 Bpm, que no 6º dia do treino apresenta uma redução para 61 Bpm.

Figura 52 – Gráfico do batimento cardíaco médio de M5 durante o uso da RV.



Fonte: a autora.

Ou seja, ao ser exposto ao Treino de Resiliência® o motorista conseguiu concentrar-se no processo de exalação, aumentando a atividade parassimpática, diminuindo a taxa de respiração e, conseqüentemente, a frequência cardíaca (FC).

Ao falar sobre a RV no mundo físico, M5 diz ter ficado curioso e tenso com a tecnologia. Também afirma ter se sentido feliz, alegre, grato, orgulhoso, esperançoso, tranquilo e satisfeito por usar em uma situação de trabalho. Na ocasião, M5 identificou que a presença, envolvimento, controle consciente, ritmo, atenção, estilo da narrativa e a beleza do ambiente de RV contribuíram para uma experiência prazerosa com o sistema.

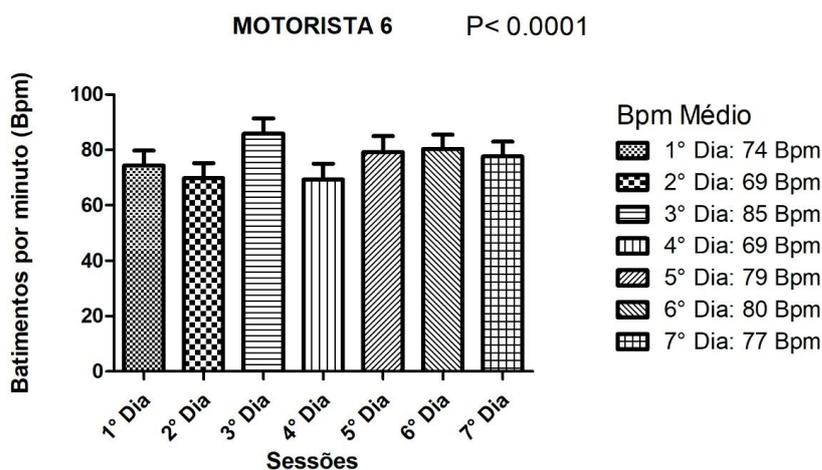
M6 – Motorista 6

No 1º dia do Treino de Resiliência® com a exposição de M6 ao ambiente de RV 'e.Motion' foi obtido registro da frequência cardíaca (FC) de 74 batimentos por minuto (Bpm). Quando comparado ao 7º dia do treino, no qual o usuário foi

novamente exposto ao ambiente 'e.Motion', é possível observar um aumento da FC para 77 Bpm.

Esse aumento na frequência cardíaca pode ser explicado pela hipervigilância do usuário frente aos estímulos estressores, o que está relacionado ao aumento da ativação do sistema simpático do usuário, aferido pela medida psicofisiológica cardiovascular.

Figura 53 – Gráfico do batimento cardíaco médio de M6 durante o uso da RV.



Fonte: a autora.

Do 2º ao 6º dias do Treino de Resiliência®, M6 foi exposto ao ambiente de RV 'Relax'n VR'. No 2º dia do treino a FC do usuário registrava 69 Bpm. No 6º dia do treino observou-se um aumento da FC para 80 Bpm. Apesar do aumento na ativação do sistema simpático e o consequente aumento da frequência cardíaca durante a exposição à Realidade Virtual, ao término das 7 sessões com o Treino de Resiliência® M6 foi classificado como 'passou a ser resiliente'. O resultado da assimetria cortical indica que os correlatos neurais das emoções de M6 exibiram plasticidade, de modo que a exposição à RV contribuiu para a prevalência de emoções de valência positiva. Assim, ainda que M6 tenha ficado tenso ou ansioso durante o uso do sistema, essa sensação não foi suficiente para afetar o julgamento do usuário e a experiência com o sistema de modo negativo.

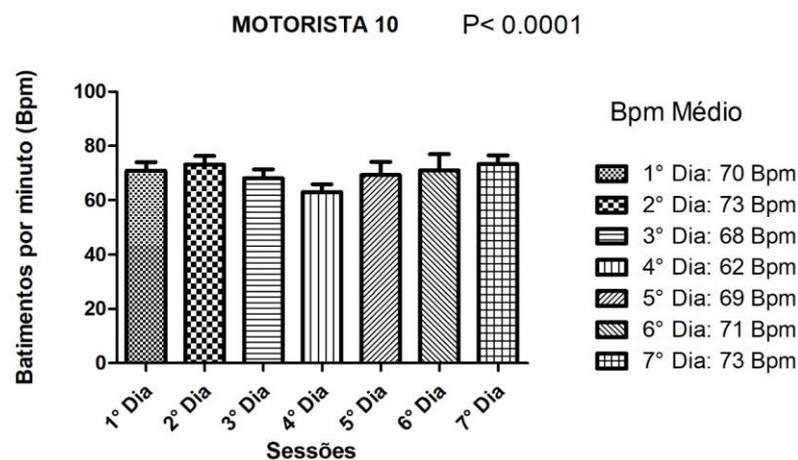
No mundo físico, ao falar sobre a RV, M6 diz ter se sentido curioso e tenso com a tecnologia, além de ter se sentido grato e tranquilo. Na ocasião, também foram identificados alguns aspectos do sistema que contribuíram para uma

experiência prazerosa na opinião de M6: envolvimento, controle consciente e atenção.

M10 – Motorista 10

No 1º dia do Treino de Resiliência® com exposição de M10 ao ambiente de RV 'e.Motion' foi obtido registro da FC de 70 Bpm. Quando comparado ao 7º dia do treino, no qual o usuário foi novamente exposto ao ambiente 'e.Motion', ao contrário do que se esperava, o usuário apresentou um aumento da FC, que na ocasião foi registrada em 73 Bpm. A explicação para esse fenômeno deve-se ao aumento da ativação do sistema simpático frente aos estímulos estressores, o que está relacionado ao aumento da frequência cardíaca (FC) do usuário.

Figura 54 – Gráfico do batimento cardíaco médio de M10 durante o uso da RV.



Fonte: a autora.

Do 2º ao 6º dias do Treino de Resiliência®, M10 foi exposto ao ambiente de RV 'Relax'n VR'. No 2º dia do treino a FC registrava 73 Bpm. No 6º dia do treino foi possível observar uma redução da FC para 71 Bpm. Apesar da redução na excitação do sistema simpático e aumento da atividade parassimpática, com a consequente redução da frequência cardíaca (FC), as 7 sessões do Treino de Resiliência® não foram suficientes para proporcionar uma experiência positiva e prazerosa para o usuário, visto que M10 foi classificado como 'passou a ser não-resiliente'.

Nesse caso, a experiência relatada pelo usuário diverge da experiência sentida, visto que o usuário considerou o sistema de RV extremamente prazeroso e que os aspectos de imersão, presença, envolvimento, interação, atenção e o estilo da narrativa contribuíram para a experiência prazerosa com o sistema. M10 afirmou ter se sentido curioso com a tecnologia.

Sobre o *biofeedback* de frequência cardíaca

Dos 10 motoristas que atenderam aos critérios de elegibilidade do estudo, 06 apresentaram boa qualidade dos registros durante as 5 sessões com o ambiente Relax'n VR para o automonitoramento da frequência cardíaca.

Durante o experimento, os motoristas se concentraram na expiração, obtendo *feedback* do ritmo respiratório e *biofeedback* da frequência cardíaca via sistema de RV (um cristal virtual imprimia o ritmo respiratório enquanto o céu mudava de cor conforme o usuário do sistema diminuía ou aumentava os batimentos cardíacos).

Com o *biofeedback* de FC observou-se diminuição da frequência respiratória e da frequência cardíaca de 5 dos 6 usuários, o que sugere que o sistema ajuda o motorista a concentrar-se no processo de exalação, diminuindo a taxa de respiração e, conseqüentemente, a taxa de batimentos por minuto (Bpm).

Tabela 10 – Taxa de batimentos por minuto (Bpm) dos motoristas por sessão

MOTORISTAS	NÚMERO DE SESSÕES						
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
M1	85	99	90	85	86	87	77
M2	81	96	91	91	96	83	92
M3	102	81	79	82	81	76	78
M4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
M5	71	65	66	59	67	61	68
M6	74	69	85	69	79	80	77
M7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
M8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
M9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
M10	70	73	68	62	69	71	73

Fonte: a autora.

Embora 05 dos 06 participantes tenham apresentado redução da frequência cardíaca (FC), as 7 sessões tiveram efeito adverso em relação à resiliência de um dos participantes (M10).

Apesar disso, é possível afirmar que o *biofeedback* com sistema de RV pode ser bastante útil para induzir o relaxamento, a desaceleração da frequência cardíaca e, por extensão, a neuroplasticidade dos circuitos cerebrais (modelagem afetiva).

4.1.3.2 Respostas eletrodérmicas

Durante a indução negativa de emoção (ambiente de RV e Motion, que simula um assalto à mão armada), o usuário de RV apresentava-se sentado numa carteira escolar, usando o Óculus Rift® e o sensor de resposta galvânica na mão direita, que estava em repouso numa superfície plana da carteira escolar.

O GSR (sensor galvânico de pele) indicava se a ameaça foi ou não percebida a partir do nível de excitação (*arousal*) do usuário (sensibilidade e consciência em relação às ameaças potenciais).

Caso houvesse uma súbita mudança das demandas situacionais ou caso ocorressem falhas inesperadas no sistema, o usuário poderia não ser capaz de executar uma resposta adequada ao problema devido ao decréscimo no nível de vigilância.

Nesse caso, além de possibilitar o monitoramento contínuo do estado de atenção do usuário que opera o sistema, a atividade eletrodérmica (EDA) também permitiu identificar os momentos de excitação psicofisiológica frente ao estímulo estressor.

Sabendo-se que um decréscimo de vigilância é tipicamente acompanhado por um declínio na excitação psicofisiológica, o **aumento nos níveis de excitação (*arousal*) frente ao estímulo estressor** foi adotado como **marcador de resposta emocional** durante o uso do sistema de RV.

Como os equipamentos utilizados para aferir o sistema biológico com precisão são bastante sensíveis, a presença de artefatos eletromagnéticos e/ou fisiológicos pode interferir no grau de exatidão, impossibilitando a análise. Por essa razão, foram desconsiderados os dados dos motoristas em que tal situação ocorreu.

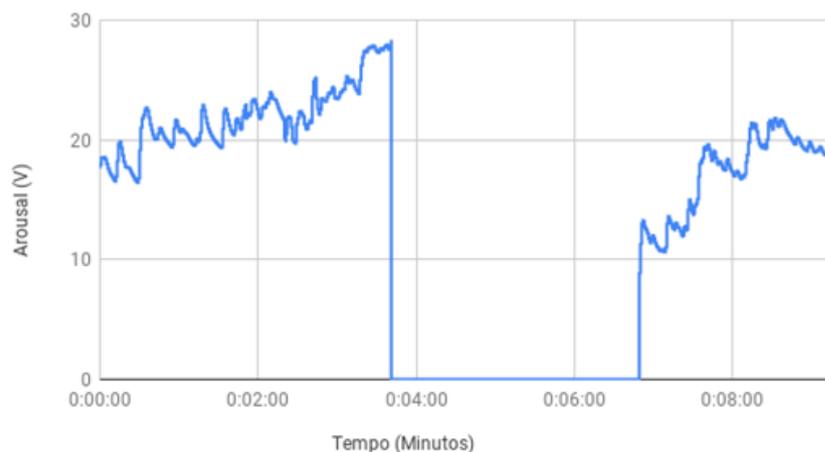
Foram analisadas:

- (1) A identificação dos pontos de excitação;
- (2) A curva de ativação emocional em relação à linha de base.

Os momentos de excitação (*arousal*) a partir dos níveis de condutância da pele foram comparados com as metáforas na interface, conforme se segue:

M1 – Motorista 1

Figura 55 – Curva de ativação emocional do motorista M1 nos 8min50seg de uso do ambiente de RV e.Motion.



Fonte: a autora.

Os primeiros minutos de uso do ambiente de RV e.Motion correspondem ao período em que o motorista observa o tutorial e executa as ações solicitadas na tela. Nesse período, a ativação emocional de M1 se mantém acima da linha de base, com picos de ativação que revelam sinais de ansiedade. Aos 45 segundos, aproximadamente⁴⁰, ocorre um pico de ativação associado ao trecho do tutorial em

⁴⁰ Considerou-se o intervalo de 2 segundos como tempo de alcance da resposta de ativação.

que o motorista precisa executar movimentos com a cabeça para o adequado uso do sistema.

Figura 56 – Cena do primeiro pico de ativação emocional durante o tutorial.



Fonte: a autora.

Na sequência, são observados outros picos de ativação relacionados às tentativas do motorista clicar o botão do tutorial para abrir a porta do ônibus virtual. O maior pico de ativação, acima dos 25v, está relacionado ao momento em que o motorista consegue clicar no botão virtual.

Figura 57 – Cena em que o motorista consegue abrir a porta do ônibus virtual.



Fonte: a autora.

Após um intervalo de tempo de 2min43seg abaixo da linha de base, observa-se um novo aumento da ativação emocional, que volta a manter-se acima da linha de base com forma ascendente até os 8min18seg. Nesse trecho, o primeiro pico de ativação corresponde ao momento em que 3 homens embarcam no ônibus.

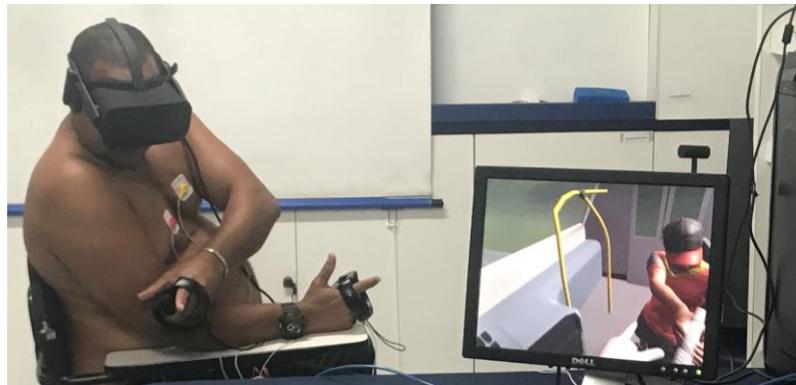
Figura 58 – Cena em que 3 homens embarcam no ônibus virtual.



Fonte: a autora.

Na sequência são observados novos picos de ativação que correspondem ao momento em que um dos homens se aproxima, aborda o motorista e anuncia o assalto. Um pico de amplitude de 20v é observado no momento em que o motorista tenta tirar a arma da mão do assaltante. A falta de familiaridade revela desconforto com o controle manual do Oculus Rift®.

Figura 59 – Cena em que o motorista reage e tenta tirar a arma da mão do assaltante.



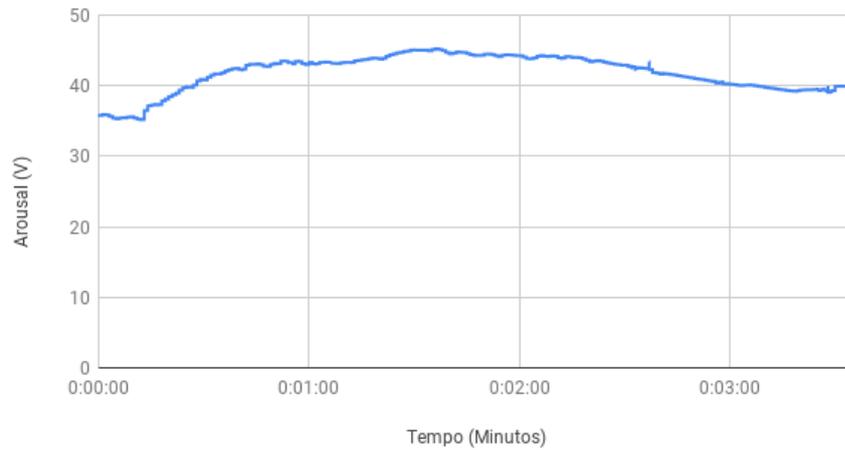
Fonte: a autora.

Aos 8min5seg e aos 8min12seg observam-se dois novos picos de ativação associados ao momento em que o motorista observa uma caminhonete parada na pista e ao momento em que o motorista tenta clicar no botão para abrir a porta do ônibus.

Uma diminuição da ativação ocorre a partir dos 8min14seg, ocasião em que a porta do ônibus abre para os assaltantes fugirem na caminhonete.

M2 – Motorista 2

Figura 60 – Curva de ativação emocional do motorista M2 nos 3min42seg de uso do ambiente de RV e.Motion.



Fonte: a autora.

Do início ao término da sessão com o ambiente de RV e.Motion, a ativação emocional de M2 se mantém acima da linha de base e revela sinais de ansiedade.

Aos 30 segundos, aproximadamente, ocorre um aumento da ativação que corresponde ao momento do tutorial em que o motorista executa movimentos com a cabeça para o adequado uso do sistema. Por volta dos 2min10seg ocorre uma tendência de queda na ativação.

Figura 61 – Cena com maior ativação emocional (*arousal*).

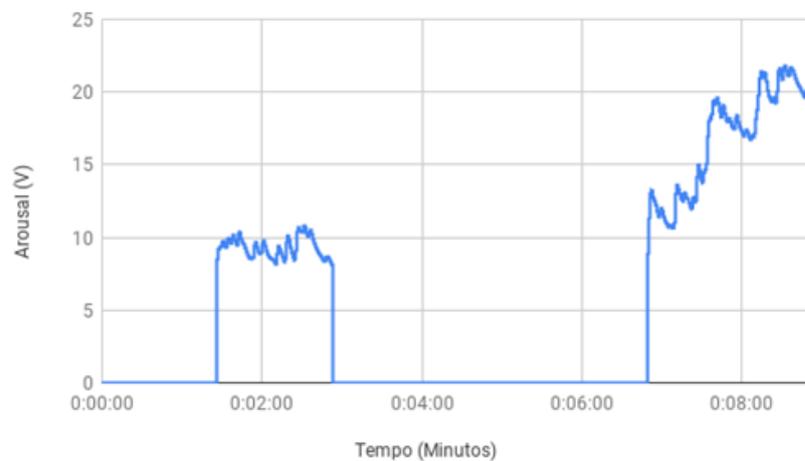


Fonte: a autora.

Aos 2min36seg observa-se um pico de ativação, acima dos 40v , que corresponde ao momento em que o motorista toma um susto com a aproximação da caminhonete atravessada na rua. Como o motorista permaneceu tenso durante toda a sessão, o ambiente provocou poucas alterações na curva de ativação emocional. M2 demonstrou facilidade para operar os controles e rapidez para executar as ações no ambiente virtual, apesar de nunca ter usado Oculus Rift® e RV imersiva antes.

M3 – Motorista 3

Figura 62 – Curva de ativação emocional do motorista M3 nos 8min33seg de uso do ambiente de RV e.Motion.



Fonte: a autora.

Nos primeiros minutos de uso do sistema de RV, a curva de ativação emocional manteve-se abaixo da linha de base. A partir de 1min20seg, aproximadamente, observam-se picos de ativação com duração aproximada de 1min36seg. Esse trecho corresponde à tentativa do usuário clicar no botão virtual para abrir a porta do ônibus e está associado à dificuldade para executar o comando com o uso do sensor de movimento do Oculus Rift®.

Figura 63 – Cenas do trecho do tutorial com ativação emocional acima da linha de base.



Fonte: a autora.

A partir dos 2min56seg observa-se um período relativamente longo (3min57seg) abaixo da linha de base.

Figura 64 – Cenas com maior ativação emocional (*arousal*).

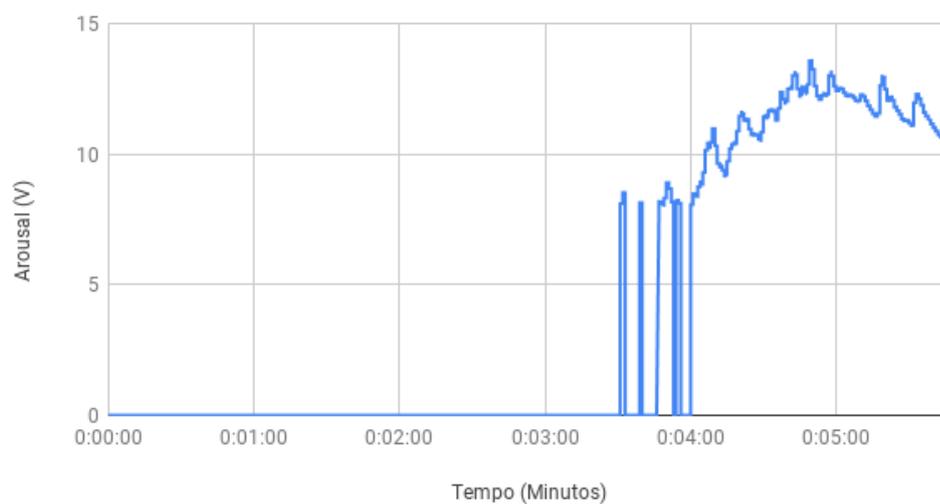


Fonte: a autora.

Aos 6min54seg observa-se um pico cujo aumento de ativação segue ascendente nos últimos 1min39seg. Essa ativação ocorre em um trecho do ambiente de RV e.Motion no qual o assaltante saca a arma e aborda o motorista, que é obrigado a parar o ônibus e abrir a porta para que o assaltante fuja na caminhonete que está atravessada na rua.

M5 – Motorista 5

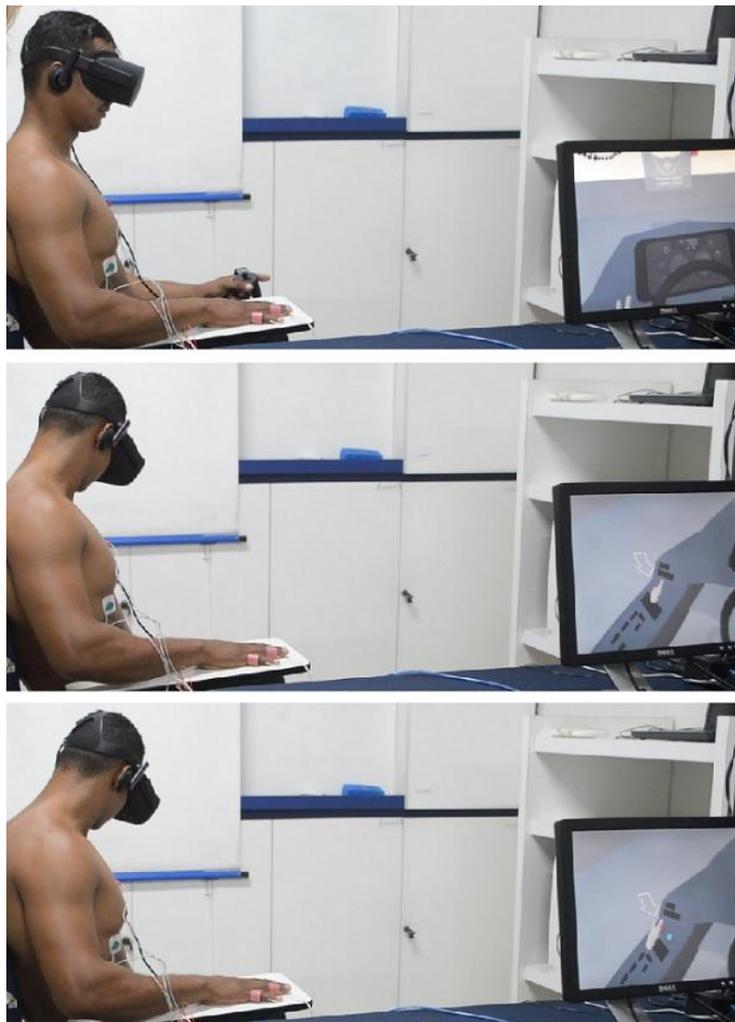
Figura 65 – Curva de ativação emocional do motorista M5 nos 5min33seg de uso do ambiente de RV e.Motion.



Fonte: a autora.

Nos primeiros minutos de uso do ambiente de RV e.Motion, a ativação emocional ficou abaixo da linha de base. Aos 3min27seg, aproximadamente, observa-se o primeiro pico de ativação, que corresponde à visualização de uma animação que orienta o usuário a executar os movimentos de cabeça com o Oculus Rift® para o adequado uso da RV. Após um curto intervalo de tempo (cerca de 4 segundos) observa-se um novo pico que corresponde à visualização do botão vermelho no tutorial. Após outro curto intervalo de tempo (cerca de 10 segundos) observam-se novos picos de ativação que correspondem às tentativas do motorista clicar o botão no tutorial.

Figura 66 – Cenas que correspondem aos picos de ativação de M5 durante o tutorial.



Fonte: a autora.

Após outro intervalo de aproximadamente 10 segundos, observa-se um ponto de ativação que corresponde ao momento em que o motorista consegue clicar no botão, a porta abre e ocorre o embarque de passageiros.

Figura 67 – Cenas com picos de ativação emocional.



Fonte: a autora.

A ativação ascendente com novos picos corresponde ao deslocamento acelerado do ônibus com um carro em sentido contrário na rua e ao embarque de mais passageiros.

Figura 68 – Cena com maior ativação emocional (*arousal*).



Fonte: a autora.

O maior pico de ativação ocorre por volta dos 4min50seg e corresponde ao momento em que o assaltante aborda o motorista.

Na sequência, observa-se uma tendência de queda da ativação, com novos picos quando o motorista olha para o assaltante, olha para a caminhonete atravessada da rua e ao clicar o botão para o assaltante descer do ônibus.

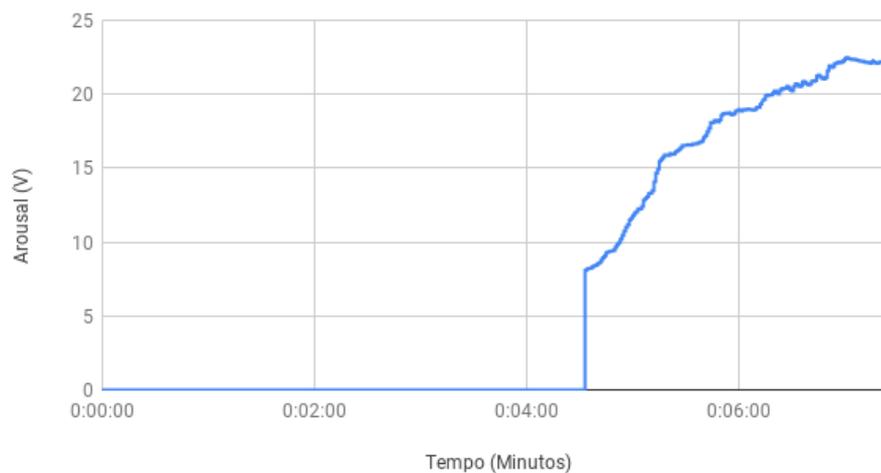
Figura 69 – Cenas dos momentos finais com picos de ativação emocional.



Fonte: a autora.

M6 – Motorista 6

Figura 70 – Curva de ativação emocional do motorista M6 nos 7min11seg de uso do ambiente de RV e.Motion.



Fonte: a autora.

Nos primeiros minutos de uso do ambiente de RV e.Motion, a ativação emocional ficou abaixo da linha de base. Aos 4min25seg, aproximadamente, houve uma ativação ascendente, com maior ativação aos 6min55seg. Esse trecho corresponde à possibilidade de colisão do ônibus com uma caminhonete que estava atravessada na rua.

O período relativamente longo que antecede os 4min25seg corresponde ao trecho do tutorial em que o usuário é orientado a executar os movimentos necessários para o adequado uso do sistema de RV (ambientação com a tecnologia).

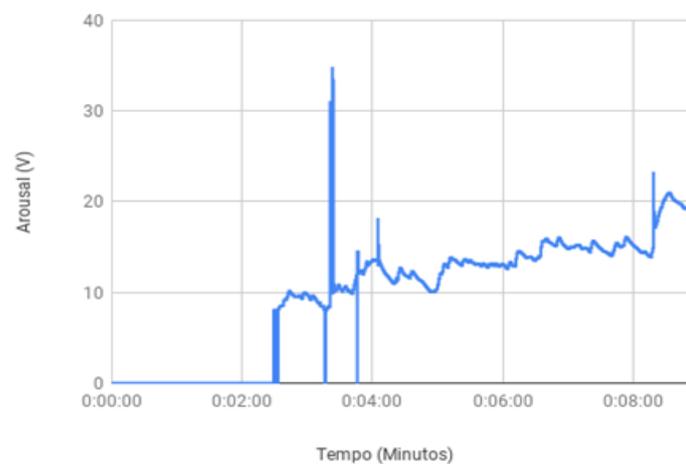
Figura 71 – Cenas com menor ativação emocional.



Fonte: a autora.

M7 – Motorista 7

Figura 72 – Curva de ativação emocional do motorista M7 nos 8min33seg de uso do ambiente de RV e.Motion.



Fonte: a autora.

Nos primeiros minutos de uso do sistema de RV, a curva de ativação emocional manteve-se abaixo da linha de base. Aos 2min30seg, aproximadamente, observa-se o primeiro pico cujo aumento da ativação segue ascendente por cerca de 25 segundos. Nesse trecho, são observadas as tentativas do usuário para clicar no botão e abrir a porta do ônibus durante o tutorial.

Figura 73 – Picos de ativação emocional ao tentar clicar no botão durante o tutorial.



Fonte: a autora.

Na sequência, observa-se uma tendência de queda da ativação que corresponde à chegada do ônibus na estação BRT. Na ocasião, o motorista permanece sem fazer nada (inação) até que resolve clicar no botão para a porta abrir e os passageiros embarcarem no ônibus (intervalo de 22 segundos). Após o intervalo, ocorre o maior pico de ativação, com amplitude de resposta de 35v em relação à linha de base. Esse pico ocorre num trecho do ambiente e.Motion em que o ônibus volta a se deslocar, acelera e o motorista fica aflito para frear, mas não encontra os pedais do freio.

Figura 74 – Cenas com maior ativação emocional (*arousal*).



Fonte: a autora.

O trecho com maior ativação emocional ocorreu aos 3min17seg. Nos 30 segundos seguintes, ocorre uma diminuição da ativação emocional. Aos 3min47seg ocorre um novo pico. Nesse trecho o usuário tenta clicar no botão e abrir a porta para os passageiros embarcarem no ônibus.

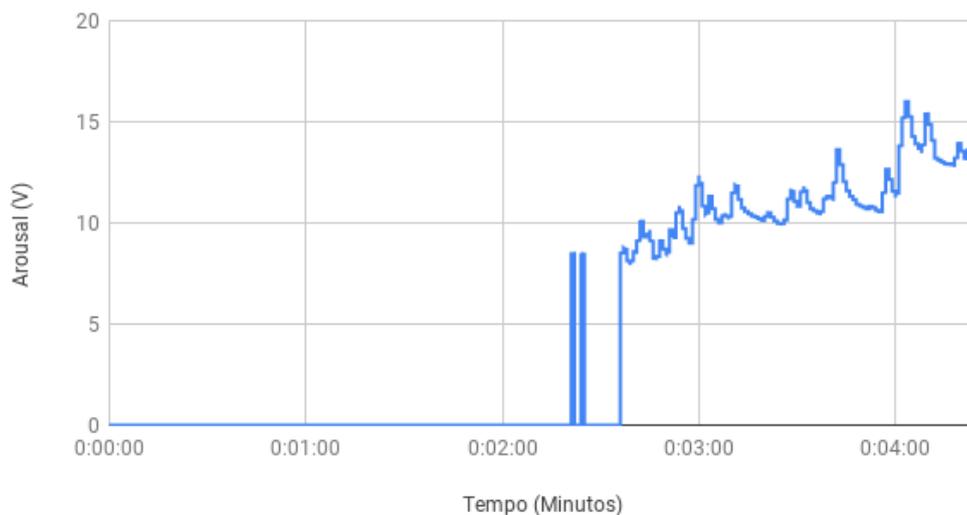
Após um intervalo de aproximadamente 23 segundos de ativação ascendente, observa-se um pico aos 4min10seg, aproximadamente. Nesse trecho o usuário vê o assaltante sacar a arma.

Observa-se um período de 46 segundos com tendência de queda na linha de ativação. Nesse trecho o motorista observa a rua e o painel do ônibus. Em seguida, a ativação segue ascendente num intervalo relativamente longo de 3 minutos e está associada ao período em que o assaltante permanece com a arma em punho.

Pode-se verificar um novo pico de ativação aos 8min15seg, aproximadamente, que está associado à tentativa de clicar o botão para abrir a porta e o assaltante descer do ônibus.

M10 – Motorista 10

Figura 75 – Curva de ativação emocional do motorista M10 nos 4min26seg de uso do ambiente de RV e.Motion.



Fonte: a autora.

Nos primeiros minutos de uso do ambiente de RV e.Motion, a ativação emocional ficou abaixo da linha de base. Aos 2min24seg, aproximadamente, observa-se o primeiro pico de ativação, que corresponde à tentativa do motorista para executar o movimento de apontar para clicar no botão do tutorial.

Figura 76 – Cena referente ao primeiro pico de ativação durante o tutorial.



Fonte: a autora.

3 segundos após o primeiro, ocorre outro pico de ativação associado ao momento em que M10 percebe que a porta do ônibus virtual ainda continuava fechada.

Figura 77 – Cena do momento em que M10 percebe que a porta ainda continuava fechada.



Fonte: a autora.

Após um curto intervalo de tempo (cerca de 8 segundos) abaixo da linha de base, observa-se um pico de ativação associado à abertura da porta virtual.

Na sequência observam-se picos de ativação ascendente que revelam níveis elevados de tensão durante o uso do sistema.

O maior pico de ativação (acima de 15v) acontece aos 4min3seg, aproximadamente, e corresponde ao momento em que o motorista se assusta com a aproximação de uma caminhonete atravessada na rua.

Figura 78 – Cena com maior ativação emocional (*arousal*).



Fonte: a autora.

Quanto à técnica de aferição da condutância da pele (dados obtidos pelo sensor de resposta galvânica) pode-se afirmar que os registros fornecem informações sobre as reações psicofisiológicas dos usuários expostos às metáforas da interface.

Essa avaliação sincrônica permitiu aferir a atividade eletrodérmica momento a momento a fim de identificar os trechos do ambiente virtual e.Motion que obtiveram maior ativação fisiológica.

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar em relação ao ambiente de RV e.Motion:

- (1) Que a técnica mostrou-se eficaz para identificar a quantidade e a amplitude das respostas eletrodérmicas no que se refere à ativação emocional;
- (2) O tempo de ativação da resposta em relação à linha de base.

Em tais situações, a atividade eletrodérmica forneceu medidas do sistema nervoso autônomo que ajudaram a monitorar o estado emocional do usuário frente ao estímulo emocionalmente competente.

Após serem submetidos ao Treino de Resiliência®, os motoristas mostraram uma resposta atenuada ao estresse ao final das 7 sessões de treinamento.

Isso indica que, apesar da ocorrência da experiência desprazerosa (simulação de assalto à mão armada), o uso da atenção focada e do automonitoramento no ambiente virtual 'Relax'n VR' agiram como técnicas poderosas para manter a vigilância do usuário em uma faixa ideal, ainda que com o treino os motoristas tenham desenvolvido habilidades para manter-se mais calmo, relaxado e até mais resilientes.

4.1.3.3 Avaliação do sistema de RV por meio de questionário

Após o uso do sistema foi entregue um questionário pós-teste aos participantes do estudo.

Na primeira seção do questionário encontravam-se questões referentes à identificação e sobre a experiência prévia do usuário com a RV.

Na segunda seção (questões 13 a 26) buscou-se obter informações sobre a usabilidade do sistema de RV.

Nessa etapa, recorreu-se à escala Likert para avaliar:

- A execução da tarefa, com variação de 'extremamente fácil' a 'extremamente difícil';
- O grau de dificuldade para desfazer uma ação já realizada usando a RV, com variação de 'extremamente fácil' a 'extremamente difícil';
- A segurança do sistema, com variação de 'nem um pouco seguro' a 'totalmente seguro';
- O nível de dificuldade para um usuário iniciante, com variação de 'extremamente difícil' a 'extremamente fácil';
- O nível de dificuldade para um trabalhador mais experiente, com variação de 'extremamente difícil' a 'extremamente fácil';
- A satisfação de uso, com variação de 'muito ruim' a 'bastante satisfeito'.

Na terceira seção (questões 27 a 35) foram avaliadas as características da tarefa realizada.

Na quarta seção (questões 36 a 57) foi avaliada a experiência do usuário com o sistema de RV.

Nessa etapa foram investigadas as expectativas, percepções, sentimentos, necessidades, atenção, experiência prazerosa e interesse do usuário.

Foram avaliados os aspectos do sistema relacionados ao projeto ergonômico afetivo: aspectos estéticos, áudio, animações e *feedbacks*.

Recorreu-se à escala Likert para avaliar:

- O nível de realismo do sistema de RV, com variação de 'nada envolvente' a 'totalmente envolvente';
- O nível de desafio proporcionado pelo sistema de RV, com variação de 'nada desafiador' a 'totalmente desafiador';
- O nível da diversão proporcionada pelo sistema de RV, com variação de 'um tédio' a 'extremamente divertido';
- A agradabilidade do sistema de RV, com variação de 'irritante' a 'extremamente prazeroso';
- A adequação emocional do sistema à função treinada, com variação de 'nem um pouco adequado' a 'extremamente adequado';
- O nível de incentivo à criatividade, com variação de 'nem um pouco' a 'bastante';
- A motivação do usuário, com variação de 'baixíssimo motivado' a 'extremamente motivado';
- A contribuição do sistema para o treinamento dos motoristas, com variação de 'nada' a 'totalmente';
- O nível de interesse do usuário, com variação de 'nada interessante' a 'extremamente interessante'; e
- O quanto compensa usar o sistema de RV para o treinamento dos funcionários da empresa, com variação de 'não compensa' a 'compensa bastante'.

Na quinta seção (questões 58 a 62) foram avaliadas outras considerações para o projeto e redesign do sistema.

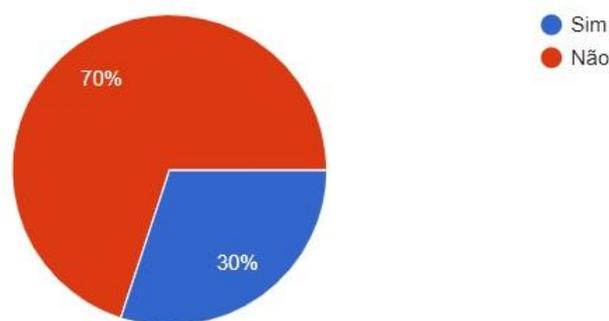
Nessa etapa foram investigadas as preferências dos usuários, os pontos positivos do ambiente de RV que o usuário gostou e os pontos negativos do ambiente de RV que não foi escolhido pelo usuário. Também foram incluídas questões abertas para que o usuário pudesse opinar e dar sugestões de melhoria para o *redesign* do sistema.

Avaliação do Sistema pelo Usuário

Na avaliação do usuário sobre o sistema de RV foram investigados aspectos relacionados: (1) à familiaridade do usuário com o sistema de RV; (2) à usabilidade; (3) às características da tarefa, (4) à experiência do usuário e (5) outras considerações para o projeto e redesign do sistema.

Sobre a **familiaridade do usuário com o sistema** de RV, 70% dos participantes do estudo afirmaram que nunca haviam usado um sistema de RV antes.

Figura 79 – Gráfico sobre a familiaridade do usuário com o sistema de RV.



Fonte: a autora.

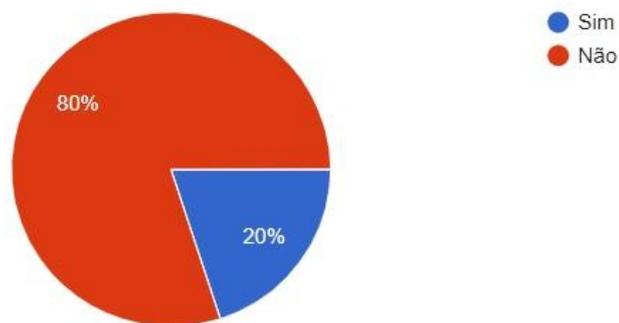
Os que já haviam utilizado (30% dos motoristas) referiram raramente ter acesso a essa tecnologia.

Quanto à **usabilidade do sistema de RV**, os seguintes aspectos foram avaliados pelos usuários: (1) dificuldade de manuseio dos dispositivos; (2)

dificuldade no uso da RV; (3) dificuldade para identificar o que era preciso fazer; (4) nível de dificuldade na execução da tarefa; (5) dificuldade para desfazer uma ação ou comando; (6) domínio do sistema de RV; (7) nível de segurança do sistema; (8) nível de dificuldade para um usuário iniciante; (9) nível de dificuldade para um trabalhador experiente; (10) frequência de uso e (11) satisfação de uso.

Em relação aos dispositivos utilizados, apenas 20% dos motoristas referiram dificuldade de adaptação com os controles.

Figura 80 – Gráfico sobre a dificuldade de adaptação do usuário aos dispositivos.



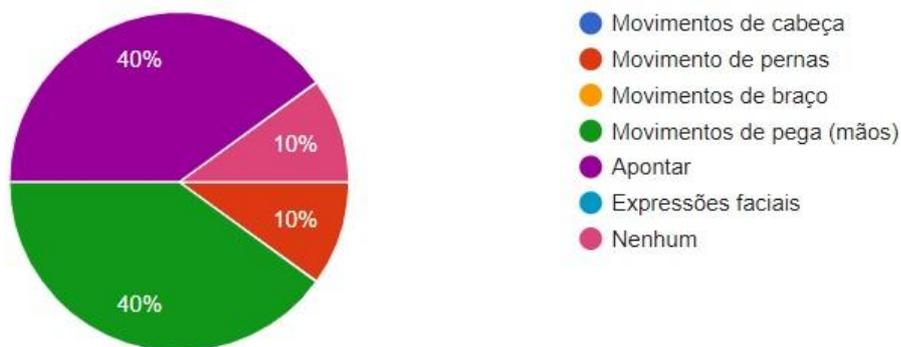
Fonte: a autora.

Quanto ao uso da RV, as principais queixas dos motoristas quanto ao ambiente simulado foram:

- Dificuldade de adaptação;
- Problema para abrir e fechar a porta do ônibus virtual;
- Não poder frear e passar marcha como se faz em um ônibus no mundo físico.

Dos participantes, 40% afirmaram ter dificuldade para executar o movimento de pega e 40% referiram dificuldade para apontar. Um participante (10%) queixou-se de dificuldade para movimentar as pernas, o que se justifica pelo fato de ser bastante comum à função de motorista o uso de pedais para acelerar e frear o ônibus.

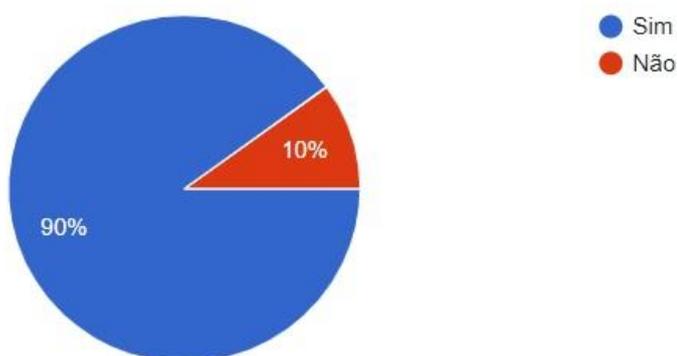
Figura 81 – Gráfico sobre a dificuldade de execução dos comandos.



Fonte: a autora.

Ao serem perguntados se conseguiram identificar facilmente o que precisavam fazer, 90% dos motoristas afirmaram que sim:

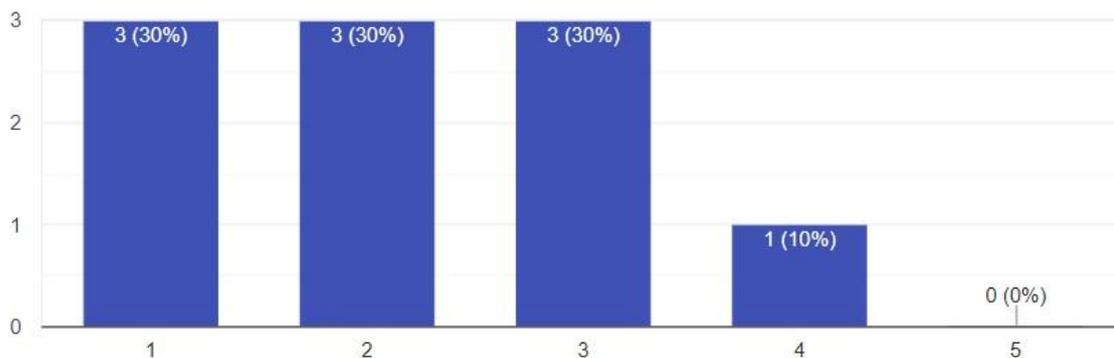
Figura 82 – Gráfico sobre interface intuitiva.



Fonte: a autora.

Quanto à execução da tarefa usando o sistema de RV, 90% dos motoristas consideraram o sistema fácil de usar, dos quais 30% avaliaram o sistema como extremamente fácil, 30% muito fácil e 30% fácil. Apenas 1 motorista (10%) considerou o sistema difícil de usar:

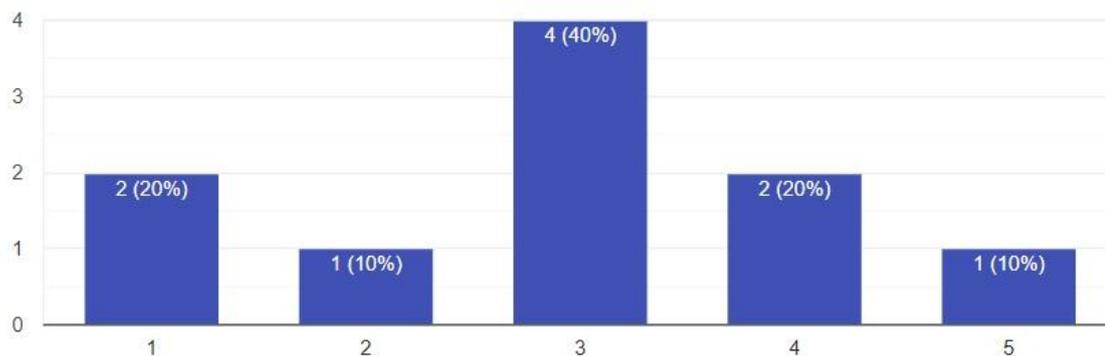
Figura 83 – Gráfico sobre a avaliação quanto à execução da tarefa.



Fonte: a autora.

Quanto ao grau de dificuldade para desfazer uma ação ou comando com a RV, apenas 10% dos motoristas julgaram ser extremamente difícil e 20% muito difícil:

Figura 84 – Gráfico sobre a dificuldade para desfazer uma ação ou comando.



Fonte: a autora.

Contudo, os motoristas foram unânimes ao afirmarem que dominam o uso do sistema:

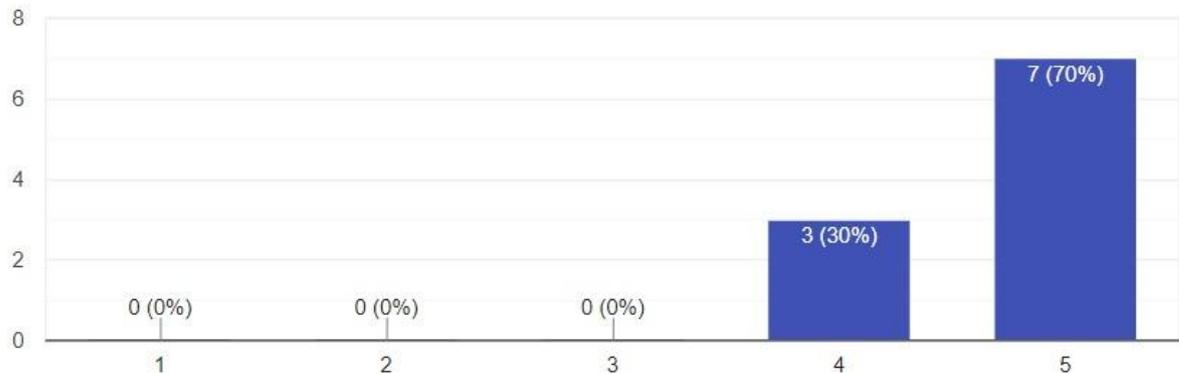
Figura 85 – Gráfico sobre domínio do sistema.



Fonte: a autora.

Ao serem perguntados como se sentiam em relação ao nível de segurança do sistema, 70% dos motoristas afirmaram que se sentiram totalmente seguros e 30% muito seguros:

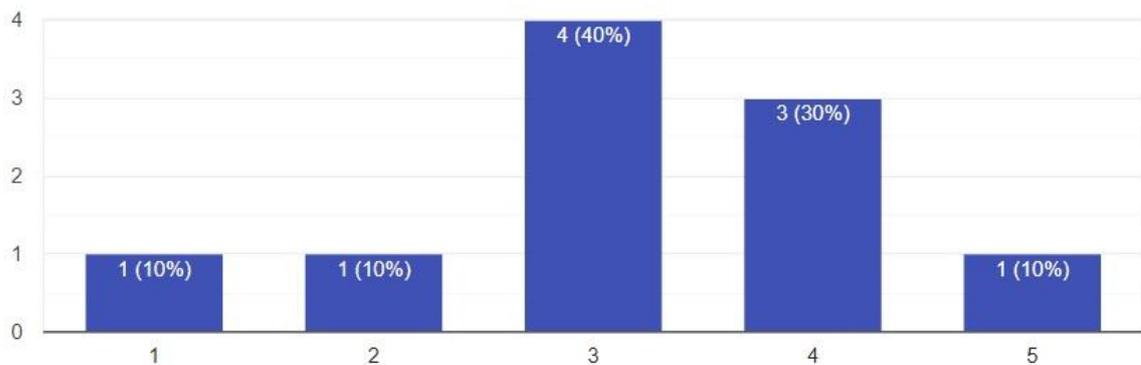
Figura 86 – Gráfico sobre o nível de segurança do sistema.



Fonte: a autora.

Em relação ao nível de dificuldade para um usuário iniciante, 80% dos motoristas avaliaram que o sistema era fácil de usar. Destes, 40% atribuíram ao sistema o grau 'fácil', 30% o grau 'muito fácil' e 10% o grau 'extremamente fácil':

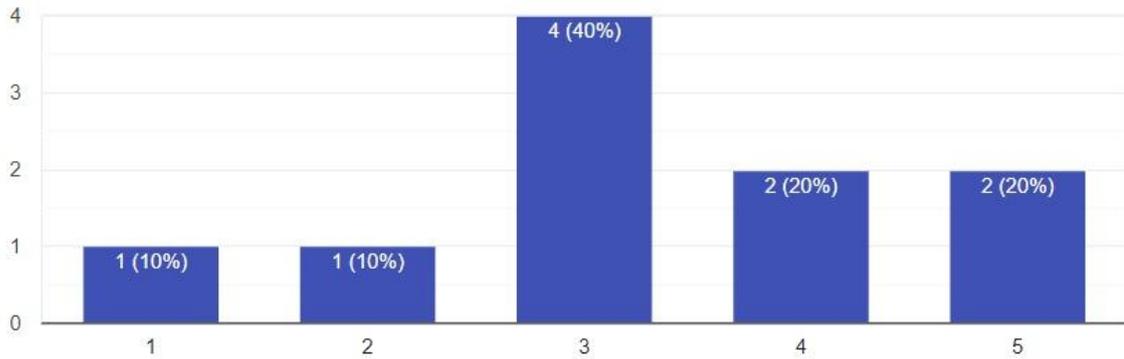
Figura 87 – Gráfico sobre o nível de dificuldade para um usuário iniciante.



Fonte: a autora.

Quanto ao nível de dificuldade para um trabalhador especializado, com maior experiência, 80% dos motoristas afirmam que o sistema é fácil de usar. Destes, 40% consideram o sistema 'fácil', 20% 'muito fácil' e 20% 'extremamente fácil':

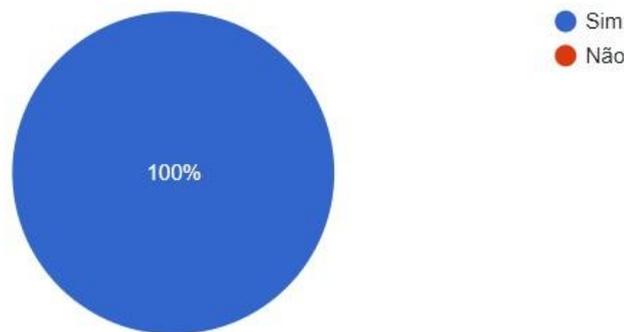
Figura 88 – Gráfico sobre o nível de dificuldade para um trabalhador especializado.



Fonte: a autora.

Contudo, os motoristas foram unânimes ao afirmarem que um trabalhador experiente usaria o sistema de RV com frequência:

Figura 89 – Gráfico sobre a frequência de uso para um trabalhador experiente.



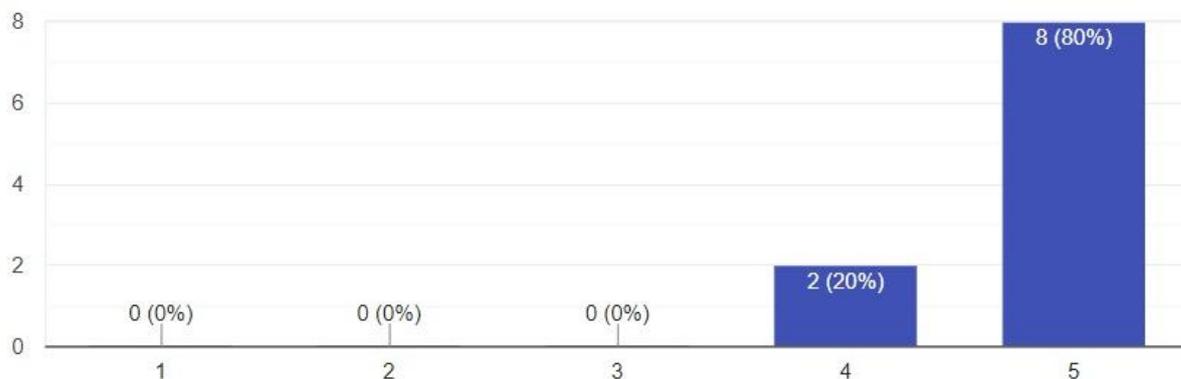
Fonte: a autora.

Nesse sentido, os motoristas destacaram como principais pontos positivos:

- A possibilidade de acompanhamento e da melhoria da saúde (referindo-se ao automonitoramento dos batimentos cardíacos);
- Por ser tipo uma terapia;
- Por proporcionar relaxamento;
- Excelente para ajudar na prática da função de motorista;
- Pela experiência ser gradativamente melhor;
- Por ajudar na adaptação da pessoa com a profissão.

Quanto à satisfação do usuário, 80% dos motoristas consideraram estar bastante satisfeitos e 20% muito satisfeitos com o sistema de RV:

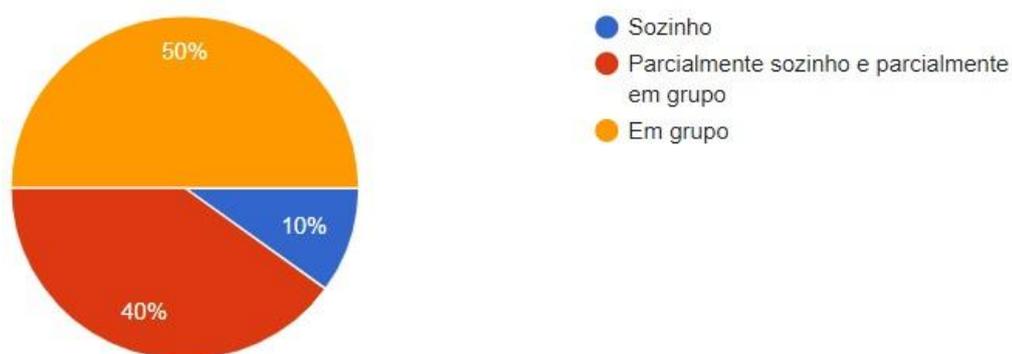
Figura 90 – Gráfico sobre a satisfação do usuário.



Fonte: a autora.

Na avaliação dos aspectos relacionados às **características da tarefa**, para 50% dos usuários apenas era possível executar a tarefa em grupo e para 40% era possível executar parcialmente sozinho e parcialmente em grupo, o que foi justificado pela falta de familiaridade dos motoristas com a tecnologia e pela necessidade de uma maior adequação do sistema aos usuários.

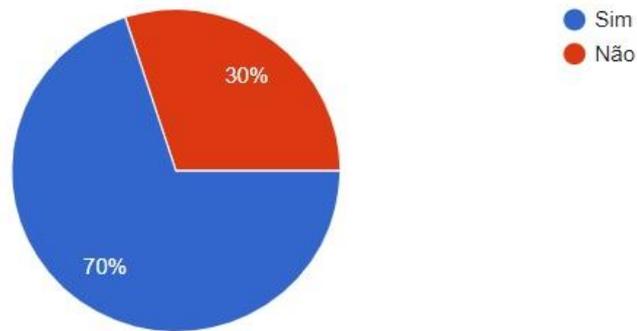
Figura 91 – Gráfico sobre as possibilidades de realização da tarefa.



Fonte: a autora.

Ao serem perguntados se algo na tarefa havia chamado atenção, 70% dos usuários afirmaram que sim.

Figura 92 – Gráfico que identifica se a tarefa chamou atenção.



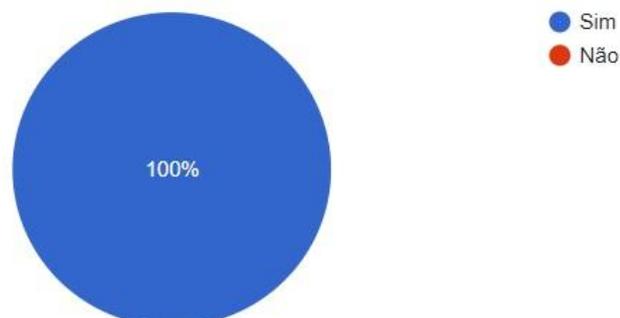
Fonte: a autora.

Ao serem solicitados a identificarem o que havia chamado atenção na tarefa, os motoristas destacaram os seguintes aspectos:

- As plantinhas;
- A forma de se sentir mais relaxado. De entrar tenso e sair mais tranquilo;
- O realismo;
- O movimento da paisagem;
- O fator surpresa de ver um carro se aproximando. A reação de querer parar o carro, de querer frear; e
- O som ambiente, que lembra o som da natureza.

Ao serem perguntados se conseguiram perceber facilmente o que era preciso fazer, os motoristas foram unânimes ao afirmarem que sim.

Figura 93 – Gráfico sobre a facilidade para perceber o que era preciso fazer.



Fonte: a autora.

Quando questionados se conseguiram se concentrar o suficiente para executar a tarefa, todos os participantes do estudo responderam que sim.

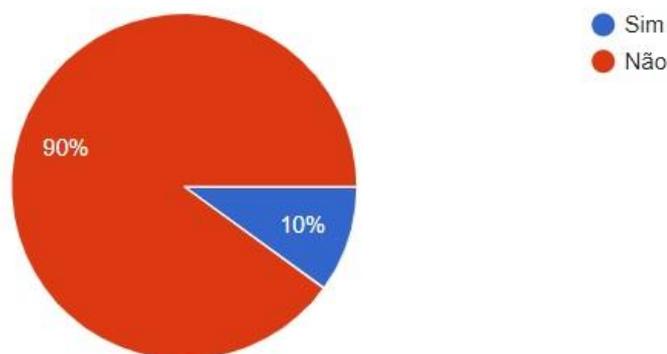
Figura 94 – Gráfico sobre a concentração durante a execução da tarefa.



Fonte: a autora.

Ao serem perguntados se a tarefa foi prejudicada pela tecnologia utilizada, 90% dos usuários afirmaram que não.

Figura 95 – Gráfico que identifica se a tarefa foi prejudicada pela tecnologia.

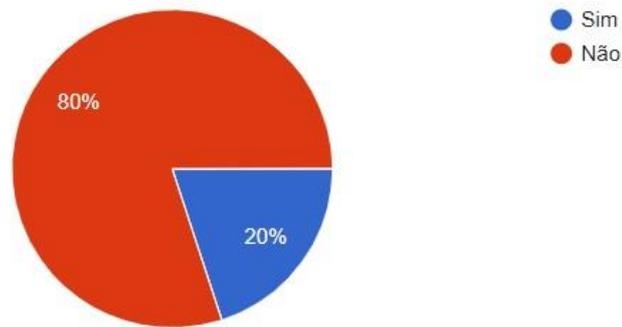


Fonte: a autora.

Ainda sobre esse item, o único motorista que respondeu 'sim' justificou dizendo que a dificuldade foi na hora de apertar o botão virtual para abrir a porta do ônibus.

Ao serem questionados se a tarefa seria melhor realizada caso fosse apresentada de modo diferente na tela, 80% dos usuários afirmaram que não.

Figura 96 – Gráfico que identifica se a tarefa seria melhor realizada caso fosse apresentada de modo diferente na tela.



Fonte: a autora.

Os 20% que afirmaram que sim, justificaram dizendo que:

- Poderia apenas ter outra opção de paisagem, como a praia, por exemplo; e
- A proximidade do assaltante, o barulho da arma, assustaram bastante.

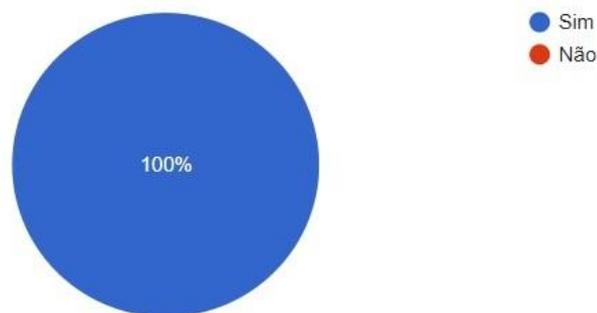
No quesito **experiência do usuário**, foram avaliados os seguintes aspectos:

- Expectativa do usuário;
- Realismo do sistema;
- Sentimento do usuário em relação ao sistema;
- Percepção durante o uso do sistema;
- Satisfação das necessidades psicológicas do usuário;
- Atenção durante o uso do sistema;
- Desafio proporcionado pelo sistema;
- Diversão proporcionada pelo sistema;
- Prazer proporcionado pelo sistema;
- Estética do ambiente virtual;
- Adequação emocional;
- Nível de incentivo à criatividade;
- Motivação do usuário;
- Nível de interesse do usuário;
- Vantagem, benefício ou lucro proporcionado pelo sistema;

- O quanto compensa usar a RV;
- Se o produto é atraente para o consumidor;
- Preferências do usuário; e
- Recomendações do usuário.

Referente ao item **expectativa do usuário**, os motoristas foram unânimes ao afirmarem que o uso da RV no treinamento foi uma surpresa:

Figura 97 – Gráfico que identifica se o sistema foi além das expectativas do usuário.



Fonte: a autora.

A seguir, foram elencadas as principais expectativas dos motoristas quanto ao uso do sistema de RV:

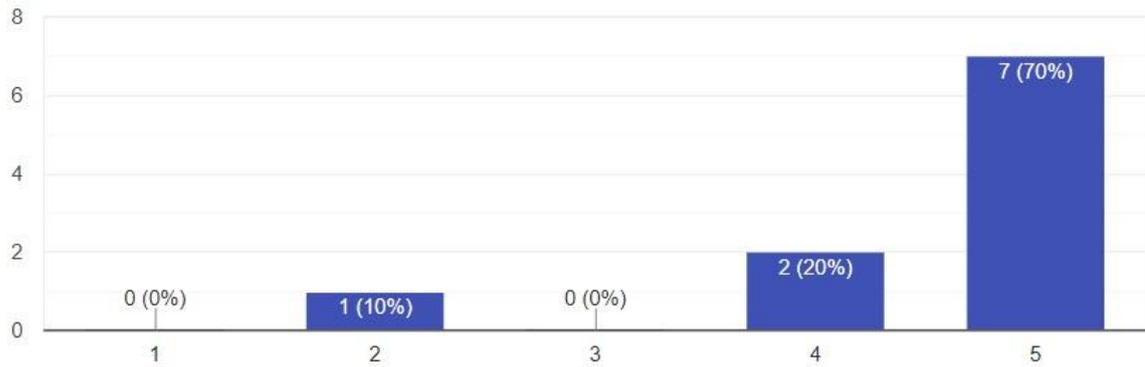
Quadro 5 – Expectativas dos usuários sobre o sistema de RV

MOTORISTAS	EXPECTATIVAS SOBRE O SISTEMA DE RV
M1	O fato de ser uma experiência
M2	Mexer com as emoções
M3	Pensei que fosse apenas um treinamento comum
M4	Pensei que fosse algo difícil de ser realizado
M5	Tentar melhorar a mim mesmo
M6	Ansioso para ver como era
M7	Ver como era, pois nunca tinha visto
M8	Para ver se realmente o sistema funcionava
M9	A curiosidade pelos controles
M10	O realismo deixa a gente tenso

Fonte: a autora.

Quanto ao nível de **realismo do sistema**, 70% dos usuários identificaram o sistema de RV como totalmente envolvente:

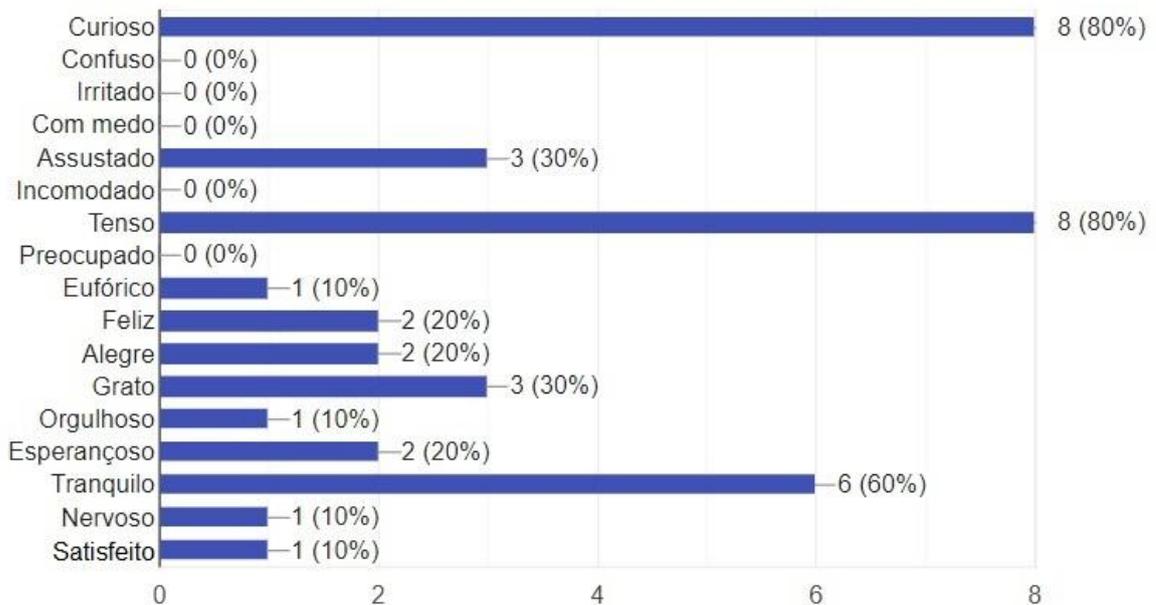
Figura 98 – Gráfico sobre o nível de realismo do sistema.



Fonte: a autora.

Ao serem questionados sobre **como se sentiram ao usar o sistema de RV**, 80% dos motoristas se disseram curiosos, 80% tensos e 60% tranquilos:

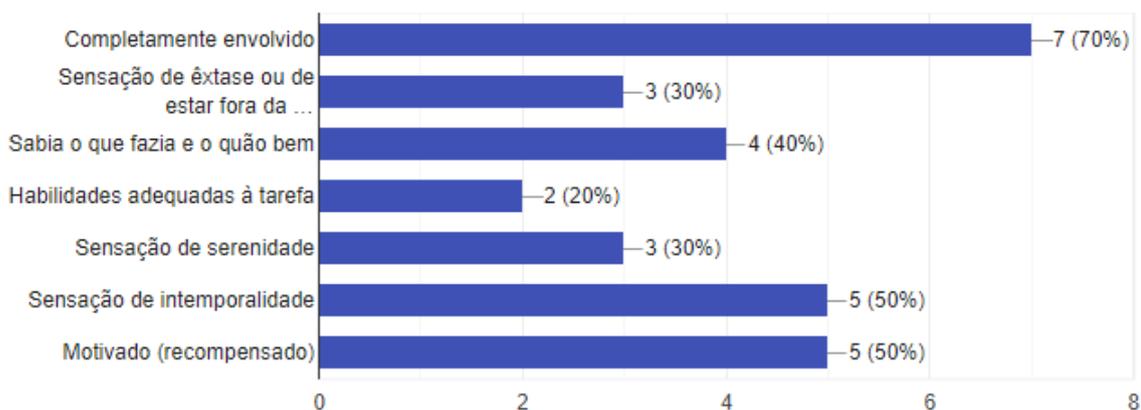
Figura 99 – Gráfico que identifica como o usuário se sentiu.



Fonte: a autora.

Ao serem perguntados **como se perceberam ao usar a RV**, 70% dos motoristas afirmaram terem se percebido completamente envolvidos naquilo que estavam fazendo (focados, concentrados), 50% motivados (recompensados) e 50% tiveram sensação de intemporalidade (sensação de que se passaram horas em apenas um minuto, embora estivessem completamente focados no presente):

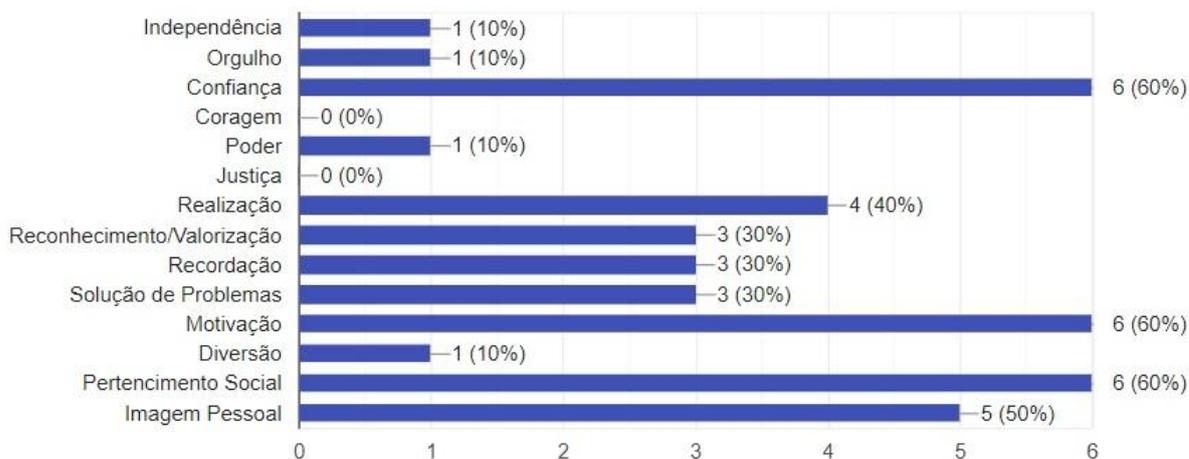
Figura 100 – Gráfico sobre como se percebeu durante o uso do sistema.



Fonte: a autora.

Quanto à **satisfação das necessidades psicológicas**, para 60% dos motoristas, o sistema de RV conseguiu satisfazer a necessidade de confiança, de motivação e de pertencimento social, para 50%, a imagem pessoal e para 40%, a necessidade de realização:

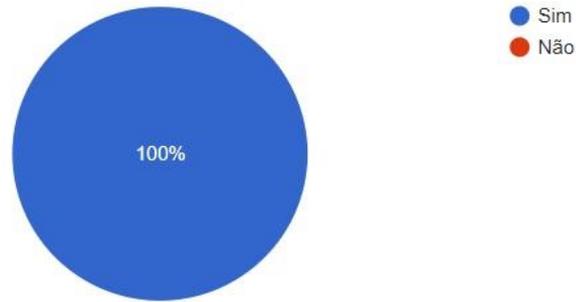
Figura 101 – Gráfico que identifica a satisfação das necessidades psicológicas.



Fonte: a autora.

Os motoristas foram unânimes ao afirmarem que a RV conseguiu **atrair a atenção** dos usuários:

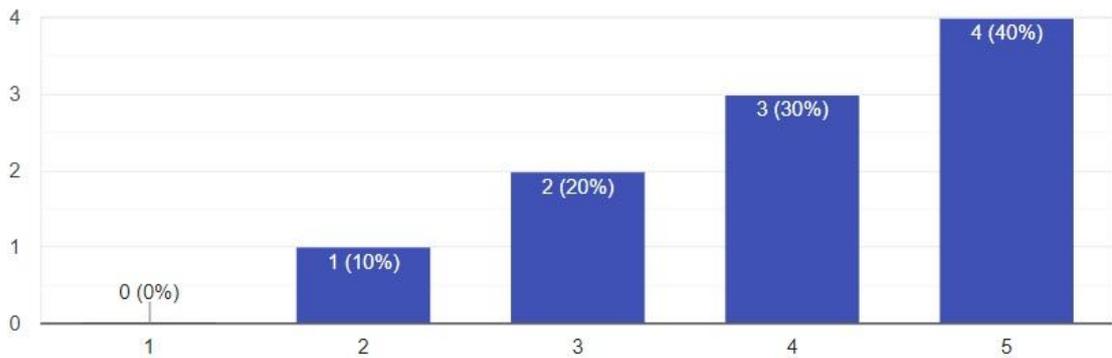
Figura 102 – Gráfico que identifica se a RV atraiu a atenção do usuário.



Fonte: a autora.

Em relação ao item **desafio proporcionado pelo sistema**, 40% dos usuários consideraram o sistema totalmente desafiador e 30% muito desafiador:

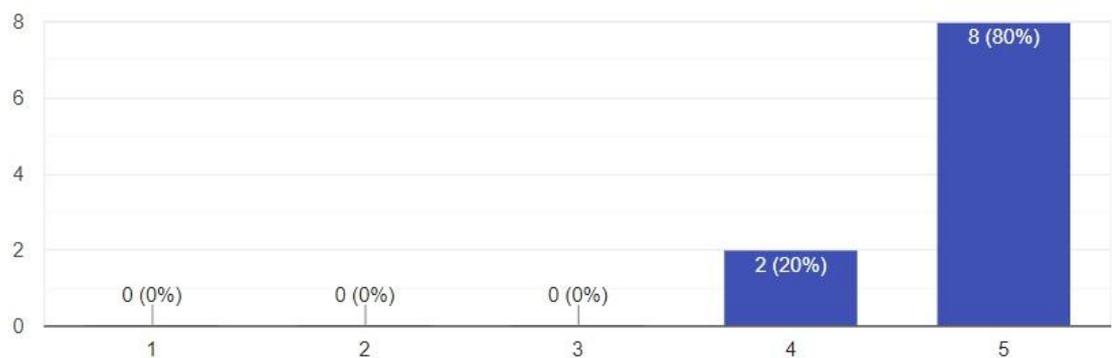
Figura 103 – Gráfico sobre o nível de desafio do sistema.



Fonte: a autora.

Quanto à **diversão proporcionada pelo sistema**, 80% dos usuários consideraram o sistema extremamente divertido:

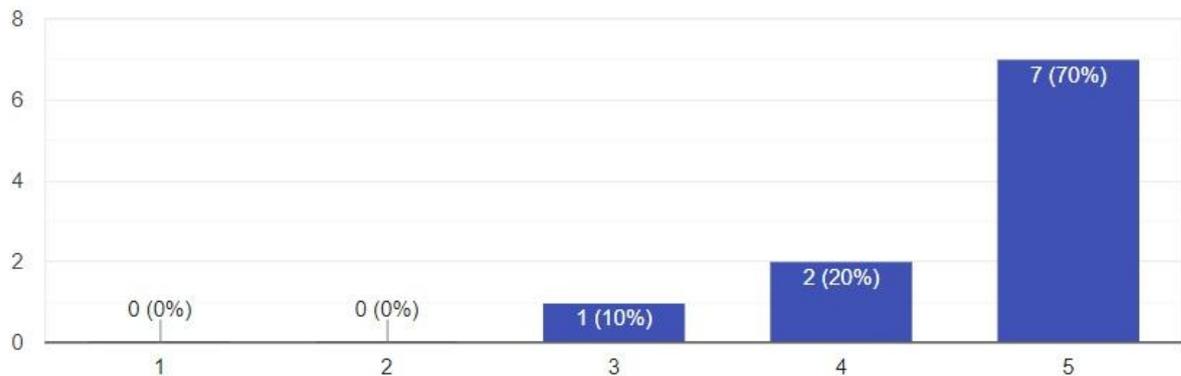
Figura 104 – Gráfico sobre o nível de diversão do sistema.



Fonte: a autora.

No que diz respeito ao **prazer proporcionado pelo sistema**, 70% dos usuários referiram ser extremamente prazeroso e 20% muito prazeroso usar o sistema Treino de Resiliência®:

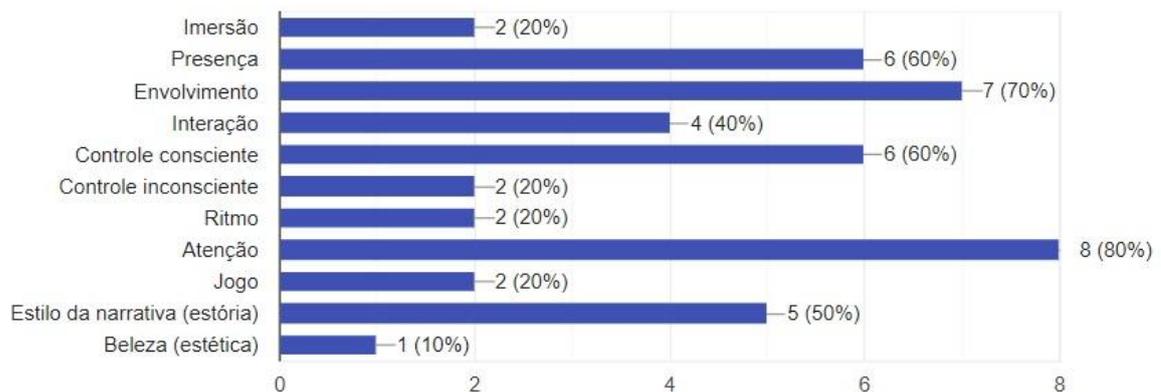
Figura 105 – Gráfico sobre o prazer proporcionado pelo sistema.



Fonte: a autora.

Nesse sentido, os usuários identificaram que os seguintes aspectos contribuíram para uma experiência prazerosa com o sistema de RV: a atenção, para 80% dos usuários; o envolvimento, para 70%; a presença e o controle consciente, para 60%; e para 50%, o estilo da narrativa. Para 40%, a interação; para 20%, o controle inconsciente, o ritmo e o jogo; e para 10%, a beleza (estética).

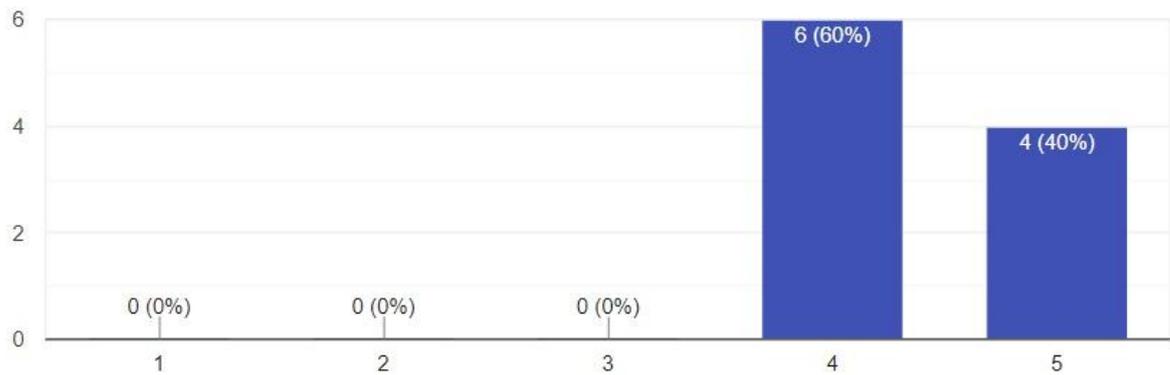
Figura 106 – Gráfico dos aspectos que contribuíram para uma experiência prazerosa com o sistema.



Fonte: a autora.

Quanto à beleza (**estética do ambiente virtual**), 60% dos usuários consideraram o ambiente de RV bem bonito e 40% belíssimo:

Figura 107 – Gráfico da avaliação estética do ambiente virtual.

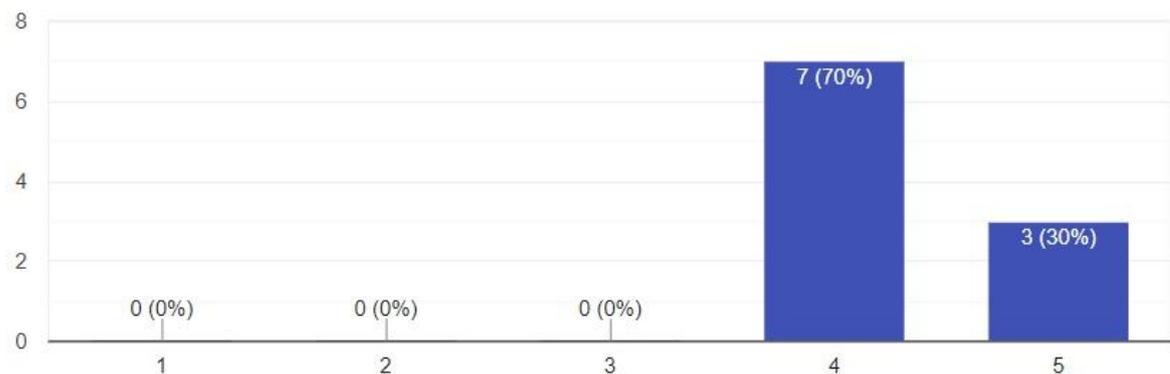


Fonte: a autora.

Apesar da boa aceitação em relação à estética, os motoristas que não atribuíram grau máximo ao ambiente simulado justificaram que: os gráficos não são tão reais; faltou adicionar freio e alguns acessórios ao ônibus virtual; seria melhor se houvesse interação com o ambiente externo ao ônibus, fora de acesso ao motorista virtual; e que poderia ter animais.

No que se refere à **adequação emocional**, 70% dos usuários referiram que o sistema de RV é muito adequado à função que está sendo treinada:

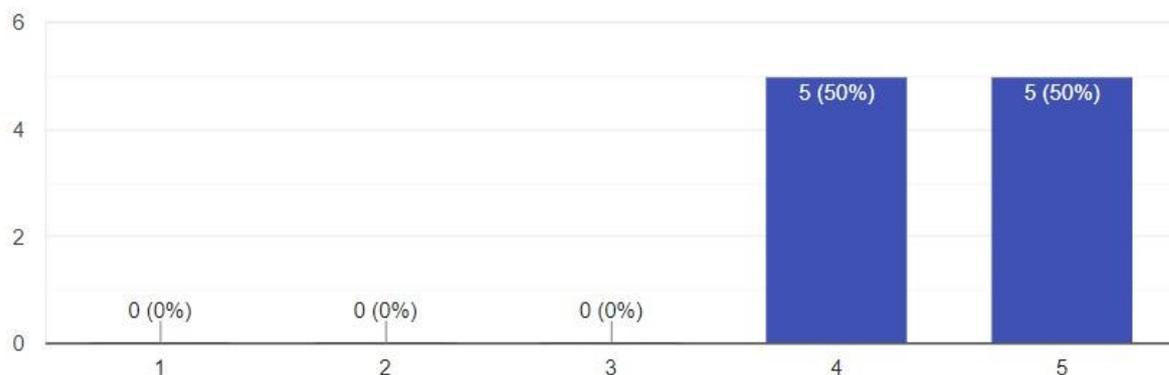
Figura 108 – Gráfico sobre o nível de adequação emocional.



Fonte: a autora.

Referente ao item **nível de incentivo à criatividade**, 50% dos usuários afirmaram que o sistema de RV avaliado incentiva bastante a criatividade. Para os demais 50%, o sistema incentiva muito:

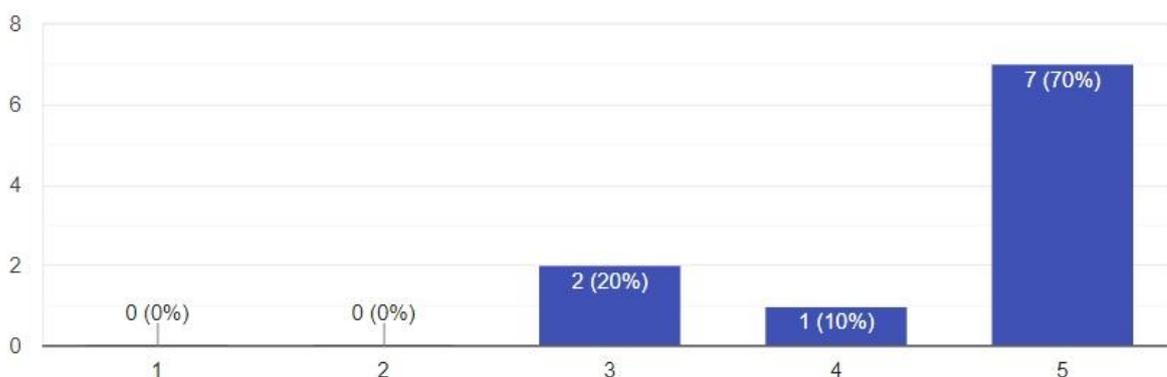
Figura 109 – Gráfico sobre o nível de incentivo à criatividade.



Fonte: a autora.

Quanto à **motivação do usuário**, ao serem questionados em que medida se sentiam motivados com o sistema de RV a ponto de suportar um maior esforço físico, visual e/ou mental, 70% dos motoristas responderam que se sentiam extremamente motivados:

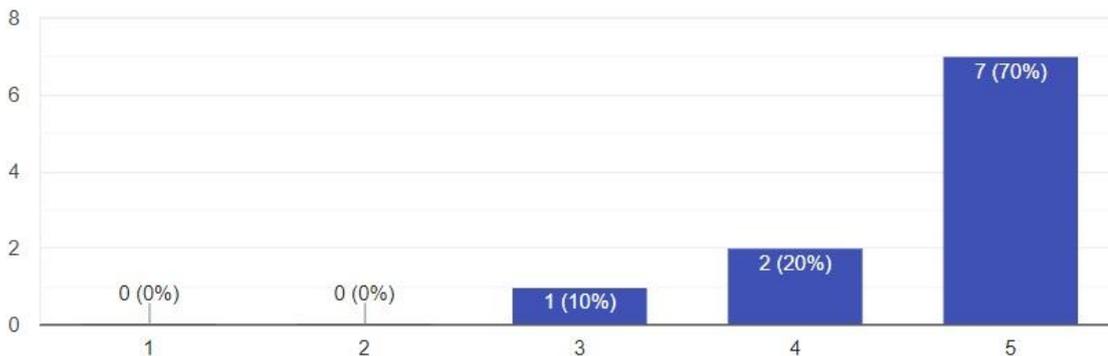
Figura 110 – Gráfico sobre o nível de motivação do usuário.



Fonte: a autora.

Ao serem perguntados em que medida o sistema utilizado contribuiu para o treinamento dos motoristas, 70% dos usuários consideraram que totalmente:

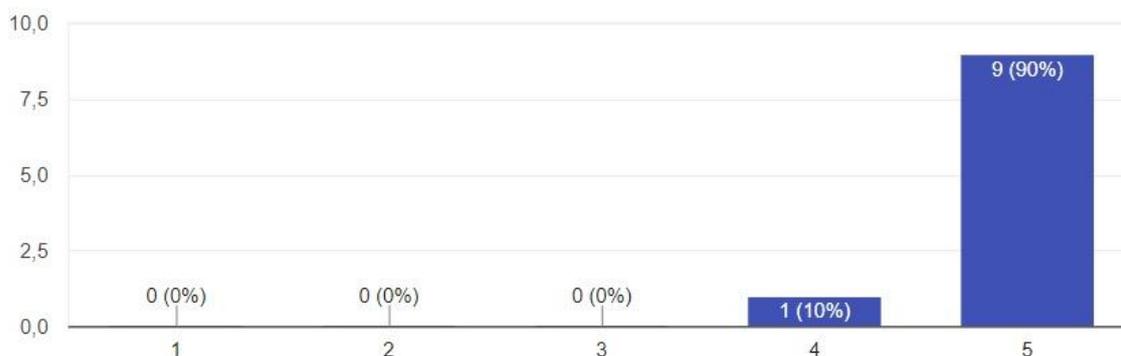
Figura 111 – Gráfico que identifica em que medida o sistema contribuiu para o treinamento.



Fonte: a autora.

Quanto ao **nível de interesse do usuário**, 90% dos motoristas consideraram o ambiente de RV extremamente interessante:

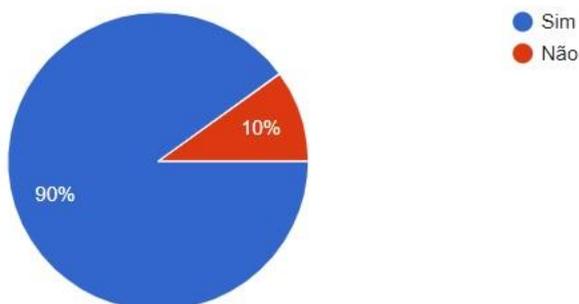
Figura 112 – Gráfico sobre o nível de interesse do usuário.



Fonte: a autora.

Quando perguntados se, mesmo após utilizado várias vezes, o sistema de RV continuaria interessante, 90% dos motoristas afirmaram que sim:

Figura 113 – Gráfico que identifica se o sistema continua interessante após ser utilizado várias vezes.



Fonte: a autora.

Referente ao item **vantagem, benefício ou lucro proporcionado pelo sistema**, os motoristas foram unânimes ao afirmarem que o uso da realidade virtual traria alguma vantagem, benefício ou lucro para a empresa de transporte coletivo urbano:

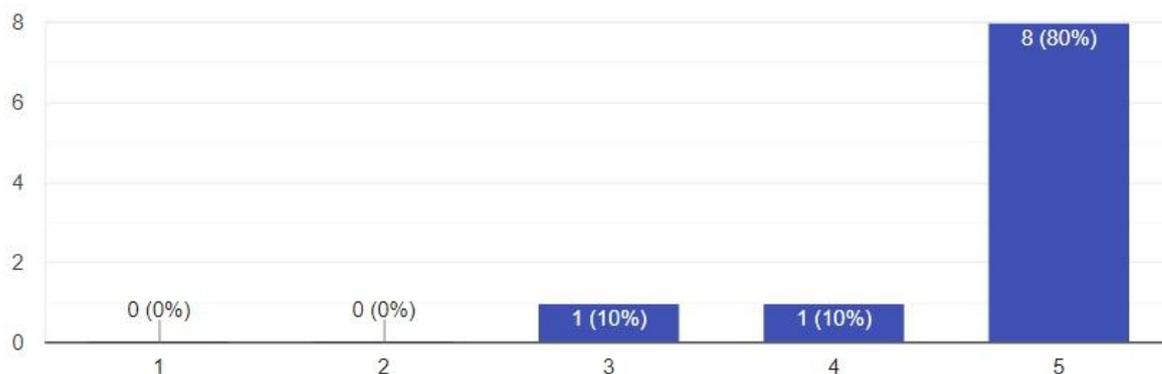
Figura 114 – Gráfico que identifica se há vantagem, benefício ou lucro em relação ao uso do sistema.



Fonte: a autora.

Ao serem questionados sobre o quanto **compensa usar a RV** para o treinamento dos funcionários da empresa, 80% dos motoristas afirmaram que compensa bastante:

Figura 115 – Gráfico que identifica o quanto compensa usar a RV para o treinamento dos trabalhadores.



Fonte: a autora.

Ainda com base na opinião dos usuários, foram elencados os principais aspectos que tornam o **produto atraente para o consumidor**:

Quadro 6 – Aspectos que tornam o produto atraente para o consumidor

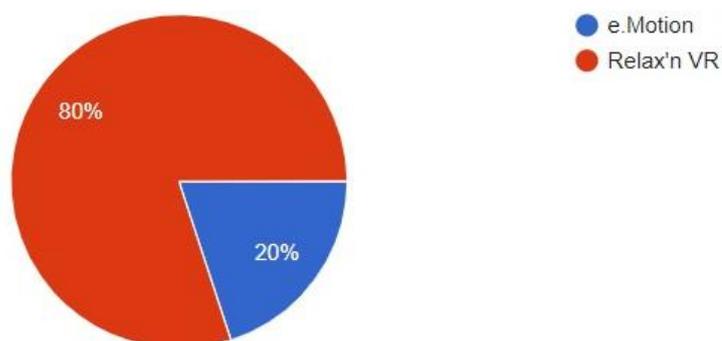
MOTORISTAS	O QUE TORNA O PRODUTO ATRAENTE PARA O CONSUMIDOR?
M1	O marketing, a divulgação da experiência
M2	A realidade que o ambiente proporciona
M3	A curiosidade
M4	Os benefícios que ele vai trazer
M5	Melhoria pessoal para quem está recebendo o treinamento
M6	Para desestressar
M7	A embalagem
M8	A eficácia
M9	Para perder o medo de certas situações
M10	A variedade de ambientes

Fonte: a autora.

Quanto às **preferências dos usuários**, os participantes do estudo identificaram os principais pontos positivos e negativos dos ambientes de RV que integram o sistema Treino de Resiliência®, a ponto de optarem por um ou outro ambiente de RV.

Nesse caso, 80% dos usuários referiram ter gostado do ambiente de RV 'Relax'n VR' (ambiente não-estressor) e apenas 20% optaram pelo ambiente de RV 'e.Motion' (ambiente estressor):

Figura 116 – Gráfico sobre as preferências dos usuários.



Fonte: a autora.

Na sequência, são apresentadas as razões pelas quais o usuário gostou do ambiente de RV. Importante destacar que os motoristas que se beneficiaram com o BFB-FC avaliaram positivamente o ambiente de RV não-estressor Relax'n VR.

Quadro 7 – Razões pelas quais os usuários gostaram do ambiente de RV

USUÁRIOS DO SISTEMA DE RV	AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL	
	e.Motion	Relax`n VR
	Razão pela qual gostou desse ambiente de RV	Razão pela qual gostou desse ambiente de RV
Motoristas		
M1	-----	Ambiente relaxante, esquece dos problemas.
M2	A realidade proporcionada pelo ambiente para a prévia preparação de reação a um assalto.	-----
M3	-----	A tranquilidade proporcionada pelo ambiente.
M4	-----	Pelo fato de relaxar, ficar tranquilo.
M5	-----	Por que traz paz, é tranquilo. Sentia-me como se estivesse dentro do ambiente.
M6	-----	A tranquilidade.
M7	-----	Os exames realizados (monitoramento cardíaco) e a tecnologia de RV.
M8	-----	Por que se concentra e esquece dos problemas, relaxa.
M9	-----	Por que o trabalho é estressante e o do relaxamento deixa a gente mais calmo.
M10	Por que prende a atenção.	-----

Fonte: a autora.

As razões pelas quais o usuário não gostou do ambiente de RV também foram identificadas e são apresentadas conforme se segue:

Quadro 8 – Razões pelas quais os usuários NÃO gostaram do ambiente de RV

USUÁRIOS DO SISTEMA DE RV	AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL	
	e.Motion	Relax`n VR
	Razão pela qual NÃO gostou desse ambiente de RV	Razão pela qual NÃO gostou desse ambiente de RV
Motoristas		
M1	Sentimento de não poder reagir ao que acontecia no ambiente.	-----
M2	-----	Relaxa demais a ponto de dar sono.
M3	A falta de ação.	-----
M4	Ter a opção de controle do veículo.	-----
M5	A posição dos botões.	-----
M6	Por que a gente já convive há muito tempo.	-----
M7	Por causa do assaltante.	-----
M8	Pelo psicológico, pelo fato do	-----

	assalto ser realístico.	
M9	O receio de colidir com o caminhão que aparece na frente do ônibus.	-----
M10	-----	O gráfico. Poderia ser outro ambiente.

Fonte: a autora.

Ainda que a maioria dos participantes do estudo tenham preterido o ambiente e.Motion, para M2 o ambiente era relevante e fazia sentido devido aos dramas e desafios relacionados à violência urbana no exercício da função de motorista.

A experiência positiva de M2, devido ao fato dele ter conseguido executar a tarefa usando um sistema de RV, dele ter enfrentado o medo em um ambiente simulado e de poder se gabar por ter participado de tudo isso, fez com que o motorista se afeiçoasse ao ambiente e.Motion, ainda que outros usuários não tivessem esse tipo de experiência.

Além desses aspectos, cabe destacar que M2 e M10, usuários que avaliaram negativamente o ambiente não-estressor Relax'n VR, foram justamente os usuários que não se beneficiaram com o BFB-FC.

Referente ao item **recomendações do usuário**, ao serem questionados se mudariam algo no sistema de RV, os motoristas sugeriram:

- Mudar a qualidade dos controles;
- Mudar o controle dos dedos;
- Acrescentar paisagens e deixar o ônibus graficamente melhor; e
- Aumentar o controle do jogador sobre o ambiente.

4.1.3.4 Comentários espontâneos

Durante a avaliação do sistema, os usuários também se manifestaram por meio de comentários tais como: interjeições, perguntas e frases curtas, que forneceram subsídios para a identificação de dificuldades, constrangimentos e riscos ergonômicos.

Os comentários dos usuários foram obtidos a partir dos registros em vídeo durante o uso do sistema e foram categorizados conforme se segue:

- Funcionalidade;
- Segurança;
- Comandos e controles;
- Som;
- Feedback;
- Estética;
- Personagens;
- Animações;
- Ambiente.

Os dados das respostas galvânicas foram comparados com as opiniões dos usuários (avaliação subjetiva) obtidas (1) a partir das verbalizações (comentários espontâneos) durante o uso do ambiente virtual e.Motion e (2) por meio de questionário.

Com base nessas informações, foi possível identificar que os motoristas tiveram dificuldade para manusear o controle manual do Oculus Rift® (dispositivo físico) e, conseqüentemente, tiveram dificuldade para clicar o botão que abria a porta do ônibus no ambiente virtual.

Também foi identificada a necessidade de dispositivos físicos que compensem a falta dos pedais e do volante, visto que o dispositivo de controle que vem com o Oculus Rift® difere bastante daquilo que os motoristas estão acostumados a usar no dia-a-dia.

Apesar de se caracterizar como uma restrição física, o fato do usuário estar sentado em uma carteira escolar não comprometia a experiência positiva com o sistema, visto que a cadeira do motorista no ambiente simulado levava em consideração as dimensões físicas da carteira escolar.

Além desse aspecto, foi identificado que a demarcação do espaço físico pelos sensores do Oculus Rift® auxiliava a percepção de que o ambiente de RV e.Motion era seguro, visto que o usuário não precisava se levantar ou se deslocar para perceber detalhes do ônibus virtual e dos passageiros, o que contribuiu para uma experiência mais positiva com o sistema.

Quadro 9 – Registro dos comentários espontâneos durante o uso do sistema de RV

COMENTARIOS ESPONTÂNEOS DOS USUÁRIOS	MOTORISTAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Funcionalidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Segurança	Levantou a perna para frear e não bater na caminhonete	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comandos e controles	Não ta descendo não, ta subindo (referindo-se a dificuldade para clicar o botão no tutorial)	O dedo passou direto (referindo-se a dificuldade para clicar o botão no tutorial)	Hum! (para clicar o botão e terminar a tarefa)	Aonde? (referindo-se a como usar o controle manual – dispositivo físico – do Oculus Rift)	Agora foi! (ao clicar no botão)	Consegui! (ao clicar o botão virtual no tutorial)	Ah! Ok. (ao conseguir clicar o botão)	Consegui! (ao clicar o botão no tutorial)	-	Certo! (ao clicar com o botão e abrir a porta)
Som	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feedback	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estética	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Personagens	-	Pode abrir? (ao ser abordado pelo assaltante para descer do ônibus)	-	-	-	-	Entrou! (referindo-se aos passageiros)	-	-	-
Animações	-	Pode fechar? (referindo-se a ação de clicar no botão para fechar a porta do ônibus)	-	-	-	Fechou! (ao fechar a porta do ônibus)	Esse bicho não anda não? (referindo-se ao ônibus sair do lugar)	-	Hum! (ao lembrar que tinha que clicar no botão para o ônibus iniciar a viagem)	Hum hum! (referindo-se aos movimentos com a cabeça do tutorial)
Ambiente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: a autora.

4.1.4 Etapa 3 – Análise comparativa do desempenho do usuário antes e após o treinamento com o sistema de RV (obtida por meio da avaliação dos registros biológicos na 1ª sessão, pré-treino, e na última sessão, pós-treino)

A exposição crônica às emoções negativas pode produzir modificações no sistema nervoso autônomo, contribuindo para o surgimento de patologias como a hipertensão.

A partir dos registros obtidos na primeira e na última sessão, antes e após o uso do sistema de RV Treino de Resiliência®, foram constatadas modificações nos registros fisiológicos. Nesse caso, os participantes do estudo apresentaram variações nos indicadores autonômicos de modo a ser possível afirmar que esses motoristas se beneficiaram com o uso do sistema de treinamento em RV.

Tabela 11 – Registros fisiológicos dos motoristas antes e depois das 7 sessões com o Treino de Resiliência®

Registros Fisiológicos	Motoristas									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
FC Pré-treino	81	83	79	85	75	80	88	61	71	67
FC Pós-treino	72	76	80	77	68	69	66	62	60	66
TA Pré-treino	36	36	36.5	36	36	37	36	36	36	36
TA Pós-treino	35.5	36	36.5	36.5	36	36	35	36	36	35.5
PA Pré-treino	120 x 90	120 x 80	110 x 70	140 x 80	120 x 90	120 x 90	140 x 80	120 x 80	110 x 80	120 x 80
PA Pós-treino	120 x 90	120 x 80	110 x 80	120 x 80	110 x 80	120 x 90	130 x 80	120 x 90	110 x 80	120 x 90
GC Pré-treino	141	91	95	75	82	93	99	90	104	84
GC Pós-treino	114	82	104	95	76	89	87	94	133	91

Fonte: a autora

Legenda:

FC – Frequência Cardíaca

TA – Temperatura Axilar

PA – Pressão Arterial

GC – Glicemia Capilar

Ao comparar os resultados pós-treino com os valores basais (pré-treino), temos:

Tabela 12 – Situação pós-treino em relação ao valor basal.

Registros Fisiológicos	Motoristas									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Frequência Cardíaca	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓
Temperatura Axilar	↓	=	=	↑	=	↓	↓	=	=	↓
Pressão Arterial	=	=	↑	↓	↓	=	↓	↑	=	↑
Glicemia Capilar	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑

Fonte: A autora.

Legenda:

↓ Diminuiu

↑ Aumentou

= Permaneceu igual

São efeitos comuns da adrenalina no organismo:

- Contração muscular;
- Sudorese;
- Aumento dos batimentos cardíacos;
- Aumento da pressão arterial;
- Diminuição da temperatura (emoção negativa e ativação fisiológica baixa);
- Aumento do ritmo respiratório; e
- Aumento da glicose na corrente sanguínea.

Os registros fisiológicos que obtiveram valores indicativos de ativação do sistema simpático e ação adrenérgica (aumento da adrenalina) na situação pós-treino receberam uma seta com a cor **vermelha** na tabela 12.

Face ao exposto, pode-se afirmar que 7 dos 10 participantes do estudo se beneficiaram com o Treino de Resiliência®, dos quais M5 teve o melhor

desempenho, seguido por M2, com bom desempenho e por M1, M6, M7, M4 e M9 com desempenho satisfatório.

Dos 10 participantes, apenas M3, M8 e M10 tiveram desempenho insatisfatório.

Isto posto, os dados indicam que as 5 sessões de 10 minutos com o ambiente virtual 'Relax'n VR' (ambiente não-estressor que integra o Treino de Resiliência®) trouxeram benefícios para os marcadores autonômicos e para a redução dos níveis de ansiedade em 70% dos motoristas (n=7) na etapa 3 do estudo de caso.

Ao comparar esses resultados com a classificação da assimetria alfa, contata-se que:

- M5, classificado com **melhor desempenho** na etapa 3 do estudo de caso, **já era resiliente e melhorou após o Treino de Resiliência®**;
- M10, classificado com **desempenho insatisfatório** na etapa 3 do estudo de caso, era resiliente e **piorou** após o Treino de Resiliência®;
- M3 e M8, apesar de classificados com **desempenho insatisfatório** na etapa 3 do estudo de caso, **já eram resilientes e melhoraram após o Treino de Resiliência®**, o que sugere que apesar das sensações (ambiente fisiologicamente estimulante), o motorista conseguiu experimentar emoções positivas, prazerosas, com o sistema;
- M2, apesar de classificado com **bom desempenho** na etapa 3 do estudo de caso, era resiliente e **piorou** após o Treino de Resiliência®;
- M1, classificado com **desempenho satisfatório** na etapa 3 do estudo de caso, **permaneceu neutro** após o Treino de Resiliência®;
- M4, classificado com **desempenho satisfatório** na etapa 3 do estudo de caso, era resiliente e **piorou** com o Treino de Resiliência®;

- M6, M7 e M9, classificados com **desempenho satisfatório** na etapa 3 do estudo de caso, **não eram resilientes e melhoraram após o Treino de Resiliência®**.

Ou seja, M5, M6, M7, M9 e M1 (n=5) se beneficiaram com o *biofeedback* de frequência cardíaca proporcionado pelo sistema, tiveram bom desempenho e melhoraram a resiliência com o Treino de Resiliência®.

Como consequência, pode-se afirmar que os usuários do sistema de RV tiveram uma experiência positiva e prazerosa com o Treino de Resiliência®, ainda que a correlação entre o BFB-FC, a intensidade dos ciclos respiratórios e os efeitos clínicos decorrentes ao uso do sistema não tenham sido analisados.

4.1.5 Síntese dos resultados

Nessa pesquisa, as mudanças fisiológicas forneceram indícios de mudanças no sistema nervoso autônomo dos usuários de RV, com redução na resposta do sistema nervoso simpático e aumento da resposta parassimpática.

Com base nos valores da assimetria cortical, os participantes foram classificados em: a) continuam resilientes; b) passaram a ser resilientes; c) passaram a ser não-resilientes; e d) continua neutro.

Quanto ao desempenho, os resultados com o Treino de Resiliência® revelaram que o sistema proporcionou uma experiência emocional mais positiva e prazerosa **apenas** para os participantes que foram **bem-sucedidos em aprender como sincronizar a respiração de modo a melhorar a assimetria alfa** ao final das 7 sessões de treinamento.

Tais achados apontam que o sistema de treinamento desenvolvido a partir das características do projeto hedônico (customização e individualização), além de ser subjetivamente mais divertido, prazeroso, também foi fisiologicamente mais estimulante, excitante (*arousing*), quando comparado aos métodos de avaliação tradicionais.

Como a beleza, diversão e prazer trabalham juntos para provocar alegria, um estado de afeto positivo, o prazer de manusear o objeto físico e de provocar modificações no ambiente virtual torna-se relevante para a experiência do usuário com o produto/sistema.

Nesse caso, apesar do ambiente e.Motion ter correspondido à tarefa e até seja simples de compreender, ele é mais difícil de usar. Requer que o usuário use adequadamente controles com os quais não está familiarizado e impossibilita o uso de controles como volantes e pedais, com os quais os motoristas estão acostumados.

Quanto à investigação realizada, ainda que tenha apresentado resultados satisfatórios, este estudo apresentou limitações como o tamanho da amostra ($n=10$) e a inexistência de um grupo controle. Além destas, limitações financeiras, de infraestrutura e de equipamentos também interferiram na realização do estudo.

Apesar dessas limitações é possível afirmar que o contraste entre o relato dos participantes e as mudanças observadas nos registros fisiológicos confirmam a hipótese de que o Treino de Resiliência® contribui para o melhor desempenho do usuário em relação ao desenvolvimento de habilidades emocionais, podendo ser empregado em situações de trabalho.

Contudo, o uso da RV para o desenvolvimento de habilidades emocionais ainda não foi explorado de modo abrangente. A pouca experiência dos participantes do estudo com a RV indicam a necessidade de novas pesquisas em situações de trabalho.

Especial atenção também deve ser dada a novos estudos que investiguem a possibilidade de uso do Treino de Resiliência® isoladamente e/ou combinado com intervenções neurocognitivas com foco em aplicações clínicas.

São importantes novos estudos que contemplem:

- Uma investigação mais detalhada dos efeitos do Treino de Resiliência® na temperatura dos usuários por meio da termografia infravermelha;

- O efeito do tempo de treinamento na ansiedade e em sintomas relacionados ao estresse;
- As diferenças e semelhanças entre o *biofeedback* de frequência cardíaca (BFB-FC) e o *biofeedback* de variação da frequência cardíaca (BFB-VFC);
- A correlação entre o *biofeedback* (BFB), a variação da frequência cardíaca (VFC), a intensidade dos ciclos respiratórios e os respectivos efeitos clínicos;
- O período em que os efeitos benéficos persistem; e
- Algum possível efeito deletério (custos humanos) após um período prolongado de uso do treino (ex^o: como a exposição exagerada à cronoccepção compromete o engajamento e interfere no senso de bem-estar do usuário?).

5 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 RECOMENDACOES ERGONÔMICAS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA DO SISTEMA

É interessante que, em uma versão futura do Treino de Resiliência®, o processo de identificação da ameaça (estímulo emocionalmente competente: assalto à mão armada) seja monitorado por um algoritmo de aprendizagem para que o processo de identificação seja otimizado com o uso progressivo do sistema. Esse algoritmo seria adaptativo na medida em que aprende a combinar a resposta do ECG com os estímulos que o evocaram, otimizando a capacidade de classificação do algoritmo com a detecção da ameaça.

Além disso, faz-se necessário que os dispositivos físicos compensem a falta dos pedais e do volante, e que facilitem a ação de clicar no botão para abrir a porta do ônibus virtual, tendo em vista a falta de familiaridade dos motoristas com o dispositivo de controle que vem com o Oculus Rift®.

Quanto ao ambiente virtual 'Relax'n VR' é interessante aumentar o número de cenários para que o usuário possa escolher uma das opções disponíveis. Um cenário alternativo seria a praia, conforme sugerido por um dos participantes do estudo.

Também é importante que o ergonomista possa digitar os valores dos registros fisiológicos do usuário em estado basal (pré-treino), de modo que ao comparar esse histórico com os registros obtidos durante o Treino de Resiliência® o sistema possa emitir um relatório sobre as características e a classificação do usuário.

5.2 PROPOSTA DE *CHECKLIST* PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES EMOCIONAIS

1. A atenção do usuário está focada em algum estímulo visual e/ou auditivo da interface?

2. O nível de vigilância como resultado do controle adaptativo permite ao usuário detectar ameaças potenciais e falhas no sistema?

3. O indivíduo está executando a rotina sem consciência daquilo que está fazendo?

Exº: no Treino de Resiliência®, o cristal virtual (estímulo) imprime o ritmo respiratório que progressivamente afeta o usuário tornando a rotina automatizada.

4. Foi inserido algum estímulo surpresa ou fora do contexto para fornecer alguma informação adicional ao usuário?

Exº: no Treino de Resiliência®, a cor do céu (estímulo) captura a atenção enquanto minimamente interfere no desempenho do usuário, que é resgatado de um possível estado de desatenção.

5. O sistema consegue que velhos hábitos sejam substituídos por novas rotinas?

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou a experiência emocional do usuário de sistema de treinamento em Realidade Virtual (RV) e foi motivado pela necessidade de se propor uma solução para a demanda de trabalho dos motoristas de ônibus, frequentemente expostos e vulneráveis à violência urbana no exercício da função.

A partir da revisão bibliográfica e da observação do posto de trabalho pode-se perceber o acometimento por doenças e o aumento nos índices de absenteísmo devido, entre outros fatores, ao estresse e ansiedade elevados.

Apesar dos esforços da empresa de transporte coletivo a fim de resolver o problema e reduzir os impactos deletérios à saúde dos motoristas, ainda se fazia necessária alguma forma de intervenção que proporcionasse um alívio mais imediato ao estresse e ansiedade e um conseqüente melhor desempenho do trabalhador.

Fundamentado em aspectos do Projeto Ergonômico Afetivo e em fases que a autora nomeou como 'Ciclo de Vida do Projeto Hedônico', foi desenvolvido um sistema de treinamento em RV com foco na regulação emocional dos motoristas de ônibus, que a autora nomeou como Treino de Resiliência®.

Caracterizado por um ambiente estressor (ambiente de RV e.Motion) e por um ambiente que proporciona relaxamento a partir de técnicas de atenção focada e automonitoramento (ambiente de RV Relax'n VR), o Treino de Resiliência® tinha como proposta desenvolver as habilidades emocionais dos trabalhadores para o melhor enfrentamento de situações críticas relacionadas ao exercício da função.

Com o aprofundamento da revisão bibliográfica, optou-se pela Regulação Emocional como estratégia de intervenção. A hipótese de que o treino de regulação emocional proporciona uma experiência mais positiva e prazerosa após o uso do sistema de RV partiu do entendimento de uma suposta continuidade entre o corpo físico e o corpo virtual, de modo que as experiências emocionais obtidas por meio

do avatar do usuário no ambiente de Realidade Virtual não estivessem desvinculadas das experiências emocionais sentidas pelo usuário no mundo físico.

Por ser uma técnica bastante empregada no tratamento de ansiedade, dores e até mesmo depressão, e devido às limitações de custo e de tempo para a realização da pesquisa, foi escolhido o *biofeedback* de frequência cardíaca, tendo em vista um melhor desempenho do trabalhador.

Com esse intuito foi proposta uma triangulação metodológica, que reuniu aspectos do projeto ergonômico afetivo às metas da experiência do usuário e métodos de avaliação da neuroergonomia e da neurociência, de modo a ser possível avaliar os aspectos hedônicos do ambiente de RV e a experiência emocional do usuário com o produto/sistema.

Como os avanços tecnológicos nem sempre proporcionam resultados positivos para a saúde, segurança e conforto dos usuários, fez-se necessário considerar a hierarquia das necessidades ergonômicas e hedônicas na avaliação do sistema.

Essa avaliação, realizada em três etapas, possibilitou investigar os aspectos de customização relacionados à adaptação do sistema ao usuário bem como à individualização do usuário pelo sistema (em que o usuário passa de uma situação menos resiliente para uma situação mais resiliente).

Ou seja, como consequência do estudo, foi obtido um melhor desempenho do usuário a partir da mudança dos indicadores autonômicos (frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura axilar e glicemia capilar) que, após 07 sessões com o Treino de Resiliência®, resultou em melhores níveis de resiliência para 70% dos trabalhadores.

Os resultados obtidos nesta pesquisa não só contribuíram para investigar e avaliar a experiência emocional do usuário de sistema de treinamento em RV como provocam novas investigações e o aprimoramento do instrumental teórico-metodológico utilizado.

Com a elaboração da tese, percebeu-se um importante campo de atuação com aplicação prática. Às áreas do Design e da Ergonomia foram agregados conhecimentos da neurociência, da ciência cognitiva e da neuroergonomia para a avaliação da experiência emocional do usuário com o sistema.

A conformidade do ambiente de RV às necessidades ergonômicas e hedônicas contribuiu para a adequação do ambiente ao componente humano do sistema, de modo a integrar as características do sistema e a modelagem afetiva à prática da função exercida pelo trabalhador, o que foi conseguido a partir das interrelações entre os sistemas biológico e tecnológico.

Quanto aos objetivos da pesquisa, pode-se constatar:

- Que as técnicas de aferição da frequência cardíaca e de sensoriamento galvânico a partir das respostas eletrodérmicas dos usuários possibilitaram um melhor entendimento das características do ambiente estressor 'e.Motion' e das preferências do usuário;
- Que a comparação da experiência relatada com a experiência sentida pelo usuário não só possibilitou observar mudanças nos indicadores autonômicos, como contribuiu para o melhor desempenho dos usuários;
- Que o treinamento realizado com o sistema Treino de Resiliência® proporcionou uma experiência mais positiva e prazerosa àqueles que aprenderam a sincronizar o ritmo respiratório a ponto de obter um estado de maior resiliência;
- Que é viável o uso da RV na avaliação da experiência emocional do usuário; e
- Que as dificuldades durante o uso serviram como parâmetro para as sugestões de melhoria e para o consequente redesign do sistema.

Face ao exposto, pode-se afirmar que este estudo atingiu os objetivos propostos a ponto de se tornar uma relevante fonte de consulta para as áreas do Design, da Ergonomia e da Neurociência Aplicada, bem como pela aplicação prática relacionada à maior sensação de bem-estar proporcionada aos trabalhadores com o uso da RV.

REFERÊNCIAS

ALDRICH, C. **The Complete Guide to Simulations and Serious Games**: How the Most Valuable Content Will be Created in the Age Beyond Gutenberg to Google. USA: Pfeiffer, 2009.

ALMEIDA, T. F. **Distúrbios Músculo-Esqueléticos em Decorrência do Trabalho na Área de Transporte**. In: Seminário Ergonomia e Qualidade de Vida no Setor de Transporte: Coletânea de Textos Técnicos. Brasília: SEST/SENAT, 2001.

ALVES, C. R. S.; de PAULA, P. P. **Violência no Trabalho**: Possíveis Relações Entre Assaltos e TEPT em Rodoviários de uma Empresa de Transporte Coletivo. *Cad. psicol. soc. trab.* [online]. vol.12, n.1, pp. 35-46. ISSN 1516-3717, 2009.

ALVES JÚNIOR, D. R. **Saúde dos Condutores de Veículos Automotores e o Ambiente de Trabalho**. In: MOREIRA, F. (Org.) *Medicina do Transporte*. Rio de Janeiro: UCT/FETRANSPOR, 2010.

BAILEY, C. **How to 'Flow'**: Here's the Most Magical Chart You'll Come Across Today. 2013. Disponível em < <https://alifeofproductivity.com/how-to-experience-flow-magical-chart/> > Acesso em novembro, 2018.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BARROS, R. Q. **Aplicação da Neuroergonomia, Rastreamento Ocular e Termografia por Infravermelho na Avaliação de Produto de Consumo**: Um Estudo de Usabilidade. Dissertação [Mestrado]. Pós-graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2016. 330 p.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neuroscience**: Exploring the Brain. Philadelphia: Lippincott, Williams e Wilkins, 2007.

BOGACZ, A. **Artefatos**: Tipos e Importância do Seu Reconhecimento. In: RIOS-POHL, L.; YACUBIAN, E. M. T. O ABC de um Registro Eletroencefalográfico: da Teoria à Prática Clínica. São Paulo: Leitura Médica, 2016.

BRANDÃO, M. L. **As Bases Biológicas do Comportamento**: Introdução à Neurociência. São Paulo: EPU, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 07**: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO. Disponível em < <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras> > Acesso em 22 jan 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09**: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Disponível em < <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras> > Acesso em 22 jan 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17**: Ergonomia. Disponível em < <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras> > Acesso em 22 jan 2019.

BOUCSEIN W.; HAARMANN A.; SCHAEFER F. **Combining Skin Conductance and Heart Rate Variability for Adaptive Automation During Simulated IFR Flight**. In: Harris D. (eds) Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. EPCE 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4562. Berlin: Springer, 2007.

BUSARELLO, R. I. **Gamification**: Princípios e Estratégias. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

CACIOPPO, J. T. **Feelings and Emotions**: Roles for Electrophysiological Markers. *Biological Psychology*, 67, 235 – 243, 2004.

CAMPOS, J. J.; FRANKEL, C. B.; CAMRAS, L. **On the Nature of Emotion Regulation**. *Child Development*, Volume 75, Number 2, Pages 377 – 394, March/April 2004.

CARDOSO, A.; LAMOUNIER JR, E. **A Realidade Virtual na Educação e Treinamento**. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Livro do Pré-simpósio, VIII Symposium on Virtual Reality. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

COAN, J. A.; ALLEN, J. J. B. **Frontal EEG Asymmetry as a Moderator and Mediator of Emotion**. Biological Psychology, 67, 7 – 49, 2004.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COSTA, R. M.; KAYATT, P.; BOGONI, T. **Hardware**. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. (Org.) **Introducao a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2018.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. São Paulo: Novatec Editora, 2010.

DAMÁSIO, A. R. **E o Cérebro Criou o Homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

_____. **O Mistério da Consciência: do Corpo e das Emoções ao Conhecimento de Si**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

_____. **O Erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

DEJOURS, C. **A Loucura do Trabalho: Estudo de Psicopatologia do Trabalho**. São Paulo: Cortez, 1992.

DESCARTES, R. (1596 – 1650) **Discurso do Método**. Porto Alegre: L&PM, 2010.

DESCHODT-ARSAC, V.; LALANNE, R.; SPILUTTINI, B.; BERTIN, C.; ARSAC, L.M. **Effects of Heart Rate Variability Biofeedback Training in Athletes Exposed to Stress of University Examinations**. PLoS ONE 13 (7): e0201388. 2018. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201388>>

EDELBERG, R. **Electrical Activity of the Skin**: Its Measurement and Uses in Psychophysiology. In N. S. Greenfield & R. A. Sternbach (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (pp. 367–418). New York: Holt, 1972.

FACCHINI, L. A. **Uma Contribuição da Epidemiologia**: o Modelo de Determinação Social Aplicado à Saúde do Trabalhador. In: BUSCHINELLI, J. T.; ROCHA, L. E.; RIGOTO, R. M. *Vida, Doença e Trabalhador no Brasil*. Rio de Janeiro, Vozes, 1994.

FALCÃO, C.; SOARES, M. **Usabilidade de Produtos de Consumo**: Uma Análise dos Conceitos, Métodos e Aplicações. *Estudos em Design*, v. 21, n. 2, 2013.

FERRARI, E. A. M. *et al.* **Plasticidade Neural**: Relações com o Comportamento e Abordagens Experimentais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Vol. 17 n. 2, Mai-Ago 2001.

FIALHO, A. B. **Realidade Virtual e Aumentada**: Tecnologias para Aplicações Profissionais. São Paulo: Érica, 2018.

FISCHER, F. M. **Impactos do Trabalho em Turnos e Noturno na Saúde e Bem-Estar do Motorista Profissional**. In: *Seminário Ergonomia e Qualidade de Vida no Setor de Transporte: Coletânea de Textos Técnicos*. Brasília: SEST/SENAT, 2001.

FORSYTHE, C. *et al.* **Cognitive Neuroscience of Human Systems**: Work and Everyday Life. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015.

FRANÇA, A. C. P. **Self digital**: explorações acerca da construção do “eu” na internet. Dissertação [Mestrado]. Pós-graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2008. 176 p.

_____. **Bem-vindos à Matrix**: Questões Sobre Cultura, Self, Subjetividade, Realidade e Mundos Paralelos em Tecnologias Digitais. XI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação. Recife, PE, 2013.

FRANÇA, A. C. P. *et al.* **A Comparative Usability Analysis of Virtual Reality Goggles.** DUXU 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, Canada, July 9–14, 2017

FRANÇA, A. C. P.; PEREIRA NETO, J.; SOARES, M. M. **Methods and Procedures to Usability Testing in Virtual Reality Systems.** 8th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) and the Affiliated Conferences, 2017.

_____. **We Are All Cyborgs: Body-Machine and Body-Information in Virtual Reality Systems.** In: Design, User Experience, and Usability: Technological Contexts. 5th International Conference, DUXU 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, Canada, July 17–22, 2016, Proceedings, Part III.

FRANÇA, A. C. P.; SOARES, M. **Review of Virtual Reality Technology: An Ergonomic Approach and Current Challenges.** 8th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) and the Affiliated Conferences, 2017.

_____. **Dialogical Self on Virtual Reality Systems: Presence and Embodiment in Human Situated Interaction.** 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015a.

_____. **Realidade Virtual Aplicada à Educação: A Era Matrix do Processo de Ensino e Aprendizagem.** XIII Congresso Internacional de Tecnologias na Educação. 2015b.

_____. **Metaphors and Embodiment in Virtual Reality Systems.** In: Design, User Experience, and Usability: Technological Contexts. 5th International Conference, DUXU 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, Canada, July 17–22, 2016, Proceedings, Part III.

FRANÇA, A. C. P.; SOARES, M.; MEIRA, L. **Is Reality Real? Thoughts and Conjectures About Culture, Self, Intersubjectivity and Parallel Worlds in Digital**

Technologies. In: MARCUS, A. (Ed.) *Design, User Experience, and Usability: Design Philosophy, Methods, and Tools*. Second International Conference, DUXU 2013, Held as Part of HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21-26, 2013, Proceedings, Part I.

GARCIA-MOLINA, G.; TSONEVA, T.; NIJHOLT, A. **Emotional Brain-Computer Interfaces**. *Int. J. Autonomous and Adaptive Communications Systems*, Vol. 6, No. 1, 2013.

GEVINS, A.; SMITH, M. E. **Eletroencephalography (EEG) in Neuroergonomics**. In: PARASURAMAN, R.; RIZZO, M. *Neuroergonomics: The Brain at Work*. New York: Oxford University Press, 2007.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GREEN, W.; JORDAN, P. (eds.) **Pleasure With Products: Beyond Usability**. London: Taylor & Francis, 2002.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Fundamentos de Fisiologia**. 12^a Ed. Elsevier. 2011

HAN, S.H.; YUN, M.H., KWAHK, J.; HONG, S.W. **Usability of Consumer Electronic Products**. *International Journal of Industrial Ergonomics* 28: 143–151, 2001.

HANCOCK, P. A.; PEPE, A. A.; MURPHY, L. L. **Hedonomics: The Power of Positive and Pleasurable Ergonomics**. *Ergonomics in Design*, vol. 13, n. 1, 2005.

HANCOCK, P. A.; SZALMA, J. L. **The Future of Neuroergonomics**. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. Taylor & Francis Group. Vol. 44, nos. 1 – 2, 238 – 249, 2003.

HARRISON, L. *et al.* **Sahaja Yoga Meditation as a Family Treatment Programme for Children with Attention Deficit-Hyperactivity Disorder**. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 9(4), 479 – 497, 2004.

HASSENZAHN, M.; TRACTINSKY, N. **User Experience: a Research Agenda.** Behaviour & Information Technology, Vol. 25, No. 2, 91 – 97, March-April 2006.

HELANDER, M.G.; THAM, M.P. **Hedonomics: Affective Human Factors Design.** Ergonomics 46 (13): 1269 – 1272, 2003.

HOLQUIST, M. **Dialogism: Bakhtin and His World.** London: Routledge, 1994.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção.** São Paulo: Blucher, 2005.

ISO 9241-11: 1998. **Ergonomics Requirements For Office Work With Visual Display Terminals (VDTs).** Part II – Guidelines for Specifying and Measuring Usability. Genève: International Standards Organization, 1998.

ISO 9241 – 210. **Ergonomics of Human-System Interaction.** Part 210: Human-Centered Design for Interactive Systems, 2010.

JACOB, R. J. K.; KARN, K. S. K. Commentary on section 4. **Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises.** Mind 2. v. 2, n. 4, 2003.

JANIG, W. **O Sistema Nervoso Vegetativo.** In: Neurofisiologia. São Paulo: EPU, 1979.

JOHNSON, A.; PROCTOR, R. W. **Neuroergonomics: A Cognitive Neuroscience Approach to Human Factors and Ergonomics.** New York: Palgrave Macmillan, 2013.

JOLIJ, J.; HEUSSEN, Y. **Affective and Social Neuroergonomics.** In: Neuroergonomics: A Cognitive Neuroscience Approach to Human Factors and Ergonomics. New York: Palgrave Macmillan, 2013.

JORDAN, P. W. **An Introduction to Usability.** London: Taylor & Francis, 1998.

JORDAN, P. **Designing Pleasurable Products: An Introduction to the New Human Factors.** Taylor & Francis: London, 2000.

KASPER, D. L. *et al.* (Ed.). **Harrison Manual de Medicina**. México: Editora Mc Graw Hill, 2017.

KAWANO, D. R.; BATISTA, L. L. **A Condutância da Pele como Indicador de Ativação Emocional em Mensagens Persuasivas**: um Estudo do Trailer de Divulgação do Filme “50 Tons de Liberdade”. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. 41º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Joinville – SC, 2018.

KERR, C. E. *et al.* **Effects of Mindfulness Meditation Training on Anticipatory Alpha Modulation in Primary Somatosensory Cortex**. Brain Research Bulletin, 85(3 – 4), 96 – 103, 2011.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia**: Adaptando o Trabalho ao Homem. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KROPOTOV, J. D. **Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy**. USA: Elsevier, 2009.

LACKEY, S. J. *et al.* **The Stress and Workload of Virtual Reality Training**: The Effects of Presence, Immersion and Flow. Journal Ergonomics, 59(8):1060-72, Aug 2016.

LANTYER, A. S.; VIANA, M. B.; PADOVANI, R. C. **Biofeedback no Tratamento de Transtornos Relacionados ao Estresse e à Ansiedade**: Uma Revisão Crítica. *Psico-USF*, Bragança Paulista, v. 18, n. 1, p. 131 – 140, jan/abr 2013.

LAZAR, S. W. *et al.* **Meditation Experience is Associated with Increased Cortical Thickness**. Neuroreport, 16(17), 1893 – 1897, 2005.

LEHRER, P. M.; GEVIRTZ, R. **Heart Rate Variability Biofeedback**: How and Why Does it Work? *Frontiers in Psychology*. Vol 5, Article 756, July 2014.

LEPLAT, J.; CUNY, X. **Introdução à Psicologia do Trabalho**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977.

LEVENTHAL, L.; BARNES, J. **Usability Engineering: Process, Products and Examples**. New Jersey: Pearson Education, 2008.

LINEHAN, M. **Terapia Cognitivo Comportamental para o Transtorno da Personalidade Borderline**. Artmed, 2010.

LIU, Y. **Engineering Aesthetics and Ergo-Aesthetics: Theoretical and Methodological Foundations**. Proceedings of The 5th Annual International Conference on Industrial Engineering-Theory, Applications and Practice, 2000.

_____. **The Aesthetic and the Ethic Dimensions of Human Factors and Design**. Ergonomics, vol. 46, nos 13/14, 1293, – 1305, 2003.

LORGUS, A. L.; ODEBRECHT, C. **Metodologia de Pesquisa Aplicada ao Design**. Blumenau: edifurb, 2011.

MACHADO, A. **Neuroanatomia Funcional**. Atheneu, 2005.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2015.

MARTIN, J. H. **Neuroanatomia: Texto e Atlas**. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2013.

MILÁN, E. G. *et al.* **Termografía y Emoción**. In: Neuro-Termografía y Termografía Psicosomática. Granada: Ediciones Fundación Internacional Artecittà, 2015.

MOCAIBER, I. *et al.* **Neurobiologia da Regulação Emocional: Implicações para a Terapia Cognitivo-Comportamental**. Psicologia em Estudo, v. 13, n. 3, p. 531 – 538, Maringá, jul/set. 2008.

MONT'ALVÃO, C.; DAMAZIO, V. Orgs. **Design, Ergonomia, Emoção**. Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ, 2012.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: Editora 2AB, 2012.

MORTENSEN, P. **The Future of Technology Isn't Mobile, It's Contextual**. Disponível em: <http://www.fastcodesign.com/1672531/the-future-of-technology-isnt-mobile-its-contextual> Acesso em: 29/05/2013.

NARAGON-GAINEY, K.; MCMAHON, T. P.; CHACKO, T. P. **The Structure of Common Emotion Regulation Strategies: A Meta-Analytic Examination**. American Psychological Association. Psychological Bulletin. Vol 143, nº 4, 384 – 427, 2017.

NEUROUP (Brasil). **Métodos para pesquisa com EEG**. Disponível em: <https://neuroup.com.br/metodos-para-pesquisa-eeg-2019- -neuroup/> Acesso em: 15/06/2019.

NORMAN, D. **Emotion and Design: Attractive Things Work Better**. Interactions Magazine, ix (4), 36 – 42, 2002.

_____. **Emotional Design: Why We Love (Or Hate) Everyday Things**. New York: Basic Books, 2004.

_____. **O Design do Dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

_____. **The Design of Future Things**. New York: Basic Books, 2007.

_____. **Design Emocional: Por que Adoramos (ou Detestamos) os Objetos do Dia a Dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

OLIVEIRA, M. M. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. Recife: Ed. Bagaco, 2005.

PALLAVICINI, F. *et al.* **Interreality for the Management and Training of Psychological Stress: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial**. Trials Journal, 14:191, 2013.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Superintendência de Atenção à Saúde. **Linha Guia de Hipertensão**. Curitiba: SESA, 2014.

PARASURAMAN, R. **Neuroergonomics: Research and Practice**. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 4, 5 – 20, 2003.

PARASURAMAN, R.; RIZZO, M. **Neuroergonomics: The Brain at Work**. New York: Oxford University Press, 2007.

PEREIRA, G. S.; LIMA, J. C. M. **Monitoramento da Resistência Galvânica da Pele**. PUCRS, Faculdade de Engenharia. Vol. 3, n. 1, 2010. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/article/view/6758> Acesso em: 15/06/2016.

PEREIRA NETO, J. V. **PCMSO da Empresa**. Pernambuco, 2018.

PFURTSCHELLER, G.; SCHERER, R.; NEUPER, C. **EEG-Based Brain-Computer Interface**. In: Neuroergonomics: The Brain at Work. New York: Oxford University Press, 2007.

PORTO, C. C.; PORTO, A. L. **Exame Clínico**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação: Além da Interação Homem-Computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

RACHED, T. S.; PERKUSICH, A. **Emotion Recognition Based on Brain-Computer Interface Systems**. Disponível em: <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44926.pdf> Acesso em 12/06/2017.

REBELO et. al. **Virtual Reality in Consumer Product Design: Methods and Applications**. In: Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques. CRC Press, 2011.

RIOS-POHL, L.; YACUBIAN, E. M. T. **O ABC de um Registro Eletroencefalográfico: da Teoria à Prática Clínica.** São Paulo: Leitura Médica, 2016.

SALAZAR, E.; MILÁN, E. G. **La Piel Subjetiva: Estudio de Las Emociones Através de La Termografía.** *Ciencia Cognitiva*, 10:1, 8-11, 2016. Disponível em: <http://www.cienciacognitiva.org/?p=1185> Acesso em: 12/06/2017.

SALAZAR-LÓPEZ, E. *et al.* **The Mental and Subjective Skin: Emotion, Empathy, Feelings and Thermography.** *Consciousness and Cognition*, Volume 34, Pages 149-162, July 2015.

SANTA ROSA, J. G.; PEREIRA JR, A.; LAMEIRA, A. P. **Neurodesign: o Cérebro e a Máquina.** Rio de Janeiro: Rio Book's, 2016.

SEVA, R.; GOSIACO, K.; SANTOS, Ma. C.; PANGILINAN, D. **Product Design Enhancement Using Apparent Usability and Affective Quality.** *Applied Ergonomics*, 42: 511-517, 2011.

SHAFIR, T. *et al.* **Emotion Regulation, Through Execution, Observation, and Imagery of Emotional Movements.** *Brain Cogn.* 82(2): 219 – 227. July, 2013.

SOARES, M. *et al.* **A Usability Study of a Brain Computer Interface Equipment: An Ergonomic Approach.** *HCI Internacional 2015*, Los Angeles, CA, USA, 2015.

SOARES, M. M. **Avaliação de Usabilidade no Mundo Real e Virtual: um Estudo da Experiência do Usuário Usando Tecnologias Emergentes.** UFPE. 2016.

SUTARTO, A. P.; WAHAB, M. N. A.; ZIN, N. M. **Heart Rate Variability (HRV) Biofeedback: A New Training Approach for Operator's Performance Enhancement.** *Journal of Industrial Engineering and Management* doi:10.3926/jiem.2010, v3n1, p176-198, 2010.

TANG, Y.-Y. *et al.* **Short-Term Meditation Training Improves Attention and Self-Regulation.** Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(43), 17152 – 17156, 2007.

TOFFANIN, P.; JOHNSON, A. **Attentional Resources and Control.** In: Neuroergonomics: A Cognitive Neuroscience Approach to Human Factors and Ergonomics. New York: Macmillan, 2013.

TORI, R.; HOUNSELL, M. S.; KIRNER, C. **Realidade Virtual.** In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. (Org.) Introdução à Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: SBC, 2018.

TORI, R.; KIRNER, C. **Fundamentos de Realidade Virtual.** In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Livro do Pré-simpósio, VIII Symposium on Virtual Reality. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

TRAVIS, F.; SHEAR, J. **Focused Attention, Open Monitoring an Automatic Self-Transcending:** Categories to Organize Meditations from Vedic, Buddhist and Chinese Traditions. Consciousness and Cognition, 19(4), 1110 – 1118, 2010.

TULLIS, T.; ALBERT, B. **Measuring the User Experience:** Collecting, Analysing and Presenting Usability Metrics. USA: Elsevier, 2008.

VAN DER LINDEN, J. **Ergonomia e Design:** Prazer, Conforto e Risco no Uso de Produtos. Porto Alegre: Ed. UniRitter, 2007.

VAN DER ZWAN, J. E. *et al.* **The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback Training on Mental Health of Pregnant and Non-Pregnant Women: A Randomized Controlled Trial.** International Journal of Environmental Research and Public Health, 16, 1051, doi:10.3390/ijerph16061051, 2019.

VELÁZQUEZ, F. F.; LOZANO, G. M.; ESCALANTE, J. N. **Manual de Ergonomia.** Madrid: Fundación MAPFRE, 1995.

VIDAL, M. C. **Guia para Análise Ergonômica do Trabalho na Empresa: Uma Metodologia Realista, Ordenada e Sistemática.** Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2008.

VIETA, M. **Rethinking Life Online: The Interacional Self as a Theory for Internet Mediated Communication.** Iowa Journal of Communication, 37.1., 27 – 58, 2005.

WITMER, B.G.; SINGER, M.J. **Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire.** Presence: Teleoperators and Virtual Environments 7 (3): 225–40, 1998.

ZEIDAN, F. *et al.* **Brain Mechanisms Supporting the Modulation of Pain by Mindfulness Meditation.** The Journal of Neuroscience, 31(14), 5540 – 5548, 2011.

ZEIER, H. **Biofeedback and Self-Regulation,** 9: 497, 1984.
<<https://doi.org/10.1007/BF01000565>>

ZETEHAKU, A. C. *et al.* **Diretrizes Gerais para a Realização do Eletroencefalograma.** In: RIOS-POHL, L.; YACUBIAN, E. M. T. O ABC de um Registro Eletroencefalográfico: da Teoria à Prática Clínica. São Paulo: Leitura Médica, 2016.

ZUTTIN, R. S. *et al.* **Avaliação da Modulação Autonômica da Frequência Cardíaca nas Posturas Supina e Sentada de Homens Jovens Sedentários.** Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 12, n. 1, p. 7 – 12, jan/fev 2008.

APÊNDICE A – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M1 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia	6º Dia	7º Dia
Number of values	461	1851	1293	776	379	379	356
Minimum	68.00	80.00	78.00	64.00	51.00	51.00	56.00
25% Percentile	84.00	98.00	88.00	84.00	85.00	85.00	75.00
Median	86.00	100.0	91.00	86.00	86.00	86.00	77.00
75% Percentile	87.00	102.0	93.00	88.00	88.00	88.00	80.00
Maximum	94.00	111.0	99.00	99.00	119.0	119.0	106.0
Mean	85.33	99.85	90.38	85.89	86.27	86.16	77.30
Std. Deviation	2.833	3.368	4.241	3.809	5.168	5.418	4.315
Std. Error	0.1320	0.07829	0.1179	0.1367	0.2655	0.2783	0.2287
Lower 95% CI of mean	85.07	99.70	90.15	85.63	85.75	85.61	76.85
Upper 95% CI of mean	85.59	100.0	90.62	86.16	86.80	86.71	77.75
KS normality test							
KS distance	0.1208	0.09810	0.1209	0.1230	0.1961	0.1971	0.1228
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
D'Agostino & Pearson omnibus normality test							
K2	61.28	358.6	68.85	58.76	161.6	114.2	93.93
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
Coefficient of variation	3.32%	3.37%	4.69%	4.43%	5.99%	6.29%	5.58%
Sum	39339	184827	116867	66654	32698	32654	27519

APÊNDICE B - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M2 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia	6º Dia	7º Dia
Number of values	1412	1339	1498	1300	1377	1144	1200
Minimum	58.00	80.00	76.00	65.00	56.00	64.00	51.00
25% Percentile	78.00	93.00	89.00	88.00	94.00	80.00	79.00
Median	81.00	97.00	92.00	92.00	97.00	84.00	92.00
75% Percentile	84.00	100.0	95.00	96.00	101.0	87.00	106.0
Maximum	113.0	116.0	102.0	106.0	109.0	95.00	119.0
Mean	81.58	96.58	91.60	91.96	96.57	83.63	92.38
Std. Deviation	5.650	5.385	4.041	5.370	6.294	5.024	15.80
Std. Error	0.1504	0.1472	0.1044	0.1489	0.1696	0.1485	0.4562
Lower 95% CI of mean	81.29	96.29	91.40	91.67	96.23	83.33	91.48
Upper 95% CI of mean	81.88	96.87	91.81	92.26	96.90	83.92	93.28
KS normality test							
KS distance	0.1020	0.06329	0.1041	0.07494	0.1127	0.07258	0.07753
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
D'Agostino & Pearson omnibus normality test							
K2	400.6	14.12	38.63	153.3	529.5	52.19	78.40
P value	< 0.0001	0.0009	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
Coefficient of variation	6.93%	5.58%	4.41%	5.84%	6.52%	6.01%	17.11%
Sum	115192	129320	137218	119554	132972	95667	110856

APÊNDICE C - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M3 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia	6º Dia	7º Dia
Number of values	217	1038	1161	1310	1150	1134	1134
Minimum	81.00	53.00	51.00	51.00	56.00	59.00	59.00
25% Percentile	98.00	75.00	73.00	73.00	77.00	74.00	74.00
Median	101.0	82.00	79.00	81.00	82.00	78.00	78.00
75% Percentile	106.0	88.00	84.00	89.00	87.00	83.00	83.00
Maximum	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	113.0	113.0
Mean	102.4	81.35	79.14	81.97	81.81	78.23	78.23
Std. Deviation	7.723	8.978	11.00	13.42	7.351	6.094	6.094
Std. Error	0.5243	0.2787	0.3229	0.3707	0.2168	0.1810	0.1810
Lower 95% CI of mean	101.4	80.81	78.50	81.24	81.39	77.87	77.87
Upper 95% CI of mean	103.5	81.90	79.77	82.70	82.24	78.58	78.58
KS normality test							
KS distance	0.1589	0.06425	0.1191	0.06969	0.06162	0.06139	0.06139
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
D'Agostino & Pearson omnibus normality test							
K2	13.94	51.54	176.9	50.11	74.16	1.746	1.746
P value	0.0009	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.4177	0.4177
Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	Yes	Yes
P value summary	***	***	***	***	***	ns	ns
Coefficient of variation	7.54%	11.04%	13.90%	16.37%	8.99%	7.79%	7.79%
Sum	22228	84444	91877	107383	94083	88712	88712

APÊNDICE D - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M5 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia	6º Dia	7º Dia
Number of values	459	1057	864	796	897	851	289
Minimum	52.00	54.00	55.00	51.00	55.00	51.00	54.00
25% Percentile	68.00	62.00	64.00	57.00	65.00	60.00	64.00
Median	71.00	65.00	66.00	60.00	67.00	62.00	68.00
75% Percentile	74.00	68.00	69.00	62.00	69.00	64.00	72.00
Maximum	86.00	83.00	116.0	73.00	82.00	72.00	106.0
Mean	71.13	65.23	66.57	59.97	67.28	61.76	68.94
Std. Deviation	5.704	4.592	4.480	3.305	3.527	3.370	7.179
Std. Error	0.2663	0.1412	0.1524	0.1172	0.1178	0.1155	0.4223
Lower 95% CI of mean	70.60	64.95	66.27	59.74	67.05	61.54	68.11
Upper 95% CI of mean	71.65	65.50	66.87	60.20	67.51	61.99	69.77
KS normality test							
KS distance	0.07935	0.09472	0.1123	0.08370	0.09915	0.06744	0.1344
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
D'Agostino & Pearson omnibus normality test							
K2	3.953	108.6	487.0	7.981	55.86	1.767	70.98
P value	0.1386	< 0.0001	< 0.0001	0.0185	< 0.0001	0.4133	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	Yes	No	No	No	No	Yes	No
P value summary	ns	***	***	*	***	ns	***
Coefficient of variation	8.02%	7.04%	6.73%	5.51%	5.24%	5.46%	10.41%
Sum	32647	68943	57517	47734	60350	52560	19923

APÊNDICE E - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M6 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia	6º Dia	7º Dia
Number of values	585	747	1180	952	675	1019	680
Minimum	61.00	57.00	65.00	55.00	59.00	66.00	65.00
25% Percentile	71.00	66.00	83.00	65.00	75.00	77.00	75.00
Median	74.00	69.00	86.00	68.00	79.00	80.00	77.00
75% Percentile	77.00	73.00	89.00	72.00	83.00	84.00	81.00
Maximum	97.00	92.00	107.0	94.00	99.00	98.00	97.00
Mean	74.39	69.82	85.89	69.26	79.19	80.36	77.61
Std. Deviation	5.427	5.389	5.465	5.754	5.751	5.121	5.341
Std. Error	0.2244	0.1972	0.1591	0.1865	0.2213	0.1604	0.2048
Lower 95% CI of mean	73.95	69.43	85.58	68.89	78.75	80.04	77.21
Upper 95% CI of mean	74.83	70.20	86.21	69.63	79.62	80.67	78.01
KS normality test							
KS distance	0.07788	0.08890	0.05758	0.1062	0.06209	0.05429	0.07059
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
D'Agostino & Pearson omnibus normality test							
K2	27.78	84.46	23.56	181.1	7.537	0.7511	17.80
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0231	0.6869	0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	Yes	No
P value summary	***	***	***	***	*	ns	***
Coefficient of variation	7.29%	7.72%	6.36%	8.31%	7.26%	6.37%	6.88%
Sum	43520	52152	101354	65935	53450	81882	52776

APÊNDICE F - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS BATIMENTOS CARDÍACOS DE M10 DURANTE O TREINO DE RESILIÊNCIA®

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia	6º Dia	7º Dia
Number of values	918	974	981	881	952	879	752
Minimum	61.00	65.00	59.00	56.00	60.00	56.00	67.00
25% Percentile	69.00	71.00	66.00	61.00	66.00	68.00	71.00
Median	71.00	73.00	68.00	63.00	69.00	70.00	73.00
75% Percentile	73.00	75.00	70.00	65.00	71.00	73.00	75.00
Maximum	84.00	88.00	85.00	77.00	107.0	118.0	83.00
Mean	70.84	73.23	68.09	62.97	69.27	71.05	73.39
Std. Deviation	3.207	3.026	3.300	2.860	4.847	5.913	3.130
Std. Error	0.1059	0.09697	0.1054	0.09634	0.1571	0.1994	0.1141
Lower 95% CI of mean	70.63	73.04	67.88	62.78	68.96	70.65	73.17
Upper 95% CI of mean	71.05	73.42	68.29	63.16	69.58	71.44	73.62
KS normality test							
KS distance	0.09504	0.1239	0.09525	0.1104	0.1367	0.1509	0.1192
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
D'Agostino & Pearson omnibus normality test							
K2	41.03	143.7	105.2	77.17	553.6	684.8	39.08
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No						
P value summary	***	***	***	***	***	***	***
Coefficient of variation	4.53%	4.13%	4.85%	4.54%	7.00%	8.32%	4.26%
Sum	65030	71327	66792	55480	65943	62449	55192

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

Estudo para a Avaliação de Sistema de Realidade Virtual

Este questionário tem como objetivo avaliar aspectos do comportamento do usuário bem como obter informações sobre as emoções no projeto, desenvolvimento e avaliação de sistemas de Realidade Virtual.

*Obrigatório

1. Qual seu nome? *

2. Qual a sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 18 anos
- De 18 a 25 anos
- De 26 a 35 anos
- De 36 a 45 anos
- Acima de 45 anos

3. Gênero *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
- Feminino

4. Qual o seu país?

5. Em que cidade você mora? *

6. Nível de instrução *

Marcar apenas uma oval.

- Ensino Fundamental Incompleto
- Ensino Fundamental Completo
- Ensino Médio Incompleto
- Ensino Médio Completo
- Ensino Superior Incompleto
- Ensino Superior Completo
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

7. Há quanto tempo você trabalha na empresa?

8. Há quanto tempo você desempenha a função de motorista de ônibus? *

9. Você já fez uso de um sistema de Realidade Virtual? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

10. Em que situação você já fez uso da Realidade Virtual? *

Marcar apenas uma oval.

Jogos Digitais

Entretenimento

Educação para o Trânsito

Medicina/Saúde

Militar

Aviação

Indústria

Arquitetura

Arte

Moda

Pornô

Outro: _____

11. Com que frequência você utiliza a Realidade Virtual? *

Marcar apenas uma oval.

Raramente

Anualmente

Semestralmente

Trimestralmente

Mensalmente

Semanalmente

Mais de uma vez por semana

Todos os dias

12. Se você usa para jogar, você prefere:

Marcar apenas uma oval.

Jogar online (em rede)

Jogar offline

Usabilidade do Sistema de Realidade Virtual

13. **Você teve dificuldade de manuseio com algum dispositivo na hora de usar a Realidade Virtual? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

14. **Qual?**

15. **Fale sobre a sua principal dificuldade durante o uso da Realidade Virtual ***

16. **Que tipos de comando você teve mais dificuldade de executar com o uso da Realidade Virtual? ***

Marcar apenas uma oval.

- Movimentos de cabeça
 Movimento de pernas
 Movimentos de braço
 Movimentos de pega (mãos)
 Apontar
 Expressões faciais
 Outro: _____

17. **Você conseguiu identificar facilmente o que precisava fazer? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

18. **Como você avalia a execução da tarefa usando o sistema de Realidade Virtual? ***

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Extremamente fácil Extremamente difícil

19. **Como você avalia o grau de dificuldade para desfazer uma ação já realizada usando a Realidade Virtual? Diga como você julga desfazer uma ação ou comando ***

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Extremamente fácil Extremamente difícil

20. **Você acha que domina o uso do sistema?**

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

21. **Como você se sente em relação ao nível de segurança do sistema? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nem um pouco seguro	<input type="radio"/>	Totalmente seguro				

22. **Como você avalia o nível de dificuldade para um usuário iniciante? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Extremamente difícil	<input type="radio"/>	Extremamente fácil				

23. **Como você avalia o nível de dificuldade para um trabalhador mais especializado, com maior experiência? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Extremamente difícil	<input type="radio"/>	Extremamente fácil				

24. **Você acha que um trabalhador mais experiente usaria esse sistema com frequência? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

25. **Por que?**

26. **Como você avalia sua satisfação de uso? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito ruim	<input type="radio"/>	Bastante satisfeito				

Características da Tarefa Realizada

27. Na sua opinião, é possível realizar a tarefa: **Marcar apenas uma oval.*

- Sozinho
- Parcialmente sozinho e parcialmente em grupo
- Em grupo
- Outro: _____

28. Alguma coisa na tarefa te chamou atenção? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

29. O quê? *

30. Você conseguiu perceber facilmente o que precisava fazer? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

31. Você conseguiu se concentrar o suficiente para executar a tarefa? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

32. A tarefa foi prejudicada pela tecnologia utilizada? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

33. Por que?

34. A tarefa seria melhor realizada caso fosse apresentada de modo diferente na tela? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

35. Por que?

Experiência do Usuário com o Sistema de Realidade Virtual

36. Na sua opinião, usar a Realidade Virtual no treinamento foi uma surpresa? Foi além das expectativas?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

37. Quando você soube que ia usar um sistema de Realidade Virtual, qual foi a sua maior expectativa?

38. Quanto ao nível de realismo, você considera esse sistema de Realidade Virtual: *

Marcar apenas uma oval.

- 1 2 3 4 5
-
- Nada envolvente Totalmente envolvente
-

39. Como você se sentiu ao usar o sistema de Realidade Virtual? *

Marque todas que se aplicam.

- Curioso
- Confuso
- Irritado
- Com medo
- Assustado
- Incomodado
- Tenso
- Preocupado
- Eufórico
- Feliz
- Alegre
- Grato
- Orgulhoso
- Esperançoso
- Tranquilo
- Outro: _____

40. Como você se percebeu ao usar a Realidade virtual? *

Marque todas que se aplicam.

- Completamente envolvido naquilo que estava fazendo (focado, concentrado)
- Sensação de êxtase ou de estar fora da realidade
- Sensação de saber o que estava fazendo e quão bem estava fazendo
- Sensação de que as habilidades estavam adequadas à tarefa
- Sensação de serenidade (de crescimento além do próprio eu e sem preocupações consigo mesmo)
- Sensação de intemporalidade (sensação de que se passaram horas em apenas um minuto, embora esteja completamente focado no presente)
- Motivado (recompensado)
- Outro: _____

41. Diga se o sistema de Realidade Virtual conseguiu satisfazer alguma das suas necessidades psicológicas. Qual/quais? Marque nas opções abaixo.

Marque todas que se aplicam.

- Independência
- Orgulho
- Confiança
- Coragem
- Poder
- Justiça
- Realização
- Reconhecimento/Valorização
- Recordação
- Solução de Problemas
- Motivação
- Diversão
- Pertencimento Social
- Imagem Pessoal

42. A Realidade Virtual conseguiu atrair a sua atenção? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

43. Em relação ao desafio, como você percebe esse sistema de Realidade Virtual? *

Marcar apenas uma oval.

- 1 2 3 4 5
-
- Nada desafiador Totalmente desafiador

44. Quanto à diversão, você considera esse sistema de Realidade Virtual: *

Marcar apenas uma oval.

- 1 2 3 4 5
-
- Um tédio Extremamente divertido

45. Em que medida você considera o sistema de RV agradável? *

Marcar apenas uma oval.

- 1 2 3 4 5
-
- Irritante Extremamente prazeroso

46. Quais dos seguintes aspectos contribuíram para uma experiência prazerosa com o sistema de RV? *

Marque todas que se aplicam.

- Imersão
- Presença
- Envolvimento
- Interação
- Controle consciente
- Controle inconsciente
- Ritmo
- Atenção
- Jogo
- Estilo da narrativa (estória)
- Beleza (estética)
- Outro: _____

47. Quanto à beleza (estética), você considera esse ambiente de Realidade Virtual: *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Horível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Belíssimo

48. Por que?

49. Você considera esse sistema de Realidade Virtual emocionalmente adequado à função que está sendo treinada? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Nem um pouco adequado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente adequado

50. Você considera que esse sistema de Realidade Virtual incentiva a criatividade? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Nem um pouco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Bastante

51. **Em que medida você se sente motivado com o sistema de Realidade Virtual a ponto de suportar um maior esforço físico, visual e/ou mental? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Baixíssimo motivado	<input type="radio"/>	Extremamente motivado				

52. **Na sua opinião, em que medida o sistema contribui para o treinamento? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada	<input type="radio"/>	Totalmente				

53. **Quanto ao nível de interesse, você considera o ambiente de Realidade Virtual: ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada interessante	<input type="radio"/>	Extremamente interessante				

54. **Você acha que esse sistema de Realidade Virtual vai continuar interessante após ser utilizado várias vezes? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

55. **Na sua opinião, o uso da Realidade Virtual traz alguma vantagem, benefício ou lucro para a empresa? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

56. **Por que?**

57. **Na sua opinião, o quanto compensa usar a Realidade Virtual para o treinamento dos funcionários da empresa? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Não compensa	<input type="radio"/>	Compensa bastante				

Outras Considerações para o Projeto e Redesign do Sistema de Realidade Virtual

58. Qual dos ambientes de RV você mais gostou?

Marcar apenas uma oval.

- e.Motion (assalto a ônibus)
- Relax'n VR (treino de relaxamento)

59. Quais os principais pontos positivos desse ambiente de RV?

60. Quais os principais pontos negativos do ambiente de RV que não foi escolhido?

61. Na sua opinião, o que torna o produto atraente para o consumidor?

62. Se você pudesse mudar alguma coisa no sistema de Realidade Virtual, o que você mudaria? *

APÊNDICE H – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
 (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o Sr. para participar como voluntário da pesquisa **BIOFEEDBACK E REGULAÇÃO EMOCIONAL: UM ESTUDO SOBRE A EMOÇÃO APLICADA A SISTEMA DE TREINAMENTO EM REALIDADE VIRTUAL**, que está sob a responsabilidade da psicóloga e pesquisadora ANA CAROL PONTES DE FRANÇA, RG 7983447 SDS/PE, doutoranda em Design, Rua General Rafael Guimarães, 379 – Piedade – Jaboatão dos Guararapes – PE, telefones: (81) 99960-9148 / (81) 2126-8907, e-mail: acpsicologa@gmail.com, sob orientação da professora Dra Vilma Villarouco, telefone: (81) 2126-8907, Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign) da UFPE (<https://www.ufpe.br/ppgdesign/>).

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A violência urbana, inclusive situações de assalto à mão armada, presentes no contexto de trabalho dos rodoviários, é uma realidade no exercício da função do motorista de transporte coletivo urbano, que trabalha em contato direto com o público, cujo acesso ao interior do veículo é indistinto.

Em tais situações, o assalto consiste em fator danoso ou potencialmente danoso à saúde mental dos rodoviários, cujo significado pode se caracterizar como um estressor traumático externo, elemento constituinte do quadro de transtorno do estresse pós-traumático (TEPT).

Com o intuito de propor um sistema que atue preventivamente, a Realidade Virtual (RV) pode ser aplicada ao treinamento do trabalhador que estará exposto e vulnerável, de modo a contribuir para que o motorista desenvolva estratégias emocionais para o melhor enfrentamento de situações críticas relacionadas à violência urbana no exercício da função, bem como para a redução da ocorrência do TEPT como causa de acidente de trabalho e para a redução do absenteísmo.

Com o intuito de investigar a relação entre a experiência emocional do usuário, as estratégias de autorregulação e o desempenho do trabalhador em uma situação de treinamento com sistema de RV, esta pesquisa emprega o uso de biomarcadores em uma situação de treinamento com motoristas de transporte coletivo urbano.

Especificamente, busca-se:

- Comparar o que o usuário diz e faz no ambiente virtual enquanto usa o EEG com aquilo que o usuário diz e faz sobre o ambiente virtual no mundo físico;
- Comparar a experiência relatada pelo usuário com a experiência sentida, mensurada por meio dos registros das reações fisiológicas (temperatura corpórea axilar, aferição da pressão arterial e frequência cardíaca) do usuário, antes e depois do uso do sistema;
- Comparar a experiência relatada pelo usuário com as técnicas de sensoriamento galvânico da pele, eletroencefalografia e termografia infravermelha computadorizada, durante o uso do sistema;
- Verificar as possíveis dificuldades encontradas pelos usuários durante a realização da tarefa;
- Identificar a viabilidade da RV para avaliação da experiência emocional do usuário; e
- Avaliar o impacto do treinamento para o usuário depois do uso do sistema de RV.

No treinamento com ambiente sintético, virtual, simulado e controlado, a regulação emocional pode ser obtida pela técnica de meditação, cujos mecanismos de controle da atenção e promoção do estado de relaxamento contribuem para que o usuário desenvolva habilidades emocionais que o permitam lidar melhor com a tensão e a ameaça inerentes aos episódios de violência urbana ocorridos no mundo físico, no exercício da função.

Denominado Treino de Resiliência, o treinamento consiste em intervenções de dez sessões com o uso da RV. Para tal, são adotadas duas estratégias tendo em vista a redução das emoções de valência negativa: (1) a atenção focada e (2) o automonitoramento.

Um eventual risco relacionado a sua participação será algum desconforto decorrente do uso do sistema de RV, tais como tontura e/ou náuseas ou mesmo certo grau de ansiedade relacionado ao ambiente virtual adotado. Se isso ocorrer, você será ouvido, orientado e encaminhado conforme o caso.

Esse treinamento integra mente e corpo, de modo que as pessoas modifiquem como pensam e sentem as próprias experiências. Com a técnica, espera-se que o usuário do sistema de RV desenvolva habilidades emocionais e otimize os recursos

pessoais e sociais de modo a lidar melhor com os estressores ambientais tendo em vista o enfrentamento das demandas de trabalho com níveis elevados de estresse.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora no endereço acima informado pelo período de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cenecs@ufpe.br.**

(assinatura da pesquisadora)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com a pesquisadora responsável, concordo em participar do estudo **BIOFEEDBACK E REGULAÇÃO EMOCIONAL: UM ESTUDO SOBRE A EMOÇÃO APLICADA A SISTEMA DE TREINAMENTO EM REALIDADE VIRTUAL** como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

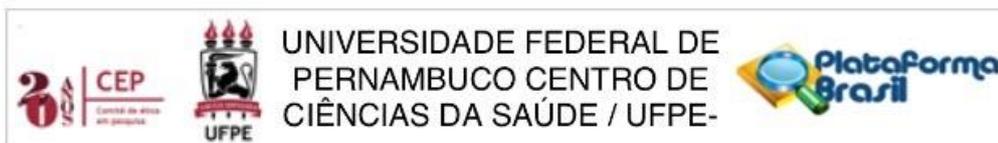
Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: BIOFEEDBACK E REGULAÇÃO EMOCIONAL: UM ESTUDO SOBRE A EMOÇÃO APLICADA A SISTEMA DE TREINAMENTO EM REALIDADE VIRTUAL

Pesquisador: Carol Pontes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 95676518.8.0000.5208

Instituição Proponente: Centro de Artes e Comunicação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

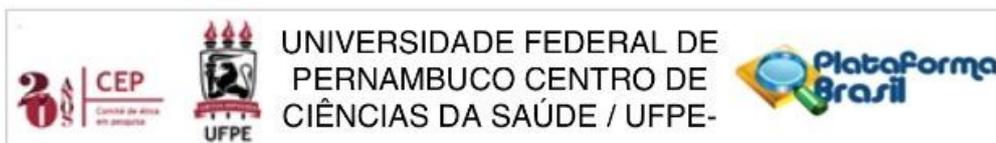
Número do Parecer: 2.937.500

Apresentação do Projeto:

A violência urbana, situações de assalto à mão armada presentes no contexto de trabalho dos rodoviários é uma realidade no exercício da função do motorista de transporte coletivo urbano. Essa situação, compromete a saúde mental como um elemento constituinte do quadro de transtorno do estresse pós-traumático (TEPT). Com o intuito de propor um sistema que atue preventivamente, a Realidade Virtual (RV) pode ser aplicada ao treinamento do trabalhador, de modo a contribuir para que o motorista desenvolva estratégias emocionais para o melhor enfrentamento de situações críticas relacionadas à violência urbana e assim, redução da ocorrência do TEPT como causa de acidente de trabalho e para a redução do absenteísmo.

Metodologia: Estudo de caso 1 – registro temporal da experiência sentida (atividade cerebral) obtida por meio do EEG durante o uso do sistema de RV. Estudo de caso 2 – análise comparativa da experiência relatada (obtida por meio de questionário após o uso da RV) com a experiência sentida pelo usuário do sistema de RV (obtidas por meio do avatar e dos marcadores biológicos). Estudo de caso 3 – análise comparativa do desempenho do usuário antes e após o treinamento com o sistema de RV (obtida por meio da avaliação dos marcadores biológicos antes e depois do uso do sistema). Em que se busca comparar: 1) os registros videografados das ações do usuário durante o uso do sistema, com 2) os registros obtidos na experiência relatada e com 3) os registros obtidos na experiência sentida pelo usuário. Para tal, serão empregados: 1) questionário; 2) aferição das reações fisiológicas; 3) eletroencefalograma (EEG); 4) sensoriamento galvânico de pele (GSR); e 5)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.937.500

termografia infravermelha computadorizada.

Objetivo da Pesquisa:

Geral: Investigar a relação entre a experiência emocional do usuário, as estratégias de autorregulação e o desempenho do trabalhador em uma situação de treinamento com sistema de Realidade Virtual (RV).

Específicos:

- Comparar o que o usuário diz e faz no ambiente virtual enquanto usa o EEG com aquilo que o usuário diz e faz sobre o ambiente virtual no mundo físico; - Comparar a experiência relatada pelo usuário com a experiência sentida, mensurada por meio dos registros das reações fisiológicas (temperatura corpórea axilar, aferição da pressão arterial e frequência cardíaca) do usuário, antes e depois do uso do sistema; - Comparar a experiência relatada pelo usuário com as técnicas de sensoriamento galvânico da pele, eletroencefalografia e termografia infravermelha computadorizada, durante o uso do sistema; - Verificar as possíveis dificuldades encontradas pelos usuários durante a realização da tarefa; - Identificar a viabilidade da RV para avaliação da experiência emocional do usuário; e Avaliar o impacto do treinamento para o usuário depois do uso do sistema de RV.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

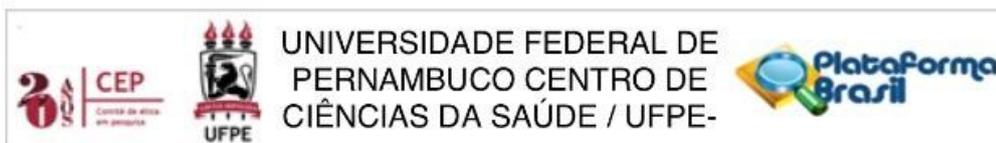
Riscos: um eventual risco relacionado à participação no estudo será algum desconforto decorrente do uso do sistema de RV, tais como tontura e/ou náuseas ou mesmo certo grau de ansiedade relacionado ao ambiente virtual adotado. Como a empresa onde será realizado o estudo dispõe de ambulatório médico, o participante será ouvido, orientado e/ou encaminhado caso haja necessidade.

Benefícios: espera-se que o usuário do sistema de RV desenvolva habilidades emocionais e otimize os recursos pessoais e sociais de modo a lidar melhor com os estressores ambientais tendo em vista o enfrentamento das demandas de trabalho com níveis elevados de estresse.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo é relevante apresentando a combinação da ciência cognitiva e da neurociência cognitiva à ergonomia tradicional, que surge como alternativa à avaliação e desenvolvimento de produtos e sistemas de RV de modo a contribuir para o entendimento dos circuitos neurais envolvidos na

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.937.500

realização de tarefas específicas, tendo em vista um melhor desempenho.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos apresentados pela pesquisadora estão adequados, dentro da norma estabelecida pelo sistema CEP/CONEP.

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nenhuma

Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

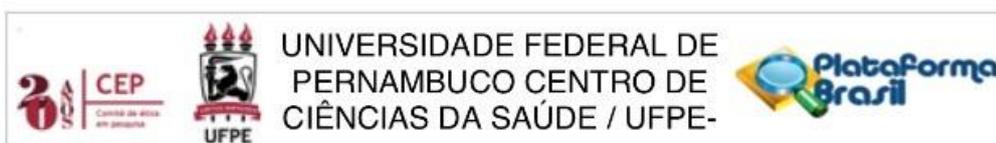
Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS N° 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS N° 466/12).

O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS N° 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Endereço: Av. da Engenharia s/n° - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.937.500

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1181622.pdf	09/08/2018 19:17:22		Aceito
Outros	Historico_SIGA_UFPE.pdf	09/08/2018 18:50:46	Carol Pontes	Aceito
Orçamento	Orcamento_do_Projeto.pdf	09/08/2018 18:36:59	Carol Pontes	Aceito
Cronograma	Cronograma_do_Projeto.pdf	09/08/2018 18:35:09	Carol Pontes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_da_TESE_Neurofeedback_e_Biofeedback_na_usabilidade_de_sistemas_de_RV_final.pdf	09/08/2018 18:33:14	Carol Pontes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Pesquisa_RV.pdf	08/08/2018 17:37:07	Carol Pontes	Aceito
Outros	Lattes_Breno_Jose_Andrade_de_Carvalho.pdf	08/08/2018 16:14:38	Carol Pontes	Aceito
Outros	Lattes_Gabriel_Henrique_Albuquerque_Lins.pdf	01/08/2018 15:18:03	Carol Pontes	Aceito
Outros	Lattes_Ubirakitan_Maciel_Monteiro.pdf	01/08/2018 15:17:05	Carol Pontes	Aceito
Outros	Lattes_Vilma_Maria_Villarouco_Santos.pdf	01/08/2018 15:04:37	Carol Pontes	Aceito
Outros	Lattes_Ana_Carol_Pontes_de_Franca.pdf	01/08/2018 15:03:26	Carol Pontes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia.pdf	01/08/2018 14:56:06	Carol Pontes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Uso_de_Dados.pdf	01/08/2018 14:53:34	Carol Pontes	Aceito
Outros	Doutorado_Comprovante_de_Matricula.pdf	01/08/2018 14:24:37	Carol Pontes	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_CONFIDENCIALIDADE.pdf	01/08/2018 14:11:24	Carol Pontes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Assinada.pdf	01/08/2018 13:42:51	Carol Pontes	Aceito

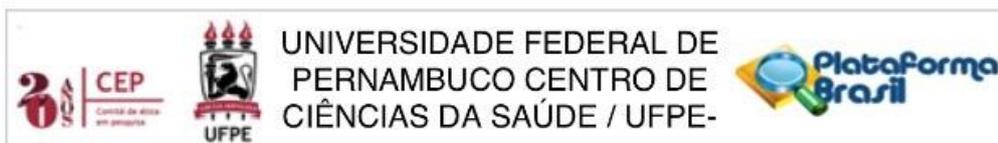
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.937.500

RECIFE, 04 de Outubro de 2018

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br