

ANO
2018

RENATO HARTMANN GRIMES | SISTEMA BIOMÉDICO (COM JOGO SÉRIO E DISPOSITIVO ESPECIAL) PARA REABILITAÇÃO
RESPIRATÓRIA

Reabilitação Respiratória (RR) é o processo da área da saúde usado para tratar pacientes com disfunções respiratórias. Trabalhos relatam que esse processo tende a exigir uma abordagem sistemática, repetitiva e de longo prazo, acarretando na redução da adesão ao tratamento pelos pacientes. Uma alternativa para elevar o engajamento dos pacientes pode advir do uso de jogos digitais, mais especificamente de Jogos Sérios (JS), uma classe de jogo que é desenvolvida para um objetivo específico, com participação de especialistas que orientam as condições de como o jogo deve intervir no objetivo. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um Sistema Biomédico (SB) para auxiliar a RR por meio de um hardware específico e um JS, com envolvimento e avaliação da percepção de utilidade por profissionais envolvidos na área da RR. Concebeu-se um JS que contempla cinco medidas do processo respiratório (pico expiratório e inspiratório, duração da expiração e inspiração, e frequência respiratória) com envolvimento de 106 atores (sendo 85 entendidos sobre RR) em 15 avaliações onde a última, com um grupo de 32 profissionais de fisioterapia, foi avaliado em 4,1 (numa escala de 1 a 5) como potencial de utilidade para auxiliar na RR. Conclui-se que o sistema biomédico com jogo sério e dispositivo medidor de fluxo respiratório desenvolvido tem bom potencial para auxiliar na reabilitação respiratória.

Orientador: Marcelo da Silva Hounsell

Joinville, 2018



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**SISTEMA BIOMÉDICO (COM JOGO
SÉRIO E DISPOSITIVO ESPECIAL)
PARA REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA**

RENATO HARTMANN GRIMES

JOINVILLE, 2018

RENATO HARTMANN GRIMES

SISTEMA BIOMÉDICO (COM JOGO SÉRIO E DISPOSITIVO ESPECIAL) PARA REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. PhD. Marcelo da Silva Hounsell

JOINVILLE

2018

Grimes, Renato Hartmann
Sistema Biomédico (com Jogo Sério e Dispositivo Especial) para Reabilitação Respiratória / Renato Hartmann Grimes. -- Joinville , 2018.
189 p.

Orientador: Marcelo da Silva Hounsell
Dissertação (Mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Elétrica, Joinville, 2018.

1. jogo sério. 2. sistema biomédico. 3. reabilitação respiratória. 4. game design. I. Hounsell, Marcelo da Silva. II. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação. III. Título.

I Blue It: Um Sistema Biomédico
com Jogo Sérió e Dispositivo Especial para Reabilitação Respiratória

por

Renato Hartmann Grimes

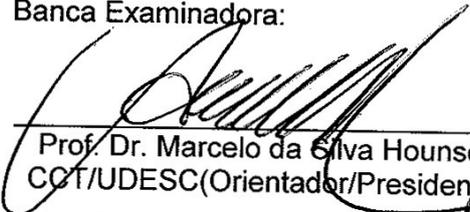
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

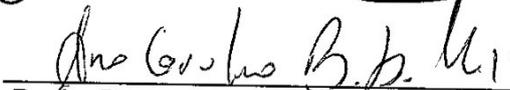
MESTRE EM ENGENHARIA ELÉTRICA

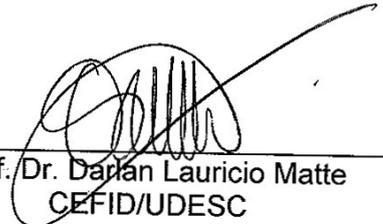
Área de concentração em "Automação de Sistemas"
e aprovada em sua forma final pelo

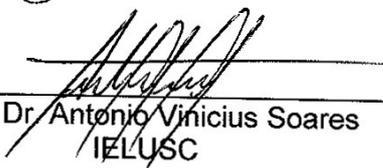
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA ELÉTRICA
DO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Marcelo da Silva Hounsell
CCT/UDESC (Orientador/Presidente)


Profa. Dra. Ana Carolina Bertoletti De
Marchi - UPF


Prof. Dr. Darlan Laurício Matte
CEFID/UDESC


Prof. Dr. Antônio Vinícius Soares
IELUSC

Joinville, SC, 31 de agosto de 2018.

Espero que este mero e pequeno empurrão nas costas da ciência possa contribuir para o bem de todos que aproveitarem, direta ou indiretamente, o conhecimento proveniente desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha eterna gratidão ao meu pais, Rubens e Ângela Grimes, por me proporcionarem apoio desde o início desta jornada, sem nunca negado qualquer necessidade. Agradeço aos meus tios Sérgio e Rosmari Rodrigues, e a minha prima Lillian Rodrigues, por terem me acolhido em Joinville, facilitando meus primeiros passos e adaptação na cidade. Agradeço a Lorena Martins por fazer jus ao título de melhor amiga, pela atenção nos momentos difíceis.

Expresso minha gratidão ao meu orientador, Professor Marcelo da Silva Hounsell, pelo acolhimento, paciência, incentivo, apoio, amizade e suas acuradas orientações, principalmente as que não eram sobre o projeto. Jamais irei parar de buscar evoluir-me e sempre lembrarei de sua postura e ensinamentos em meus trabalhos futuros.

Agradeço a Professora Isabela Gasparini pela amizade, orientações, ensinamentos de IHC e por me considerar na organização do evento IHC 2017. Agradeço também ao grupos LARVA e GASR da UDESC pelo apoio técnico. Agradeço pela ajuda de Adam Mews por desenvolver os *minigames* durante seu estágio de Iniciação Científica.

Agradeço pela participação, orientação e apoio dos Professores Helton Eckermann da Silva, Antônio Vinícius Soares, Fabrício Noveletto, Fabiano Luis Schwingel, Tiago Neves Veras, Renata Maba, Helio Roesler e a todos que se envolveram no projeto.

Agradeço ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP) da Universidade do Estado de Santa Catarina, à Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC), à Fundação Instituto Tecnológico de Joinville (FITEJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio educacional e financeiro a este projeto.

*“Above all, video games are meant to just
be one thing: Fun for everyone.”*

Satoru Iwata (1959 – 2015)

RESUMO

GRIMES, Renato Hartmann. **Sistema Biomédico (com Jogo Sério e Dispositivo Especial) para Reabilitação Respiratória**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica - Área: Automação de Sistemas). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Joinville, 2018. 189 p.

A Organização Mundial da Saúde informa que doenças respiratórias são responsáveis por diversas incapacidades e por 5 das 30 causas mais comuns de mortes em todas as regiões do mundo. A Reabilitação Respiratória (RR) é o processo usado para tratar pacientes com doenças respiratórias. Esse processo exige uma abordagem sistemática, repetitiva e de longo prazo, acarretando na redução da adesão ao tratamento pelos pacientes. Uma alternativa para elevar o engajamento dos pacientes pode advir do uso de jogos digitais, mais especificamente de Jogos Sérios (JS), uma classe de jogos que é desenvolvida para um objetivo específico, com participação de especialistas. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um Sistema Biomédico (SB) para auxiliar a RR por meio de um *hardware* específico e um JS, com envolvimento e avaliação por profissionais da área de RR. Foram usadas metodologias de *design* de JS, *design* participativo e questionário para avaliar a percepção de utilidade do SB. Desenvolveu-se (i) um processo de *design* de JS, (ii) um SB com JS chamado "I Blue It", (iii) um *hardware* medidor de fluxo respiratório, apelidado de *PITACO*, e (iv) uma versão melhorada do *Serious Exergame Utility Questionnaire*. Frequentemente eram avaliadas mecânicas de jogo como estímulos para manobras respiratórias, onde parte destas obtiveram bons resultados. Concebeu-se um JS que contempla cinco medidas do processo respiratório (pico expiratório e inspiratório, duração da expiração e inspiração, e frequência respiratória) com envolvimento de 106 atores (sendo 85 entendidos sobre RR) em 15 avaliações onde a última, com um grupo de 32 profissionais de fisioterapia, foi avaliado em 4,1 (numa escala de 1 a 5) como potencial de utilidade para auxiliar na RR. Conclui-se que o sistema biomédico com jogo sério e dispositivo medidor de fluxo respiratório desenvolvido tem bom potencial para auxiliar na reabilitação respiratória.

Palavras-chaves: jogo sério, sistema biomédico, reabilitação respiratória, *game design*.

ABSTRACT

The World Health Organization reports that respiratory diseases account for several disabilities and for 5 of the 30 most common causes of death in the world. Respiratory Rehabilitation (RR) is the process used to treat patients with respiratory diseases. This process requires a systematic, repetitive and long-term approach, leading to a reduction in adherence to treatment by patients. An alternative to raise patient engagement may come from the use of digital games, the Serious Games (SG), a class of games developed for a specific purpose with participation of experts in a specific topic. The aim of this research was to develop a Biomedical System (BS) to assist RR, with involvement and evaluation by professionals of RR. SG design methodologies, participatory design and questionnaire were used to evaluate the utility perception of the BS. A SG (i) design process, a (ii) BS with SG named I Blue It, a (iii) respiratory flow meter hardware named "PITACO", and (iv) an improved version of the Serious Exergame Utility Questionnaire were developed. The game mechanics were often evaluated as stimuli for respiratory maneuvers, where some of them obtained good results. The SG contemplates five measurements on the respiratory process (expiratory and inspiratory peak, duration of expiration and inspiration, and respiratory rate) that was evaluated by 106 actors (where 85 were from RR) in 15 evaluations where the last one, with a group of 32 physiotherapy experts, was evaluated at 4.1 (on a scale from 1 to 5) as a potential aid to RR. It was possible to conclude that the BS with SG and the special device has a good potential to aid in respiratory rehabilitation.

Key-words: serious game, biomedical system, respiratory rehabilitation, game design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Arduino versão Nano R3	37
Figura 2 – Sensor de pressão diferencial MPX5010DP	37
Figura 3 – Ilustração da zona do <i>flow</i>	39
Figura 4 – Divisão das etapas da metodologia PEED	41
Figura 5 – Tendência de pesquisas desde 2007	51
Figura 6 – Distribuição por objetivos dos trabalhos (n = 17)	53
Figura 7 – Distribuição por testes clínicos (n = 8)	55
Figura 8 – Distribuição por populações atendidas (n = 17)	55
Figura 9 – Distribuição por participação de entendidos na condução da pesquisa (n = 17)	56
Figura 10 – Funcionalidades para especialistas (n = 15)	57
Figura 11 – Tela do minigame River Crossing em Breathe	58
Figura 12 – Tela do jogo Wind Runners	59
Figura 13 – Tela do jogo Flappy Breath	59
Figura 14 – Imagem do jogo Chillfish	60
Figura 15 – Fluxograma do processo de <i>design</i> do “I Blue It”	64
Figura 16 – Ilustração do impacto de novas condições nas versões do GDD	67
Figura 17 – Dispositivo Especial PITACO	71
Figura 18 – Sinal gerado por pico expiratório (esquerda) e pico inspiratório (direita)	72
Figura 19 – Sinal gerado pela manutenção da expiração (esquerda) e manutenção da inspiração (direita)	73
Figura 20 – Sinal gerado frequência respiratória durante 60 segundos	73
Figura 21 – Sequência de comunicação serial ARDUINO-UNITY	74
Figura 22 – Tela do modo Plataforma	76
Figura 23 – Navegabilidade do <i>I Blue It</i>	77
Figura 24 – Modos de jogo disponíveis em <i>I Blue It</i>	78
Figura 25 – Telas do jogo do Bolo	81
Figura 26 – Tela do jogo Copo D’Água	82
Figura 27 – Tela do jogo Frutas	83
Figura 28 – Fluxograma da apresentação do protótipo	88
Figura 29 – Protocolo de avaliação usado com múltiplos entrevistados.	97
Figura 30 – Protocolo de avaliação usado com entrevistado individual.	97
Figura 31 – Modelo de resistência usando tampa de PVC com furo de 5mm	112
Figura 32 – Colisão dos obstáculos (em verde), antes e depois.	113
Figura 33 – As setas indicam o caminho que o jogador deve percorrer para desviar dos obstáculos.	113

Figura 34 – Condições atendidas 118

Figura 35 – Conjunto de objetos resultantes do arquivo de configuração de ma-
nobras personalizado 178

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de artigos obtidos após aplicação dos critérios de seleção	51
Tabela 2 – Artigos encontrados através do mapeamento, após os critérios de seleção	52
Tabela 3 – Funcionalidades do I Blue It (NI = Não Identificado)	61
Tabela 4 – Transição da dificuldade do <i>I Blue It</i>	79
Tabela 5 – Resumo das avaliações dos protótipos PBF e PMF.	88
Tabela 6 – Resultados gerais das avaliações dos UFEs (n=7) com SEU-Q ₁ . .	92
Tabela 7 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com UFEs .	93
Tabela 8 – Resultados gerais das avaliações com ETDs (n=9) com SEU-Q ₁ . .	94
Tabela 9 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com a ETD .	95
Tabela 10 – Resumo das avaliações do <i>Release Candidate</i>	96
Tabela 11 – Resultados gerais da iteração com alunos de medicina (n=42) . . .	99
Tabela 12 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com UFEs, alunos de medicina	99
Tabela 13 – Resultados gerais da iteração com alunos de fisioterapia (n=32) . .	100
Tabela 14 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com UFEs, alunos de fisioterapia	101
Tabela 15 – Resultados gerais da iteração com a ETD (n=9)	102
Tabela 16 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com a ETD .	103
Tabela 17 – Resumo das observações com UFA	104

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CSV *Comma-Separated Values*

DP Design Participativo

DPOC Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

ETD Equipe Técnica de Desenvolvimento

GDD *Game Design Document*

JD Jogo Digital

JS Jogo Sérió

JSA Jogo Sérió Ativo

MBA Mecanismo de Busca Acadêmica

MOLDE *Measure-Oriented Level DEsign*

MSL Mapeamento Sistemático da Literatura

PEED Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio

POP Perguntas Objetivas Participativas

RC *Release Candidate*

RR Reabilitação Respiratória

SEU-Q *Serious Exergames Utility - Questionnaire*

SGDD *Short Game Design Document*

UDESC Universidade do Estado de Santa Catarina

UFA Usuário Final Aprendiz

UFE Usuário Final Entendido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	OBJETIVOS	27
1.1.1	Objetivo Geral	27
1.1.2	Objetivos Específicos	27
1.2	ESCOPO	28
1.3	METODOLOGIA	28
1.4	ESTRUTURA	29
2	CONCEITOS FUNDAMENTAIS	31
2.1	REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA (RR)	31
2.1.1	Patologias Respiratórias	32
2.1.2	Treinamento Muscular Respiratório	33
2.1.3	Medições na Reabilitação Respiratória	34
2.1.3.1	<i>Dispositivos de Medição</i>	34
2.1.3.2	<i>Dispositivos para Reabilitação Respiratória</i>	35
2.2	HARDWARE	37
2.3	JOGOS DIGITAIS (JD)	38
2.3.1	Jogo Sério (JS) e Jogo Sério Ativo (JSA)	38
2.3.2	Teoria do <i>Flow</i>	39
2.4	DESIGN PARTICIPATIVO (DP)	40
2.4.1	Metodologia Maiêutica (M²)	40
2.4.2	Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio (PEED)	41
2.4.3	Perguntas Objetivas Participativas (POP)	42
2.5	<i>GAME DESIGN</i>	42
2.5.1	<i>Game Design Document</i> (GDD)	43
2.5.2	<i>Serious Exergames Utility - Questionnaire</i> (SEU-Q)	44
2.5.3	<i>Measure-Oriented Level DDesign</i> (MOLDE)	45
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	45
3	TRABALHOS RELACIONADOS	47
3.1	REVISÃO DE LITERATURA	47
3.1.1	Frase de Busca	48
3.1.2	CrITÉrios Objetivos de Seleção dos Artigos	48
3.1.3	CrITÉrios Subjetivos de Seleção dos Artigos	49
3.1.4	Dados analisados	49

3.1.5	Dados obtidos	50
3.2	JOGOS RELACIONADOS	57
3.2.1	<i>Breathe</i>	57
3.2.2	<i>Wind Runners</i>	58
3.2.3	<i>Flappy Breath</i>	59
3.2.4	<i>ChillFish</i>	60
3.2.5	Comparação	60
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	61
4	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA BIOMÉDICO COM JOGO SÉRIO	63
4.1	O PROCESSO DE DESIGN DO SISTEMA BIOMÉDICO COM JOGO SÉRIO	63
4.2	PITACO: BIOINSTRUMENTAÇÃO PARA CAPTURA DE FLUXO DE AR	71
4.3	I BLUE IT: UM SISTEMA BIOMÉDICO PARA REABILITAÇÃO RES-PIRATÓRIA	74
4.3.1	Minigames	80
4.3.1.1	<i>Bolo</i>	80
4.3.1.2	<i>Copo D'Água</i>	81
4.3.1.3	<i>Frutas</i>	82
4.4	<i>SERIOUS EXERGAMES UTILITY - QUESTIONNAIRE 2</i>	83
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	85
5	AVALIAÇÕES DE UTILIDADE DO SISTEMA BIOMÉDICO	87
5.1	AVALIAÇÕES DOS PROTÓTIPOS DE BAIXA E MÉDIA FIDELIDADE	87
5.1.1	Avaliação Piloto	89
5.1.2	Avaliação com Fisioterapeuta Hospitalar	90
5.1.3	Avaliação com Fisioterapeuta Clínico B	90
5.1.4	Avaliação com Fisioterapeuta Cardiopulmonar	90
5.1.5	Avaliação com Médico Pneumologista A	91
5.1.6	Avaliação com Fisioterapeuta Clínico C	91
5.1.7	Avaliações dos UFEs	92
5.1.8	Avaliação do protótipo com Estudantes de Mestrado de Jogos Sérios	93
5.2	AVALIAÇÃO DO <i>RELEASE CANDIDATE</i> (PROTÓTIPO FUNCIONAL)	95
5.2.1	Avaliação com Fisioterapeuta Respiratório A	97
5.2.2	Avaliação com Fisioterapeuta Clínico D	98
5.2.3	Avaliação com UFEs de Medicina	98
5.2.4	Avaliação com Médico Pneumologista B	100
5.2.5	Avaliação com UFEs de Fisioterapia	100

5.2.6	Avaliação com ETDs de Análise e Desenvolvimento de Sistemas	101
5.2.7	Avaliação com Fisioterapeuta Respiratório B	103
5.2.8	Observação com UFAs	103
5.2.8.1	<i>Observação Criança A</i>	104
5.2.8.2	<i>Observação Criança B</i>	105
5.2.8.3	<i>Observação Criança C</i>	105
6	DISCUSSÃO	107
6.1	CONSTATAÇÕES DO MAPEAMENTO	107
6.2	PROCESSO DE <i>DESIGN</i> DO SISTEMA BIOMÉDICO	108
6.3	O SISTEMA BIOMÉDICO I BLUE IT	109
6.4	MELHORIA DO SEU-Q	110
6.5	AVALIAÇÕES DO POTENCIAL DE UTILIDADE	110
6.5.1	Avaliação do PBF e PMF com UFE (n=7)	110
6.5.2	Avaliação do PBF e PMF com ETD	111
6.5.3	Avaliação do RC com Fisioterapeuta Respiratório A	112
6.5.4	Avaliação do RC com Fisioterapeuta Clínico D	113
6.5.5	Avaliação do RC com UFEs de medicina	114
6.5.6	Avaliação do RC com Médico Pneumologista B	115
6.5.7	Avaliação do RC com UFEs de fisioterapia	115
6.5.8	Avaliação do RC com ETD de Análise e Desenvolvimento de Sistemas	116
6.5.9	Avaliação do RC com Fisioterapeuta Respiratório B	117
6.5.10	Observação com Crianças	117
6.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	118
7	CONCLUSÕES	119
7.1	TRABALHOS FUTUROS	120
7.1.1	Melhorias	120
7.1.2	Desdobramentos	121
	REFERÊNCIAS	123
	APÊNDICE A – CÁLCULO DAS RESPOSTAS PROVENIENTES DAS PERGUNTAS OBJETIVAS PARTICIPATIVAS	131
	APÊNDICE B – DADOS DOS ARTIGOS OBTIDOS ATRAVÉS DO MAPEAMENTO	135

APÊNDICE C – RESPOSTAS DISCURSIVAS OBTIDAS COM APLICAÇÃO DO SEU-Q	137
APÊNDICE D – SLIDES APRESENTAÇÃO GDD I BLUE IT - PRO-TÓTIPO	143
APÊNDICE E – SLIDES APRESENTAÇÃO GDD I BLUE IT - RELEASE CANDIDATE	151
APÊNDICE F – MANUAL DE MONTAGEM DO PITACO	155
APÊNDICE G – <i>Serious Exergames Utility - Questionnaire</i> (SEU-Q) VERSÃO 2	163
APÊNDICE H – PERGUNTAS PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	169
APÊNDICE I – DOCUMENTO DE OBSERVAÇÃO PARA AVALIAÇÃO COM GUIA DE ATIVIDADES	171
APÊNDICE J – GUIA DE ATIVIDADES PARA AVALIAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES DO I BLUE IT	173
APÊNDICE K – ARQUIVO DE CONFIGURAÇÃO (SCRIPT) DE MANOBRAS PARA CONTROLE DE FASES-NÍVEIS	177
APÊNDICE L – ARQUIVO DE SAÍDA, HISTÓRICO DO JOGADOR NA PLATAFORMA	179
APÊNDICE M – <i>BAG OF IDEAS</i> RESULTANTE DO PROJETO	181
APÊNDICE A – <i>Serious Exergames Utility - Questionnaire</i> (SEU-Q) VERSÃO 1	183
ANEXO B – PERGUNTAS OBJETIVAS PARTICIPATIVAS	187

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a deficiência respiratória é causa de diversas incapacidades e mortes em todas as regiões no mundo (SOCIETIES, 2017, p. 9). A OMS informa que as doenças respiratórias representam 5 das 30 causas mais comuns de morte. Cerca de mais de um bilhão de pessoas sofrem com Doenças Respiratórias Crônicas (DRC) ou agudas. No Brasil, segundo o levantamento da Secretaria de Vigilância em Saúde publicado em 2016 (BRASIL, 2016, p. 2), DRCs foram responsáveis por mais de 6 milhões de internações no Sistema Único de Saúde no período de 2003 a 2013 com cerca de 600 mil óbitos no país. Os principais sintomas dessas disfunções respiratória são: fadiga; troca de gases pulmonares anormal; disfunção muscular periférica; disfunção cardíaca ou; qualquer combinação destes distúrbios citados (NICI et al., 2006, p. 1391).

Segundo o Fórum Internacional das Sociedades Respiratórias, uma das intervenções essenciais para reduzir a carga de doenças respiratórias é aumentar as pesquisas para desenvolver programas, ferramentas e estratégias para melhor prevenir e tratar doenças respiratórias (SOCIETIES, 2017, p. 35).

A fisioterapia se refere a um conjunto de técnicas e métodos voltados a minimizar incapacidades funcionais físicas (GOLDFELD; POLISUK, 2000), onde a Reabilitação Respiratória (RR) é um dos processos que interveem nas disfunções respiratórias (GODOY; KNORST, 2009, 657-658). A reabilitação melhora a capacidade física para o exercício, controla a fadiga, a variação da função emocional, níveis de depressão e de ansiedade, melhorando a qualidade de vida dos portadores de DRCs e consequentemente reduz o número de hospitalizações e o custo com tratamentos (FERNANDES, 2009, p. 72). O programa de reabilitação é realizado por uma equipe especializada em e é apropriada para qualquer enfermo com doença respiratória estável e com sintomas incapacitantes (NASCIMENTO; IAMONTI; JARDIM, 2013, p. 66). Entretanto, este processo tende a ser repetitivo e cansativo (BARROS; PASSOS; NUNES, 2012, p. 130), exigem uma abordagem sistemática, de longo prazo (BOUSQUET; KHALTAEV, 2007, p. 22), acarretando redução da adesão ao tratamento pelos pacientes (SUBTIL et al., 2011, p. 748).

Uma alternativa para elevar o engajamento dos pacientes na reabilitação pode advir do uso de jogos digitais (BOYLE; CONNOLLY; HAINEY, 2011, p. 70-71). Jogos Sérios (JS) são uma classe de jogos digitais que são desenvolvidos para um propósito específico e com participação de especialistas sobre o tema abordado pelo jogo (ZYDA, 2005, p. 26). O atual contexto do desenvolvimento destes jogos inclui não

somente a função de entretenimento mas sua utilidade em auxiliar na solução de problemas (CHACON et al., 2016, p. 5632). O *Wobu-bble* de Schroeder (2017), um Jogo Sérico Ativo (JSA, aquele que requer que o jogador realize algum tipo de esforço físico) voltado para auxiliar na reabilitação de pacientes com hemiparesia, e o *Move4Math* de Carvalho (2017), um JSA para aplicar conceitos matemáticos na formação educacional de crianças, são exemplos de JS que comprovaram sua utilidade.

Para a área da saúde, JS são importantes devido a capacidade de personalizar o jogo em função das condições dos pacientes, engajar ao regime de tratamento e proporcionar desafios progressivos, onde o jogador deve desenvolver as habilidades necessárias para progredir a níveis mais avançados (WATTERS et al., 2006, p. 2).

Para conceber um JS, há a necessidade de envolver especialistas de domínio do tema abordado pelo jogo para auxiliar no desenvolvimento. Além disso, seus documentos devem servir para eventuais consultas sobre o sistema e ser utilizado como apresentação para potenciais investidores. Diversos autores (PEDERSEN, 2003; NOVAK, 2011; MOTTA; JUNIOR, 2013; MACHADO, 2013; SCHELL, 2014; CARVALHO; GOMES, 2016; HIRA et al., 2016; CARVALHO, 2017; SCHROEDER, 2017) discutem e apresentam diferentes visões, documentos e procedimentos de *game design*, o que sugere não ter um padrão de *design* de jogo pelo fato de cada projeto ter o seu próprio contexto. Logo, diferentes projetos tendem a executar processos diferentes, especialmente os JS que precisam envolver especialistas.

Para a pesquisas acadêmicas com JS (que geralmente têm equipes pequenas e cerca de 2 anos de desenvolvimento), o produto JS precisa basear-se em *Design Participativo* para entender quais fatores específicos do tema abordado afetam seu uso (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004, p. 10). O JS deve ter sua utilidade avaliada, o processo precisa abranger as expectativas de especialistas e a documentação do jogo deve apresentar a maioria das características do *software* proposto de forma sucinta, e que seja entendido por tanto desenvolvedores quanto por especialistas.

A Engenharia Biomédica define a aplicação de princípios elétricos, químicos, óticos e mecânicos para entender, modificar ou controlar sistemas biológicos (como humanos) (ENDERLE; BRONZINO, 2012, p. 16). A definição de um Sistema Biomédico (SB) pode ser interpretada como a interação entre dispositivos eletrônicos, jogos digitais, voltados a analisar sistemas biológicos (jogador).

Dispositivos para a avaliação respiratória surgiram com o objetivo de compreender a fisiologia da respiração e permitir a investigação clínica para tratamento de disfunções respiratórias ao longo da vida. A avaliação de espirometria, por exemplo, permite a mensuração de volume e fluxos respiratórios, e é realizada, em sua maioria,

por um pneumotacógrafo (PEREIRA, 2002, p. 9). Um pneumotacógrafo comercial é, normalmente, um dispositivo caro e dispõe de software proprietário, o que limita a difusão de soluções mais acessíveis. Entretanto, com o barateamento e disponibilidade de dispositivos eletrônicos semelhantes, muitas das funcionalidades, que antes eram restritas, podem ser reproduzidas.

Segundo os resultados do mapeamento de jogos para saúde de Wattanasontorn et al. (2013), apenas 2 de 108 jogos abordavam doenças respiratórias. Esta conclusão sugere que são poucos os jogos que tratam sobre este tema, e os já encontrados em seu mapeamento são voltados para as questões educacionais. Isso reforça importância de desenvolver um jogo que envolva o treinamento da musculatura respiratória.

Estudou-se jogos para RR e com temas similares (LANGE et al., 2011; NIKKILA et al., 2012; SONNE; JENSEN, 2016; STAFFORD; LIN; XU, 2016), e concluiu-se que não há uma solução amplamente aceita, tanto quanto um método ou processo de *design* de jogos largamente usado para este tipo de intervenção.

Uma possível solução para prover engajamento e ser útil para especialistas pode ser um SB com interface de *hardware* específica e o sistema como JS.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um Sistema Biomédico (SB) composto de um *hardware* específico e um Jogo Sérioso Ativo (JSA) para auxiliar na Reabilitação Respiratória (RR).

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

1. Desenvolver um dispositivo (*hardware*) de baixo custo para capturar sinais do processo respiratório;
2. Projetar e desenvolver um JSA que promova o Treinamento Muscular Respiratório;
3. Avaliar a percepção de utilidade do SB por profissionais envolvidos na área da Reabilitação Respiratória.

1.2 ESCOPO

Este trabalho está restrito ao aspecto de recuperação de pacientes com disfunções respiratórias. Não foram considerados aspectos específicos de pacientes portadores de deficiência visual ou cognitiva aparentes, assim como definido nas contra-indicações do processo de RR (FERNANDES, 2009, p. 459). O uso do jogo deve ser supervisionado pelos responsáveis e profissionais do processo de reabilitação.

O dispositivo desenvolvido é um incentivador de ações do processo respiratório portanto, não teve a preocupação de ser preciso e exato como um pneumotacógrafo comercial.

Não serão relatados resultados clínicos (diagnósticos) devido ao caráter deste trabalho focar no contexto tecnológico.

1.3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é classificada como aplicada pois seu conhecimento é proveniente da aplicação prática dirigida à solução de um problema, baseado em conhecimento existente, o qual a abordagem é quali-quantitativa, estuda a percepção dos envolvidos e, considera análise de metodologias e tecnologias, geração de classificações, análise de resultados e cruzamento de conclusões (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20).

Inicialmente definiu-se o problema, o público-alvo e realizou-se uma pesquisa inicial em artigos e livros sobre fisioterapia respiratória, a fim de ter noção suficiente para uma discussão inicial com entendidos neste assunto, direcionando o desenvolvimento do projeto. Em seguida, executou-se uma Pesquisa Bibliográfica com o objetivo de obter conhecimento aprofundado, trabalhos relacionados e conhecer o estado da arte dos jogos para RR.

As condições de desenvolvimento usadas para SB vieram dos estudos formais, encontros com entendidos sobre RR, das conclusões do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), trabalhos relacionados com metodologias de *game design*, desenvolvimento de JS, *design* participativo e, levantamento de dispositivos de medidas usados na fisioterapia respiratória. Com a metodologia e o dispositivo definidos, iniciou-se o desenvolvimento do SB.

Este trabalho foi caracterizado por: a) uma Revisão de Literatura para buscar o estado da arte sobre JS para RR; b) uma pesquisa exploratória para desenvolver um novo dispositivo e *software* e; c) uma pesquisa experimental para avaliar o potencial de utilidade da solução proposta através do uso de questionários.

Durante o desenvolvimento, procederam-se avaliações iterativas com os en-

volvidos no projeto utilizando o *Serious Exergames Utility - Questionnaire* (SEU-Q), um instrumento para avaliar de forma empática o potencial de utilidade (SCHROEDER; HOUNSELL, 2015) do jogo proposto.

Em seguida, implementou-se uma versão *Release Candidate* (RC)¹ do jogo baseada em avaliações realizadas com SEU-Q e entrevistas semiestruturadas² com especialistas, que foi corrigida ao longo de sua iteração.

1.4 ESTRUTURA

O texto foi dividido em capítulos na seguinte ordem: Capítulo 2 apresenta os conceitos fundamentais da pesquisa; Capítulo 3 apresenta uma revisão dos jogos para terapia respiratória, conclusões, o que foi herdado e aproveitado para desenvolver o jogo; Capítulo 4 apresenta a proposta do projeto, o processo de concepção do jogo e sua aplicação no desenvolvimento do *I Blue It* e do PITACO; Capítulo 5 apresenta os resultados das avaliações sobre o potencial de utilidade do SB; Capítulo 6 apresenta as discussões gerais do projeto e; Capítulo 7 apresenta as conclusões e trabalhos futuros com melhorias e desdobramentos resultantes desta pesquisa.

¹ Termo que indica uma versão de *software* com potencial de ser a versão final, a menos que algum problema sério seja percebido em tempo hábil de ser corrigido (HUMBLE; FARLEY, 2010, p. 3-4).

² Entrevistas onde o roteiro segue uma ordem lógica e o entrevistador tem liberdade para se aprofundar em certas perguntas ou alterar a ordem dos tópicos abordados (BARBOSA; SILVA, 2010, p. 146).

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Neste capítulo são apresentados os conceitos que orientaram o desenvolvimento do projeto, em ordem: Reabilitação Respiratória, *Hardware*, Jogos Digitais, *Design Participativo*, *Game Design* e as considerações finais do capítulo.

2.1 REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA (RR)

Segundo Spruit et al. (2013, p. 16), a Reabilitação Respiratória (RR) é definida como uma intervenção interdisciplinar baseada em evidências para pacientes com doenças respiratórias que são sintomáticas e que geralmente acabam por deteriorar as atividades da vida diária. Ainda segundo os autores, a RR é implementada por uma equipe exclusiva de profissionais de saúde, podendo ser composta por fisioterapeutas, terapeutas respiratórios, enfermeiros, terapeuta ocupacionais, entre outros relacionados com o tema.

Os principais objetivos da RR são reduzir os sintomas, impedir a progressão da doença, aumentar a tolerância e o desempenho nos exercícios, evitar complicações, melhorar a qualidade de vida e reduzir a mortalidade (MACHADO, 2008, p. 458). A RR foca na melhora do desempenho das atividades da vida diária e da qualidade de vida dos pacientes.

O programa de RR é indicado quando há (RUS, 1996; MACHADO, 2008, p. 54):

- Dispneia durante o repouso ou exercício;
- Redução na tolerância ao exercício ou declínio da capacidade de realizar atividades da vida diária;
- Necessidade de intervenção cirúrgica (pré e pós cirurgia);
- Insuficiência respiratória crônica;
- Aumento na necessidade de intervenção de cuidados agudos em departamentos emergenciais ou hospitalar.

E contra-indicado quando há (RUS, 1996; MACHADO, 2008, p. 54):

- Tuberculose ativa;
- Hipertensão pulmonar grave;

- *Deficit* cognitivo grave;
- Pneumopatias sangrantes;
- Pulmões colapsados;
- Pacientes em situação terminal.

Segundo Machado (2008, p. 458), o treinamento de exercício é a principal intervenção da RR. Contudo, alguns pacientes apresentam suas próprias limitações que podem incapacitá-los de se exercitar o suficiente para promover treinamento.

2.1.1 Patologias Respiratórias

Doenças respiratórias podem ser categorizadas em doenças restritivas ou doenças obstrutivas (BRANCO et al., 2012).

As doenças respiratórias obstrutivas caracterizam-se por uma redução no fluxo respiratório devido a presença de obstruções no canal respiratório que dificultam a expiração e geralmente são seguidas de tosse ou chiado, e em fases mais agudas, incapacidade de respirar (BRANCO et al., 2012; FLUMINENSE, 2018).

As restritivas são caracterizadas pela fraqueza na expansão dos músculos pulmonares, dificultando a troca de gases entre o ambiente e o paciente, acarretando diminuição dos volumes pulmonares. Sintomas como dispneia e diminuição da tolerância ao exercício são típicos. A reabilitação, a longo prazo, busca prevenir a insuficiência aguda durante infecções, maximizar a funcionalidade e prolongar a vida (BRANCO et al., 2012; FLUMINENSE, 2018). O padrão respiratório de indivíduos com doenças restritivas é de uma maior frequência respiratória e menor volume corrente (FLUMINENSE, 2018, p. 6).

Segundo a OMS, as “cinco grandes” doenças respiratórias são (SOCIETIES, 2017, p. 13): Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), asma, infecção aguda das vias aéreas, tuberculose e câncer do pulmão.

A DPOC é uma doença respiratória obstrutiva caracterizada pela persistente e progressiva limitação do fluxo aéreo, a qual não é totalmente reversível e que resulta de uma resposta inflamatória anormal dos pulmões devido a partículas nocivas (MACEDO; KNORST, 2009, p. 229). Fraqueza dos músculos inspiratórios, piora da dispneia, tosse e produção de escarro, que levam ao aumento da utilização de remédios são a principal causa de visitas médicas e redução do desempenho ao exercício entre os pacientes de DPOC (FERNANDES, 2009, p. 72).

A asma é uma doença obstrutiva crônica, inflamatória de diversos elementos celulares das vias aéreas. A inflamação crônica está associada à hiperresponsividade

das vias aéreas, à limitação do fluxo de ar (MATTOS; KAHAN; FITERMAN, 2009, p. 197) e pode ser acompanhada por tosse, febre, dispneia ou dor no peito ao respirar (SILVA; BORGES, 2005, p. 2). O paciente pode notar alterações fisiológicas através das provas de função pulmonar como a espirometria.

As infecções das vias aéreas são doenças respiratórias restritivas, virais ou bacterianas, que restringem a troca de gases no sistema respiratório, como por exemplo: resfriados, faringite, bronquite aguda, sinusite, etc. (SILVA, 2009).

A tuberculose é uma doença restritiva infecciosa, transmissível, causada por bactérias que, primariamente, afetam o pulmão (DALCIN, 2009). Esta pneumopatia, geralmente, apresenta sinais de dores no peito, febre, perda de apetite e fadiga. A doença apresenta diversas subclassificações com vários estágios e pode se tornar grave quando não é realizado um tratamento adequados.

O câncer do pulmão é caracterizado pelo crescimento anormal de células em tecidos do pulmão (ZAMBONI, 2009). Se não for tratado, pode disseminar a órgãos adjacentes. Na maioria das vezes, as substâncias cancerígenas provenientes do tabagismo é o principal fator causador do câncer. A dispneia geralmente é causada pela obstrução tumoral.

2.1.2 Treinamento Muscular Respiratório

O Treinamento Muscular Respiratório, em geral, busca aprimorar o desempenho respiratório em atividades diversas através do uso de incentivadores respiratórios. Se usado com poucas cargas de muitas repetições, promove resistência muscular e se usado com muitas cargas de poucas repetições, promove hipertrofia muscular (ROSA et al., 2015, p. 5). É indicado a pacientes que tem a qualidade de vida prejudicada pela fraqueza dos músculos respiratórios.

Incentivadores objetivam a expansão pulmonar, aumento da permeabilidade das vias aéreas e fortalecimento os músculos respiratórios. Oferecem estímulo visual para encorajar o paciente a alcançar a capacidade respiratória total e geralmente são classificados em orientação a fluxo e a volume (HOSPITALARES, 2015, p. 16).

Manobras de expansão pulmonar são consideradas fundamentais na prevenção de complicações e o emprego desta reduz em até 50% o risco de complicações pulmonares (HOSPITALARES, 2015, p. 16). A expansão pulmonar é usada quando precisa-se melhorar a respiração, depende da compreensão e da colaboração do paciente, e os exercícios geralmente usam uma certa resistência para aumentar a carga sobre os músculos respiratórios. Esses exercícios podem ser auxiliados por incentivadores respiratórios (RUS, 1996, p. 61).

Poucos pesquisadores estudam a espirometria de incentivo como excitador

da musculatura respiratória (ROSA et al., 2015, p. 4), o que reforça a ideia de orientar o JS proposto nesta pesquisa a ser um incentivador respiratório.

O ganho de força muscular aumenta a tolerância ao exercício, levando a uma menor dispneia. Para obter-se resultados, deve ser aplicada uma sobrecarga que seja específica para atividade, com exercício através de cargas lineares por meio de equipamentos dependentes de pressão, e cargas alineares aparelhos fluxo-dependentes, os quais oferecem resistência ao fluxo aéreo por meio de orifícios (ROSA et al., 2015, p. 5).

2.1.3 Medições na Reabilitação Respiratória

Segundo Machado (2008, p. 466), as principais avaliações para determinar a resposta de cada paciente ao programa de reabilitação são:

- Melhora na qualidade de vida (como a redução da dispneia);
- Melhora no desempenho das atividades de vida diária;
- Aumento da tolerância ao exercício;
- Redução das manifestações clínicas;
- Maior conhecimento da sua doença;
- Redução da necessidade dos serviços médicos e hospitalares.

Na literatura, existem alguns meios para avaliar as condições respiratórias do paciente, como por exemplo: Espirometria (PEREIRA, 2002, p. 2) que é um teste de capacidade respiratória que mede o ar inalado e exalado pelos pulmões. Auxilia na prevenção, fornece diagnóstico e quantifica disfunções respiratórias. Exige a compreensão e colaboração do paciente, equipamentos exatos e profissionais treinados. Os valores obtidos são comparados com previstos e adequados por população.

2.1.3.1 Dispositivos de Medição

A respiração consiste no fluxo de ar para dentro e para fora dos pulmões a cada ciclo respiratório, composto de inspiração e expiração em decorrência da força gerada pelos músculos respiratórios (FLUMINENSE, 2018, p. 1). Para medir volumes e fluxos, existem duas grandes categorias de instrumentos (PEREIRA, 2002, p. 6): 1) aparelhos que medem diretamente volume dos gases e; 2) aparelhos que medem diretamente fluxo dos gases.

Os aparelhos de volume são precisos para medidas, porém, algumas variáveis (movimentação das partes mecânicas, forças de inércia, fricção, momento, gravidade)

devem ser minimizadas para que as medidas de fluxo e volume sejam exatas e precisas.

Medidores de fluxos são geralmente aparelhos menores e mais leves, eletronicamente integrados, para medir volumes e usam princípios físicos para produzir um sinal proporcional ao fluxo de ar. Estes dispositivos são chamados de pneumotacógrafos e usam o princípio descrito por Fleisch (1925). Existem quatro tipos básicos de medidores de fluxo (PEREIRA, 2002, p. 9):

1. Sensores de fluxo de pressão diferencial: A medida do fluxo provem da queda de pressão através do dispositivo. Se a resistência é constante e baixa o suficiente, de modo que o fluxo não seja limitado durante a expiração contra a resistência, haverá um pequeno mas mensurável aumento de pressão. Um sensor de pressão diferencial é usado para medir a mudança de pressão através da resistência;
2. Termístores: Estes dispositivos baseiam-se na transferência de calor entre dois pontos durante um fluxo de ar. Geralmente, um ou dois fios metálicos são aquecidos e mantidos em temperaturas elevadas. O fluxo de ar remove o calor do objeto quente onde quanto maior o fluxo, maior transferência de calor;
3. Tubo de Pitot: Um pequeno tubo em L é colocado dentro do fluxo de um tubo maior onde o fluxo é laminar. O fluxo de ar dentro do tubo de Pitot é proporcional ao fluxo externo;
4. Turbinômetros: Este dispositivo se baseia no efeito de moinho de vento. O fluxo de ar faz com que uma turbina ou hélice gire. Quanto mais rápido o fluxo, mais rápido os giros.

O pneumotacógrafo é o dispositivo padrão entre os diversos tipos de aparelhos medidores de fluxo e volume respiratório (PEREIRA, 2002, p. 9). Pneumotacógrafos com sensores de fluxo medem o fluxo de ar através da diferença de pressão sob uma resistência capilar, de acordo com a lei de Hagen–Poiseuille (SUTERA; SKALAK, 1993). Estes aparelhos geralmente são menores, mais leves e mais dependentes de eletrônica do que outros aparelhos medidores de capacidades pulmonares.

2.1.3.2 Dispositivos para Reabilitação Respiratória

Segundo Hristara-Papadopoulou et al. (2008), dispositivos para reabilitação respiratória oferecem alternativas a alguns métodos da terapia, consomem menos tempo de intervenção e oferecem maior independência para pacientes com problemas respiratórios e alguns servem de incentivo. Os autores informam que estes dispositivos são seguros e oferecem efeitos aceitáveis através de exercícios respiratórios.

Hristara-Papadopoulou et al. (2008, p. 211) fez uma revisão dos dispositivos usados na reabilitação respiratória:

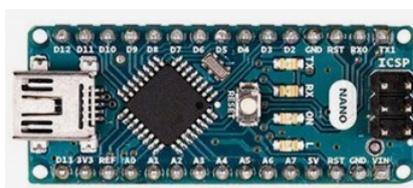
- Dispositivo de Pressão Expiratória Positiva (PEP): consiste de um bocal ou máscara, uma válvula de sentido único que pode ser acoplada a um manômetro entre a válvula e a resistência. Considera-se que este dispositivo permite que mais ar entre nas vias aéreas periféricas através de canais colaterais, para permitir que o ar de pressão desloque secreções.
- Oscilador de Alta Frequência da Parede Torácica (OAFPT): vestimenta que gera pulsos que oscilam o ar no peito. As vibrações supostamente causam aumentos transitórios de fluxo nas vias aéreas, afrouxando o muco e produzindo tosse como forças completas.
- Oscilador Oral de Alta Frequência (OOAF): dispositivo oral que gera oscilações, produzidas por um pistão/diafragma.
- Dispositivo de Ventilação Percussiva Intrapulmonar (VPI): Combina inalação de aerossol e percussão torácica interna aplicada através de um bocal. O paciente inicia o aparelho de gás e, durante a inspiração, o fluxo pulsátil resulta em uma percussão interna.
- Incentivadores: fornecem *feedback* visual em um fluxo inspiratório predefinido de volume de ar. São usados para fornecer informações sobre o esforço inspiratório do paciente, medindo o fluxo de ar e o volume de ar. Servem para melhorar a expectoração e evitar infecções pulmonares graves.
- Dispositivo Flutter: é um dispositivo portátil projetado para ajudar a limpar o muco em pacientes com disfunções respiratórias. Combina pressão expiratória positiva com oscilações de alta frequência dentro da via aérea em um sistema de vibração controlada.
- Dispositivo Acapella: é um dispositivo portátil de limpeza das vias aéreas que opera no mesmo princípio do Flutter. Uma válvula que interrompe o fluxo expiratório gerando pressão expiratória positiva oscilante.
- Dispositivo Corneta: consiste em um tubo semicircular contendo uma mangueira flexível sem látex. A expiração através da Corneta faz com que a mangueira flexione, aperte e solte, causando pressão positiva oscilante nas vias aéreas.

2.2 HARDWARE

Um microcontrolador é um circuito eletrônico pequeno que contém processador, memória e periféricos de entrada e saída programáveis e geralmente são concebidos para sistemas embarcados, autocontidos e de baixo custo, podem controlar sensores e outros dispositivos de acordo como foi programado (WILMSHURST, 2006, p. 12). Nesta pesquisa, utilizou-se o Arduino Nano R3 ¹ (Figura 1) por ter um tamanho pequeno, um custo aceitável, diversidade de acessórios e disponibilidade de códigos abertos e tutoriais na internet.

Um sensor digital é um dispositivo que recebe um estímulo (um *input* ou propriedade física) e responde com sinal elétrico. O estímulo é a quantidade ou condição que é capturada e traduzida em sinal elétrico (FRADEN, 2004, p. 2). Nesta pesquisa, utilizou-se o sensor de pressão diferencial MPX5010DP (Figura 2) pela capacidade de sensorear valores de pressão e prover dados suficientes para medir fluxos respiratório através de um tubo. Assim, possibilitando a construção de um incentivador capaz de medir fluxo respiratório e registrar dados em computador via USB.

Figura 1 – Arduino versão Nano R3



Fonte: <https://store.arduino.cc>

Figura 2 – Sensor de pressão diferencial MPX5010DP



Fonte: <https://rs-online.com>

¹ <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>

2.3 JOGOS DIGITAIS (JD)

Juul (2003, p. 5-8) estudou conceitos de jogos e ludicidade de diversos autores e concluiu seis características que descrevem um Jogo Digital (JD):

1. São baseados em regras;
2. Seus resultados são quantificáveis e variáveis;
3. Resultados dos jogos tem valores diferentes, sendo alguns positivos, e outros, negativos;
4. O jogador investe esforço que influencia no resultado;
5. O jogador é emocionalmente apegado ao resultado (quando perde fica triste, quando vence fica feliz);
6. O mesmo jogo (ou conjunto de regras) pode ser jogado com ou sem consequências na vida real.

Apesar de que estas características não são aplicáveis a todos os possíveis tipos de jogo existente, se mostra suficiente e adequado para definir um jogo digital (RANHEL, 2009, p. 15).

2.3.1 Jogo Sérió (JS) e Jogo Sérió Ativo (JSA)

O conceito de Jogo Sérió (JS) define este tipo de jogo como: a) tem um objetivo além do entretenimento (ALVAREZ; DJAOUTI, 2011); b) que foi desenvolvido com um propósito específico (BLACKMAN, 2005) e; c) que foi concebido desde o início para um objetivo, com participação de especialistas (ZYDA, 2005). Os JS utilizam abordagens conhecidas da indústria de jogos para torná-los mais atraentes, ao mesmo tempo que oferecem atividades que são utilizadas para um propósito específico, ou seja, trazem a ideia de entretenimento e oferecem certos tipos de experiências, como aquelas voltadas ao aprendizado e ao treinamento.

Para a área da saúde, JS são importantes devido a capacidade de personalizar o jogo em função de pacientes e disfunções, engajar ao regime de tratamento e proporcionar desafios progressivos, onde o jogador deve desenvolver as habilidades necessárias para progredir à níveis mais avançados (WATTERS et al., 2006; FARIAS et al., 2014).

Jogos que incluem qualquer tipo de exercício físico na rotina de jogo (*gameplay*) são chamados de *Exergames* (FINCO; MAASS, 2014, p. 1) ou Jogo Sérió Ativo (JSA), onde o jogador realiza algum tipo de esforço físico como parâmetro de

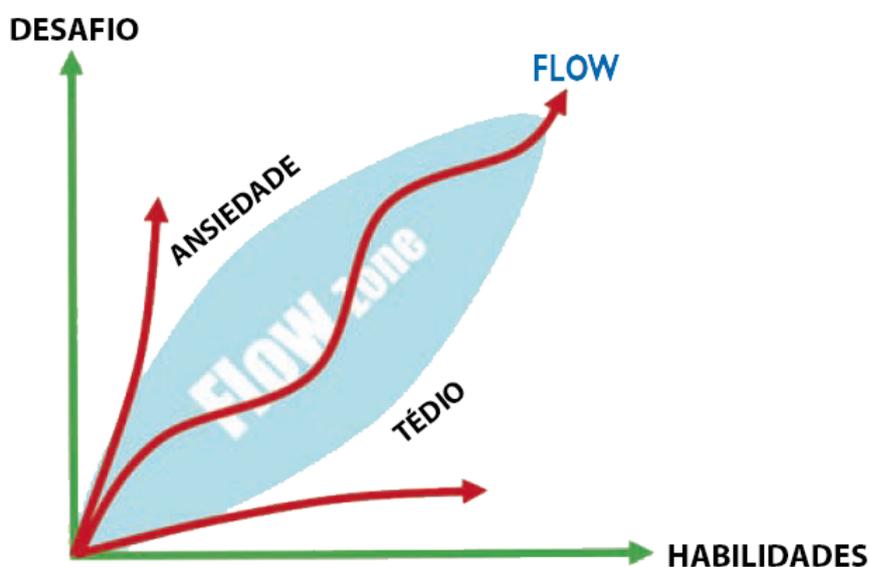
controle de jogo. Apesar de jogos ativos serem muito encontrados na literatura como jogos controlados por algum segmento corporal, o exercício de respiração é considerado um esforço físico pois envolve conjunto de grupos musculares, logo pode-se concluir que um jogo controlado pela respiração é um *exergame*.

2.3.2 Teoria do *Flow*

Flow é o estado subjetivo em que uma pessoa fica completamente imersa em algo ao ponto de esquecer do tempo, cansaço ou qualquer outro sentido exceto a atividade em si (CSIKSZENTMIHALYI, 2014, p. 227). A atenção e os sentidos do sujeito são totalmente investidos na tarefa a ser feita, com um alto nível de satisfação e realização (CHEN, 2007, p. 31). Em jogos digitais, *designers* buscam regular os níveis dos desafios de um jogo em função das habilidades do jogador para mantê-lo em estado de *flow* (concentrado).

O gráfico da Figura 3 ilustra o estado que, se o jogo for muito desafiador em função das habilidades do jogador, este sentirá-se ansioso. Em contrapartida, se o desafio for muito fácil para suas habilidades, mais tédio ele sentirá.

Figura 3 – Ilustração da zona do *flow*.



Fonte: Adaptado de Chen (2007, p. 32)

Deste modo, busca-se manter um nível de fluxo equilibrado para que o jogador sinta-se capaz de realizar os desafios progressivos propostos pelo jogo, ao mesmo tempo que melhora suas habilidades, assim mantendo-se engajado na atividade.

2.4 DESIGN PARTICIPATIVO (DP)

Segundo Barbosa e Silva (2010, p. 107), o Design Participativo (DP) consiste em a equipe de desenvolvimento ter acesso permanente a um conjunto de usuários tidos como representativos da população-alvo. Este tipo de *design* busca integrar o usuário final no time de desenvolvimento, participando em diferentes fases do ciclo de vida de um software, seja na análise de requisitos, prototipação e avaliação/testes (MULLER; HASLWANTER; DAYTON, 1997, p. 258).

A vantagem desta abordagem é que os *designers* podem ter um entendimento mais profundo dos fatores psicológicos, organizacionais, sociais e ergonômicos que afetam o uso do software (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004, p. 10). Entretanto, este processo tem riscos e custos, por isso pode não ser recomendado e nem sempre há a garantia de ter acesso permanente aos representantes do público-alvo.

Uma meta-análise conduzida por DeSmet et al. (2016) investigou o envolvimento de usuários (jogadores, pacientes) no desenvolvimento com a efetividade de JS promoverem um estilo de vida saudável. Os autores concluíram que os usuários deviam ter domínio do assunto ou expertise em *design* para criar uma parceria de sucesso, e seus resultados indicaram que estes jogos envolvendo esses usuários foram menos efetivos do que as versões de jogos desenvolvidos somente por profissionais. Por este motivo, este trabalho priorizou a percepção de utilidade dos profissionais que usariam o jogo como ferramenta de trabalho.

2.4.1 Metodologia Maiêutica (M²)

O trabalho de Silva, Hounsell e Kemczinski (2007) apresenta uma proposta de metodologia de desenvolvimento de Ambientes Virtuais com foco no processo de ensino e aprendizagem. Segundo os autores, o diferencial desta metodologia é a forma como ela conduz o processo de concepção, induzindo a reflexão e a criatividade.

A M² possui quatro projetos interdependentes e hierarquizados, onde a primeira fase, o Projeto Conceitual, pode iniciar a definição de requisitos preliminares de um JS. Esta fase indica que deve-se sistematizar as primeiras reuniões para orientar a ideia/tema inicial do jogo, identificar qual a sua finalidade, problemas, público alvo, requisitos funcionais, técnicos e tecnológicos, viabilidade e riscos.

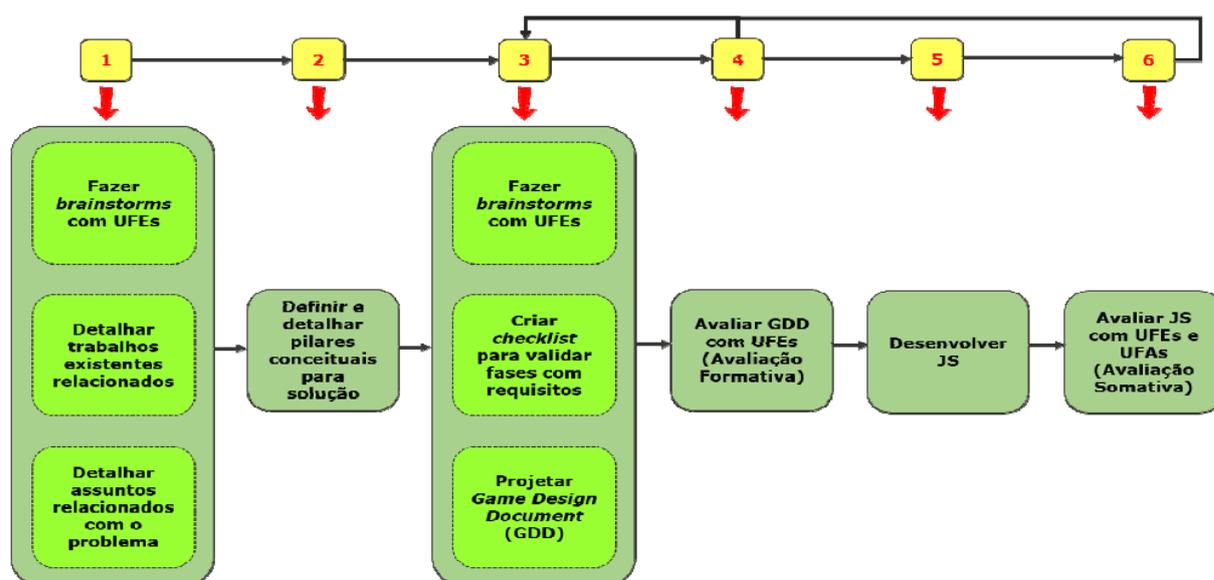
Nesta pesquisa, usou-se o Projeto Conceitual da metodologia para orientar as primeiras reuniões, tentando induzir reflexões e criatividade sobre o tema do jogo.

2.4.2 Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio (PEED)

O trabalho de Rutes, Oliveira e Hounsell (2015) aborda uma metodologia participativa e iterativa para envolver entendidos no domínio do projeto de JS. Através da PEED, o JS evolui com *feedbacks*, definindo pilares conceituais (técnicas e métodos responsáveis por direcionar o funcionamento do JS) que enriquecem e tornam o jogo aderente às suas necessidades.

A Figura 4 ilustra as 6 etapas da metodologia. A PEED busca iterar o desenvolvimento e a documentação do jogo para posteriormente os UFE ou ETD avaliem o estado do JS. A metodologia se baseia num ciclo que apresenta o estado atual do projeto a diversos grupos de UFE para gerar novas contribuições. A PEED busca identificar um consenso mínimo entre a ETD e os UFE.

Figura 4 – Divisão das etapas da metodologia PEED



Fonte: Rutes, Oliveira e Hounsell (2015, p. 449)

Para desenvolver um JS, destaca-se pelo menos três atores (*stakeholders*) que devem ser envolvidos no processo desenvolvimento. Os grupos de atores são (RUTES; OLIVEIRA; HOUNSELL, 2015):

- Equipe Técnica de Desenvolvimento (ETD): Podem ser estudantes, praticantes ou profissionais de arte, computação, engenharia, dentre outros; Geram requisitos tecnológicos; Responsáveis pelo *game design*, mecânicas e jogabilidade e, até a codificação do jogo;

- Usuário Final Entendido (UFE): Podem ser pesquisadores profissionais, professores, praticantes, estudantes, dentre outros; Geram requisitos sérios (sejam educacionais, terapêuticos, etc.); Responsáveis por definir e delimitar o foco e o conteúdo específico do jogo;
- Usuário Final Aprendiz (UFA): o jogador; geram resultados de uso.

A PEED pressupõem de que a ideia do projeto não parte dos UFE mas do ambiente acadêmico (ETD). Apesar da PEED abordar avaliação, não é contemplado qual o instrumental de avaliação.

2.4.3 Perguntas Objetivas Participativas (POP)

As Perguntas Objetivas Participativas (POP), desenvolvido por Oliveira, Hounsell e Gasparini (2016), foram criadas para reconhecer e avaliar se aspectos específicos do DP, como a participação do UFA, traz benefício para o desenvolvimento do projeto.

O questionário é composto por 11 questões, de quatro alternativas: positivo, neutro, negativo e abstenção. Cada questão possui uma descrição textual para ajudar o *designers* a entender o contexto do DP em seu projeto. As questões são ligadas a uma dimensão específica do DP: reflexão, benefício técnico, benefício pessoal, logística, perfil do UFA, volatilidade, tamanho do grupo, empatia, contribuição conceitual, contribuição técnica, ferramental conceitual e ferramental técnico.

Os resultados do questionário são analisados através de indicadores em função das respostas. Com estes indicadores, *designers* podem obter uma recomendação se devem usar a participação de UFA ou não, o grau de confiança da recomendação e o quão coerente foram suas respostas. No Anexo B encontram-se as POP originais e no Apêndice A estão assinaladas e calculadas todas as respostas referentes ao contexto deste projeto.

2.5 GAME DESIGN

Game Design é o ato de decidir como um jogo deve ser (SCHELL, 2014, p. xxviii). Apesar de ser uma definição simples e objetiva, o *game designer* deve encontrar maneiras de usar as interações do jogo para dar uma boa experiência ao jogador (CARVALHO; GOMES, 2016, p. 722).

Existem abordagens que foram utilizadas em áreas como as dos trabalhos de Carvalho (2017) e Schroeder (2017), onde não haviam metodologias largamente usadas para guiar o processo de concepção dos JS propostos pelos autores. Neste

contexto, os autores usaram metodologias de *game design* que envolviam especialistas de domínio, com o intuito de avaliar o produto *software*-jogo iterativamente.

Para a área da RR, não há uma metodologia de *game design* amplamente usada. Portanto, com base nas experiências provenientes do desenvolvimento dos trabalhos de Carvalho (2017) e Schroeder (2017), que usaram metodologias de *game design* e promoveram envolvimento de especialistas, criou-se um processo de concepção de um JS com envolvimento de entendidos no domínio da RR, que usa metodologias e ferramentas de *game design* para orientar o *design* do jogo e avaliar o produto final.

2.5.1 *Game Design Document (GDD)*

Game Design Document (GDD) é o documento guia do processo de desenvolvimento de um jogo e é dependente do contexto de cada projeto. Segundo Novak (2011, p. 391), o GDD deve abordar detalhes de jogabilidade, enredo, personagens, interface e regras do jogo. O GDD não tem um modelo padrão (CARVALHO; GOMES, 2016, p. 723) e a falta dele pode ocasionar problemas de design, falta de recursos e dificuldade de corrigir eventuais problemas (MACHADO, 2013, p. 49).

Existem dois estágios de um GDD: completo e finalizado. O GDD completo é aquele que possui todos os elementos necessários para construir um protótipo "jogável", e é mutável até o ponto onde não é mais possível adicionar ou modificar elementos. Quando o GDD chega neste estágio imutável, é chamado de GDD finalizado, existente somente próximo da comercialização do jogo.

O trabalho de Motta e Junior (2013) apresenta a aplicação de uma ferramenta textual-teórica, com características de GDD, concebido a partir da investigação de diversos outros modelos de GDD e outros métodos de documentação, para fazer parte do processo de desenvolvimento de um jogo curto (com pouco tempo para desenvolvimento). Os autores partiram do pressuposto que os modelos de GDD que são muito utilizados são inadequados para aplicação nestes tipos de jogos, por serem concebidos para documentar aspectos de *design* com detalhamento que não é necessário para jogos deste porte. O artigo mostra a formatação de um *Short Game Design Document (SGDD)* que pudesse criar uma imagem mental do jogo, desde o início ao fim da experiência, em uma única página, estabelecendo a história, uma breve sinopse do funcionamento do jogo e um *checklist* do que o jogo deve implementar de Arte, Programação e Áudio.

Os autores Carvalho e Gomes (2016) apresentam um modelo de GDD para equipes de projetos pequenos e de desenvolvimento de jogos *indies* (jogos que geralmente não tem suporte de uma publicadora). As características deste modelo foram

concebidas através de pesquisa e análise sobre engenharia de software, *game design* e ambientes de desenvolvimento de jogos por equipes *indies*. O documento busca ser uma fonte de metas, que descreve as experiências que o jogo oferece ao jogador, com menos texto e mais imagens que devem apresentar conceitos de mecânicas, entidades, interações, interface do usuário e outros. Ambos buscam ser sucintos ao dar uma visão geral do projeto, focando em descrever os elementos de um GDD curto e a experiência que é proporcionada ao jogador.

Com base nas características de GDD curtos e nos GDDs em *slides* de Carvalho (2017) e Schroeder (2017), este projeto usou um GDD em *slides* que buscou ser sucinto, apresentou a visão geral, focou elementos de experiência e priorizou mais imagens (vídeo) do que texto, para ser usado como fonte de consulta e apresentação para possíveis investidores.

2.5.2 Serious Exergames Utility - Questionnaire (SEU-Q)

O *Serious Exergame Utility - Questionnaire* (SEU-Q) de Schroeder e Hounsell (2015) foi desenvolvido para “avaliar a utilidade de *exergames* sérios”. O instrumento pode ser aplicado a três grupos de atores para avaliar sistematicamente, como Jogos Sérios Ativos (JSA, aquele que requer que o jogador realize algum tipo de esforço físico) estão de acordo com suas expectativas. O diferencial do SEU-Q está na avaliação da utilidade futura que o JS irá promover, isso enfatiza a perspectiva de que um JS é um instrumento de trabalho para o UFE.

Seu principal benefício é permitir a reflexão sobre a utilidade do JS através de uma avaliação cruzada entre os atores (avaliação empática). Por exemplo, UFEs podem considerar as perspectivas dos UFAs usando o jogo. Um JS pode ser interessante/divertido para o UFA, mas na visão do UFE pode não ser efetivo para o objetivo sério. E, esta avaliação pode (deve) ser feita a qualquer momento de desenvolvimento do JS. A avaliação empática possibilita que UFEs percebam os possíveis resultados do uso do JS por UFAs. Essa percepção, auxilia no desenvolvimento do JS, uma vez que o resultado da aplicação do questionário pode trazer novos requisitos de desenvolvimento e medições sobre o potencial de utilidade do JS ser usado como ferramenta de trabalho dos UFEs.

O questionário ajuda a avaliar o potencial de utilidade de um JS sem necessariamente envolver o UFA, cuja a participação pode ser custosa (tempo e dinheiro), e a possibilidade de que o produto *software* final seja muito específico (OLIVEIRA; HOUNSELL; GASPARINI, 2016). Isso só é possível devido a avaliação ser feita em terceira pessoa, medindo tanto as visões dos jogadores quanto as dos profissionais.

O SEU-Q possui questões objetivas, com escala (1 a 7). As 8 primeiras me-

dem a percepção do respondente se colocando na visão do UFA, avaliando as mecânicas, estéticas e aprendizagem do jogo. As 5 seguintes medem a motivação, utilidade e as dificuldades do jogo, se colocando na visão do UFE. As 3 últimas são questões discursivas. O modelo original do SEU-Q encontra-se no Anexo A. As respostas obtidas com a aplicação do questionário encontram-se no Apêndice C.

2.5.3 *Measure-Oriented Level Design (MOLDE)*

O MOLDE é uma metodologia iterativa desenvolvida por Farias et al. (2014) a qual objetiva traduzir as funcionalidades esperadas pelos UFE, em variáveis para controlar a progressão dos níveis de dificuldade do jogo. As variáveis que representam progressões significativas de dificuldade são chamadas de Fases. As variáveis que buscam manter o foco através da diversão do jogo, são chamadas de Níveis. A metodologia propõem que o jogo se adapte a cada tipo de jogador, portanto suas variáveis também devem ser ajustadas em função da População.

Dessa forma, o processo de tradução é iterativo. Conforme novas funcionalidades vão surgindo, novas variáveis devem ser testadas em uma nova versão do protótipo de jogo. O MOLDE também propõem salvar informações em arquivos no formato *Comma-Separated Values*² (CSV) por serem fáceis de organizar e entender.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Como recomendado pela OMS sobre aumentar as pesquisas para desenvolver ferramentas que melhor previnam e tratem as doenças respiratórias (SOCIETIES, 2017, p. 35), este projeto buscou desenvolver uma ferramenta de trabalho para auxiliar no tratamento de doenças respiratórias através da Reabilitação Respiratória.

Cada contribuição acima contempla aspectos importantes mas isolados do *game design* de JS. Este trabalho apresenta uma forma de articular esses aspectos/metodologias de forma a se obter todo um percurso processual que inicia de uma ideia geral no forma de um objetivo sério e termina com um detalhamento e protótipo funcional de JS, conforme detalhado a seguir.

² Formato de texto delimitado por vírgulas (ou ponto-e-vírgula) usado para separar dados como números e textos e para representar tabelas e planilhas (MICROSOFT, 2018); fácil de visualizar e fácil de editar com *software* de planilhas.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados os trabalhos semelhantes ao tema deste projeto, Para isso, realizou-se um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) com o intuito de analisar como estão sendo desenvolvidos e aplicados os jogos para terapia respiratória.

3.1 REVISÃO DE LITERATURA

Por ser uma pesquisa com foco na abordagem teórica dos trabalhos da literatura, utilizou-se uma estratégia “*top-down*” de pesquisa para aprofundar o conhecimento: identificou-se os trabalhos mais genéricos e em seguida, selecionou-se os mais específicos e desejados para o mapeamento. Através da proposta de processo de mapeamento apresentado em Petersen et al. (2008, p. 2), foi possível: definir questões de pesquisa; conduzir a busca e filtragem de artigos relevantes utilizando critérios objetivos e subjetivos de seleção; definir palavras-chave; extrair dados e; mapear trabalhos da literatura sobre o tema.

Foram utilizados os sete seguintes Mecanismos de Busca Acadêmica (MBAs): ACM Digital Library, Science Direct, PubMed, IEEE Xplore, Scopus, Web Of Science e Engineering Village. A seleção dos mecanismos de busca foi baseada em Buchinger, Andriolli e Hounsell (2014, p. 117), onde apresenta-se uma classificação dos MBAs e estes selecionados foram melhor avaliados quanto a oferta de recursos de busca. O mapeamento ocorreu em abril de 2017 e utilizou-se dos metadados fornecidos pelas MBAs: título, resumo, palavras-chave, local de publicação e ano de publicação.

O objetivo deste mapeamento foi obter um panorama da literatura sobre o desenvolvimento de jogos digitais para terapia respiratória. O objetivo principal deve ser respondido através da seguinte Pergunta Primária (PP) de pesquisa:

PP: *Como tem sido a pesquisa sobre jogos digitais para a terapia respiratória?*

Como objetivos secundários, devem ser respondidas as seguintes Perguntas Secundárias (PS):

PS1: Como são os artigos sobre estes jogos?

PS2: Quais os focos de pesquisa com estes jogos?

PS3: Como tem sido o desenvolvimento dos jogos?

3.1.1 Frase de Busca

Através de um processo iterativo, com testes preliminares nos MBAs, construindo diversas frases com diferentes sinônimos e expressões booleanas, foi possível encontrar uma frase mais genérica para ser utilizada e capaz de buscar o que foi pretendido na PP e nas PSs. A frase de busca resultou em:

*("virtual reality" OR *game*) AND (respirat* OR pulmonar* OR inspirat* OR breath* OR expirat*) AND (rehabilitat* OR therap*)*

O uso da palavra-chave "*virtual reality*" foi devido a algumas publicações na área da saúde que podem utilizar este termo como referência a jogos digitais.

A partir da frase de busca, obtiveram-se resultados que foram unidos em uma planilha para serem analisados pelos critérios de seleção do mapeamento.

Esta frase foi utilizada em todos os MBAs citados, exceto no IEEE Xplore, onde devido ao limite de cinco *wildcards* (caracteres coringa - "**") em uma frase, os termos *respirat**, *pulmonar**, *inspirat**, *breath** e *expirat** foram divididos em cinco buscas diferentes. Posteriormente, os metadados das cinco buscas foram unidos, possibilitando excluir os duplicados.

A base de dados Scopus foi selecionada como base principal quando um mesmo artigo era disponível em MBAs diferentes.

3.1.2 Critérios Objetivos de Seleção dos Artigos

Os seguintes Critérios Objetivos (CO) foram aplicados na filtragem de dados dos MBAs:

CO1: Publicação no período de Janeiro de 2007 até Abril de 2017 (10 anos);

CO2: Artigos escritos em Português ou Inglês;

CO3: Artigos revisado por pares, publicado em periódico ou evento com revisores;

CO4: Artigos de livre acesso pelo Portal de Periódicos da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);

CO5: Artigos não duplicados.

O CO5 foi aplicado na planilha gerada pela união dos resultados dos MBAs. Os outros COs foram aplicados nas funções de busca dos MBAs.

3.1.3 Critérios Subjetivos de Seleção dos Artigos

Os seguintes critérios subjetivos, compostos por Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE), foram aplicados aos artigos selecionados após a aplicação dos Critérios Objetivos:

CI1: Deve descrever jogo digital ou dispositivo;

CI2: Deve descrever o desenvolvimento ou uso (intervenção) de um jogo ou dispositivo;

CI3: Deve descrever algum biosinal relacionado a respiração como controle do jogo;

CE: Excluir artigos similares, de mesmos autores porém mais antigos ou resumidos.

Foram aplicados inicialmente os critérios de inclusão. Os artigos eram selecionados quando passavam por todos os CIs simultaneamente e quando não atendia o CE.

3.1.4 Dados analisados

Dos artigos selecionados, as seguintes perguntas foram formuladas para estudar e analisar os trabalhos:

– *Dados gerais de pesquisa:*

D01: Quais MBAs mais se destacaram na oferta dos artigos?

D02: Qual o comportamento histórico quantitativo de publicações?

D03: Quais os locais de publicação mais identificados?

D04: Quais os veículos de publicação mais identificados?

D05: Quantos artigos são *full paper* ou *short paper*?

– *Dados dos artigos:*

D06: Qual o foco do trabalho?

D07: Qual o objetivo do trabalho?

D08: Qual o tipo da pesquisa?

D09: Qual técnica de coleta de dados o trabalho utiliza?

D10: Para qual disfunção respiratória é voltado o trabalho?

D11: Quais ações respiratórias são descritas pelo trabalho?

D12: Qual o protocolo (intervenção)?

D13: O trabalho apresenta algum teste clínico (caso intervenção)?

D14: Qual o número de participantes do trabalho (caso intervenção)?

D15: Que tipo de exames o trabalho usa (caso intervenção)?

D16: Quais itens ou dispositivos de intervenção foram citados no trabalho (caso intervenção)?

D17: Quais itens ou dispositivos de exames foram utilizados no trabalho (caso intervenção)?

D18: Para qual população o trabalho é focado?

D19: O trabalho teve participação de entendidos da área da saúde durante o seu processo de desenvolvimento do jogo?

D20: O trabalho utiliza alguma metodologia de prototipação ou desenvolvimento do jogo?

D21: Qual a categoria do jogo?

D22: Quais são as funcionalidades do jogo oferecidas para os especialistas da área?

D23: Como é autoidentificado o jogo?

D24: O jogo é um jogo sério?

D25: Que tipo de resultado o trabalho obteve?

3.1.5 Dados obtidos

Inicialmente, obtiveram-se 1787 artigos. Com a aplicação dos COs (inclusive CO5) obtiveram-se 1518 artigos. Após a aplicação dos CIs, obtiveram-se 23 artigos. Com a aplicação do CE, restaram 17 artigos para estudo. A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos obtidos com a busca nos MBAs, seguido da aplicação dos COs, CIs e CE. A Scopus foi o MBA que mais se destacou (D01), por retornar artigos de outros MBAs.

A quantidade de publicações, desde 2007, comporta-se de maneira crescente (D02). Um detalhe importante para os últimos dois anos é o comportamento aparentemente decrescente, pois geralmente neste período de tempo, as publicações ainda não foram cadastradas nos respectivos MBAs. A tendência é visualizada na Figura 5.

O Apêndice B relata os dados dos artigos obtidos. A Tabela 2 apresenta os 17 artigos obtidos para estudo e seus correspondentes títulos.

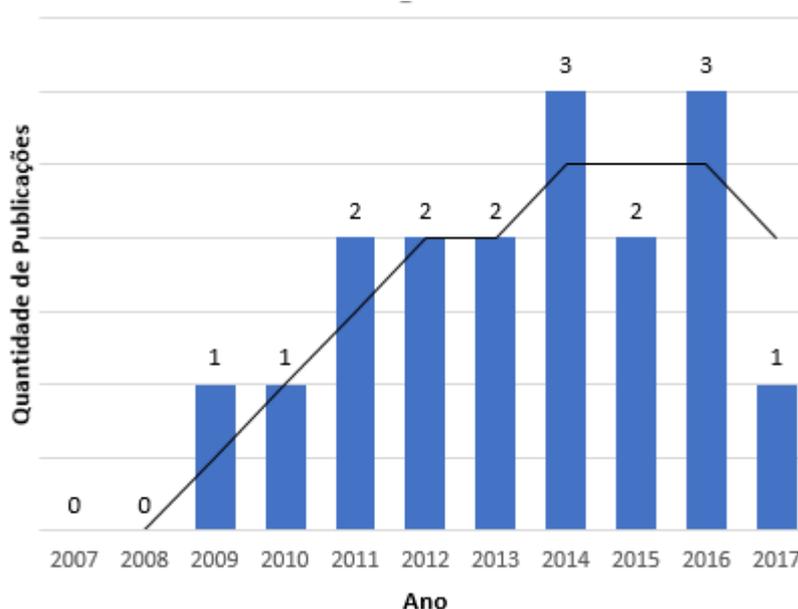
O local de publicação mais citado (D03) foi o *Journal of Cystic Fibrosis*, em 2 (A6 e A8) dentre os 17 artigos estudados. Os locais de publicação dos outros tra-

Tabela 1 – Quantidade de artigos obtidos após aplicação dos critérios de seleção

MBA	Qnt.	CO5	CI1	CI2	CI3	CE
Scopus	296	293	226	212	22	16
Web of Science	149	52	28	23	0	0
Eng. Village	40	2	0	0	0	0
IEEE Xplore	739	724	603	589	1	1
PubMed	81	59	8	8	0	0
Science Direct	481	388	57	53	0	0
ACM DL	1	0	0	0	0	0
Total	1787	1518	922	885	23	17

Fonte: Próprio autor, 2018.

Figura 5 – Tendência de pesquisas desde 2007



Fonte: Próprio autor, 2018.

balhos não se repetiram. Dos veículos de publicação identificados (D04), a maioria foi publicada em *Journals* ($n = 10$). Dos tipos de artigo identificados (D05), a maioria eram *Full Papers* ($n = 12$). Quanto ao foco dos artigos (D06), a maioria dos trabalhos focavam nos desenvolvimento dos jogos. Houveram trabalhos que focaram na intervenção com jogos e no uso de dispositivos com jogos. Não houveram intervenções com dispositivos e não houveram intervenções com jogo e dispositivo. Todas as intervenções continham jogos mas nem todos os jogos faziam parte de intervenções.

Quanto ao objetivo dos trabalhos (D07), a maioria dos trabalhos buscaram avaliar as intervenções com uso de jogo, comparado a algum exame. Trabalhos de jogos e dispositivos desenvolveram o produto ou testaram a experiência do usuário em termos de usabilidade. A distribuição dos objetivos é observada na Figura 6.

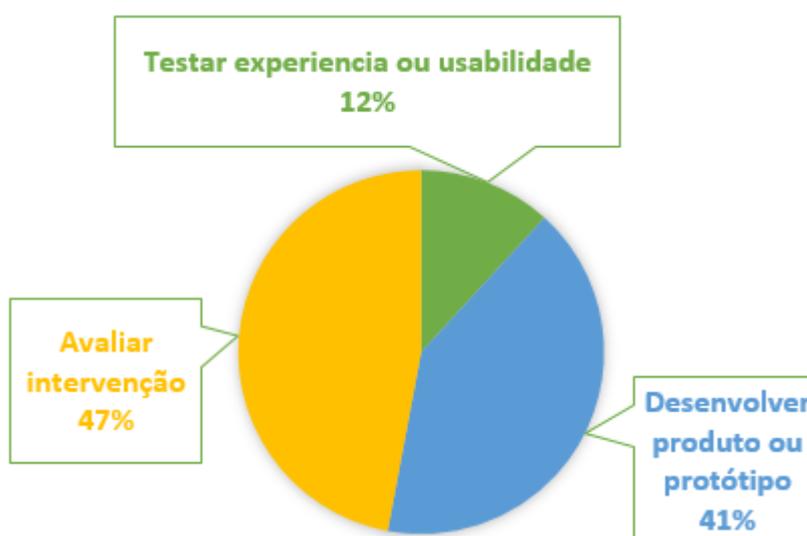
Tabela 2 – Artigos encontrados através do mapeamento, após os critérios de seleção

Título	Ref.
<i>[A1] Augmenting breath regulation using a mobile driven virtual reality therapy framework</i>	Abushakra e Faezipour (2014)
<i>[A2] Respiration tracking using the Wii remote game controller.</i>	Aguilar et al. (2011)
<i>[A3] Pilot trial of spirometer games for airway clearance practice in cystic fibrosis</i>	Bingham, Lahiri e Ashikaga (2012)
<i>[A4] Web-based sensor streaming wearable for respiratory monitoring applications</i>	Carlos et al. (2011)
<i>[A5] Support and rehabilitation of patients with pulmonary expansion deficit by using game therapy</i>	Chacon et al. (2016)
<i>[A6] Physiological response during activity programs using Wii-based video games in patients with cystic fibrosis</i>	Corral et al. (2014)
<i>[A7] Active video game exercise training improves the clinical control of asthma in children: randomized controlled trial</i>	Gomes et al. (2015)
<i>[A8] Xbox Kinect™ represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis</i>	Holmes et al. (2013)
<i>[A9] The effects of game-based breathing exercise on pulmonary function in stroke patients: a preliminary study</i>	Joo, Shin e Song (2015)
<i>[A10] Breath: a game to motivate the compliance of postoperative breathing exercises</i>	Lange et al. (2009)
<i>[A11] Does a Nintendo Wii exercise program provide similar exercise demands as a traditional pulmonary rehabilitation program in adults with COPD?</i>	LeGear et al. (2016)
<i>[A12] Using serious games to motivate children with cystic fibrosis to engage with mucus clearance physiotherapy</i>	Oikonomou e Day (2012)
<i>[A13] Human-computer interactions in speech therapy using a blowing interface</i>	Ruminski, Bujnowski e Wtorek (2014)

Título	Ref.
[A14] <i>Diaphragmatic breathing during virtual reality exposure therapy for aviophobia: functional coping strategy or avoidance behavior? a pilot study</i>	Shiban et al. (2017)
[A15] <i>Flappy Breath: A Smartphone-Based Breath Exergame</i>	Stafford, Lin e Xu (2016)
[A16] <i>Using a virtual game system to innovate pulmonary rehabilitation: safety, adherence and enjoyment in severe chronic obstructive pulmonary disease</i>	Wardini et al. (2013)
[A17] <i>An innovative breathing game applied with textile sensors</i>	Yang et al. (2010)

Fonte: Próprio autor, 2018.

Figura 6 – Distribuição por objetivos dos trabalhos (n = 17)



Fonte: Próprio autor, 2018.

Estudou-se o *design* da pesquisa (D08) dos trabalhos com base nas definições de Gil (2002). Foi identificado que a maioria dos artigos trabalhou com Pesquisa Pré-Experimental (n = 5), seguido de Estudo de Caso, *Random Controlled Trial*, intra-sujeitos, Pesquisa Experimental e Pesquisa Ação.

Com base nas técnicas de coleta de dados (D09), definidas em Barbosa e Silva (2010, p. 14), as técnicas mais utilizadas: pelas intervenções foi o Grupo Focal e; Investigação Contextual (entender os usuários, seu ambiente e suas tarefas em contexto) pelos jogos e dispositivos.

Foram identificadas diversas disfunções respiratórias trabalhadas (D10) pelos

artigos. A mais citada foi a DPOC (A2, A4, A11, A15, A16). Parte dos trabalhos não especificaram disfunções.

Das ações respiratórias analisadas pelos trabalhos para conduzir o jogo ou biosinal sendo sensoriado (D11), a mais destacada foi a Frequência Respiratória (n = 10), seguida de ações indiretas (quando o jogador movimentava os membros do corpo), de pico inspiratório e pico expiratório. Não houveram artigos que conduziram duas ou mais ações no mesmo trabalho.

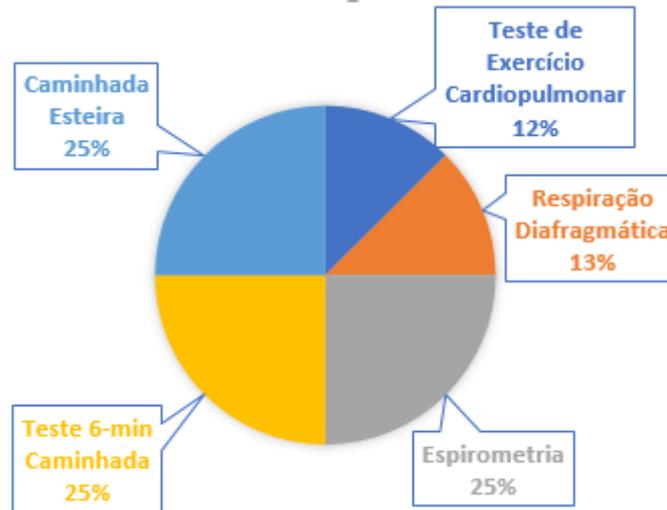
As rotinas de intervenção (D12) encontradas nos trabalhos foram:

- 15 minutos por dia, durante 2 semanas (A3);
- 5 minutos durante 2 dias (A6);
- 30 minutos de intervenção, 2 vezes por semana (A7);
- 60 minutos por intervenção (A8);
- 25 minutos, 3 dias por semana durante 5 semanas (A9);
- 15 minutos por intervenção (A11);
- 30 minutos, intervenção única (A14);
- variado, 3 dias por semana (A16).

Os testes clínicos utilizados (D13) pelos artigos de intervenção (n = 8) são visualizados na Figura 7. Os exames mais identificados (D15) foram Teste de 6 minutos de Caminhada, Caminhada em Esteira e Espirometria. As 8 intervenções estudadas trabalharam com 10 (A8, A11), 13 (A3), 24 (A6), 30 (A14), 32 (A16), 36 (A7) e 38 (A9) participantes (D14) para auxiliar na avaliação da intervenção com jogo. Dos dispositivos usados em intervenções (D16), nos artigos de intervenções (n = 8), o mais citado foi a Esteira, seguido do Nintendo Wii. Dos dispositivos citados para exames (D17) em intervenções (n = 8), o mais identificado foi o Espirômetro, em 5 artigos. Os artigos estudados trabalhavam com diversas populações (D18). Parte focavam em adultos e crianças, a minoria em adolescentes e idosos e, na maioria, não foi especificada uma população foco. A relação da comparação entre as populações atendidas pode ser visualizada na Figura 8.

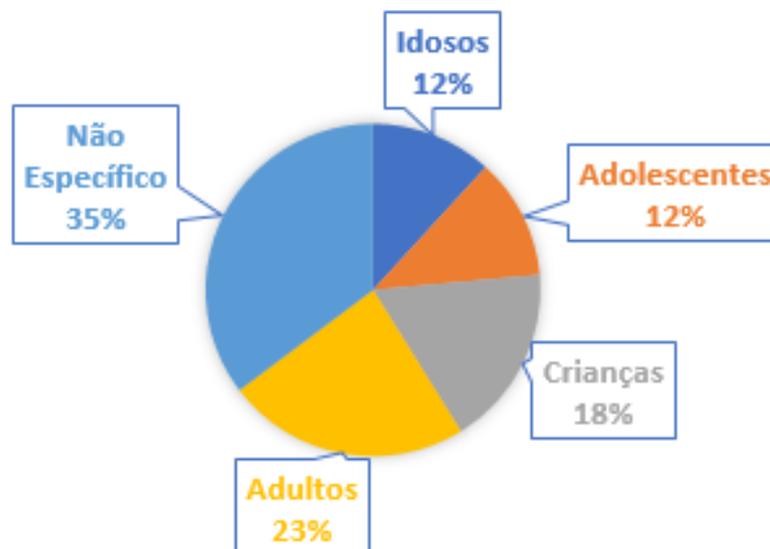
Sobre a participação de entendidos da área da saúde (UFEs; estudantes, especialistas, profissionais ou professores) na condução ou na intervenção dos trabalhos (D19), identificou-se que: a maioria dos trabalhos não informavam sobre a participação dos entendidos durante o desenvolvimento dos jogos e dispositivos como terceiros e; entendidos trabalhavam somente em intervenções com jogos, como autores das próprias pesquisas que realizavam. A comparação é visualizada na Figura 9.

Figura 7 – Distribuição por testes clínicos (n = 8)



Fonte: Próprio autor, 2018.

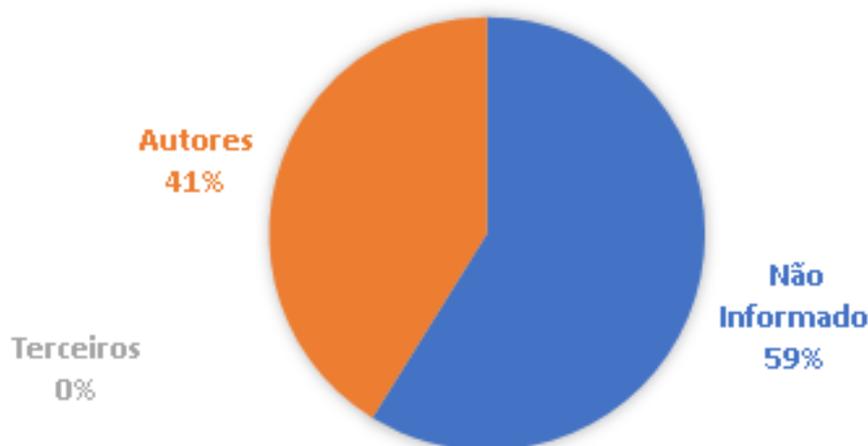
Figura 8 – Distribuição por populações atendidas (n = 17)



Fonte: Próprio autor, 2018.

Com base nas definições sobre técnicas de prototipação (D20) em Preece, Rogers e Sharp (2005, p. 389) a maioria dos trabalhos, que apresentavam jogos, relataram o uso de protótipos de baixa-fidelidade (n = 6). Também foram encontrados uso de protótipos de alta-fidelidade e *Iterative Game Design* (esta técnica não é en-

Figura 9 – Distribuição por participação de entendidos na condução da pesquisa (n = 17)



Fonte: Próprio autor, 2018.

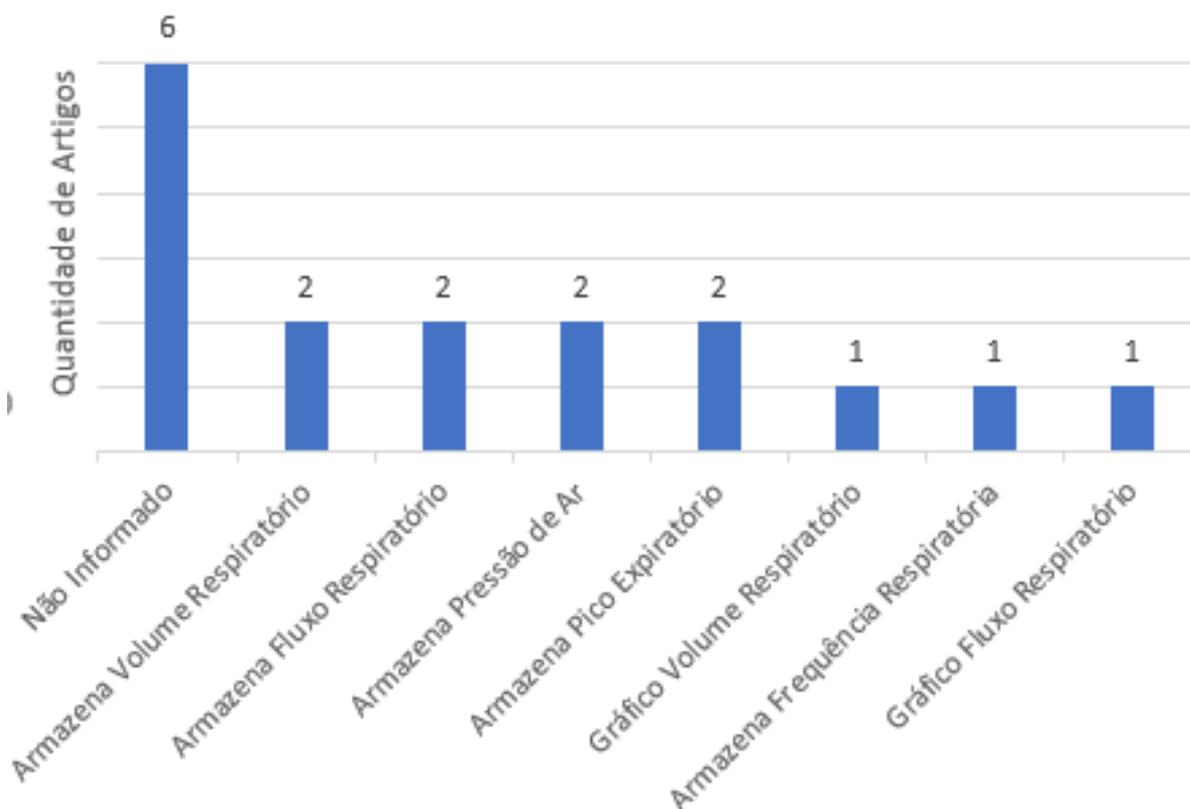
contrada em Preece, Rogers e Sharp (2005) mas foi considerada como uma técnica de prototipação neste trabalho). As intervenções não trabalhavam técnicas de prototipação pois usavam o produto final de um jogo.

Ao estudar a categoria (D21) dos jogos (n = 15), com base na taxonomia de Rossito et al. (2015, p. 5), identificou-se que a maioria dos jogos, estudados nos artigos, eram da categoria Diversos (n = 7). Parte dos jogos eram da categoria Esportivo (procuram simular alguma parte de algum esporte real) e Controle Virtual (quando o objetivo do jogo deve ser alcançado usando algum controle virtual). Não foi identificada uma categoria para os outros artigos devido a falta de informações sobre os jogos.

Das funcionalidades para especialistas da saúde (D22), somente intervenções não informaram quais dados, recursos ou funções eram armazenadas pelos jogos (n = 15). Já o restante dos trabalhos informavam armazenamento de dados e gráficos de alguma variável respiratória. O comparativo é visualizado na Figura 10.

Em relação aos jogos, quase metade (n = 7) atendiam ao conceito de jogos sérios (D24). Existem trabalhos que, por falta de informação, não foi possível definir se eram jogos convencionais ou sérios. Nos artigos que apresentavam jogos (n = 15), os trabalhos divergiram quando tratou-se de autoidentificar (D23) o jogo apresentado com algum sinônimo de jogo digital. A maioria cita *Video Game*, *Virtual Reality* e *Game*. Na maioria dos artigos (n = 10), identificou-se uma resposta (D25) positiva sobre a eficácia esperada dos trabalhos ao trabalhar terapia respiratória.

Figura 10 – Funcionalidades para especialistas (n = 15)



Fonte: Próprio autor, 2018.

3.2 JOGOS RELACIONADOS

Foram encontrados através do mapeamento e de artigos ad-hoc (aqueles que não foram encontrados no mapeamento mas durante o desenvolvimento do projeto) trabalhos relacionados com o tema deste trabalho. A seguir, em ordem crescente de ano de publicação, são citados e discutidos as características que puderam ser herdadas no SB proposto.

3.2.1 *Breathe*

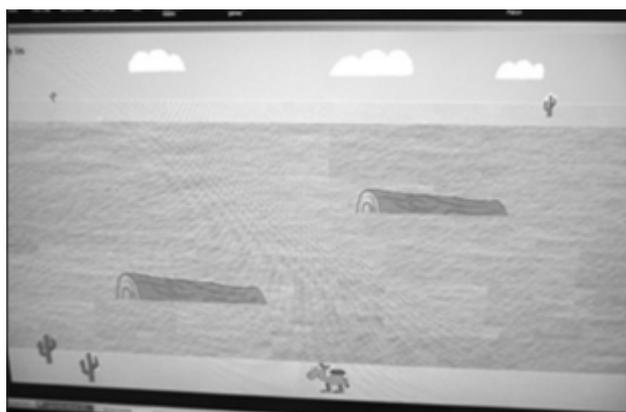
Breathe (LANGE et al., 2011) é um conjunto de 6 *minigames* para RR. Foi utilizado um espirômetro comercial como dispositivo de controle de jogo. Cada um aplica apenas um exercício de reabilitação diferente em um paciente com doenças relacionadas a respiração. A partir da performance do jogador, métricas são guardadas para serem analisadas pelo profissional.

A interação do jogador com o jogo é realizada a partir do uso de um espirômetro juntamente com o *software* que mede a quantidade e a frequência de ar em um

determinado tempo. Este software captura os dados de respiração que são obtidos quando o jogador realiza respirações com o espirômetro, utilizando-os para realizar as ações dentro do jogo, ou seja, de acordo com os valores obtidos algum movimento do personagem será feito. Além do software providenciar estes dados, existe a possibilidade dos mesmos serem representados em forma de gráficos para que o profissional tenha uma melhor visualização.

No *minigame* River Crossing, o paciente movimenta um camelo (personagem) com a respiração. O objetivo do jogo é ajudar o camelo a atravessar um rio pulando em troncos de madeiras flutuando de um lado para o outro (Figura 11). Quando o paciente inspira, o personagem pula em um tronco. Caso o exercício não seja executado com o mínimo de esforço necessário, o camelo não consegue alcançar o próximo tronco e volta para o início do nível. O *minigame* permite alterar a quantidade de troncos que refletem o comportamento respiratório esperado do paciente.

Figura 11 – Tela do minigame River Crossing em Breathe

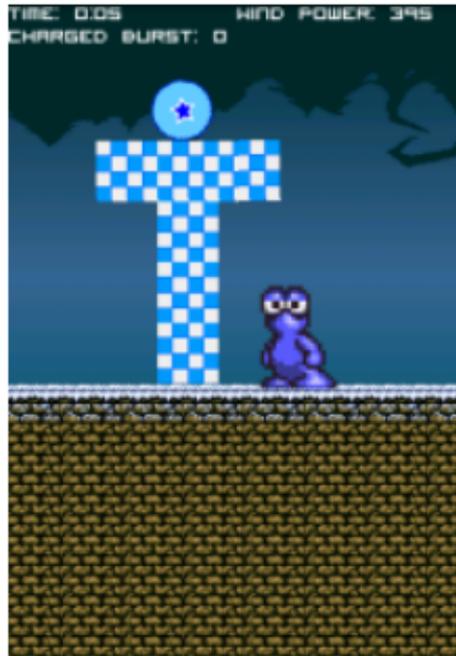


Fonte: Lange et al. (2011)

3.2.2 *Wind Runners*

Wind Runners (NIKKILA et al., 2012) objetivou incentivar crianças com asma a medir seus picos de fluxo expiratório diariamente. O jogo utilizou um dispositivo portátil para capturar os dados. O dispositivo foi construído com um sensor de pressão diferencial que faz a captura os dados de fluxo de ar e os transmite para um *smartphone* via Bluetooth e a uma funcionalidade do sistema operacional Android no dispositivo cliente que faz a conversão dos dados de pressão em dados de fluxo baseados em uma calibração. O jogo é do gênero plataforma 2D e possui elementos de *puzzle* (Figura 12). O jogador faz o exercício de pico antes de começar o jogo. O valor do pico é usado para guiar uma bola na fase. Quanto maior o pico, mais longe ele pode guiar a bola.

Figura 12 – Tela do jogo Wind Runners

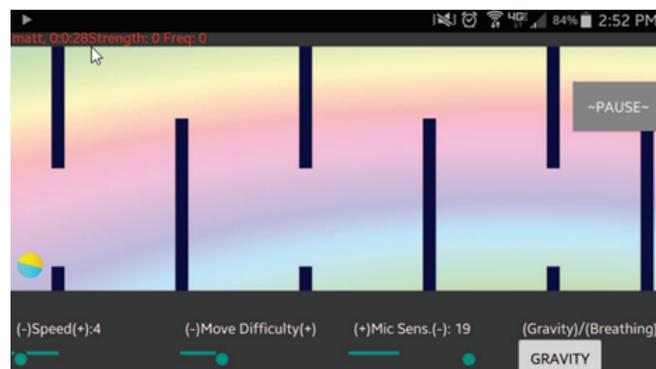


Fonte: Nikkila et al. (2012)

3.2.3 *Flappy Breath*

Flappy Breath (STAFFORD; LIN; XU, 2016) foi desenvolvido para que pacientes de asma pudessem praticar frequências respiratórias. O jogador deve inspirar e expirar para desviar de obstáculos (Figura 13) que são controlados de acordo com a frequência respiratória do jogador. O jogo captura informações dos ruídos gerados pela respiração através de um microfone.

Figura 13 – Tela do jogo Flappy Breath



Fonte: Stafford, Lin e Xu (2016)

3.2.4 *ChillFish*

ChillFish (SONNE; JENSEN, 2016) é um jogo desenvolvido para crianças com deficit de atenção. O jogo ocorre em um ambiente marinho 2D onde o jogador controla um personagem peixe que deve coletar o maior número de estrelas possíveis dentro de dois minutos. O controle do personagem acontece por meio da inspiração (movimento para baixo) e expiração (movimento para cima) do jogador, que deve respirar de acordo com o ritmo de estrelas que aparecem. As estrelas ficam posicionadas em lugares fáceis e confortáveis para o jogador coletá-las, com espaçamento adequado para que a respiração normal contínua do jogador faça a coleta das estrelas.

O jogo usa um dispositivo com *design* de peixe (Figura 14), relacionando o personagem como o nome do jogo. O controlador utiliza um sensor de temperatura acoplado em um microcontrolador, detectando mudanças na temperatura quando o jogador respira. O movimento do personagem é determinado por alterações na temperatura capturados pelo dispositivo, assim, o personagem se move se a temperatura for fria ou quente. O autor afirma que o dispositivo não necessita de calibração e que não é afetado pela temperatura ambiente.

Figura 14 – Imagem do jogo Chillfish



Fonte: Sonne e Jensen (2016)

3.2.5 Comparação

Realizou-se uma comparação dos jogos relacionados para definir funcionalidades em que a proposta de jogo pudesse herdar dos trabalhos relacionados e apresentar inovações. A Tabela 3 apresenta as principais funcionalidades do jogo proposto neste projeto.

Tabela 3 – Funcionalidades do I Blue It (NI = Não Identificado)

Funcionalidades	Breathe	Wind Runners	ChillFish	Flappy Breath	I Blue It
Mistura manobras ou ações respiratórias?	Não	Não	Não	Não	Sim
Dispõe de dispositivo de baixo custo?	Não	Sim	Sim	NI	Sim
Dispõe de dispositivo de protegido por filtro?	Sim	NI	NI	NI	Sim
Jogo desenvolvido com UFEs?	Sim	NI	NI	NI	Sim
Pode ser personalizado por UFEs?	Sim	NI	NI	NI	Sim

Fonte: Próprio autor, 2018.

Nenhum dos jogos relacionados apresentou a mistura das ações respiratórias em um único jogo. O jogo proposto nesta pesquisa, o “I Blue It”, buscou dispor de um dispositivo de baixo custo, protegido por filtro bacteriológico, desenvolvido com o envolvimento de UFEs e prover dados e personalizações para os profissionais da saúde.

Todos os jogos mencionados usam dados de fluxo respiratório coletado da boca, e não diretamente do nariz, o que sugere que esta forma é suficiente e adequada para incentivar as manobras respiratórias. Ainda, todos os jogos apresentam seu *design* com aspectos infantilizados o que sugere que este é o principal público-alvo de iniciativa nesta área.

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Como um dos objetivos desta pesquisa é identificar os requisitos para projetar e desenvolver um JS para RR, constatou-se que estes jogos pouco relatam a participação de UFEs no desenvolvimento, não trabalham ações respiratórias misturadas, pouco informam sobre a personalização e as funções que o JS traz para os entendidos. Pode-se concluir, que o mapeamento pode trazer novos requisitos/condições para orientar o desenvolvimento do JS.

4 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA BIOMÉDICO COM JOGO SÉRIO

Os trabalhos de Schroeder (2017) e Carvalho (2017), que seguiram uma sistemática para desenvolver e avaliar JS, serviram como base para construir um processo de concepção. Estes jogos buscaram garantir que o produto-jogo estivesse adequado ao público-alvo e possuísse utilidade para os UFEs. A seguir, descreve-se as fases do processo de concepção do JS “I Blue It”. O processo de concepção buscou envolver entendidos no domínio no projeto (UFE), a fim de orientar as condições de desenvolvimento do jogo e avaliar o produto. A Figura 15 ilustra fluxograma do processo.

4.1 O PROCESSO DE DESIGN DO SISTEMA BIOMÉDICO COM JOGO SÉRIO

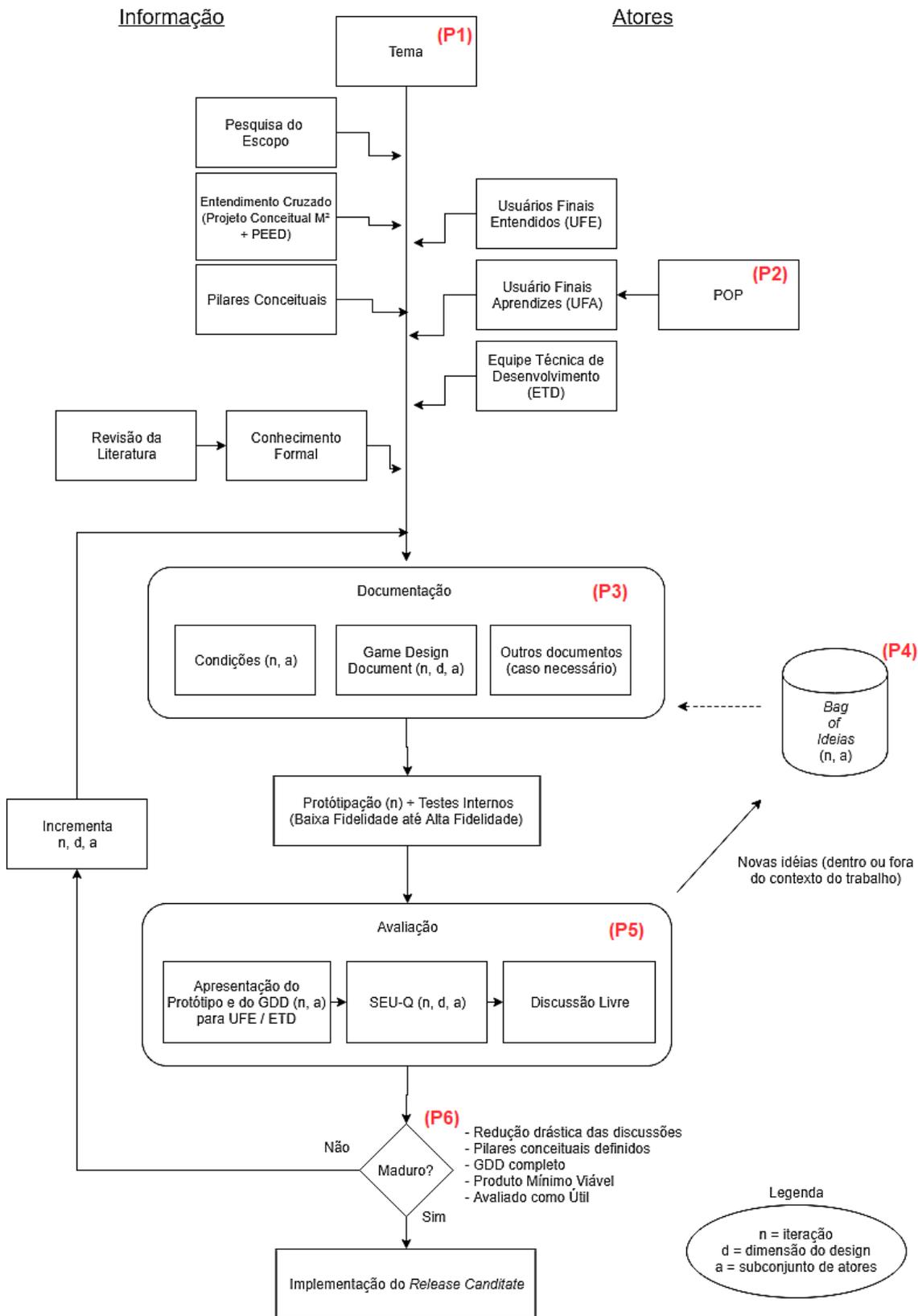
O processo iniciou com o seguinte contexto:

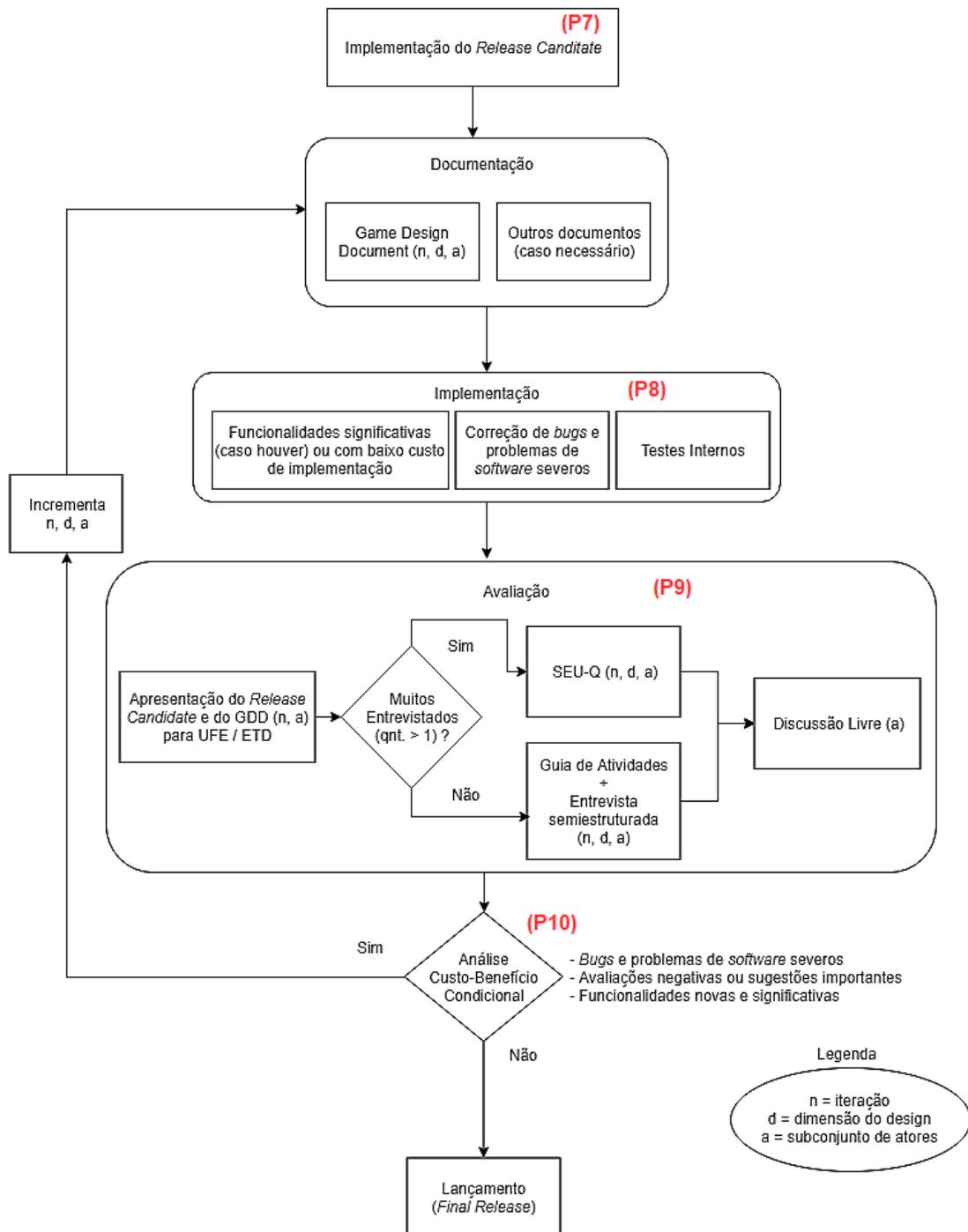
1. Preocupou-se em ter contribuição (diferencial) científica;
2. Buscou-se apresentar uma inovação tecnológica;
3. A duração máxima da execução do projeto é de dois anos;
4. A equipe é pequena (duas pessoas de perfil técnico comprometidas);
5. Equipe é incompleta em relação aos times de desenvolvimento de jogos tradicionais (sem time artístico, de compositores/som e outros);
6. Tema do jogo proveniente do ambiente acadêmico (ETD);
7. Não iniciou com comprometimento de UFEs;
8. Influenciado pela preocupação de que o JS seja efetivo, com utilidade, visando resultados.

Na Figura 15, em vermelho, os identificadores relacionam as fases do processo com o texto a seguir para orientar a leitura.

A definição do tema, do problema e do público-alvo foram definidos a partir do *brainstorm* com UFEs (P1). Essas atividades podem ser executadas sem uma ordem específica e serem repetidas o quanto for necessário.

Figura 15 – Fluxograma do processo de *design* do “I Blue It”





Fonte: Próprio autor, 2018.

Com os elementos do *brainstorm* definidos, o passo seguinte foi realizar uma pesquisa do escopo. O objetivo foi encontrar conhecimentos introdutórios e trabalhos relacionados com o tema (artigos, livros, manuais, definições e outros) a fim de ter um conhecimento geral sobre o assunto e possibilitar ter capacidade de conversar com UFEs para direcionar o desenvolvimento do JS. Com estes conhecimentos adquiridos:

- Verificou-se o benefício da participação dos UFAs com base nas POP;
- Listou-se representantes dos UFEs que poderiam se envolver ou se comprometer com o projeto;
- Listou-se representantes da ETD que poderiam se envolver ou se comprometer com o projeto e;
- Detalhou-se recursos (pessoas, materiais, custo, complexidade de implementação e outros);

O formulário com as POP (P2) foi preenchido pelos autores desta pesquisa, e concluiu-se que a indicação final da participação dos UFA durante o processo de desenvolvimento era não recomendada, com 90.9% de confiança e 100% de coerência. As respostas das POP para projeto encontram-se assinaladas no Apêndice A com os respectivos cálculos.

Com o conhecimento inicial sobre o tema, concebeu-se os aspectos funcionais e informacionais. No primeiro momento, através do entendimento cruzado, buscou-se:

- Ter clareza do objetivo de cada *stakeholder* envolvido;
- Definir um pequeno conjunto de condições (requisitos) baseados em pilares conceituais que guiarão o processo de desenvolvimento;
- Contemplar possíveis ideias de jogo;
- Compreender testes, avaliações, diagnósticos e outros;

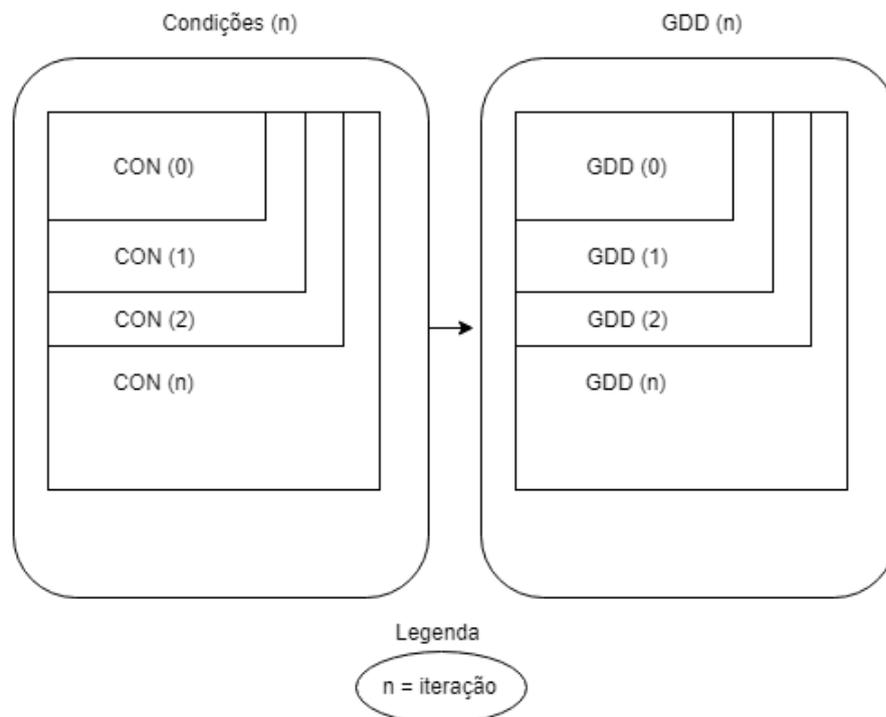
Com o tema e as condições do jogo bem definidos, realizou-se uma revisão da literatura para encontrar informações e trabalhos relacionados. O objetivo desta fase foi ter um conhecimento mais profundo e formal sobre o assunto e observar a necessidade de um JS voltado a RR, além de comparar e propor novas funcionalidades ou misturas de artefatos e ideias existentes.

Com base nas condições iniciais e nos atores identificados, realizou-se a primeira concepção de um GDD em *slides* (P3). A ideia de construir o GDD em *slides* foi

devido a facilidade de servir como apresentação para possíveis novos atores a se envolverem ou a se comprometerem com o jogo. O documento, inicialmente, era curto e não começou completo mas evoluiu com as iterações, tinha descrições sucintas e servia de consulta e apresentação para os atores envolvidos. Nesta fase, os requisitos e a versão do GDD mudaram em função das novas iterações (reuniões), da quantidade de atores e da dimensão do *design* do jogo.

A adição de novas condições impactaram na modificação do GDD. A Figura 16 ilustra a evolução do GDD em função de novas condições. Por exemplo, no início, condições (CON) e GDD são pequenos, quanto mais condições eram adicionadas, mais o GDD crescia. As condições tinham impacto direto na complexidade do jogo.

Figura 16 – Ilustração do impacto de novas condições nas versões do GDD



Fonte: Próprio autor, 2018

As condições (requisitos) definidas nesta fase, para o GDD, foram divididas em:

- Obrigatórios, aquelas que o JS deve contemplar;
- Desejáveis, aquelas que o JS pode contemplar mas que devem ser implementados depois das obrigatórias e;

- Restrições, aquelas que o JS não pode contemplar.

Com base nas apresentações em *slides* dos trabalhos de Schroeder (2017), Carvalho (2017) e nos elementos de jogos dos GDDs tradicionais e curtos de Motta e Junior (2013), Carvalho e Gomes (2016), Hira et al. (2016), construiu-se uma lista de elementos que, para o contexto deste trabalho, foi preenchida ao longo das iterações. A ideia de construir o GDD em *slides* foi devido a facilidade de servir como modelo de diálogo com os demais UFEs e ETDs. Este modelo apresenta as funcionalidades, os dados para os especialistas e as mecânicas de forma sucinta; prioriza imagens e contém vídeo demonstração. Características, essas, com os elementos de jogos suficientes para ser apresentado como produto para potenciais investidores. Os elementos são:

- Objetivo: Definição do objetivo sério do projeto;
- Hardware: Dispositivo que o jogo utiliza, seu tipo e suas características;
- Software: Gênero de jogo e a plataforma de *hardware* alvo;
- Condições: Requisitos a serem atendidos pelo jogo, separados por obrigatórios, desejáveis e restrições;
- O Jogo: Nome do jogo, fantasia/metáfora e sinopse breve;
- Navegabilidade: Descreve as principais telas do jogo;
- Jogabilidade: Descreve a interação do jogo com o jogador (SILVA; TRISKA, 2012, p. 6);
- Mecânicas: Conjunto de regras que regem o jogo (SILVA; TRISKA, 2012, p. 6);
- Transição: Regras que definem a mudança de estado do jogo, para Fase e Nível.
- Dados Capturados: Recursos sérios que o jogo pode fornecer aos UFEs;
- Pontuação: Deve ser baseada no contexto e nas variáveis do JS;
- *Feedbacks*: Respostas as ações do jogador durante o jogo. Tanto visual quanto sonoro (caso não houvesse vídeo demo);
- Vídeo Demo: Demonstração em vídeo de aproximadamente 60 segundos para apresentar a jogabilidade do jogo. Útil para prevenir imprevistos (por exemplo, protótipo não funcionar na hora da apresentação).

A fase de apresentação do GDD serviu de avaliação pelos atores envolvidos (P5). Quanto mais decisões, detalhamentos, requisitos e restrições incorporadas, mais o GDD se atualizava e se consolidava. Por ser uma apresentação, novas ideias foram geradas. As novas ideias que causavam conflito com os requisitos já definidos foram armazenadas em uma lista (*Bag of Ideas*, P4, ideias geradas durante o percurso do projeto estão no Apêndice M) para que pudessem ser utilizadas em momentos oportunos.

Nesta fase, também aplicou-se o SEU-Q, após a apresentação do GDD. O SEU-Q avaliou o potencial de utilidade do jogo de cada encontro.

As condições de parada para o levantamento de requisitos foram:

- Quando não haviam mais conflitos de condições entre as anteriores e novas;
- Quando não apareciam novas informações relevantes.

Os protótipos usados neste projeto podem ser separados em 3 macro tipos:

1. Protótipo de Baixa-Fidelidade (PBF): mecânica era apresentada somente nos *slides*, com *sketch*¹ e descrições em texto, e o funcionamento do dispositivo era apresentado em vídeo;
2. Protótipos de Média Fidelidade (PMF): mecânica e o funcionamento do dispositivo eram apresentados via vídeo;
3. Protótipo Funcional (PF, ou RC, *Release Candidate*): mecânicas e dispositivos apresentados por demonstração ao-vivo.

Com os requisitos e o GDD, implementou-se um protótipo que foi de uma versão de baixa-fidelidade até uma versão jogável (*Release Candidate*). Este serviu para ser apresentável e propor uma jogabilidade básica das mecânicas do jogo. A cada iteração, o protótipo evoluiu em função das novas definições dos requisitos e do GDD. O protótipo chega a um nível de maturidade (P6) quando:

- Houve redução drástica das discussões e questionamentos sobre os requisitos e restrições;
- Os pilares conceituais (condições) estavam definidos;
- O GDD tornou-se completo;

¹ *Sketch* (rabisco) é um simples desenho feito rapidamente a mão com a intenção de passar visualmente uma ideia ou informação sobre algo ou um produto (BUXTON, 2010).

- Obteve-se um Produto Mínimo Viável (MVP) ²;
- O jogo e dispositivo foram avaliados como útil.

A finalização indicou iniciar o processo de implementação da versão *Release Candidate* (RC).

A implementação do RC atualizou os *assets*³ e a arquitetura de *software* do *I Blue It*, melhorando o código-fonte do *software* para que trabalhos futuros tivessem facilidade em estudar, utilizar ou modificar o código e recursos do jogo (P7). O processo de concepção do RC seguiu o processo de concepção do protótipo, com certas particularidades:

- Na fase de documentação, não considerou-se novos requisitos por impactarem na complexidade do projeto. Novas condições poderiam alterar toda a arquitetura do projeto;
- A fase de implementação (P8) buscou trabalhar funcionalidades significativas, correção de *bugs* e problemas de *software* e testes internos. As novas funcionalidades eram avaliadas (P9) em função da complexidade de implementação e tempo restante do projeto;
- A fase de avaliação dividiu-se em função da quantidade de entrevistados. Utilizou-se um Guia de Atividades e entrevista semiestruturada em encontros com 1 pessoa, com o objetivo de experimentar e avaliar o jogo ao mesmo tempo. Quando haviam várias pessoas (pelo menos 2), aplicou-se o SEU-Q. O Guia de Atividades orientava o entrevistado a utilizar as principais funcionalidades do SB e seu modelo encontra-se no Apêndice J;

Ao final de cada iteração, incrementou-se a iteração, a dimensão de *design* do RC, o subconjunto de atores envolvidos e analisou-se o custo-benefício para lançar o jogo (P10), em função de 3 condições: caso surgissem *bugs* ou problemas de *software* severos; avaliações negativas e; sugestões importantes ou novas funcionalidades significativas;

² Um produto com funcionalidades suficientes, mais próximo do produto real, usado e prover feedbacks suficientes para o produto futuro (RIES, 2011, p. 82).

³ Termo que indica tudo que pode ser usado dentro de um motor gráfico, incluindo novos modelos 2D/3D, *sprites*, músicas, efeitos sonoros, módulos, entre outros.

4.2 PITACO: BIOINSTRUMENTAÇÃO PARA CAPTURA DE FLUXO DE AR

Segundo Pereira (2002, p. 9) existem diversos tipos aparelhos medidores de fluxo e volume respiratório, sendo o pneumotacógrafo o padrão. Ainda segundo o autor, o fluxo é medido diretamente e integrado eletronicamente para medir volumes. Estes aparelhos geralmente são menores, mais leves e mais dependentes de eletrônica do que outros aparelhos.

Pneumotacógrafos medem o fluxo de ar através da diferença de pressão sob uma resistência de tubos capilares, de acordo com a lei de Hagen–Poiseuille (SUTERA; SKALAK, 1993). Por estes motivos, construiu-se um pneumotacógrafo baseado no Pneumotacógrafo de Fleisch (1925) como controle para o *video-game*, apelidado PITACO (Figura 17).

Figura 17 – Dispositivo Especial PITACO



Fonte: Próprio autor, 2018

Este controle foi construído utilizando os seguintes materiais: cano, tampa furada e redutores de PVC, sensor de pressão diferencial eletrônico (MPX5010DP), canudinhos, microcontrolador (Arduino Nano R3), cabo USB para conexão ao computador e um filtro bacteriológico acoplado como bocal do dispositivo. O filtro é um componente extra e descartável usado para proteger o controle e o paciente de possíveis contaminações. Os materiais são de fácil aquisição no comércio e a montagem pode ser feita por pessoas com pouco conhecimento técnico. O manual de construção do PITACO, incluindo diagrama esquemático e de circuito, encontra-se no Apêndice F.

O dispositivo captura valores de pressão diferencial, proporcionais ao fluxo de ar através de um tubo de policloreto de vinila (PVC). O sensor é conectado ao microcontrolador Arduino, possibilitando o uso em sistemas computacionais. Envia-se através de conexão serial somente valores diretos do sensor MPX5010DP por serem os mais primários disponibilizados pelo dispositivo, viabilizando sua reutilização em outros projetos.

O algoritmo da conexão serial usada pelo PITACO pode ser editado por qualquer pessoa com conhecimentos em programação de Arduino. Para suavizar o sinal gerado pelas amostras, utilizou-se um filtro digital de média móvel. Este filtro foi suficiente para o “I Blue It”, estabilizou e suavizou os movimentos do Blue por ser (SMITH, 1997, p. 277): i) ótimo para reduzir ruídos aleatórios; ii) ter um baixo custo computacional.

A seguir, são apresentados sinais do PITACO ao executar exercícios respiratórios da calibração do “I Blue It”. A calibração do jogo exige que o jogador calibre 5 ações respiratórias:

1. pico expiratório (Figura 18);
2. pico inspiratório (Figura 18);
3. duração da expiração (Figura 19);
4. duração da inspiração (Figura 19) e;
5. frequência respiratória (Figura 20).

Figura 18 – Sinal gerado por pico expiratório (esquerda) e pico inspiratório (direita)

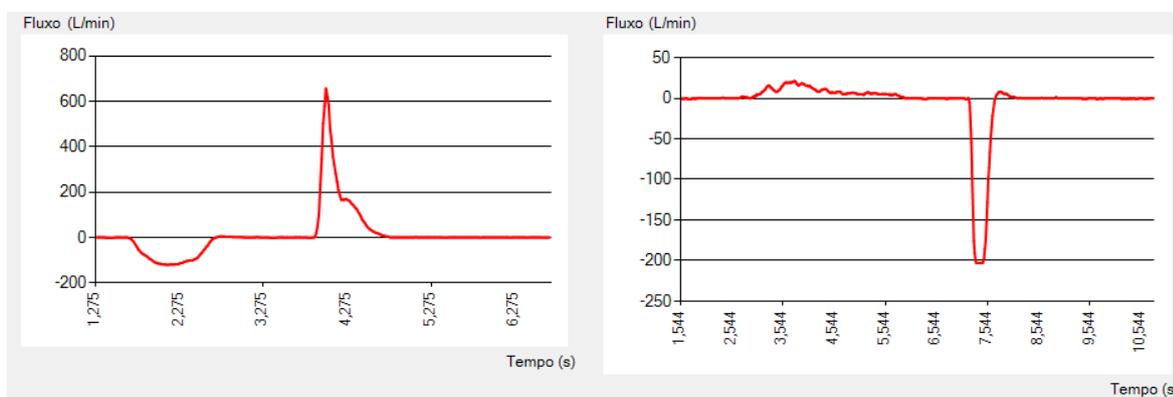
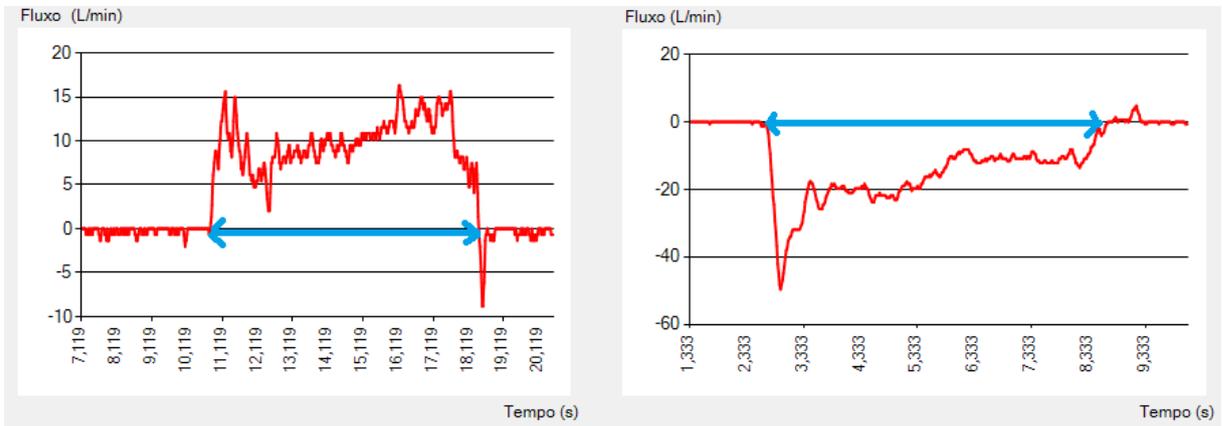
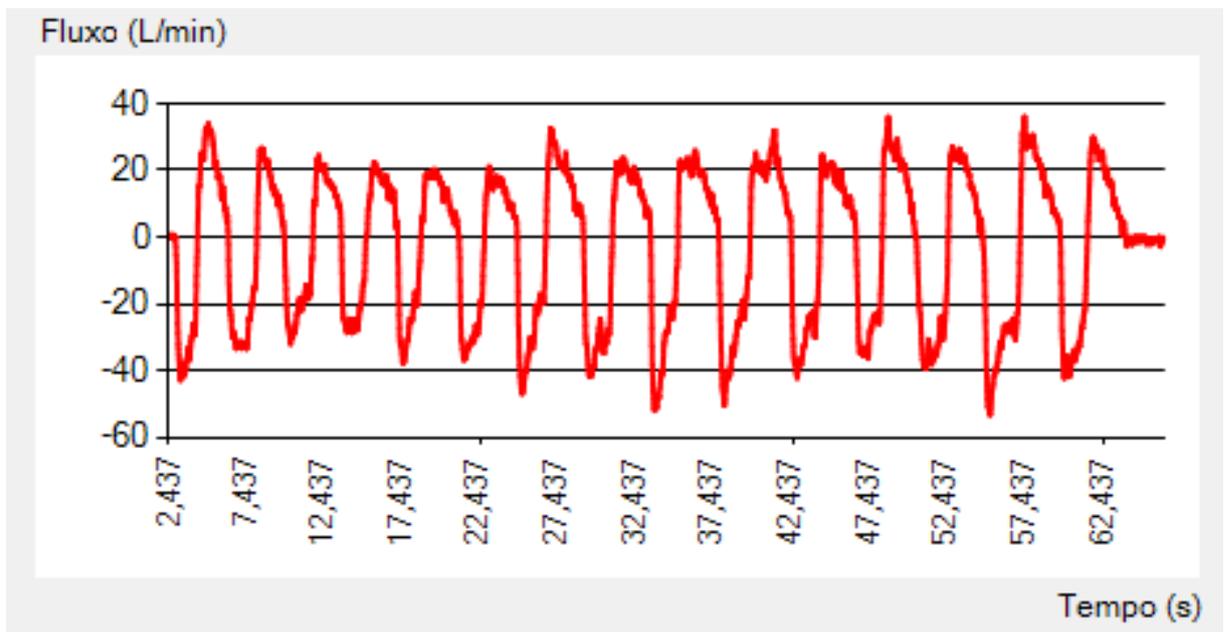


Figura 19 – Sinal gerado pela manutenção da expiração (esquerda) e manutenção da inspiração (direita)



Fonte: Próprio autor, 2018

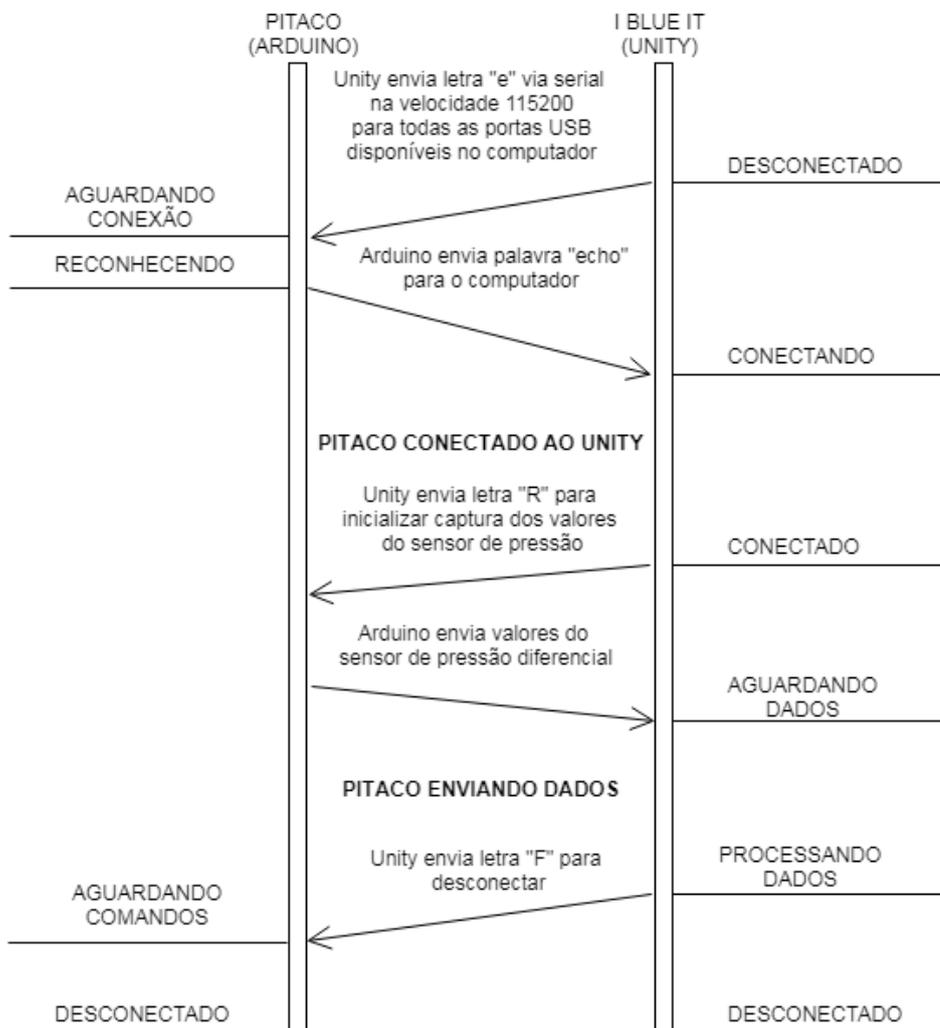
Figura 20 – Sinal gerado frequência respiratória durante 60 segundos



Fonte: Próprio autor, 2018

O PITACO usou comunicação serial (Figura 21). Primeiro, o jogo busca dispositivos em todas as portas USB do computador, envia a letra “e” para estes dispositivos e aguarda a resposta com a palavra “echo” para completar a conexão com este dispositivo. Quando conectado, o PITACO aguarda comandos para executar uma função. A letra “r” inicia a captura de amostras do sensor de pressão e a letra “f” finaliza.

Figura 21 – Sequência de comunicação serial ARDUINO-UNITY



Fonte: Próprio autor, 2018

4.3 I BLUE IT: UM SISTEMA BIOMÉDICO PARA REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA

A *game engine*⁴ escolhida para desenvolver este projeto foi a Unity3D⁵ por ter uma licença livre de uso para jogos sem fins lucrativos, suporte para dispositivos móveis e programação em linguagem de programação C#, que oferece ferramentas para programar comunicação serial do jogo com outros dispositivos eletrônicos.

O GDD em formato de *slides* do jogo plataforma do "I Blue It" versão protótipo encontra-se no Apêndice D e o versão RC no Apêndice E. A seguir, um resumo das características do jogo:

⁴ *Game Engine* é um *software* para abstrair detalhes de tarefas relacionadas a jogos como renderização, tarefas, cálculos de físicas, controle de entrada e saída de dados, sonorização, módulos artísticos, entre outros (ZERBST; DUVEL, 2004; WARD, 2008).

⁵ <https://unity3d.com/>

Objetivo: Auxiliar na recuperação de pacientes com disfunções respiratórias;

Hardware: Denominado de PITACO, é um dispositivo digital, portátil e de baixo custo baseado no funcionamento de um pneumotacógrafo. Utilizando um sensor digital de pressão diferencial, o PITACO pode mensurar fluxos respiratórios entre dois orifícios de um tubo. Por conter um microcontrolador com conexão USB, os fluxos são disponibilizados para uso em sistemas computacionais.

Software: “I Blue It” é um jogo sério digital para *desktop*, incentivador para reabilitação respiratória, rico em dados/recursos para o terapeuta e faz parte de um Sistema Biomédico que contém cadastro, calibração e *minigames*.

Condições Obrigatórias:

1. Auxiliar o Treinamento Muscular Respiratório;
2. Uso ambulatorial;
3. Uso (sempre) acompanhado por um profissional;
4. Uso por crianças e adultos;
5. Uso individual;
6. Flexibilidade para definir outros padrões respiratórios;
7. Personalizável por grupo populacional (configurações para crianças diferente dos adultos);
8. Jogo 2D;
9. Armazena dados;
10. Pontuação dirigida pelo processo terapêutico (evolui com a terapia);
11. Uso para população sem deficiências mentais severas e nem visuais (daltonismo);
12. Controle de acesso individualizado (sistema de *logins*).

Condições Desejáveis:

1. Visualização de dados facilitada (suporte a análise dos dados);
2. Painel de controle *On-The-Fly*;
3. Estar disponível via WEB;

4. Estar disponível via plataforma móvel (*Smartphone, Tablets*);

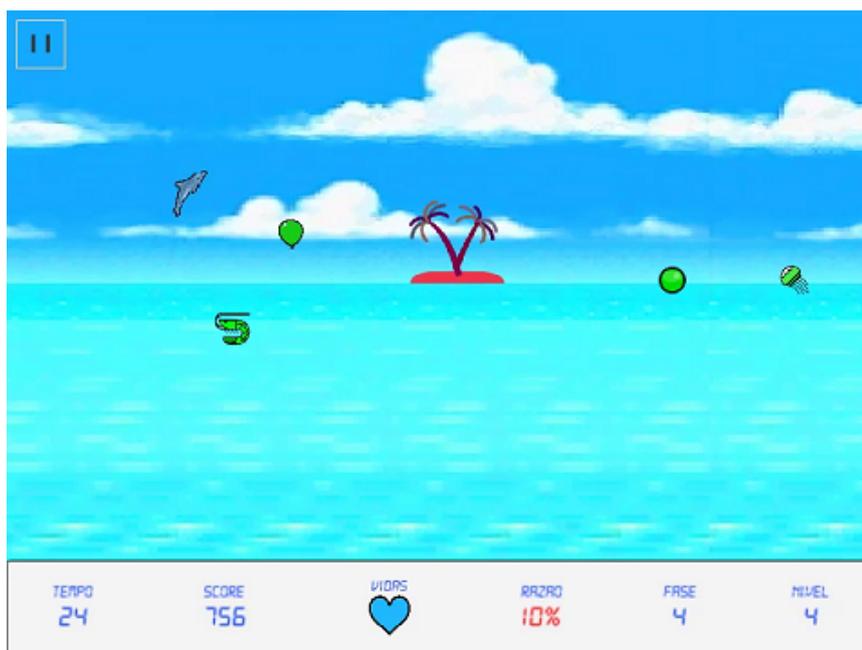
Restrições:

1. Não fadigar o paciente;
2. Não exigir esforços inadequados.

O Jogo: “I Blue It” é um jogo plataforma que conta a história da viagem do golfinho chamado azul “Blue”. O nome do jogo faz referência ao ato de soprar (*blow* em inglês) e é usa um trocadilho com a expressão “*you blew it!*” quando o jogador não respira adequadamente para o jogo. O objetivo é alcançar alvos e desviar de obstáculos para passar de fase, usando a respiração como controle para o personagem “Blue”.

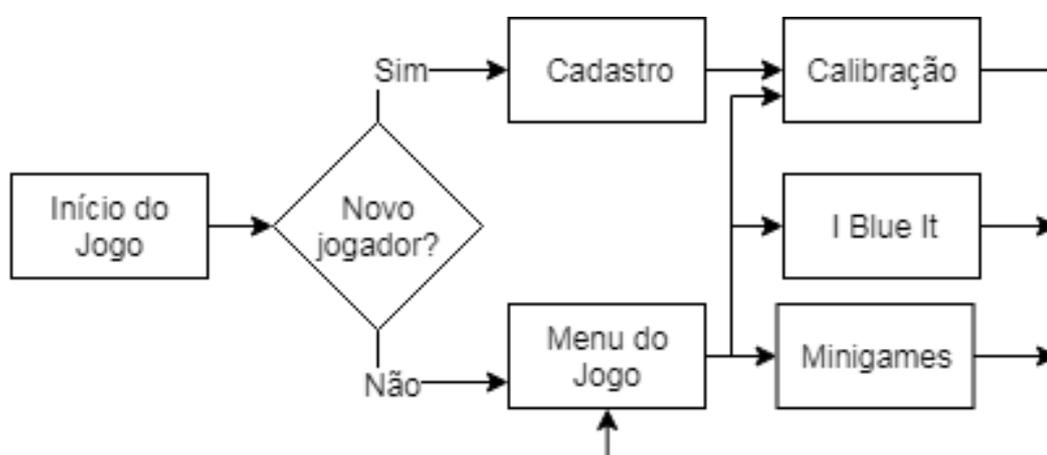
A plataforma (Figura 22) é o principal modo de jogo e consiste em coletar os alvos e desviar de obstáculos. As ações do personagem principal (o golfinho Blue) são controladas pela respiração detectada pelo dispositivo, onde fluxos expiratórios fazem o Blue mergulhar e inspiratórios, saltar da água. São divididos em 3 fases, cada uma contendo 9 níveis com diferentes abordagens de alvos, obstáculos, tempo e velocidade. É possível que os profissionais criem novos níveis (na Fase 4), conforme a necessidade para definir novas manobras ou sessões personalizadas.

Figura 22 – Tela do modo Plataforma



Navegabilidade: O “I Blue It” é dividido em modo calibração (avaliação), plataforma (diversão) e jogos *minigames* (treinamento). O primeiro apresenta um meio de calibrar as capacidades respiratórias do jogador com o jogo. O segundo, diversos níveis em progressão de dificuldade, com mistura de ações respiratórias, em diferentes fases. O terceiro traz jogos rápidos com experiências e mecânicas únicas, usando uma das ações respiratórias necessárias para o jogo, estendendo o tempo de jogo e trazendo resultados para comparações. O jogo identifica se há dados existentes do jogador. Caso não, o paciente é levado a uma tela de cadastro e em seguida realiza a calibração de sua respiração. Caso sim, carregam-se os dados do jogador e apresenta-se a tela de menu. A Figura 23 ilustra o fluxo de navegabilidade.

Figura 23 – Navegabilidade do *I Blue It*



Fonte: Próprio autor, 2018

O jogo possui uma funcionalidade de cadastro de jogador onde este tem um histórico de uso de jogo. Os arquivos de cadastro, personalização, calibração, histórico, dados da plataforma e *minigames* estão em formatos *Comma-Separated Values* (CSV) os quais profissionais podem estar utilizando como base de dados através de *softwares* de planilhas.

Primeiramente é realizada uma calibração dos valores que serão utilizados na plataforma e *minigames*. A calibração consiste em realizar 5 ações respiratórias, 3 vezes cada uma, obtendo o melhor valor entre elas: 1) pico de fluxo expiratório; 2) pico de fluxo inspiratório; 3) manutenção do fluxo expiratório; 4) manutenção do fluxo inspiratório e; 5) frequência respiratória basal (normal). Terminado a calibração, o jogador libera a plataforma e os *minigames*. Fazer o exercício de calibração três vezes foi devido o jogador poder errar a execução no primeiro uso do jogo, por não ter entendido como fazer ou não ter conseguido alcançar seu máximo/melhor.

Figura 24 – Modos de jogo disponíveis em *I Blue It*

Fonte: Próprio autor, 2018

Jogabilidade: As ações do golfinho são controladas pela respiração do paciente detectada pelo dispositivo. Fluxos expiratórios fazem o Blue mergulhar e inspiratórios, saltar da água. Na tela, indicam-se vidas, pontos, fase, nível e o tempo de partida.

Mecânicas: O jogador deve fazer expiração/inspiração concentrada e forte (*puff*) para alcançar alvos e segurar a inspiração/expiração para desviar de obstáculos. Alvos aparecem nas Fases 1 (fácil) e 2 (médio), obstáculos nas Fases 2 e 3 (difícil). É possível que UFEs criem outros níveis (Fase 4), conforme a necessidade. O JS foi pensado para que o profissional pudesse personalizar o jogo, tendo um maior controle do que o paciente devia fazer. A plataforma e os *minigames* possuem dados configuráveis de forma simples para que o UFE possa propor ao paciente um nova fase ou uma mecânica diferente. O jogo foi desenvolvido de forma a respeitar o tipo de doença do jogador.

Dados capturados: Pressão diferencial (direto do dispositivo); Picos de respiração; Tempo de respiração; Frequência de respiração e; Informação de sessão de jogo. Histórico em planilha: início de jogo (data e hora); fim de jogo (data e hora); duração do nível (segundos); resultado (sucesso/fracasso); fase; nível; *score*; *score* máximo alcançável; razão ($score/score\ máximo$); quantidade de alvos gerados; quantidade de alvos inspiração capturados; quantidade de alvos expiração capturados; quantidade de obstáculos gerados; quantidade de obstáculos inspiração capturados e; quantidade de obstáculos expiração capturados. Variáveis de população são contempladas individualmente na calibração. O modelo do arquivo histórico do jogador encontra-se no Apêndice L.

Transições: O jogo evolui em função do tempo de jogo (relacionado com a quantidade de objetos), da altura/tamanho dos objetos e da velocidade em que os

objetos vão em direção do jogador. A Tabela 4 apresenta a transição da dificuldade do jogo. As setas nesta Tabela indicam quais variáveis são alteradas. Níveis são liberados quando o jogador conseguir ter um aproveitamento de 70% e bloqueados quando menor que 30% na captura ou desvio de objetos da fase jogada (tanto para expiração quanto para inspiração). Caso o jogador colida com obstáculos e perca suas 5 vidas, é fim de jogo (*you blew it*).

Tabela 4 – Transição da dificuldade do *I Blue It*

Fase	Nível	Tempo (seg)	Alvos	Obstáculos	Velocidade
1	1	30	Baixos	-	Lento
1	2	30	Médios	↙	Lento
1	3	30	Altos	↙	Lento
1	4	50	Baixos	↙	Médio
1	5	50	Médios	↙	Médio
1	6	50	Altos	↙	Médio
1	7	70	Baixos	↙	Rápido
1	8	70	Médios	↙	Rápido
1	9	70	Altos	↙	Rápido
2	1	30	Baixos	Pequenos	Lento
2	2	30	Baixos	Médios	Lento
2	3	30	Baixos	Grandes	Lento
2	4	60	Médios	Pequenos	Médio
2	5	60	Médios	Médios	Médio
2	6	60	Médios	Grandes	Médio
2	7	90	Altos	Pequenos	Rápido
2	8	90	Altos	Médios	Rápido
2	9	90	Altos	Grandes	Rápido
3	1	40	-	Pequenos	Lento
3	2	40	-	Médios	Lento
3	3	40	-	Grandes	Lento
3	4	80	-	Pequenos	Médio
3	5	80	-	Médios	Médio
3	6	80	-	Grandes	Médio
3	7	120	-	Pequenos	Rápido
3	8	120	-	Médios	Rápido
3	9	120	-	Grandes	Rápido

Fonte: Próprio autor, 2018

Pontuação: São contabilizados os toques em alvos e desvios de obstáculos. A pontuação dos alvos variam com a altura ($|Altura| * (1 + dificuldade) * (1 + velocidade)$) e obstáculos com o tamanho ($|Tamanho| * (1 + dificuldade) * (1 + velocidade) * 2$).

Obstáculos valem duas vezes mais pontos que alvos devido ao exercício ser mais difícil. Os pontos são calculados usando o tamanho (obstáculos) e a altura (alvos) de *game objects* da *engine* Unity3D.

4.3.1 Minigames

Diferentemente da plataforma que propõe ao jogador todos os exercícios respiratórios misturados em cada fase e ao longo de todo o jogo, cada minigame traz um único exercício respiratório para o paciente. Cada uma das cinco ações respiratórias que são executadas na plataforma foram divididas em 5 *minigames* distintos. Dos cinco *minigames* idealizados, apenas quatro foram implementados em tempo hábil: Bolo, Copo D'Água e Frutas.

O motivo para criar jogos separados do principal foi de que o profissional possuiria novas formas de treinar as capacidades do paciente. Os *minigames* propõem exercícios específicos e calculam resultados separadamente. Cada jogo é composto por uma ação respiratória repetida em três tentativas. Em cada partida o jogador alcança uma pontuação relativa às medidas capturadas durante a calibração. Os *minigames* são:

4.3.1.1 Bolo

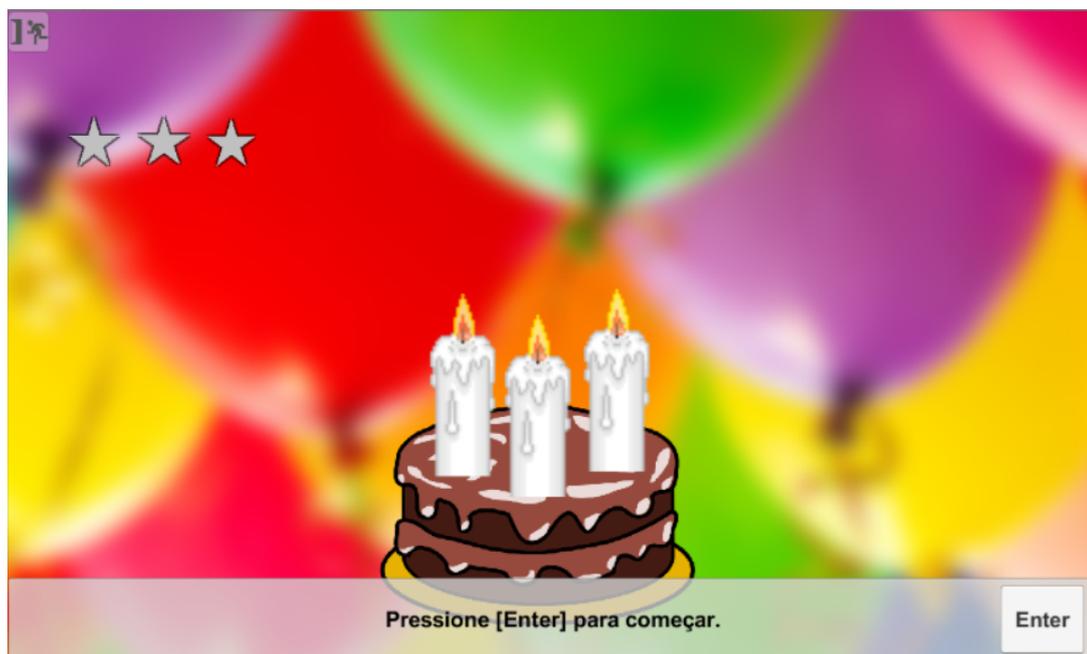
O jogo objetiva apagar três velas em cima de um bolo (Figura 25). As velas que estão inicialmente acesas deverão ser apagadas de acordo com pico expiratório (sopro) do jogador, medido e comparado com valores base da calibração. O jogo tenta induzir o sopro forçado com o intuito de apagar todas as velas do bolo. Assim, o jogador tem uma facilidade em compreender o que deve ser feito, mesmo que as mensagens de aviso indiquem como será o jogo.

Em cada rodada o jogador possui 10 segundos para realizar um pico expiratório. Caso não aconteça, é produzido um *feedback* sonoro de “falha de rodada” e aquela rodada é perdida (recebe pontuação zero), passando para a próxima ou para o fim de jogo caso esta seja a última.

A pontuação de cada rodada (indicada pelas estrelas na Figura 25) é obtida através da quantidade de estrelas que o jogador conseguiu apagar, onde a quantidade de velas apagadas, corresponderá a mesma quantidade de estrelas que ficarão douradas. Quando o jogador consegue apagar ao menos uma vela, é retornado um *feedback* de forma sonora e textual, indicando um sucesso na rodada.

Ao final das três rodadas, um placar final é mostrado que apresenta a pontuação obtida em cada rodada e os picos expiratórios correspondentes.

Figura 25 – Telas do jogo do Bolo



Fonte: Próprio autor, 2018

4.3.1.2 Copo D'Água

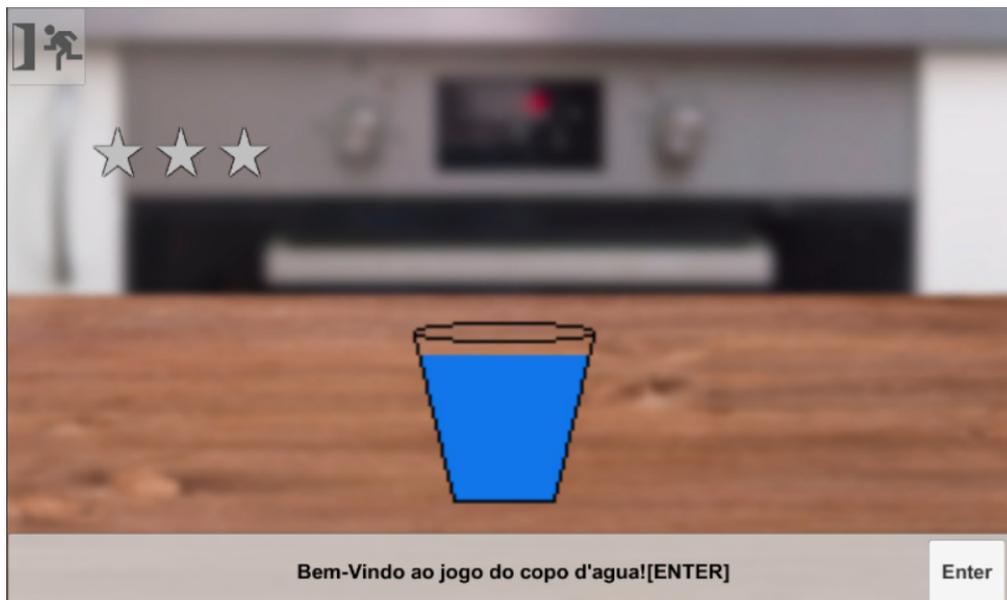
A proposta do jogo é executar um pico inspiratório no dispositivo para que o jogador beba a água do copo através de um canudinho (Figura 26). O jogo tenta trazer uma ação que é realizada na vida real, simples de assimilar o que deve ser feito. A pontuação é definida em função do pico que o jogador conseguiu para a rodada, que é então comparada com os valores da calibração.

Como no jogo do Bolo, em cada rodada o jogador possui 10 segundos para realizar um pico inspiratório. Caso não aconteça, é induzido um *feedback* sonoro de “falha de rodada” e aquela rodada é perdida (recebe pontuação zero), passando para a próxima ou para o fim de jogo caso esta seja a última.

A pontuação de cada rodada (indicada pelas estrelas na Figura 26) deste *minigame* é obtida através do pico de inspiração do jogador. Para cada pico, irá existir um nível de água do copo, exceto quando o jogador conseguiu “tirar” toda a água. E para cada nível terá uma correspondência à quantidade de estrelas que ficarão douradas. Quando o jogador consegue “tirar” uma certa quantidade de água do copo, é retornado um *feedback* de forma sonora e textual, indicando um sucesso na rodada.

Ao final das três rodadas, um placar final é mostrado que apresenta a pontuação obtida em cada rodada e os picos inspiratórios correspondentes.

Figura 26 – Tela do jogo Copo D'Água



Fonte: Próprio autor, 2018

4.3.1.3 Frutas

O jogo traz a ação da frequência respiratória (inspiração seguida de expiração) para o jogador movimentar o pássaro (personagem) no ambiente (Figura 27). O ambiente é repleto de frutas nas quais o jogador deve coletá-las. As frutas são espaçadas para que o jogador consiga executar as ações inspiração/expiração corretamente, ou seja, realizar uma inspiração e uma expiração com base na sua calibração. A altura dos objetos é sempre a mesma, o que vai manter a movimentação adequada do pássaro. As frutas servem de pontuação para o jogador e são utilizados para dar um resultado final, indicando quantas frequências respiratórias conseguiu alcançar.

O profissional terá a opção de escolher qual será o tempo em que o paciente ficará jogando em cada rodada. Esta opção é apresentada no início do jogo e possui valores padrões e máximos que podem ser alterados conforme a necessidade do profissional.

A pontuação de cada rodada (indicado no canto superior direito da Figura 27) deste *minigame* é através da coleta das frutas, em que cada vez que o pássaro encostar em alguma fruta é dado um *feedback* sonoro positivo e soma-se um ponto na pontuação geral. Realizando a frequência respiratória, acaba-se coletando as frutas e assim incrementando a pontuação do jogador.

Ao final das três rodadas, um placar final é mostrado que apresenta a pontuação obtida em cada rodada.

Figura 27 – Tela do jogo Frutas



Fonte: Próprio autor, 2018

4.4 *SERIOUS EXERGAMES UTILITY - QUESTIONNAIRE 2*

Percebeu-se que, através da experiência do uso do questionário, o SEU-Q poderia ser melhorado, principalmente em virtude de melhor clareza na apresentação das perguntas e nas conclusões obtidas em função das respostas. Detalhes da aplicação das duas versões do questionário serão apresentados no Capítulo 5. O modelo do SEU-Q₂ encontra-se no Apêndice G. Os seguintes problemas foram relevantes para propor melhorias:

1. A escala utilizada era muito alta e usava um valor limite não múltiplo de 10, dificultava a análise;
2. O significado da graduação 1 e 7 mudava conforme a pergunta (baixo, pior, alto, melhor);
3. A diagramação do questionário era muito confusa e poderia impactar nas respostas;
4. As questões não eram muito agrupadas em contexto, fora os dois macro grupos de visões (jogador e profissional);
5. Era desbalanceado no número de questões para cada visão;
6. As perguntas eram muito similares e repetiam muito texto, dificultando a diferenciação e entendimento;

7. As palavras-chave nas perguntas não eram enfatizadas;
8. Havia pouco espaço para as perguntas discursivas;
9. Não havia ênfase/lembança quanto à postura empática de avaliação.

Neste contexto, percebeu-se que o questionário também podia ser simplificado e mais objetivo nas perguntas. Portanto, com a experiência de uso do SEU-Q₁, buscou-se melhorar a apresentação e manter a fundamentação teórica do questionário com o SEU-Q₂. O modelo da versão do SEU-Q₁ usada na primeira parte desta pesquisa encontra-se no Anexo A e o modelo da nova versão, no Apêndice G. As seguintes modificações foram contempladas:

1. Uso da escala Likert de 1 a 5, em ordem crescente de concordância, onde 1 significa “discordo completamente”, 5 significa “concordo completamente”;
2. Uso de afirmações mais genéricas, simples e objetivas;
3. Diagramação em páginas para separar as visões;
4. Adição de lembrete, de fácil modificação/reutilização entre projetos;
5. Uso de sombras para destacar critérios;
6. Afirmações agrupadas em contexto;
7. Foi dada ênfase nos atores e nas palavras-chave das afirmações;
8. Ampliação do número de afirmações/análises.

O novo questionário apresenta uma melhor distinção entre as características do JS e os mesmos grupos de visões, como no anterior, porém separados em 3 sub-grupos de afirmações, com 3 em cada.

O primeiro grupo de afirmações (1 a 9) pede para que o entrevistado responda colocando-se na visão dos jogadores (UFA), para avaliar a *Interação* do jogo, o *Feedback* e a *Motivação para alcançar o objetivo sério*. O segundo grupo (10 a 18) pede para que o entrevistado coloque-se na visão dos profissionais (UFE) que irão usar o jogo, sendo relacionadas com a *Terapêutica* para o profissional, com a *Aceitação* para atividade profissional e com a *Motivação para adotar a ferramenta*.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O Capítulo 4 descreveu a proposta do processo de desenvolvimento do JS “I Blue It” e seu dispositivo especial “PITACO”, e a nova versão do SEU-Q. Detalhes das avaliações sobre a utilidade do SB são apresentados no Capítulo 5, com resultados e discussões.

O *software* jogo permite diversas configurações. Os arquivos de configuração de Fases, disponíveis com os arquivos do jogo, regem os comportamentos do “I Blue It”. Portanto, é possível que UFEs criem configurações e níveis personalizados. Também, disponibiliza-se todo o histórico de uso de jogo de um paciente específico. Todos os arquivos disponibilizados para histórico e personalização foram codificados no formato *Comma-Separated Values* (CSV), permitindo a maioria dos *softwares* de planilha possam manipulá-los.

O PITACO ainda não foi comparado a instrumentos clínicos equivalentes mas, seu princípio de funcionamento é suficiente para que ele seja usado como um incentivador do “I Blue It”, com a vantagem de se ter controle em tempo real do fluxo. Seu baixo custo, flexibilidade e fácil montagem promove uma alternativa para auxiliar no processo terapêutico respiratório.

Apesar do SEU-Q ser definido como um questionário para avaliar JS, com a nova versão pode-se avaliar JS não ativos, uma vez que suas assertivas são genéricas o suficientes para se adequar a outras categorias de JS.

5 AVALIAÇÕES DE UTILIDADE DO SISTEMA BIOMÉDICO

Este capítulo apresenta os dados e detalhes das avaliações sobre os resultados obtidos em cada iteração, em ordem cronológica. Para avaliar a utilidade do jogo, utilizou-se o SEU-Q (SCHROEDER; HOUNSELL, 2015) e entrevistas semiestruturadas. O objetivo de utilizar estas ferramentas foi coletar impressões e avaliações sobre a utilidade do SB. Houveram avaliações em dois momentos:

1. na iteração do protótipo do jogo utilizando a versão original do SEU-Q e;
2. na iteração do *Release Candidate*, utilizando entrevista semiestruturada quando havia encontros com 1 avaliador e a nova versão do SEU-Q quando haviam múltiplos ($n > 1$) avaliadores.

Analisou-se os indicadores de média, mediana, moda e desvio padrão das perguntas objetivas. Das perguntas discursivas, identificou-se as conclusões mais relevantes que indicavam vantagens, desvantagens e as sugestões sobre o estado jogo apresentado. Em cada uma das iterações, apenas um grupo de atores (UFE ou ETD) estava na presente

Foram destacados os maiores (verde) e os menores (vermelhas) valores dos indicadores do questionário para cada iteração. Situações repetidas foram encontradas em mais de uma das questões por não haver um critério que justifique a escolha de somente uma delas. Neste contexto, os critérios de desempate usados foram: 1) o menor número de respostas em branco; 2) o valor da média; 3) o maior número de vezes que o valor mais próximo da média repetia (mediana) e; 4) o valor do desvio padrão.

5.1 AVALIAÇÕES DOS PROTÓTIPOS DE BAIXA E MÉDIA FIDELIDADE

A Tabela 5 apresenta um resumo das iterações de avaliação do protótipo do *I Blue It*. A coluna “Tempo de Apresentação” descreve a quantidade em minutos da duração total de apresentação do SB para os convidados; “Quantidade” descreve a quantidade de pessoas que participaram no encontro; “Observações Importantes” descreve as frases e situações relevantes de uma avaliação; “Nível de Protótipo” indica qual protótipo estava sendo usado na avaliação. Todos encontros foram discutidos nas subseções a seguir.

Os encontros seguiram o seguinte roteiro: 1) apresentação do GDD do jogo em *slides*; 2) vídeo demonstração do estado do protótipo; 3) aplicação do SEU-Q₁ e; 4) discussão livre. A Figura 28 ilustra o processo de avaliação do protótipo.

Figura 28 – Fluxograma da apresentação do protótipo



Fonte: Próprio autor, 2018.

Tabela 5 – Resumo das avaliações dos protótipos PBF e PMF.

Avaliação	Data	Ator	Tempo de Apresentação	Quantidade	Observações Importantes	Nível de Protótipo
1	21/02/2017	UFE	85 min	1- Fisioterapeuta Clínico A 1- Eng. Eletricista	Adicionar sprites para melhorar a estética do jogo; Padronizar medidas.	PBF
2	11/03/2017	UFE	65 min	1- Fisioterapeuta Hospitalar	Sugerida a capacidade do jogo funcionar em smartphones e tablets; Individualização do dispositivo.	PMF
3	21/03/2017	UFE	60 min	1- Fisioterapeuta Clínico B	Indicar score e melhorar feedback; Obrigatoriedade de um profissional acompanhando o uso do jogo.	PMF
4	29/03/2017	UFE	134 min	1- Fisioterapeuta Cardiorrespiratório A	Categorizar jogador de acordo com as patologias respiratórias, divididas em grupos de obstrutivas e restritivas; Obrigatoriedade do dispositivo ter um filtro bacteriológico; Dificuldade em trabalhar variáveis de jogo isoladas.	PMF
5	24/04/2017	UFE	106 min	1- Médico Pneumologista A	Sugerido a participação de idosos e deficientes auditivos durante os testes do jogo.	PMF
6	09/06/2017	UFE	70 min	1- Fisioterapeuta Clínico C	Questão visual e corporal no controle do personagem que intuitivamente estava invertido.	PMF
7	06/12/2017	ETD	60 min	9 - Estudantes de Mestrado	"Gráficos ruim e sem som; Enfatizar melhor o que é obstáculo e o que é alvo."	PMF (MVP)
			Σ = 580 min	Σ = 16		

Fonte: Próprio autor, 2018.

As questões do SEU-Q₁ possuem uma escala de 1 a 7, em ordem crescente de utilidade, onde 1 significa "baixo" ou "pior", 7 significa "alto" ou "melhor" e 4 é o valor "intermediário". Nesta fase do projeto, o questionário identificou quais componentes do SB podiam ser modificados ou melhorados.

Foram realizados 6 encontros com 7 UFEs entre os meses de fevereiro e junho de 2017. Em cada encontro, obtiveram-se diferentes contribuições relativas ao estado

do protótipo apresentado. O SEU-Q₁ foi aplicado para poucos UFEs em função da indisponibilidade destes se envolverem com o projeto, o que dificultou ter melhor qualidade nos resultados. Em função disso, fez-se necessário analisar detalhadamente as respostas dos UFE em cada encontro e posteriormente obter um indicativo geral das iterações.

Os encontros com UFEs foram realizados no LARVA e na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) com a ETD.

5.1.1 Avaliação Piloto

No primeiro encontro, os UFE possuíam conhecimento intermediário em JD e pouco conhecimento em JD para RR. A apresentação do GDD incluía o *sketch* do jogo e uma demonstração com o jogo.

Neste momento, o jogo ainda não havia sido construído. Havia somente um PBF da conexão do PITACO com o Unity, onde um cubo azul deveria pegar cubos vermelhos.

O fisioterapeuta sugeriu que deveria-se melhorar o aspecto de divertimento geral do jogo, melhorar a usabilidade da interface gráfica, incluir mais dados para serem armazenados e apresentar medidas de fluxo de ar. O UFE também sugeriu de orientar o jogo a ser de uso ambulatorial, uma vez que o SB deveria ser testado e autorizado a ser usado em ambiente hospitalar.

Ambos concluíram que a proposta do jogo tinha utilidade e que a principal vantagem era o aspecto motivacional. Sugeriram, também, melhorar a estética do jogo e adicionar mais desafios. Nem todas as expectativas de um “jogo completo” poderiam ser atendidas naquele momento devido ao protótipo ser de baixa-fidelidade, portanto supõem-se que a existência destes comentários sejam por este motivo.

Nas discussões livres, foi citado incluir algum tipo de jogo que envolvesse “elefante bebendo água” e “tamanduá que comia formiga”, que fizessem relação com o ato de inspirar, e uma parte específica para calibrar as capacidades respiratórias do jogador. Essas sugestões foram adicionadas ao *Bag of Ideas* (ver Apêndice M). Também foi solicitado ter acesso dos dados provenientes do jogo via web.

Foram incluídos no jogo *sprites*¹ para o jogador, fundo de tela, alvos e obstáculos. Também foi criado um módulo calibração da respiração do jogador, usado para obter valores de referência para o jogo se adaptar a cada UFA. A sugestão de acesso dos dados via web foi incluída na lista de condições desejáveis e do uso ambulatorial nos obrigatórios.

¹ Imagem/figura de objetos do jogo.

5.1.2 Avaliação com Fisioterapeuta Hospitalar

O segundo encontro ocorreu com 1 fisioterapeuta hospitalar o qual tinha conhecimento intermediário em JD e pouco conhecimento em JD para RR. A partir deste encontro, utilizou-se o PMF.

Ao analisar suas respostas do SEU-Q₁, na seção visão dos jogadores, o profissional avaliou as funcionalidades do jogo como intermediário e sugeriu melhorar os cenários e estética do jogo. Entende-se que esta conclusão seja em função da qualidade do protótipo naquele momento.

Na visão dos profissionais, o UFE apontou a utilidade e a motivação do jogo com os melhores indicadores. Em contrapartida, apontou a necessidade de individualizar o PITACO devido à possibilidade de contaminação caso houvesse reutilização do dispositivo com mais de um jogador. Também solicitou a capacidade do jogo funcionar em *smartphones* e *tablets*.

As sugestões de individualização do PITACO e melhoria do cenário do jogo foram implementadas. A sugestão de portabilidade do jogo foi incluída na lista de condições desejáveis.

5.1.3 Avaliação com Fisioterapeuta Clínico B

O terceiro encontro ocorreu com 1 fisioterapeuta e este se considerou ter conhecimento intermediário em JD e pouco conhecimento em JD para RR. O UFE apontou todas as perguntas do SEU-Q₁ com os melhores indicadores.

O profissional sinalizou a falta de uma pontuação (*score*) para indicar um *feedback* que pudesse ser acompanhado pelos UFEs e a obrigatoriedade de um profissional orientando o UFA a usar o jogo e evitar possíveis problemas. Neste contexto, na versão seguinte do jogo incluiu-se um *score* e uma mensagem ao abrir o jogo de *o uso ser acompanhado por um profissional*. Esta condição foi adicionada a lista de condições obrigatórias do GDD.

O fisioterapeuta indicou outros UFEs que poderiam ser de interesse para o desenvolvimento do projeto.

5.1.4 Avaliação com Fisioterapeuta Cardiorrespiratório

O quarto encontro ocorreu com 1 fisioterapeuta respiratório e este se considerou ter pouco conhecimento tanto em JD quanto em JD para RR. O UFE avaliou todas as perguntas de visão do jogador com os melhores indicadores. Ao responder a seção de visão dos profissionais, marcou todas as perguntas com os melhores indicadores, exceto quando perguntava-se sobre a utilidade dos dados, onde considerou ser inter-

mediário. Isso se deu ao fato de que as fases do jogo eram pouco personalizáveis para possíveis modificações por parte de outros UFEs, conforme descrito em sua resposta discursiva da Q16, onde gostaria de personalizar variáveis de jogo isoladamente. Além de que não havia um histórico de uso do jogador.

Também foi citado em suas respostas discursivas que o principal benefício residia no fator motivacional para adesão à terapia.

Durante a discussão livre, sugeriu que o PITACO poderia ser acoplado a um filtro bacteriológico descartável de espirometria, assim não geraria custos adicionais com materiais para construir mais dispositivos e manteria a segurança contra contaminação. Discutiu-se também categorizar o jogador em função da patologia respiratória (em obstrutivo ou restritivo), para que o jogo se adaptasse melhor ao UFA. Como conclusão das discussões e esclarecimentos, nesta iteração o jogo foi direcionado a promover Treinamento Muscular Respiratório e foi implementado controle por arquivos externos ao jogo, em formato CSV, dos parâmetros de fases e níveis, e um sistema de histórico de uso.

5.1.5 Avaliação com Médico Pneumologista A

O quinto encontro ocorreu com 1 médico pneumologista onde este se considerou ter conhecimento intermediário tanto em JD quanto em JD para RR. O médico respondeu todas as perguntas do SEU-Q₁ com os melhores indicadores, considerou a individualização do tratamento como o principal benefício do SB e sugeriu a participação de idosos e deficientes auditivos nos testes futuros do jogo.

Durante a discussão livre, o entrevistado comentou que o jogo “é mais aplicável a fisioterapia”. O UFE também sugeriu a ordem das ações para calibração como: 1) ciclo de respiração; 2) pico de expiração; 3) pico de inspiração; 4) tempo de expiração e; 5) tempo de inspiração.

Este UFE também era professor do curso de medicina e ofereceu convite para que, em momento oportuno, fossem coletadas impressões de seus estudantes sobre o *I Blue It*, nas aulas da disciplina de pneumologia.

5.1.6 Avaliação com Fisioterapeuta Clínico C

O sexto encontro ocorreu com 1 fisioterapeuta clínico e este considerou-se ter conhecimento intermediário em JD e pouco conhecimento em JD para RR. O UFE avaliou todas as perguntas do SEU-Q₁ com notas altas, exceto quando perguntava-se sobre o nível de facilidade de entendimento dos desafios (Q2), o nível de facilidade para realizar os desafios (Q3) e o nível de facilidade para visualização dos objetos e perceber suas ações e movimentos no jogo (Q7), onde avaliou com escalas inter-

mediárias. Para Q2 e Q3, supõem-se que houve uma dificuldade em ter empatia, por parte do UFE, devido a diversidade de disfunções e idades que o UFA pode apresentar, criando dúvidas e suposições ao responder o questionário. Para Q7, entende-se que a pouca facilidade para perceber as ações e movimentos do jogo foi devido ao controle do personagem Blue estar invertido (inspiração descia, expiração subia) em relação ao movimento corporal de inspiração e expiração, conforme o que UFE escreveu nas sugestões.

O fisioterapeuta relatou que o principal benefício era “a diversidade de possibilidades nos exercícios respiratórios”. Nesta iteração, foi implementada a inversão dos controles do Blue.

5.1.7 Avaliações dos UFEs

A Tabela 6 apresenta os resultados gerais das 6 avaliações dos UFEs sobre o protótipo do jogo mostrados acima. Os dados foram unidos para uma melhor conclusão sobre os resultados, uma vez que a quantidade de entrevistados disponíveis para participar da avaliação do SB, naquele momento, não era muito volumosa.

Tabela 6 – Resultados gerais das avaliações dos UFEs (n=7) com SEU-Q₁

	Questão	μ	m	M	σ
	I1	4.1	4.0	4.0	1.4
	I2	2.3	2.0	2.0	1.1
Visão dos Jogadores	Q1	6.0	6.0	6.0	1.1
	Q2	4.7	5.0	6.0	1.8
	Q3	4.7	5.0	6.0	1.1
	Q4	5.7	6.0	7.0	1.4
	Q5	6.1	6.0	7.0	0.9
	Q6	6.3	7.0	7.0	1.0
	Q7	5.7	6.0	6.0	1.1
	Q8	5.7	6.0	7.0	1.5
Visão dos Profissionais	Q9	6.6	7.0	7.0	0.5
	Q10	6.6	7.0	7.0	0.5
	Q11	5.8	6.0	6.0	1.2
	Q12	6.0	6.0	6.0	1.1
	Q13	5.9	6.0	7.0	1.5
	μ	5.8			

Os dados das questões I1 e I2 indicam que os entrevistados, em geral, possuíam conhecimento intermediário em JD ($4,1 \pm 1,4$) e pouco conhecimento em JD para RR ($2,3 \pm 1,1$).

Na visão dos UFE, as questões Q2 e Q3 tiveram as piores médias e as questões Q5 e Q6 os melhores resultados. As questões Q9 e Q10, que questionavam sobre a utilidade do jogo e sua motivação, foram muito bem avaliadas pelos UFEs.

Na seção visão dos profissionais, as questões Q9 e Q10 tiveram os melhores resultados e, em contrapartida, a questão Q11 teve o pior desfecho ($5,8 \pm 1,2$). As questões Q9 e Q10, que questionavam sobre a utilidade do jogo e sua motivação, foram muito bem avaliadas pelos UFEs e Q11 sobre o nível de utilidade dos dados.

As desvantagens foram atendidas ao longo das iterações. A Tabela 7 apresenta as respostas mais relevantes dadas pelos UFEs nas questões discursivas do SEU-Q₁. O número seguido de cada resposta significa a quantidade de ocorrência de menções..

Tabela 7 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com UFEs

Vantagens
Motivação (4); Adesão ao processo de reabilitação (3); Dados provenientes do jogo (2); Diversidade de possibilidades (2); Individualização do tratamento (1).
Desvantagens
Proteção contra contaminação (2); Impossibilidade de alterar configurações do jogo (2).
Sugestões
Individualização do dispositivo (3); Padronização de medidas do jogo (1); Obrigatoriedade do dispositivo ter um filtro bacteriológico (1); Categorizar jogador de acordo com disfunção (1); Obrigatoriedade de um profissional acompanhando o uso do jogo (1).

Fonte: Próprio autor, 2018.

5.1.8 Avaliação do protótipo com Estudantes de Mestrado de Jogos Sérios

A avaliação com a ETD aconteceu no dia 06 de dezembro de 2017 com 9 alunos do mestrado da UDESC, durante uma aula da disciplina de Jogos Sérios. A apresentação seguiu o mesmo protocolo dos encontros com UFEs (Figura 28). A Tabela 8 apresenta os resultados gerais desta iteração.

Tabela 8 – Resultados gerais das avaliações com ETDs (n=9) com SEU-Q₁

	Questão	μ	m	M	σ
	I1	5.3	5.0	5.0	1.3
	I2	1.8	2.0	2.0	0.7
Visão dos Jogadores	Q1	4.8	4.0	4.0	1.4
	Q2	5.7	6.0	6.0	1.0
	Q3	5.0	5.0	5.0	0.7
	Q4	5.6	6.0	6.0	1.1
	Q5	5.2	5.0	6.0	1.1
	Q6	5.7	5.0	5.0	1.1
	Q7	5.9	6.0	6.0	0.9
	Q8	4.9	6.0	6.0	1.5
Visão dos Profissionais	Q9	6.0	6.0	6.0	0.9
	Q10	6.1	6.0	6.0	0.8
	Q11	6.1	6.0	7.0	0.8
	Q12	5.7	6.0	6.0	0.7
	Q13	5.6	6.0	7.0	1.9
	μ	5.6			

Fonte: Próprio autor, 2018.

A turma de JS, em geral, tinha conhecimento em JD acima do intermediário ($5,3 \pm 1,3$) e pouco conhecimento em JD para RR ($1,8 \pm 0,7$).

Apesar de não ter sido o foco da implementação naquele momento (por se tratar de um protótipo), Q1 (sobre a utilidade dos efeitos sonoros do jogo) obteve a pior média ($4,8 \pm 1,4$).

A questão Q7 obteve o melhor resultado e perguntava sobre a facilidade de visualização dos objetos e perceber suas ações e movimentos.

Na visão dos ETDs, as perguntas Q10 e Q11 questionavam sobre o nível de motivação que o *I Blue It* traria aos jogadores e o nível de utilidade dos dados providos pelo jogo, respectivamente, e apresentaram as melhores médias.

A questão Q12, sobre a utilidade dos controles, apresentou o menor desvio.

A questão Q13 questionava sobre o nível de facilidade em adotar o jogo no cotidiano da atividade profissional e apresentou a pior média ($5,6 \pm 1,9$).

A Tabela 9 resume as principais vantagens, desvantagens e sugestões adquiridas nesta iteração.

Tabela 9 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com a ETD

Vantagens
Motivação (5); Dados provenientes do jogo (3); Adesão ao processo de reabilitação (2) ; Lúdico (1).
Desvantagens
Sprites ruins e de baixa qualidade (1); Efeitos sonoros "chatos" e desagradáveis (1); Não enfatizar o que é alvo e o que é obstáculo (1).
Sugestões
Melhoria aceitável de gráficos e sons (2); Padrozinar cores de Alvos (verde) e Obstáculos (vermelho) (1).

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como resultado desta avaliação, atribuiu-se a cor verde para alvos e vermelho para obstáculos e, uma incluiu-se melhoria dos efeitos sonoros e dos *sprites* do jogo. As cores verde e vermelho foram escolhidas pois estão relacionados ao simbolismo do semáforo (TEIXEIRA, 2015): o verde tem um efeito positivo, passando confiança e segurança, relacionando-se ao alvo que deve ser pego pelo jogador. O vermelho simboliza perigo/não permitido, relacionando-se ao obstáculo que não deve colidir com o jogador.

Percebeu-se que houve uma redução drástica das discussões, os pilares conceituais do jogo foram bem definidos, o GDD tornou-se completo e construiu-se um Produto Mínimo Viável do SB, o qual foi avaliado como útil. Com isso, considerou-se iniciar a implementação do *Release Candidate*.

Em janeiro de 2018, realizou-se a transição do protótipo para a versão RC. Como parte de um projeto de iniciação científica de um aluno do curso ciência da computação da UDESC, alguns *minigames* foram desenvolvidos e implementados na versão RC do jogo, o *Bolo* (pico expiratório), o *Copo d'água* (pico inspiratório) e o *Frutas* (frequência).

5.2 AVALIAÇÃO DO *RELEASE CANDIDATE* (PROTÓTIPO FUNCIONAL)

A seguir, relata-se as avaliações com UFE e ETD em 2018. Ao todo, foram realizadas 7 avaliações, sendo 3 avaliações em grupo e o restante com entrevistas

semiestruturadas. A Tabela 10 apresenta o resumo de todas as avaliações do RC.

Tabela 10 – Resumo das avaliações do *Release Candidate*

Avaliação	Data	Ator	Duração	Quantidade	Observações Importantes
8	06/02/2018	UFE	60 min	1- Fisioterapeuta Respiratório A	"Compara com treinos"; "Estimula diversos músculos respiratórios"; Criar uma resistência para o PITACO; Melhor indicação do caminho dos obstáculos.
9	21/02/2018	UFE	43 min	1- Fisioterapeuta Clínico D	"Achei bem lúdico e bonito"; "Dá pra sentir a dificuldade evoluindo"; Melhoria na tela de tutorial; Calibração separada e sem ordem.
10	01/03/2018	UFE	50 min	42- Alunos de Medicina	Quem efetivamente vai usar é o fisioterapeuta (para reabilitação), Médico prefere métodos já estabelecidos; Incentivador e divertido; Ferramenta útil.
11	08/03/2018	UFE	34 min	1- Médico Pneumologista B	"Como é a mágica dessa caixinha?" (interesse no dispositivo); "Para criança é sensacional"; Tempo de jogo, velocidade e dificuldade adequados; Adicionar sexo, estatura, peso e raça.
12	26/03/2018	UFE	68 min	32- Alunos de Fisioterapia	Utilidade para fisioterapeutas; Motiva aderir ao tratamento; Promove Treinamento Muscular Respiratório; Controle total de objetos e variáveis das fases e níveis (scripts).
13	12/04/2018	ETD	68 min	9- Alunos de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas	Incluir mais desafios; Incluir mais feedbacks sonoro e visual.
14	12/04/2018	UFE	120 min	1- Fisioterapeuta Respiratório B	"Gostei, é usável"; "Uma vantagem é a calibração por pessoa"; "Crianças vão gostar mais"; Criar aviso para calibrar todas as variáveis antes do jogo.
			$\Sigma = 443$ min	$\Sigma = 87$	

Fonte: Próprio autor, 2018.

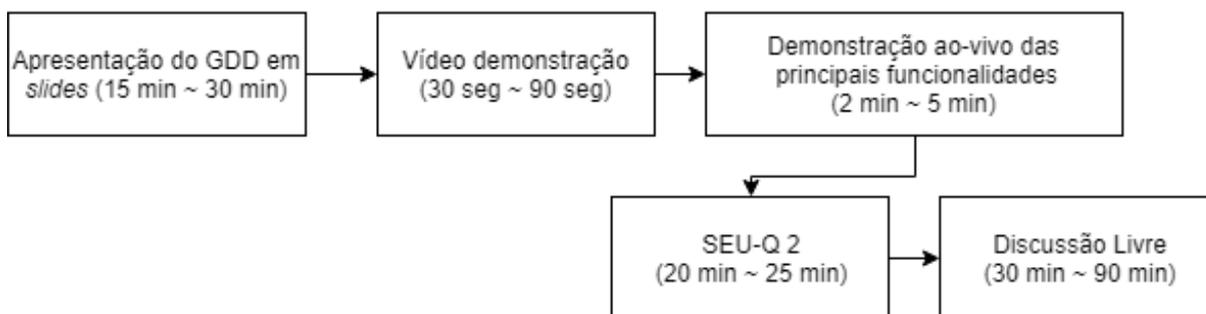
As avaliações com múltiplos participantes seguiram um roteiro composto por: 1) apresentação do GDD em *slides*; 2) demonstração ao vivo das principais funcionalidades do jogo (Calibração, Fase 1 - Nível 1, Fase 2 - Nível 1 e Fase 3 - Nível 1); 3) vídeo demonstração; 4) aplicação do SEU-Q₂ e; 5) discussão livre. A Figura 29 ilustra o protocolo de avaliação com múltiplos entrevistados.

Encontros com 1 participante seguiram: 1) aplicação do guia de atividades para uso demonstrativo do jogo; 2) entrevista semiestruturada. Durante o uso, era utilizado o documento de observação para tomar nota de todas as reações, comentários e sugestões do entrevistado. O documento de observação encontra-se no Apêndice I.

Ressalta-se que o Guia de Atividades é seguido do TCLE direcionado para este tipo de avaliação. O modelo do Guia encontra-se no Apêndice J. A Figura 30

ilustra o roteiro de avaliação com apenas 1 entrevistado. As perguntas usadas em entrevistas estão listadas no Apêndice H.

Figura 29 – Protocolo de avaliação usado com múltiplos entrevistados.



Fonte: Próprio autor, 2018.

Figura 30 – Protocolo de avaliação usado com entrevistado individual.



Fonte: Próprio autor, 2018.

5.2.1 Avaliação com Fisioterapeuta Respiratório A

Este UFE jogou normalmente até a Fase 2. Apesar do Guia de Atividades orientá-lo para que jogasse somente até a Fase 1 - Nível 2, ele reforçou de que queria jogar até a Fase 2. Entende-se, portanto, que o ambiente do jogo e a Fase 1 estava interessante para mantê-lo jogando. Na Fase 2 - Nível 1, ao se deparar com os obstáculos, o UFE tentou desviar dos obstáculos de inspiração com uma expiração forçada, o contrário do esperado. Devido tamanho dos objetos serem pequenos neste nível, o jogador fez uma ação inesperada. Percebeu-se, também, que havia uma preferência por passar somente debaixo dos obstáculos.

Ao terminar de jogar níveis da Fase 3, o UFE disse “esses níveis de passar por baixo é cabreiro”, sugerindo que há um aumento de dificuldade significativo quando há a presença dos obstáculos.

Durante a entrevista, o UFE comentou: “compara com treinos”; “estimula diversos músculos respiratórios”; “a movimentação do golfinho é fiel” (à ação no PITACO); “do ponto de vista do exercício muscular, é bem legal”; “dá pra sentir o diafragma” e; “tá muito legal”. Ao ser perguntado sobre a quantidade de objetos, exigência sob o jogador, clareza, velocidade de jogo e tempo dos níveis, o UFE avaliou que todas estas propriedades estavam adequadas.

O profissional também sugeriu de que poderiam haver outras “resistências” no PITACO, para exercer uma carga de dificuldade ao realizar atividades de fluxo respiratório no dispositivo.

5.2.2 Avaliação com Fisioterapeuta Clínico D

Ao executar o Guia de Atividades, este UFE mostrou uma reação de estranheza. Ao iniciar a calibração, o jogador assoprou antes de começar o exercício.

Na Fase 2 - Nível 1, o UFE aparentou ter dificuldade para acertar os pares de objetos na tela ao dizer que “poderia colocar o Blue um pouco mais perto do meio da tela”.

Durante a entrevista, seus principais comentários foram: “achei bem lúdico, é bem bonito”, “senti o jogo evoluir”. Ao ser perguntado sobre o tempo de cada jogo, o UFE julgou adequado. O UFE indagou sobre o motivo da calibração ter uma ordem fixa e não personalizável.

5.2.3 Avaliação com UFEs de Medicina

A Tabela 11 apresenta os resultados gerais desta iteração. Os alunos da turma de medicina, em geral, tinham conhecimento intermediário em JD e pouco conhecimento em JD para RR. A partir desta avaliação, foi utilizada a versão ampliada e melhorada do SEU-Q₂ cuja escala agora vai de 1 a 5.

Na seção visão dos jogadores, a afirmação Q6 (sobre distinguir os objetos e suas ações) foi a que apresentou a melhor nota ($4,3 \pm 0,8$) entre as afirmações. Em contrapartida, Q2 (sobre os desafios) indicou ($3,3 \pm 0,8$) que não estava fácil de jogar.

Na visão dos profissionais, as afirmações Q10 (sobre a utilidade do jogo) e Q11 (sobre a utilidade dos dados) tiveram os melhores resultados.

A Q13 (sobre a aceitação do jogo pelos UFA) apresentou um dos piores indicativos. A menor média ($3,2 \pm 0,8$) foi apresentada na Q17 (sobre adotar o jogo).

Houveram sugestões para melhorar a parte gráfica e aumentar o tamanho de objetos para idosos e deficientes visuais. A Tabela 12 apresenta as respostas mais relevantes dadas pelos alunos.

Tabela 11 – Resultados gerais da iteração com alunos de medicina (n=42)

		Afirmativa	μ	m	M	σ
		I1	2.7	3.0	3.0	1.18
		I2	1.4	1.0	1.0	0.68
Visão dos Jogadores	Interação	Q1	4.2	4.0	5.0	0.86
		Q2	3.3	3.0	3.0	0.79
		Q3	3.8	4.0	4.0	0.79
	Feedback	Q4	3.7	4.0	4.0	0.79
		Q5	3.9	4.0	4.0	0.63
		Q6	4.3	4.5	5.0	0.83
	Motivação	Q7	3.8	4.0	4.0	0.77
		Q8	4.0	4.0	4.0	0.72
		Q9	4.2	4.0	4.0	0.71
Visão dos Profissionais	Terapêutica	Q10	4.4	4.0	4.0	0.55
		Q11	4.4	4.0	5.0	0.60
		Q12	4.2	4.0	4.0	0.80
	Aceitação	Q13	3.4	3.0	3.0	0.95
		Q14	3.4	3.0	4.0	0.90
		Q15	4.3	4.0	4.0	0.65
	Motivação	Q16	4.3	4.0	4.0	0.63
		Q17	3.2	3.0	3.0	0.80
		Q18	4.0	4.0	4.0	0.76
		μ	3.9			

Fonte: Próprio autor, 2018.

Tabela 12 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com UFEs, alunos de medicina

Vantagens
Incentivador, divertido e lúdico (21); Motiva aderir ao tratamento (7); Ferramenta útil com dados para profissional (4).
Desvantagens
Preocupação do paciente entender a relação do jogo com melhora clínica (11); Familiaridade tecnológica dos idosos (9).
Sugestões
Melhorar parte gráfica (7); Aumentar tamanho de objetos para idosos e deficientes visuais (2); Focar divulgação em fisioterapeutas (1).

Fonte: Próprio autor, 2018.

5.2.4 Avaliação com Médico Pneumologista B

O UFE ficou impressionado com o SB e expressou comentários como: “como é a mágica dessa caixinha?” (se referindo ao PITACO); “esse (jogo) é bem legal” e; “para criança é sensacional”.

Ao perguntar durante a entrevista sobre a duração, a velocidade e a dificuldade do jogo, o UFE julgou adequado exceto a velocidade, o qual considerou ser lento para crianças. O UFE sugeriu adicionar no formulário de cadastro do jogador, medidas antropométricas de peso, sexo, estatura e raça, oferecendo mais dados para profissionais e para pesquisas futuras.

5.2.5 Avaliação com UFEs de Fisioterapia

A Tabela 13 apresenta os resultados gerais do encontro.

Tabela 13 – Resultados gerais da iteração com alunos de fisioterapia (n=32)

		Afirmativa	μ	m	M	σ
		I1	2.8	3.0	3.0	1.14
		I2	1.5	1.0	1.0	0.72
Visão dos Jogadores	Interação	Q1	4.1	4.0	4.0	0.65
		Q2	3.4	3.0	3.0	0.75
		Q3	3.7	4.0	4.0	0.94
	Feedback	Q4	3.9	4.0	4.0	0.85
		Q5	4.1	4.0	4.0	0.50
		Q6	4.2	4.0	4.0	0.75
	Motivação	Q7	4.1	4.0	4.0	0.73
		Q8	4.3	4.0	4.0	0.60
		Q9	4.3	4.0	4.0	0.63
Visão dos Profissionais	Terapêutica	Q10	4.5	4.0	4.0	0.51
		Q11	4.5	4.5	5.0	0.57
		Q12	4.3	4.0	4.0	0.59
	Aceitação	Q13	3.9	4.0	4.0	0.78
		Q14	3.9	4.0	4.0	0.83
		Q15	4.1	4.0	4.0	0.75
	Motivação	Q16	4.3	4.5	5.0	0.92
		Q17	3.6	4.0	4.0	0.91
		Q18	4.3	4.0	4.0	0.65
		μ	4.1			

Os alunos da turma de fisioterapia, em geral, tinham conhecimento intermediário em JD e pouco conhecimento em JD para RR.

A Q2 (sobre a facilidade em realizar os desafios do jogo) apresentou o pior indicador.

Ao analisar os resultados do grupo visão dos jogadores, destacam-se Q8 (sobre o interesse dos UFA na atividade profissional com jogo) e Q9 (sobre o engajamento dos UFA) com os melhores indicadores.

Sobre os resultados sob visão dos profissionais, Q10 (sobre a utilidade do jogo) e Q11 (sobre a utilidade dos dados) apresentaram as melhores médias.

A Q17 (sobre adotar o jogo) apresentou a pior média do grupo.

Durante as discussões, houve uma solicitação de controle total das fases, em termos de posicionamento objetos, quantidade, velocidades e número de níveis, possibilitando o fisioterapeuta descrever novos padrões respiratórios e novas maneiras de jogar. O grupo de afirmações sobre *Interação* foi o pior avaliado. Em contrapartida, o grupo de afirmações mais bem avaliado foi o *Terapêutica*.

A Tabela 14 apresenta as respostas mais relevantes dadas pelos alunos nas questões discursivas.

Tabela 14 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com UFEs, alunos de fisioterapia

Vantagens
Incentivador, divertido e lúdico (15); Motiva aderir ao tratamento (10); Promove Treinamento Muscular Respiratório (9); Ferramenta útil com dados para profissionais (3).
Desvantagens
Qualidade do "jogar" depende do estado do paciente e suas disfunções (13); Familiaridade tecnológica dos idosos (4).
Sugestões
Implementação do controle total das fases e níveis (2).

Fonte: Próprio autor, 2018.

5.2.6 Avaliação com ETDs de Análise e Desenvolvimento de Sistemas

A Tabela 15 apresenta os resultados gerais do encontro. Os alunos da turma, em geral, tinham conhecimento intermediário em JD e pouco conhecimento em JD para RR.

A Q1 (sobre os desafios) apresentou o melhor indicativo do grupo visão dos

jogadores. As afirmações Q4 (sobre os efeitos sonoros) e Q5 (sobre o cenário) apresentaram os piores resultados.

Ao analisar os indicativos no grupo visão dos profissionais, as afirmações Q10 (sobre a utilidade do jogo), Q11 (sobre a utilidade dos dados) e Q16 (sobre o objetivo sério no funcionamento do jogo) apresentaram os melhores resultados.

A afirmação Q12 (sobre a utilidade dos controles) apresentou a pior nota.

Na discussão, a conversa abrangeu a questão dos *feedbacks* visuais e sonoros, onde explicou-se o motivo destes elementos não estarem da melhor qualidade.

A Tabela 16 resume as vantagens, desvantagens e sugestões deste encontro.

Tabela 15 – Resultados gerais da iteração com a ETD (n=9)

		Afirmativa	μ	m	M	σ
		I1	2.9	3.0	3.0	0.93
		I2	1.3	1.0	1.0	0.71
Visão dos Jogadores	Interação	Q1	4.4	4.0	4.0	0.53
		Q2	3.8	4.0	4.0	0.44
		Q3	4.0	4.0	4.0	0.71
	Feedback	Q4	3.0	3.0	4.0	1.12
		Q5	3.0	3.0	3.0	0.71
		Q6	4.1	4.0	4.0	0.78
	Motivação	Q7	3.9	4.0	5.0	1.05
		Q8	3.9	4.0	4.0	1.05
		Q9	4.0	4.0	4.0	1.00
Visão dos Profissionais	Terapêutica	Q10	4.7	5.0	5.0	0.50
		Q11	4.7	5.0	5.0	0.50
		Q12	3.8	4.0	3.0	1.09
	Aceitação	Q13	4.0	4.0	4.0	0.71
		Q14	4.2	4.0	4.0	0.67
		Q15	4.3	4.0	5.0	0.71
	Motivação	Q16	4.7	5.0	5.0	0.50
		Q17	4.1	4.0	5.0	1.05
		Q18	4.3	5.0	5.0	0.87
		μ	4.1			

Tabela 16 – Vantagens, desvantagens e sugestões para avaliação com a ETD

Vantagens
Incentivador, divertido e lúdico (15); Motiva aderir ao tratamento (10); Promove Treinamento Muscular Respiratório (9); Ferramenta útil com dados para profissionais (3).
Desvantagens
Qualidade do "jogar" depende do estado do paciente e suas disfunções (13); Familiaridade tecnológica dos idosos (4).
Sugestões
Implementação do controle total das fases e níveis (2).

Fonte: Próprio autor, 2018.

5.2.7 Avaliação com Fisioterapeuta Respiratório B

Logo ao iniciar o jogo, após fazer seu cadastro no jogo, a UFE visualizou o menu de jogos, expressou uma reação de dúvida e perguntou *o que devo fazer? não consigo acessar o jogo do golfinho*.

Após calibrar e selecionar o *I Blue It*, a jogadora não visualizou o tutorial, jogou a Fase 1 - Nível 1 até o fim, sem errar os alvos e ao final expressou “o que é pra pegar mesmo?”. Explicou-se que era para pegar os objetos verdes e desviar dos vermelhos.

A UFE executou todos os passos até o ultimo, o qual orienta para jogar um dos *minigames*, onde disse “eu tava esperando é esse aqui!”.

Durante a entrevista, houveram comentários da UFE como: “eu gostei”; “bom que o jogo guarda valores de pico, que são indicadores para controle de asma”; “é bom esquecer do tratamento”; “uma vantagem é essa tua calibração por pessoa”; “é usavel” e; “crianças vão gostar mais”. Ao final, o UFE orientou a programação de alguns padrões respiratórios.

5.2.8 Observação com UFAs

As observações foram feitas com 3 crianças de condições respiratórias normais, entre 10 e 14 anos, foram convidadas e se voluntariaram para experimentar o jogo. As condições de uso eram: 1) explicitar ao UFA de que iria participar na demonstração de um jogo sendo desenvolvido pela UDESC; 2) UFA poderia parar de jogar ou sair a qualquer momento; 3) deixar o UFA jogar com orientações do fisioterapeuta, sem tempo limite; 4) cada UFA usaria 1 filtro bacteriológico descartável; 5) não aplicar custos para o UFA ou ao seu responsável por experimentar o jogo; 6) o responsável pela criança deveria autorizar o fisioterapeuta, e; 7) os pesquisadores só poderiam prover suporte técnico, fazer perguntas e observar o uso pelo UFA. A Tabela 17 descreve o resumo das observações.

Tabela 17 – Resumo das observações com UFA

Criança	Idade (anos)	Sexo	Condições	Tempo Calibração	Tempo Plataforma	Observações Importantes
A	10	F	Respiratórias, visuais e mentais normais.	20 min	61 min	"Gostei de tudo"; Não pegou alvos com tons de verde mais escuros; Mais rápido, mais divertido.
B	14	M	Respiratórias normais; Visuais normais; Aparentava ter déficit de atenção.	10 min	1 min	"Gostei", "Achei legal"; Não conseguia manter o ritmo do jogo; Jogou corretamente os minigames de pico.
C	10	F	Respiratórias, visuais e mentais normais.	5 min	5 min	Não pegou alvos com tons de verde mais escuros; "Gostei do controle, é diferente".
				$\Sigma = 35 \text{ min}$	$\Sigma = 67 \text{ min}$	

Fonte: Próprio autor, 2018.

Devido à impossibilidade de gerar uma nova versão do jogo entre as observações, os encontros foram considerados como apenas 1 avaliação, separada em 3 momentos, usando a mesma versão.

5.2.8.1 Observação Criança A

No início da sessão, a Criança A jogou a calibração normalmente que durou 20 minutos. Após a calibração, comentou que cansou um pouco.

Antes de começar a plataforma "I Blue It", o PITACO parou de responder. Percebeu-se que o cabo USB estava mal conectado à porta USB do *laptop*. Ao reconectar o cabo em outra porta USB e reiniciar o jogo, pôde-se continuar a observação.

Durante as partidas na Fase 1, a jogadora não pegava o peixe, estrela-do-mar e o camarão. Ao perguntar o motivo dela desviar destes alvos, ela disse "pegar?!? achei que eram obstáculos".

Ao terminar Fase 1 - Nível 3, a jogadora começou a suar, com cerca de 8 minutos de jogo. Ela comentou "gostei mais do Nível 3 que o Nível 1 pois foi mais divertido". Ao jogar a Fase 2 - Nível 2, pediu água para a mãe. A jogadora cansou na Fase 2 - Nível 3. A UFA conseguiu avançar na terceira tentativa (cerca de 7 minutos depois) e, após conseguir, decidiu jogar o *minigame*.

Ao jogar a Fase 2 - Nível 4 disse que "poderia no mesmo nível ir ficando mais rápido", já que o nível 4 era mais lento que o nível 3. Apesar da Fase 2 - Nível 4 ser mais lento, haviam mais objetos. Ao final, cansou e pediu água.

O último nível do *I Blue It* jogado pela UFA foi o Nível 3 - Fase 2. Ao final da sessão disse "quero baixar para jogar".

5.2.8.2 Observação Criança B

Na tela de cadastro de jogador, o UFA relatou que não sabia a data de nascimento. Com o fisioterapeuta preenchendo o formulário, percebeu-se que a criança aparentava ter problemas de audição.

Foram calibrados a respiração, o pico expiratório e o pico inspiratório. Ao iniciar a calibração de duração da expiração, o UFA insistia em fazer um pico de expiração. Ao tentar explicá-lo como fazer, com exemplos e gestos, a criança ria. Para não perder tempo, deixou-se que a criança calibrasse os exercícios restantes.

Ao iniciar a Fase 1 - Nível 1, a criança fazia inspirações e expirações fortes e em alta frequência para conseguir acertar os alvos ao acaso. Como resultado, cansou antes de terminar o nível. Ao se perguntar o que achou disse “eu gostei” e o fisioterapeuta sugeriu continuar a jogar mas a criança entortou o nariz e balançou a cabeça negando. Sugeriu-se, então, jogar os *minigames*.

O UFA jogou normalmente os *minigames* *Jogo do Copo D’Água* e *Jogo do Bolo*. Ao jogar o *Jogo das Frutas*, teve a mesma reação como na Fase 1 - Nível 1 do *Blue It*. Ao perceber a reação, o fisioterapeuta entrevistou.

Quando perguntou-se qual o melhor e o pior *minigame*, respondeu bolo e fruta respectivamente. Após o fim da sessão, o fisioterapeuta relatou de que a criança tinha suspeita de transtorno de déficit de atenção e hiperatividade mas, sem laudo ainda, e o escolheu para obter resultados diferentes nas observações.

5.2.8.3 Observação Criança C

O pai da criança estava de saída com a filha e pediu para que o jogo não demorasse. Combinou-se que a UFA iria jogar somente a Fase 1.

A criança executou a calibração, normalmente. Durante as partidas, a jogadora não pegava o peixe, estrela-do-mar e o camarão, pelo mesmo motivo da Criança A. A saturação da cor verde não indicava que o objeto era um alvo.

Ao jogar a Fase 1 - Nível 4, cansou, recuperou o folego e continuou a jogar. Ao final, perguntou-se o que não gostou e o que gostou, a UFA respondeu “gostei de tudo” e “gostei mais do controle, é diferente”.

6 DISCUSSÃO

Neste capítulo são discutidos os resultados provenientes do MSL, do processo de *design* aplicado, do sistema biomédico “I Blue It”, da bioinstrumentação “PITACO” e das melhorias do SEU-Q.

6.1 CONSTATAÇÕES DO MAPEAMENTO

A demanda de usar jogos digitais na terapia respiratória é recente e crescente entretanto muitas intervenções ainda se utilizam de jogos convencionais. Um mapeamento sistemático de literatura foi realizado em 1781 artigos, dos quais 17 foram selecionados e estudados. Dos 17 trabalhos, pouco foi informado sobre a participação de entendidos da área da saúde durante o processo desenvolvimento dos jogos e dispositivos. Mas é interessante notar que quase metade dos jogos encontrados se encaixam como JS, o que mostra o quão importante JS está se tornando para a área de terapia respiratória.

A pouca quantidade de artigos publicados sobre o assunto estudado sugere um tópico de pesquisa recente. É uma área que tem muito a crescer e demonstra ser útil tanto para portadores de doenças respiratórias quanto para entendidos da área. Para isso, mais pesquisas são necessárias para se consolidar.

Durante a análise dos resultados do mapeamento, constatou-se que os MBAs retornam alguns artigos que não são esperados pela frase de busca. O MBA IEEE Xplore retornou muitos artigos devido à necessidade de executar as 5 pesquisas em separado na mesma base. Identificou-se que:

- Os meios mais utilizados de prototipação são os de Baixa Fidelidade, seguido de Alta-Fidelidade e *Iteractive Game Design*;
- Não haviam outras metodologias de desenvolvimento de jogos além da *Iteractive Game Design*;
- A coleta de dados para o desenvolvimento dos jogos é realizada através de investigação contextual e;
- Não houveram artigos que apresentavam intervenções de duas ou mais doenças utilizando o mesmo jogo.

Em relação aos protocolos de intervenção, as especificações são muito abrangentes e variadas. O mesmo comportamento ocorre em relação ao público, porém pode-se dizer que a maioria é composta por adultos e crianças.

Apesar da quantidade de publicações na área ter um comportamento crescente, o volume de trabalhos publicados no tema é pequeno considerando a importância e a abrangência das doenças relacionadas e não há um veículo de publicação que concentre os artigos relacionados ao tema.

Dois jogos se autoidentificaram como *virtual reality* e a maioria citava a palavra *game*. Quanto as funcionalidades dos jogos utilizados pelas intervenções, não foram identificados quais funções e dados poderiam ser utilizados pelos entendidos. Por fim, no que se refere à eficácia de jogos para tratamentos respiratórios, observa-se resposta positiva para maioria dos trabalhos analisados.

Com base nos resultados do mapeamento, as Perguntas Secundárias podem ser concluídas:

- PS1: A maioria dos artigos avaliavam intervenções com uso de jogos e foram encontrados poucos trabalhos que apresentavam o desenvolvimento de jogos orientados para terapia respiratória;
- PS2: A maioria dos trabalhos focaram em avaliar os efeitos do uso de jogos digitais existentes na terapia respiratória;
- PS3: Boa parte dos trabalhos que desenvolviam novos jogos não informavam ou indicavam sem uma mínima participação de UFE e tinham conclusões positivas.

Logo, entende-se como conclusão da Pergunta Primária que, em geral, os artigos apresentam intervenções com foco na avaliação, onde o desenvolvimento do produto JS não foi encontrado na maioria dos artigos, com pouca ou nenhuma participação de UFEs.

6.2 PROCESSO DE *DESIGN* DO SISTEMA BIOMÉDICO

O processo de *design* apresentado abrangeu a integração de metodologias para concepção de Jogos Sérios provenientes do ambiente acadêmico, com um *Game Design Document* sucinto. Foram consideradas todas as informações dos atores em diversos momentos para guiar a concepção.

Com o estudo de trabalhos relacionados e aplicação das ferramentas M² - Projeto Conceitual, POP, PEED e MOLDE, foi possível realizar a concepção de um JSA concordante com as características do ambiente acadêmico e especificações dos UFEs.

A PEED aborda um processo iterativo mas não apresenta quais ferramentas para validação do potencial de utilidade do JS, portanto utilizou-se o SEU-Q, que foi eficaz para avaliar as percepções de utilidade. Com o estudo dos trabalhos relacionados, foi possível adaptar as experiências destes projetos em um processo iterativo que abordava outras ferramentas de desenvolvimento de jogos. O MOLDE propiciou assertividade nas definições do *level design* e ofereceu flexibilidade aos UFEs.

Como esperado, a ETD contribui mais no aspecto estético e técnico e, os UFEs contribuíram nos aspectos de reabilitação, segurança, prevenção de contaminação, dados e conteúdo específico da área. Ambos concordaram que o jogo tem potencial de utilidade.

O processo conseguiu ter diferencial científico por se orientar nas contribuições científicas dos trabalhos relacionados e, por consequência, apresentou uma inovação tecnológica. Devido a equipe comprometida com o desenvolvimento ser incompleta, alguns aspectos de estética do jogo não puderam ser aprimorados. Por envolver UFEs e visar resultados, o jogo pode ter sua utilidade avaliada por profissionais entendidos sobre RR.

6.3 O SISTEMA BIOMÉDICO I BLUE IT

Os jogos plataforma e *minigame* apresentados foram resultados de 15 iterações com 85 UFEs (fisioterapeutas, médicos pneumologistas, fisioterapeutas respiratórios) os quais avaliavam constantemente as mecânicas dos jogos como estímulos para manobras respiratórias. Assim, os jogos tiveram forte influência da prática terapêutica o que sugere, também, que terá grande utilidade e efetividade como instrumento de trabalho.

Durante o desenvolvimento, entendeu-se que a condição desejável *flexibilidade para definir outros padrões ventilatórios* era muito comentada entre os UFEs, podia ser implementada em tempo hábil e sua contribuição teria alta importância. Logo, acabou tornando-se uma condição obrigatória e foi atendida.

Importante ressaltar que o projeto do “I Blue It” não dispôs de uma equipe de *design* visual, ilustração, nem sonorização. Portanto, o foco inicial deste trabalho foi na concepção dos jogos e dispositivos para atender aos UFEs, traduzidos em mecânicas e dinâmicas para os jogos.

Apenas três das cinco ações respiratórias em *minigames* foram implementadas. A implementação dos restantes também é um trabalho futuro.

O PITACO foi projetado para ser o controle do jogo, portanto sua precisão não foi comparada com outros dispositivos medidores de fluxo disponíveis no mercado e

na literatura. O PITACO é capaz de capturar 5 medidas do processo respiratório (pico expiratório e inspiratório, duração expiratória e inspiratória, e frequência respiratória). O jogo aceita futuras variações do PITACO ou outros dispositivos medidores de fluxo, desde que estes dispositivos utilizem o mesmo protocolo de comunicação (Figura 21) para ser conectado ao jogo. Dessa forma, o jogo pode utilizar outros dispositivos medidores de fluxo.

6.4 MELHORIA DO SEU-Q

As melhorias buscaram: enfatizar a visão empática deixando mais claro que o respondente está respondendo pela visão dos jogadores e dos profissionais; usar a escala Likert (LIKERT, 1932) por ser mais usual e confiável cientificamente; observar a percepção sobre a segurança quanto ao uso e aceitação da proposta (tanto por parte do UFA, quanto do UFE) (DRUMMOND; HADCHOUEL; TESNIÈRE, 2017); saber se o Objetivo Sérió é perceptível dentro do jogo, tanto pelo UFA (o que leva à motivação intrínseca) quanto pelo UFE (IDRISS et al., 2017); reorganizar logicamente e fisicamente o formulário para que ele seja mais fácil e claro de preencher; obter mais informações sobre a análise do jogo como um instrumento profissional (de 16 passou para 20 perguntas) e; ampliar a generalidade do instrumento, tirando a questão da pontuação pois nem todo jogo tem e/ou nem é focado nisso.

6.5 AVALIAÇÕES DO POTENCIAL DE UTILIDADE

Esta seção discute os resultados obtidos com as avaliações do potencial de utilidade do SB.

6.5.1 Avaliação do PBF e PMF com UFE (n=7)

Observando a Tabela 6 vê-se que a média geral dos UFEs foi 5,8, indicando que o protótipo do jogo foi bem aceito pelos entrevistados. O pouco conhecimento em JD para RR por parte dos UFEs sugere: 1) não há muitos jogos para RR sendo desenvolvidos; 2) JD para RR não são bem distribuídos ou divulgados e; 3) JD não são amplamente utilizados na RR.

Para Q2, apesar de ter sido explicado no GDD que a faixa etária do jogo abrange crianças e adultos, alguns UFEs questionaram sobre a facilidade de entendimento do jogo por parte dos UFAs idosos. Esta conclusão não foi tão consensual pois esta questão teve o maior desvio padrão. E, também, este não é o público-alvo deste JS.

Na Q3, observou-se que a facilidade de jogar o *I Blue It* depende das diversas condições respiratórias dos UFAs, dificultando o UFE de se expressar empaticamente

quando respondia o questionário. Para Q5 e Q6, a motivação dada pela pontuação e o divertimento do jogo proposto foram as características mais bem avaliadas, o que sugere que o jogo motiva e é divertido.

A questão que perguntava sobre o nível de utilidade dos dados providos pelo *I Blue It* (Q11) não foi muito bem avaliada. Supõem-se que este resultado se deu pelo fato de que ao longo do projeto foi-se implementando novos dados a serem armazenados e personalizados pelos UFEs, dificultando obter-se uma conclusão melhor sobre esta funcionalidade.

Em geral, as principais vantagens do jogo são a motivação para aderir ao processo de reabilitação, individualização do tratamento, diversidade de aplicação e os dados providos. As desvantagens discutiam sobre a proteção do dispositivo contra contaminação e a impossibilidade de alterar configurações do jogo as quais ambas foram contempladas posteriormente. Sugere-se, portanto, que a proposta do jogo tem utilidade para os profissionais envolvidos.

Também constatou-se que médicos priorizavam diagnóstico clínico e que o SB, como proposto, atenderia melhor aos fisioterapeutas, pois foca mais o treinamento muscular.

6.5.2 Avaliação do PBF e PMF com ETD

Observando a Tabela 8 vê-se que o conhecimento acima do intermediário em JD e o pouco conhecimento em JD para RR era de se esperar pois a ETD não está diretamente relacionada à RR. A média geral foi 5,6, indicando uma boa aceitação pela ETD em perceber a utilidade do SB.

Sobre a pior média em Q1, existiam fundo de tela, efeitos sonoros e músicas, mas eram temporários e repetiam-se durante todo o jogo. Apesar de Q7 ter tido a melhor média, um ETD percebeu, durante as discussões livres, que não havia um padrão de cores para alvos e obstáculos, o que poderia dificultar o reconhecimento dos objetos.

As melhores médias nas questões sobre o nível de motivação que o jogo traria aos jogadores e sobre os dados providos pelo jogo, sugerem que a proposta do jogo é motivante e os dados fornecidos tinham utilidade e eram suficiente.

O menor desvio em Q12 sugere que os ETDs tiveram um consenso sobre os controles providos pelo jogo serem úteis. Em Q13, não houve um consenso por parte da ETD (maior desvio padrão) para esta questão, portanto supõem-se que esta divergência seja por a ETD não ter experiência com a área da RR.

Para a ETD, a motivação, o lúdico, os dados e a adesão ao processo de rea-

bilitação são as principais vantagens. Nas principais desvantagens eram relatadas a má qualidade do gráfico e dos sons do jogo.

6.5.3 Avaliação do RC com Fisioterapeuta Respiratório A

Os comentários do UFE sugerem que o jogo foi divertido, interessante e tinha utilidade para suas atividades. Para esta avaliação, concluiu-se que poderia ser fabricada uma tampa de PVC furada para servir de resistência, como um acessório para o PITACO. O diâmetro do furo e o uso da tampa ficaria a critério do fisioterapeuta. Neste contexto, preparou-se um modelo de resistência para o PITACO (Figura 31).

Figura 31 – Modelo de resistência usando tampa de PVC com furo de 5mm



Fonte: Próprio autor, 2018.

Incluíram-se alterações nas caixas de colisão de alguns obstáculos no jogo para que o jogador receba uma penalidade ao executar uma ação de forma incorreta, ilustrado na Figura 32. A esquerda, ilustra-se um obstáculo de inspiração (versão antiga) com colisão (em verde) circular, onde os jogadores não recebiam penalidade ao passar por baixo. A direita, ilustra-se a versão final de um obstáculo de inspiração, com caixa de colisão retangular, penalizando jogadores que tentam passar por baixo.

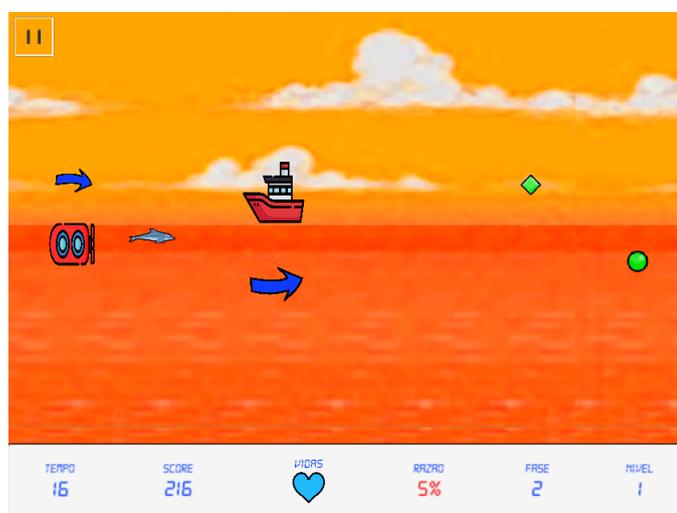
Para evitar frustrar o jogador, adicionaram-se setas (Figura 33) para indicar o caminho que o jogador devia percorrer na presença dos obstáculos, disponível somente no nível 1.

Figura 32 – Colisão dos obstáculos (em verde), antes e depois.



Fonte: Próprio autor, 2018.

Figura 33 – As setas indicam o caminho que o jogador deve percorrer para desviar dos obstáculos.



Fonte: Próprio autor, 2018.

6.5.4 Avaliação do RC com Fisioterapeuta Clínico D

O guia individual estava muito sistemático e não descrevia o porque de cada passo, fazendo com que o UFE perdesse a concentração e perguntasse o motivo de executar alguns dos passos.

Percebeu-se que não havia um indicador para executar a ação exigida pela

calibração. Na tela de seleção de fase, o UFE não entendeu como executar o relaxamento pois a imagem de tutorial só indicava as posições que o Blue deveria seguir.

Centralizando o Blue diminuiria o tempo para se preparar para executar as ações, já que o jogador memorizaria menos pares.

Percebeu-se que o jogo poderia ser mais personalizado caso a calibração fosse separada.

Como conclusão, foram implementadas: 1) melhores descrições e os motivos para os passos no Guia de Atividades; 2) mudança na cor do relógio de calibração para verde, indicando preparar-se para o exercício; 3) descrições na imagem do tutorial de relaxamento; 4) aproximação do Blue ao centro da tela e; 5) separação da calibração. A ordem é definida pelo profissional e o *I Blue It* só pode ser acessado caso o jogador tenha calibrado todas as 5 ações da calibração.

6.5.5 Avaliação do RC com UFEs de medicina

Analisando a Tabela 11, observa-se que o indicativo da nota da Q6 sugere que a mecânica estava fácil de entender. Para o resultado de Q2, a partir da leitura das perguntas discursivas, percebeu-se que havia uma preocupação com idosos, sugerindo o motivo desta afirmação ter sido a menor média, além dos resultados de reabilitação serem em função das condições respiratórias do paciente.

Os melhores resultados em Q10 e Q11 indicam que o jogo e seus dados tem utilidade. Baseando-se em algumas respostas discursivas, os UFEs sugerem que os pacientes não vão levar o jogo a sério por não entenderam a sua relação com a melhora clínica, por este motivo Q13 obteve um dos piores indicativos.

Sugere-se que o resultado de Q17 esteja baseado em uma das respostas discursivas dos alunos, como: a) “Divulgação para profissionais que efetivamente irão utilizar o jogo (fisioterapeutas). Não vejo utilidade para o pneumologista, pois o jogo é voltado para reabilitação (fisioterapia) e não tratamento (pneumologista)” e; b) “As dificuldades serão na introdução do jogo nas rotinas dos profissionais que, sobretudo os médicos, têm resistência a ‘métodos não ortodoxos’”. Neste contexto, confirma-se o direcionamento dado na conclusão das avaliações dos protótipos por UFEs e o motivo da Q17 sido a menor média.

Na seção da visão dos jogadores, o subgrupo *Motivação* apresentou boas médias, sugerindo que os UFAs irão ser motivados pelo jogo. Já o subgrupo *Interação* apresentou uma afirmação com a pior média, mas entende-se que este resultado foi devido a discussão sobre idosos.

O subgrupo de afirmações que mais se destacou foi a *Terapêutica*, reforçando

a utilidade do jogo. O subgrupo de *Aceitação e Motivação* tiveram as piores médias devido ao jogo ser direcionado à reabilitação, médicos tem preferência por ferramentas de diagnóstico.

Em geral, as principais vantagens do jogo são motivação, diversão, o lúdico e utilidade para profissionais. As desvantagens abrangem a preocupação do paciente entender a relação do jogo com a melhora clínica e a familiaridade tecnológica dos idosos.

6.5.6 Avaliação do RC com Médico Pneumologista B

Conclui-se que, através dos comentários do UFE, o SB é interessante. O UFE percebeu utilidade para aplicação em crianças. Considerou-se que personalizar as velocidades do jogo e incluir medidas antropométricas ao formulário de cadastro eram de baixo custo de implementação, portanto foram adicionados.

6.5.7 Avaliação do RC com UFEs de fisioterapia

Avaliando a Tabela 13 e baseando-se na leitura das respostas discursivas, sugere-se que o resultado de Q2 seja em função dos UFEs considerarem as diversas doenças respiratórias dos pacientes, incluindo idosos e pacientes com quadro neurológico.

Os resultados de Q8 e Q9 sugerem que o jogo está interessante e divertido, com destaque para motivação. Por Q10 apresentar o menor desvio padrão, ressalta-se o consenso dos UFEs. Com base nestes resultados de Q10 e Q11, sugere-se que o jogo e seus dados são úteis para os UFEs fisioterapeutas.

Como não havia uma explicação imediata, buscou-se saber o motivo de Q17 ter sido o pior resultado no grupo através da leitura das respostas discursivas dos alunos, porém não foram encontrados tais indicativos. Boa parte das respostas não comentavam sobre este critério. Então, avaliou-se uma hipótese que, como ainda são alunos em graduação e muitos deles não tinham experiência profissional, possivelmente eles não tinham conhecimento suficiente para concordar fortemente com a afirmação apresentada na Q17.

Em geral, entende-se que a empatia com idosos por parte destes UFE fez com que este grupo de questões sobre *Interação* fosse o pior avaliado. Em contrapartida, o grupo de questões mais bem avaliado foi o *Terapêutica*, sugerindo que o SB proposto tem grande utilidade como instrumento de trabalho. A motivação para uso do JS na seção sobre a visão dos jogadores apresentou as melhores médias, o que faz relação com as principais vantagens do jogo que, segundos os UFEs, é um jogo motivador.

Considerando o tempo restante do projeto, percebeu-se que a funcionalidade sugerida de controle total dos níveis era muito significativa e possível de ser implementada, apesar da sua alta complexidade em termos de implementação de *software*.

Em geral, as principais vantagens do jogo relatadas textualmente foram a motivação em aderir ao tratamento, os dados providos, e a utilidade para os fisioterapeutas em promover Treinamento Muscular Respiratório. As desvantagens abrangem a familiaridade tecnológica dos idosos e a qualidade do “jogar” em função do paciente.

Como conclusão desta iteração, implementou-se no jogo um módulo interpretador de *scripts*¹, onde o profissional poderia alterar todas os parâmetros de todas as Fases-Níveis e as manobras. Ressalta-se, também, a possibilidade de montar padrões respiratórios (que pudessem ser programados) usando como base as configurações do próprio jogo. O Apêndice K apresenta um exemplo de arquivo de configuração (script) de manobras projetado.

6.5.8 Avaliação do RC com ETD de Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Analisando a Tabela 15 observa-se que a Q1 apresentou o melhor resultado, o que sugere que é fácil de entender como jogar o *I Blue It*. Com base nas respostas discursivas da ETD para Q4 e Q5, os avaliadores sugeriram enfatizar mais os *feedbacks* sonoros e visuais e melhorar os *sprites* do cenário e objetos do jogo. Como o desenvolvimento deste projeto não teve participação de um time artístico e de músicos, estas sugestões não puderam ser atendidas. Todos os *assets* no jogo são de uso livre e distribuídos gratuitamente na internet.

Com base nas boas notas de Q10, Q11 e Q16, avalia-se que a ETD percebeu utilidade (do jogo e dados) e seu objetivo sério, onde a terapêutica foi a conclusão que mais se destacou.

Ao ler as respostas discursivas dos avaliadores para entender o resultado de Q12, foi encontrado somente um comentário o qual comentava sobre o manuseio dos botões no jogo. Durante a demonstração ao vivo, o jogo estava em modo janela, com alta resolução e a barra de tarefas do sistema operacional estava em modo esconder automaticamente. Ao tentar clicar nos botões do diálogo da calibração, que estava muito próximo ao canto inferior da tela, a barra de tarefas se sobrepunha o botão, dificultado prosseguir com a demonstração. Como o SEU-Q₂ é apresentado após a demonstração ao-vivo, suspeita-se que esta impressão tenha causado a redução da média da afirmação Q12.

Como entendido dos resultados de Q4 e Q5, o *Feedback* foi o pior avaliado.

¹ Algoritmos ou programas escritos para um ambiente especial que automatiza a execução de tarefas (TERLSON, 1996)

A *Interação e Motivação* de uso tiveram boas notas, sugerindo que para a ETD, UFAs irão jogar facilmente e terão uma experiência motivadora. Na visão dos UFEs, a ETD entende que o JS é uma ferramenta útil, que será bem aceita e que promove uma boa motivação para ser usada como ferramenta de trabalho.

Das respostas textuais, foram consideradas como vantagens a motivação, engajamento, utilidade e diversão. Como desvantagens, a qualidade do som e dos gráficos. Com isso, as sugestões envolveram reforçar e melhorar os *feedbacks* visuais e sonoros do jogo.

6.5.9 Avaliação do RC com Fisioterapeuta Respiratório B

Percebeu-se que não havia um aviso para orientar o jogador a calibrar todos as variáveis respiratórias para liberar o *I Blue It* e os *minigames*, o que desconcentrou o UFE. Mesmo sendo orientado pelo Guia de Atividades, o fisioterapeuta estava muito concentrado no jogo e não percebeu que deveria primeiro calibrar para depois jogar.

Os comentários do UFE durante o uso sugerem que, para este UFE, os *minigames* eram mais atrativos que o plataforma. Todos este comentários durante a entrevista traduziram boa receptibilidade e utilidade para UFE.

Com base nas orientações do UFE, criou-se um perfil de demonstração e uma nova Fase (Fase 4) a qual apresentaria treinos criados por fisioterapeutas. Implementou-se, também, um aviso para que o jogador calibre antes de jogar.

6.5.10 Observação com Crianças

A Criança A gostou do jogo e ficou interessada em continuar a jogar, supõem-se que em casa pois enunciou que “gostaria de baixar o jogo”. Percebeu-se que alguns níveis estavam adequados porém fora de ordem de dificuldade, não seguindo a ideia do *flow*. Suspeitou-se inicialmente que a Criança B não estava levando a demonstração a sério mas confirmou-se de que havia algo errado ao jogar o *Jogo das Frutas*, aparentava ter déficit de atenção e não executou corretamente o jogo. Por executar ações fora do limite exigido pelo nível, acabou cansando e desistindo. Percebeu-se que nos jogos da Criança A e C que os alvos estavam espaçados demais e a cor verde-escuro de alguns alvos não indicava o proposto. Constatou-se que o acompanhamento do profissional é fundamental, uma vez que orientou todo o processo da demonstração e interrompeu quando necessário.

A percepção geral que ficou desta observação piloto com os UFA é que, a menos de alguns pequenos problemas técnicos identificados (que foram prontamente resolvidos), o “*I Blue It*” está adequado para sua utilização como ferramenta terapêutica e pronto para avaliações mais rigorosas com os UFA.

Como resultado das observações, considerou-se adequar a distância entre alvos, ordenar os níveis em função da velocidade e da quantidade dos objetos, padronizar a saturação da cor verde para os alvos e criar uma tela para sugerir ao jogador, caso jogue o *I Blue It* ininterruptamente, de jogar os *minigames*.

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A Tabela 34 apresenta os momentos em que as condições (requisitos) foram atendidos.

Figura 34 – Condições atendidas

Condições	Onde foi atendido	Como foi atendido
Auxiliar o Treinamento Muscular Respiratório	PMF - Avaliação 5	mecânica do jogo orientada a exercitar caixa torácica
Uso ambulatorial	PMF - Avaliação 5	adição de filtro bacteriológico
Uso acompanhado por um profissional	PMF - Avaliação 3	implementou-se <i>score</i> no jogo
Uso por crianças e adultos	PBF	temática do jogo
Uso individual	PMF - Avaliação 5	adição de filtro bacteriológico
Flexibilidade para definir outros padrões respiratórios	RC - Avaliação 5	implementou-se arquivo de configuração
Personalizável por grupo populacional	PBF	cada jogador tem seu perfil e sua pasta nos registros
Jogo 2D	PBF	uso do modo 2D da engine Unity3D
Deve armazenar dados	PBF	ao fim de cada partida, é registrado um histórico
Pontuação dirigida pelo processo terapêutico	PBF	quanto mais alto (alvo) / maior (obstáculo), mais pontos
Controle de acesso individualizado	PBF	cada jogador tem seu perfil e sua pasta nos registros
Uso para população sem deficiências mentais severas e visuais	PBF	desenvolvimento com pessoas sem deficiências
Restrições	Onde foi atendido	Como foi atendido
Não fadigar o paciente	RC - Avaliação 8	balanceamento de níveis
Não exigir de esforços inadequados	RC - Avaliação 8	balanceamento de níveis

Fonte: Próprio autor, 2018.

Observou-se uma redução nas discussões ao longo das avaliações do PBF e PMF sobre os pilares conceituais desde as versões iniciais do jogo e, ao longo das avaliações do RC, redução nas sugestões de novas funcionalidades, convergindo na correção de *bugs* e outros problemas de *software*.

Com base nos resultados apresentados, no atendimento dos itens das avaliações negativas, na redução dos *bugs*, sugestões importantes e funcionalidades novas e significativas, considerou-se que o jogo e o conjunto SB estavam prontos para o lançamento.

Ressalta-se que o desenvolvimento deste projeto não envolvia um time de artistas nem de músicos, deixando como pendência a melhoria na qualidade gráfica, efeitos visuais e efeitos sonoros do jogo.

7 CONCLUSÕES

As DRCs afetam milhares de pessoas. Para isto, a terapia respiratória reduz a incapacidade respiratória e tenta resgatar a qualidade de vida dos portadores destas doenças. A Reabilitação Respiratória é um processo da fisioterapia que compreende a participação de pacientes com disfunções respiratórias. Por ser repetitivo, aumenta as chances de evasão ao tratamento. Através do mapeamento sistemático da literatura pôde-se concluir que os jogos existentes não abrangem, em um único jogo, a mistura de manobras ou ações respiratórias, dispositivo/controle de baixo custo e seguro, funcionalidades desenvolvidas com e para UFEs. Apesar de existirem alguns jogos que foram orientados a este tema, não há uma solução amplamente usada, nem um padrão de desenvolvimento. Essas conclusões se mostraram oportunas para se propor um sistema biomédico com jogo sério.

O Mapeamento Sistemático da Literatura sugere que os jogos digitais para terapia respiratória representam uma área em crescimento mas muito insipiente, que tem focado em DPOC, com pouca avaliação rigorosa (como *Random Controlled Trial*) mas que apresentam resultados promissores. Os jogos identificados são majoritariamente do tipo jogo sério mas com pouco envolvimento de entendidos das áreas e sem uma metodologia específica mas, privilegiando o desenvolvimento interativo com prototipação.

Realizou-se 15 avaliações com 106 atores (85 UFEs, 18 ETDs e 3 UFAs) entre fevereiro de 2017 e junho de 2018. Um total de aproximadamente 19 horas de encontros com os envolvidos, considerando o tempo de apresentações, aplicação de questionário/entrevista e discussões.

Como resultado da aplicação do processo, concebeu-se um SB coerente com as expectativas dos UFEs e que teve seu potencial de utilidade avaliado positivamente. Foram consideradas as informações de UFEs em diversos momentos para guiar a concepção. O JS resultante teve uma avaliação positiva pois usou metodologias de *game design* e *Design Participativo*, onde buscou envolvimento de entendidos e de trabalhos e definições relacionados com o tema.

Foi possível concluir que o percurso metodológico de *design* para jogo sério, usado nesta pesquisa, resultou em um SB que tem utilidade para auxiliar na reabilitação respiratória. Com base nos resultados do SEU-Q, entende-se que o jogo tem utilidade para os UFEs, promove treinamento muscular respiratório e está pronto para uso, atendendo os objetivos específicos deste projeto. Todas as condições obrigatórias foram consideradas a as restrições, atendidas.

Assim, como resultado deste trabalho tem-se:

1. Revisão de literatura através de um mapeamento sistemático sobre jogos digitais para terapia respiratória;
2. Criação e detalhamento de Processo de *Design* de JS;
3. Desenvolvimento de um Sistema Biomédico com *software*-jogo, “I Blue It”;
4. Construção de Bioinstrumentação de baixo-custo e medidora de fluxo de ar, “PITACO”;
5. Criação de manual de montagem do PITACO;
6. Criação de protocolos e instrumento de avaliação;
7. Criação da versão melhorada do instrumento de avaliação de utilidade de JS, SEU-Q₂;
8. 2 artigos científicos: (SANTOS et al., 2018) e (GRIMES; SANTOS; HOUNSELL, 2018).

Com isso, considera-se a solução proposta em forma de SB, uma ferramenta útil para auxiliar Reabilitação Respiratória, de acordo com expectativas de profissionais envolvidos com a área, que promove treinamento muscular respiratório, avaliado por 85 entendidos sobre o tema e que inclui um dispositivo de baixo custo para capturar sinais do processo respiratório.

7.1 TRABALHOS FUTUROS

O JS apresentado armazena dados do jogador em planilha (arquivos formato CSV), logo pode-se implementar ferramentas que possam trabalhar com os dados dos jogadores e que tenham opções de visualização adequadas para que a ferramenta seja mais atrativa para os profissionais.

Por ser uma pesquisa de mestrado e considerando a duração do desenvolvimento do SB, tempo foi o fator limitador de várias decisões. A experiência e os resultados deste projeto possibilitaram identificar situações que poderiam ser trabalhadas no futuro, e são apresentadas a seguir.

7.1.1 Melhorias

O projeto desenvolvido poderá ser melhorado ao trabalhar as situações que possam tornar o mesmo mais completo e com maior potencial de uso, destacam-se:

1. Identificar outras patologias ou intervenções relacionadas a respiração e que podem usar o SB;
2. Automatizar e digitalizar o questionário SEU-Q;
3. Sistematizar observações com UFAs;
4. Expandir o jogo para idosos;
5. Melhorar o PITACO e comparar com os dispositivos já estabelecidos na área da saúde: Conforme descrito neste projeto, deve-se avaliar a precisão do PITACO e compará-lo com outros dispositivos medidores de fluxo;
6. Implementação de um modo *multiplayer*;
7. Usar um(a) bucal/máscara com o PITACO para agregar sinais de respiração nasal;
8. Atender as condições secundárias.

7.1.2 Desdobramentos

As situações de desdobramentos requerem um estudo mais aprofundado para implementar alterações ao SB, destaca-se:

1. Uso de bio-sensores: Usar oxímetros, monitores de frequência cardíaca ou temperatura para analisar em quais momentos o jogo está aplicando uma carga muito alta de exercício sobre o paciente. Com esses dados, alturas de alvos, tamanho de obstáculos, espaçamento de objetos e progressão em nível podem ser programadas para se auto adaptar a um jogador com doenças respiratórias mais severas, evitando fadiga.
2. Avaliação Heurística de Jogabilidade: Heurísticas de Jogabilidade buscam prover soluções ótimas para problemas de *design*/jogabilidade no jogo; é um método viável para identificar problemas de jogabilidade e é mais flexível do que testar com o público-alvo; Paavilainen et al. (2018, p. 257) detalham este método com várias definições de jogabilidade que podem ser incluídas ao processo de *design* de um JS, uma vez que, neste projeto, não foi contemplada uma ferramenta que avalia de antemão se a mecânica escolhida é a uma solução ótima durante o desenvolvimento dos protótipos iniciais do jogo.

REFERÊNCIAS

- ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. User-centered design. **Encyclopedia of Human-Computer Interaction**, v. 37, n. 4, p. 445–456, 2004.
- ABUSHAKRA, A.; FAEZIPOUR, M. Augmenting breath regulation using a mobile driven virtual reality therapy framework. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, v. 18, n. 3, p. 746–752, 2014.
- AGUILAR, J. G. et al. Respiration tracking using the wii remote game controller. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 169, p. 455–459, 2011.
- ALVAREZ, J.; DJAOUTI, D. An introduction to Serious Game: Definitions and Concepts. **Serious Games & Simulation for Risks Management**, v. 11, p. 11–15, 2011.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. **Interação humano-computador**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010.
- BARROS, S.; PASSOS, N.; NUNES, M. A. S. N. Estudo inicial sobre Acidente Vascular Cerebral e Serious Games para aplicação no projeto AVC do núcleo de tecnologia assistiva da UFS. **Revista GEINTEC**, v. 3, p. 129–143, 2012.
- BINGHAM, P. M.; LAHIRI, T.; ASHIKAGA, T. Pilot trial of spirometer games for airway clearance practice in cystic fibrosis. **Respiratory care**, v. 57, n. 8, p. 1278–1284, 2012.
- BLACKMAN, S. Serious games... and less! **ACM Siggraph Computer Graphics**, v. 39, n. 1, p. 12–16, 2005.
- BOUSQUET, J.; KHALTAEV, N. **Vigilância global, prevenção e controle das doenças respiratórias crônicas: uma abordagem integradora**. [S.l.]: Organização Mundial da Saúde, 2007.
- BOYLE, E.; CONNOLLY, T.; HAINEY, T. The role of psychology in understanding the impact of computer games. **Entertainment Computing**, v. 2, n. 2, p. 69–74, 2011.
- BRANCO, P. S. et al. **Temas de Reabilitação: Reabilitação Respiratória**. [S.l.]: Medesign, 2012.
- BRASIL, M. da S. Perfil da morbimortalidade por doenças respiratórias crônicas no Brasil, 2003 a 2013. **Boletim Epidemiológico**, v. 47, n. 19, p. 1–9, 2016.
- BUCHINGER, D.; ANDRIOLLI, G. de S. C.; HOUNSELL, M. da S. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 6, n. 1, p. 108–120, 2014.
- BUXTON, B. **Sketching user experiences: getting the design right and the right design**. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2010.
- CARLOS, R. et al. Web-based sensor streaming wearable for respiratory monitoring applications. **IEEE Sensors**, p. 901–903, 2011.

CARVALHO, D. M. L.; GOMES, F. de J. L. Simple Game Design Document Focused on Gameplay Features. **XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, p. 722–725, 2016.

CARVALHO, M. F. de. **Move4Math: Jogos Sérios para Alfabetização Matemática**. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017.

CHACON, P. F. S. et al. Support and rehabilitation of patients with pulmonary expansion deficit by using game therapy. **Engineering in Medicine and Biology Society**, p. 5632–5635, 2016.

CHEN, J. Flow in games (and everything else). **Communications of the ACM**, v. 50, n. 4, p. 31–34, 2007.

CORRAL, T. del et al. Physiological response during activity programs using Wii-based video games in patients with cystic fibrosis (CF). **Journal of Cystic Fibrosis**, v. 13, n. 6, p. 706–711, 2014.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow and the Foundations of Positive Psychology**. [S.l.]: Springer, 2014.

DALCIN, P. de T. R. Tuberculose. **Pneumologia: No consultório**, p. 244–258, 2009.

DESMET, A. et al. Is participatory design associated with the effectiveness of serious digital games for healthy lifestyle promotion? A meta-analysis. **Journal of medical Internet research**, v. 18, n. 4, 2016.

DRUMMOND, D.; HADCHOUËL, A.; TESNIÈRE, A. Serious games for health: three steps forwards. **Advances in Simulation**, v. 2, n. 1, p. 3–18, 2017.

ENDERLE, J. D.; BRONZINO, J. **Introduction to biomedical engineering**. [S.l.]: Academic press, 2012.

FARIAS, E. H. et al. MOLDE - A Methodology for Serious Games Measure-Oriented Level Design. **XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, p. 29–38, 2014.

FERNANDES, A. B. S. Reabilitação Respiratória em DPOC: a importância da abordagem fisioterapêutica. **Pulmão RJ**, v. 1, n. 1, p. 71–78, 2009.

FINCO, M. D.; MAASS, R. W. The history of exergames: promotion of exercise and active living through body interaction. **7th International Conference on Serious Games and Applications for Health**, p. 1–6, 2014.

FLEISCH, A. Der pneumotachograph; ein apparat zur geschwindigkeitsregistrierung der atemluft. **Pflügers Archiv European Journal of Physiology**, v. 209, n. 1, p. 713–722, 1925.

FLUMINENSE, U. F. **Avaliação da função e patologia das doenças respiratórias**. 2018. Acesso em: 23 jul. 2018. Disponível em: <<http://www.uff.br/fisio6/>>.

FRADEN, J. **Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2004.

- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. [S.l.]: Atlas, 2002.
- GODOY, I. de; KNORST, M. M. Reabilitação do pneumopata crônico. **Pneumologia: No consultório**, p. 657–674, 2009.
- GOLDFELD, S.; POLISUK, J. **Pequeno Dicionário de Termos Médicos**. [S.l.]: Atheneu, 2000.
- GOMES, E. L. et al. Active video game exercise training improves the clinical control of asthma in children: randomized controlled trial. **PloS one**, v. 10, n. 8, p. 1–11, 2015.
- GRIMES, R. H.; SANTOS, A. M. dos; HOUNSELL, M. da S. O Processo de Design de um Sistema Biomédico com Jogo Sério e Dispositivo Especial para Reabilitação Respiratória. **XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, p. 1–10, 2018.
- HIRA, W. K. et al. Criação de um modelo conceitual para Documentação de Game Design. **XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, p. 329–336, 2016.
- HOLMES, H. et al. Xbox kinect™ represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis. **Journal of Cystic Fibrosis**, v. 12, n. 6, p. 604–608, 2013.
- HOSPITALARES, E. B. de S. **POP: Técnicas de Fisioterapia Respiratória em Pacientes Adultos**. [S.l.]: Unidade de Reabilitação do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2015.
- HRISTARA-PAPADOPOULOU, A. et al. Current devices of respiratory physiotherapy. **Hippokratia**, v. 12, n. 4, p. 211–220, 2008.
- HUMBLE, J.; FARLEY, D. **Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation**. [S.l.]: Pearson Education, 2010.
- IDRISS, M. et al. Rehabilitation-oriented serious game development and evaluation guidelines for musculoskeletal disorders. **JMIR serious games**, v. 5, n. 3, p. 1–8, 2017.
- JOO, S.; SHIN, D.; SONG, C. The effects of game-based breathing exercise on pulmonary function in stroke patients: a preliminary study. **Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research**, v. 21, p. 1806, 2015.
- JUUL, J. The Game, the Player, the World: Looking for a Heart of Gameness. **Level Up: Digital Games Research Conference Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 30–45, 2003.
- LANGE, B. et al. Breathe: a game to motivate the adherence of breathing exercises. **Journal of Physical Therapy Education**, v. 25, n. 1, p. 30–35, 2011.
- LANGE, B. et al. Breath: a game to motivate the compliance of postoperative breathing exercises. **Virtual Rehabilitation International Conference, 2009**, p. 94–97, 2009.
- LEGEAR, T. et al. Does a Nintendo Wii exercise program provide similar exercise demands as a traditional pulmonary rehabilitation program in adults with COPD? **The clinical respiratory journal**, v. 10, n. 3, p. 303–310, 2016.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, v. 22, p. 5–55, 1932.

MACEDO, S. E. C.; KNORST, M. M. Doença pulmonar obstrutiva crônica. **Pneumologia: No consultório**, p. 229–242, 2009.

MACHADO, M. d. G. R. Reabilitação pulmonar. **Bases da Fisioterapia Respiratória**, p. 458–467, 2008.

MACHADO, T. L. A. **Game live logs: uma plataforma de conversação para atenuar conflitos no desenvolvimento de games**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

MATTOS, W.; KAHAN, F.; FITERMAN, J. Asma. **Pneumologia: No consultório**, p. 197–215, 2009.

MICROSOFT. **Import or export text (.txt or .csv) files**. 2018. Acesso em: 06 ago. 2018. Disponível em: <<https://support.office.com/en-us/article/Import-or-export-text-txt-or-csv-files-5250ac4c-663c-47ce-937b-339e391393ba>>.

MOTTA, R.; JUNIOR, J. T. Short Game Design Document (SGDD). Documento de Game Design aplicado a jogos de pequeno porte e advergames, um estudo de caso do advergame Rockergirl Bikeway. **XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, p. 115–123, 2013.

MULLER, M.; HASLWANTER, J. H.; DAYTON, T. Participatory practices in the software lifecycle. **Handbook of human-computer interaction**, v. 2, p. 255–297, 1997.

NASCIMENTO, O.; IAMONTI, V.; JARDIM, J. Reabilitação pulmonar. **Pulmão RJ**, v. 22, n. 2, p. 65–69, 2013.

NICI, L. et al. American thoracic society/european respiratory society statement on pulmonary rehabilitation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, American Thoracic Society, v. 173, n. 12, p. 1390–1413, 2006.

NIKKILA, S. et al. Wind runners: designing a game to encourage medical adherence for children with asthma. **12th Conference on Human Factors in Computing Systems**, p. 2411–2416, 2012.

NOVAK, J. **Game Development Essentials: an introduction**. [S.l.]: Cengage Learning, 2011.

OIKONOMOU, A.; DAY, D. Using serious games to motivate children with cystic fibrosis to engage with mucus clearance physiotherapy. **Sixth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems**, p. 34–39, 2012.

OLIVEIRA, H. C.; HOUNSELL, M. da S.; GASPARINI, I. POP: An Instrument to Decide on the Adoption of Participatory Design. **International Conference on Human-Computer Interaction**, p. 141–152, 2016.

PAAVILAINEN, J. et al. Heuristic evaluation of playability. **Game User Research**, p. 257–279, 2018.

PEDERSEN, R. **Game Design Foundations**. [S.l.]: Wordware Publishing, Inc., 2003.

PEREIRA, C. A. de C. Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. Suppl 3, p. S1–S82, 2002.

PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. **European Association of Science Editors**, v. 8, p. 68–77, 2008.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação**. [S.l.]: bookman, 2005.

RANHEL, J. O conceito de jogo e jogos computacionais. **Mapa do Jogo**, p. 3–22, 2009.

RIES, E. **The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses**. [S.l.]: Crown Books, 2011.

ROSA, R. et al. Inspirômetro de incentivo invertido como excitador da musculatura respiratória em indivíduos saudáveis. **Revista Intellectus**, v. 25, p. 1–20, 2015.

ROSSITO, G. M. et al. Uma taxonomia para softwares 3d interativos. **Revista de Informática Aplicada**, v. 10, n. 2, p. 1–15, 2015.

RUMINSKI, J.; BUJNOWSKI, A.; WTOREK, J. Human-computer interactions in speech therapy using a blowing interface. **7th International Conference on Human System Interactions**, p. 178–181, 2014.

RUS, M. M. **Manual de fisioterapia respiratoria**. [S.l.]: Olalla, 1996.

RUTES, W. D. F.; OLIVEIRA, H. C.; HOUNSELL, M. da S. PEED: Uma Metodologia para Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio em Projetos Acadêmicos de Jogos Sérios. **XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, p. 447–454, 2015.

SANTOS, A. M. dos et al. I Blue It: Um Jogo Sérico para auxiliar na Reabilitação Respiratória. **XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, p. 1–10, 2018.

SHELL, J. **The Art of Game Design: a book of lenses**. [S.l.]: CRC Press, 2014.

SCHROEDER, R. B. **Wobu-Bubble - Jogo Sérico para o Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia**. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017.

SCHROEDER, R. B.; HOUNSELL, M. da S. SEU-Q - Um Instrumento de Avaliação de Utilidade de Jogos Sérios Ativos. **I Simpósio Latino-Americano de Jogos**, p. 136–145, 2015.

SHIBAN, Y. et al. Diaphragmatic breathing during virtual reality exposure therapy for aviophobia: functional coping strategy or avoidance behavior? a pilot study. **BioMed Central Psychiatry**, v. 17, n. 1, p. 29–38, 2017.

SILVA, E. L.; HOUNSELL, M. da S.; KEMCZINSKI, A. Metodologia Maiêutica: Uma proposta metodológica para desenvolvimento de Ambientes Virtuais 3D. **IX Symposium on Virtual and Augmented Reality**, p. 1–4, 2007.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. [S.l.], 2005.

SILVA, M. da; BORGES, V. S. **Tratamentos fisioterápicos mais indicados para asmáticos**. 2005. Monografia (Bacharel em Fisioterapia) – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium.

SILVA, R. F. Infecção aguda das vias aéreas. **Pneumologia: No consultório**, p. 159–168, 2009.

SILVA, R. S. da; TRISKA, R. Discutindo uma Terminologia para os Videogames: da jogabilidade ao gameplay. **Congresso Sul Americano de Design de Iteração**, p. 1–7, 2012.

SMITH, S. **Digital Signal Processors**. [S.l.]: California Technical Pub. San Diego, 1997.

SOCIETIES, F. of I. R. **The Global Impact of Respiratory Disease**. 2. ed. [S.l.]: Sheffield, 2017.

SONNE, T.; JENSEN, M. M. Chillfish: A respiration game for children with ADHD. **Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction**, p. 271–278, 2016.

SPRUIT, M. et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 188, n. 8, p. e13–e64, 2013.

STAFFORD, M.; LIN, F.; XU, W. Flappy Breath: A Smartphone-Based Breath Exergame. **Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies**, p. 332–333, 2016.

SUBTIL, M. M. L. et al. O relacionamento interpessoal e a adesão na fisioterapia. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 4, p. 745–53, 2011.

SUTERA, S.; SKALAK, R. The history of poiseuille’s law. **Annual Review of Fluid Mechanics**, v. 25, n. 1, p. 1–20, 1993.

TEIXEIRA, A. R. V. M. da. **A cor enquanto elemento do projecto no design de produto**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Lisboa, 2015.

TERLSON, B. **ECMAScript Language Specification**. 1996. Acesso em: 11 jun. 2018. Disponível em: <<https://tc39.github.io/ecma262/#sec-overview>>.

WARD, J. **What is a Game Engine?** 2008. Acesso em: 18 jun. 2018. Disponível em: <http://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_.php>.

WARDINI, R. et al. Using a virtual game system to innovate pulmonary rehabilitation: safety, adherence and enjoyment in severe chronic obstructive pulmonary disease. **Canadian respiratory journal**, v. 20, n. 5, p. 357–361, 2013.

WATTANASOONTORN, V. et al. Serious games for health. **Entertainment Computing**, v. 4, n. 4, p. 231–247, 2013.

WATTERS, C. et al. Extending the use of games in health care. In: **System Sciences**. [S.l.: s.n.], 2006. v. 5, p. 1–8.

WILMSHURST, T. **Designing embedded systems with PIC microcontrollers: principles and applications**. [S.l.]: Newnes, 2006.

YANG, C.-M. et al. An innovative breathing game applied with textile sensors. **International IEEE Consumer Electronics Society's Games Innovations Conference**, p. 1–6, 2010.

ZAMBONI, M. Câncer do pulmão. **Pneumologia: No consultório**, p. 293–318, 2009.

ZERBST, S.; DUVEL, O. **3D Game Engine Programming**. [S.l.]: Course Technology, 2004.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. **Computer**, v. 38, n. 9, p. 25–32, 2005.

APÊNDICE A – CÁLCULO DAS RESPOSTAS PROVENIENTES DAS PERGUNTAS OBJETIVAS PARTICIPATIVAS

Before answering the questions below, reflect about: (a) What is the target audience (end-users and their characteristics)? (b) Where can individuals from the target audience be found, to eventually participate?

POP 1: (Technical Benefits) What is the technical impact of end-users participating in the software development?

Explanation/Example: Participation can bring technical benefits to development such as requirements that are more adequate to end-users, but can also bring harm such as delays and difficulties in conciliating end-users' desires with domain experts' desires.

(a) Beneficial (+2)	(b) None (0)	(c) Harmful (-2)	(d) Unknown (0)
---------------------	--------------	------------------	-----------------

POP 2: (Personal Benefits) What is the personal impact for end-users to participate in the software development?

Explanation/Example: Participation can bring inexplicit personal benefits to end-users, such as improvements in interpersonal relationships, occupational therapy, acquisition of technical knowledge, and others, but can also make users uncomfortable when discussing certain aspects of the software.

(a) Beneficial (+2)	(b) None (0)	(c) Harmful (-2)	(d) Unknown (0)
---------------------	--------------	------------------	-----------------

POP 3: (Logistics) How difficult are the logistics of allowing end-users to participate in the software development?

Explanation/Example: Participatory tasks may require end-users transportation, resource allocation, scheduling and etc.

(a) Easy (+3)	(b) Neutral (0)	(c) Hard (-3)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	---------------	-----------------

POP 4: (Profile) How difficult is it to find and involve end-users that fit into a desirable profile for participation in the software development?

Explanation/Example: Generic profiles can be filled by most end-users, while specific profiles can only be filled by a small group of end-users.

(a) Easy (+2)	(b) Neutral (0)	(c) Hard (-2)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	---------------	-----------------

POP 5: (Volatility) Considering the duration of the development project, how volatile is the group of end-users that would participate in the software development?

Explanation/Example: Some groups of end-users are volatile, for they constantly change in formation or organization, while non-volatile groups can remain unchanged during the whole software development.

(a) Not volatile (+3)	(b) Variable (0)	(c) Volatile (-3)	(d) Unknown (0)
-----------------------	------------------	-------------------	-----------------

POP 6: (Group Size) What is the size of the group of end-users that would participate in the software development?

Explanation/Example: Participatory Design techniques can, in average, support groups of 2 to 14 participants. At most, these techniques can support up to 40 participants.

(a) Up to 14 people (+2)	(b) Between 15 and 40 people (0)	(c) More than 40 people (-2)	(d) Unknown (0)
--------------------------	----------------------------------	------------------------------	-----------------

POP 7: (Empathy) What is the level of empathy between technical staff and end-users?

Explanation/Example: Technical staff can be composed of programmers, designers, analysts, etc. Empathy must be seen as personal and professional proximity between both groups. With a high level of empathy, both groups share a vision about definitions and objectives of the software, know the specific vocabulary of each domain, have similar previous experience working together, etc. With a low level of empathy, the groups don't know each other from previous works, have difficulties communicating adequately, etc.

(a) High (+2)	(b) Neutral (0)	(c) Low (-2)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	--------------	-----------------

POP 8: (Conceptual Contribution) What is the potential for contribution from end-users while participating in conceptual steps of the software development?

Explanation/Example: Conceptual steps, like requirement elicitation and analysis, are prior to codification and construction of graphical elements of the software. End-users can contribute during analysis by presenting their perspectives about the software. However, in some cases the requirements cannot be interfered by end-users.

(a) High (+1)	(b) Neutral (0)	(c) Low (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	--------------	-----------------

POP 9: (Technical Contribution) What is the potential for contribution from end-users while participating in technical steps of the software development?

Explanation/Examples: Technical steps involve the creation of interfaces, definition of software architecture, codification, evaluation, assessment, etc. Participation in such steps may allow end-users to contribute with graphical elements to the interface, codification with high-level programming tools, evaluations through interviews, interaction tests, focus groups and controlled experiments.

(a) High (+1)	(b) Neutral (0)	(c) Low (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	--------------	-----------------

POP 10: (Conceptual Framework) What is the level of knowledge (tools, processes, methods, techniques) to involve end-users in conceptual steps of the software development?

Explanation/Example: Requirements' analysis and elicitation can be executed with participation through brainstorming techniques and interviews.

(a) High (+1)	(b) None (0)	(c) Bad (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	--------------	--------------	-----------------

POP 11: (Technical Framework) What is the level of knowledge (tools, processes, methods, techniques) to involve end-users in technical steps of the software development?

Explanation/Example: Multimedia elements of the software can be created with participation of end-users through audio recordings, photographs, drawings, etc. Authoring tools can enable participation in codification. Interaction tests and questionnaires can be used during tests and evaluations.

(a) High (+1)	(b) None (0)	(c) Low (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	--------------	--------------	-----------------

Cálculos:

$$s = -5$$

$$r = 10$$

$$m = 5$$

$$cf = (r / 12) * 100\% = 83,33\%$$

$$cr = [(|s| + m) / 2m] * 100\% = [(|-5| + 5) / 2 * 5] * 100\% = 100\%$$

Conclusão: É desaconselhável o uso de DP com 83,33% de confiança e 100% de coerência.

APÊNDICE B – DADOS DOS ARTIGOS OBTIDOS ATRAVÉS DO MAPEAMENTO

Artigo	Foco	Objetivo	Tipo de Pesquisa	Disfunção Respiratória	Ação Respiratória
A01	Jogo; Dispositivo	Desenvolver Protótipo	Estudo de Caso	Cancer Pulmonar	Frequencia Respiratória
A02	Dispositivo	Testar Experiência	Pesquisa Experimental	DPOC	Frequencia Respiratória
A03	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Intra-sujeitos	Fibrose Cística	Frequencia Respiratória
A04	Dispositivo	Desenvolver Protótipo	Estudo de Caso	DPOC	Frequencia Respiratória
A05	Jogo	Desenvolver Protótipo	Pesquisa Pré-Experimental	Terapia de Expansão Pulmonar	Pico Inspiratório
A06	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Random Controlled Trial	Fibrose Cística	Indireto
A07	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Random Controlled Trial	Asma	Indireto
A08	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Intra-sujeitos	Fibrose Cística	Indireto
A09	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Random Controlled Trial	Acidente Vascular Cerebral	Frequencia Respiratória
A10	Jogo	Desenvolver Protótipo	Pesquisa Ação	Complicações Resp. Pós-operatórias	Frequencia Respiratória
A11	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Intra-sujeitos	DPOC	Indireto
A12	Jogo; Dispositivo	Testar Experiência	Estudo de Caso	Fibrose Cística	Frequencia Respiratória
A13	Jogo; Dispositivo	Desenvolver Protótipo	Pesquisa Pré-Experimental	Não Especificado	Pico Expiratório
A14	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Pesquisa Pré-Experimental	Aviofobia	Frequencia Respiratória
A15	Jogo	Desenvolver Protótipo	Pesquisa Experimental	DPOC	Frequencia Respiratória
A16	Jogo; Intervenção	Avaliar Intervenção	Pesquisa Pré-Experimental	DPOC	Indireto
A17	Jogo; Dispositivo	Desenvolver Protótipo	Pesquisa Pré-Experimental	Não Especificado	Frequencia Respiratória

Artigo	Categoria	É JS?	Disp. De Intervenção	População	Tipo
A01	Não Identificado	NI	-	Não Especificado	Full Paper
A02	-	-	-	Não Especificado	Full Paper
A03	Diversos	Sim	Espirometro Não-Clinico	Adolescentes	Full Paper
A04	-	-	-	Não Especificado	Short Paper
A05	Diversos	Sim	-	Adultos	Short Paper
A06	Esportivo	Não	Wii; Esteira	Adolescentes	Full Paper
A07	Esportivo	Não	Kinect; Esteira	Crianças	Full Paper
A08	Esportivo	Não	Kinect	Adultos	Full Paper
A09	Diversos	Sim	Breathing+ Headset	Adultos	Full Paper
A10	Diversos	Sim	-	Não Especificado	Short Paper
A11	Esportivo	Não	Wii; Esteira;	Idoso	Full Paper
A12	Diversos	Sim	-	Crianças	Full Paper
A13	Diversos	Sim	-	Crianças	Full Paper
A14	Com controle virtual	NI	Head Mounted Display	Adultos	Full Paper
A15	Diversos	Sim	-	Não Informado	Short Paper
A16	Esportivo	Não	Nintendo Wii; Esteira;	Idoso	Full Paper
A17	Não Identificado	NI	-	Não Especificado	Short Paper

APÊNDICE C – RESPOSTAS DISCURSIVAS OBTIDAS COM APLICAÇÃO DO SEU-Q

Avaliações com SEU-Q₁

Q14)

Avaliação 1

- 1) Motivação do paciente - Métricas para terapeuta.
- 2) Aumentar o nível de atenção, motivação e repetibilidade do exercício respiratório.

Avaliação 2

- 3) O feedback que o paciente terá no exato momento da execução do processo de reabilitação.

Avaliação 3

- 4) Ludicidade - maior adesão ao tratamento; incentivo para continuidade; Resultados mais otimistas.

Avaliação 4

- 5) O benefício reside no fator motivacional para estimular a adesão e estabelecer objetivos terapêuticos com melhor feedback.

Avaliação 5

- 6) Maior vantagem na individualização do tratamento com medidas objetivas que permite adequação da terapia.

Avaliação 6

- 7) A diversidade de possibilidades nos exercícios respiratórios, a facilidade de uso e a motivação interna gerada pelo jogo.

Avaliação 7

- 8) Baixo custo, objetivo e cria uma dinâmica diferente para o tratamento.
- 9) Dispositivo fácil de utilizar e relação direta do jogo com o mesmo. Uso em conjunto com o jogo deve engajar jogadores.
- 10) Principalmente a motivação dos pacientes. Outro ponto de grande vantagem é a coleta dos dados respiratórios.
- 11) Acredito que tornaria o processo de reabilitação menos chato, pois o jogo consegue envolver o usuário.
- 12) A vantagem é que o jogo é cativante. Isso traz como benefício que o paciente fará exercícios com maior atenção e melhores resultados.
- 13) Através do jogo é possível que o paciente repita ações e sejam recolhidos dados sem que o processo se torne chato.
- 14) Tornar fisioterapia pulmonar uma atividade lúdica; fornecer dados para fisioterapeutas (principalmente isso, na minha opinião).
- 15) A realização dos exercícios é mais natural para o paciente e um melhor entendimento do exercício devido ao feedback.

Q15)

Avaliação 1

- 1) Possíveis custos com aquisição dos equipamentos (computador).
- 2) Padronizar unidade de medida.

Avaliação 2

- 3) O bocal deve ser utilizado de forma individualizada. Pensando em um ambiente hospitalar, o material deverá ser esterilizado.

Avaliação 3

- 4) Acredito que uma dificuldade possa estar na definição das metas (valores/prescrição) para cada indivíduo.

Avaliação 4

- 5) A associação de estímulos que estimulam tempo inspiratório, tempo expiratório, pico de pressão, pode representar uma dificuldade em trabalhar variáveis isoladamente, tornando o paciente susceptível a fadiga muscular respiratória e eventos indesejáveis.

Avaliação 5

- 6) Entendimento de pacientes idosos e com necessidades especiais;

Avaliação 6

- 7) Conforme população a aquisição, e a manutenção (onde? como?) guardar, pois existem normas de armazenamento de dispositivos mesmo que sejam de uso individual.

Avaliação 7

- 8) Convencer quem não gosta de jogos a experimentar.
- 9) Nenhuma.
- 10) A adaptação dos profissionais e pacientes ao software.
- 11) Não vejo desvantagens.
- 12) Não vi como o profissional de saúde pode mudar o nível de dificuldade ou adaptar os obstáculos para um exercício respiratório.
- 13) Literalmente, os controles de jogo são manuais, necessitando de uma ambientação.
- 14) Ambiente da atividade pode ser hospital (UTI), pode ser difícil levar todo o "aparelho" (inclusive computador).
- 15) Com o número alto de disfunções respiratórias é difícil saber se o jogo suprirá um alto número de disfunções.

Q16)

Avaliação 1

- 1) Não no momento
- 2) No gráfico do aspirador, substituir por um elefante bebendo água -> mais lúdico

Avaliação 2

- 3) Melhorar os cenários; tornar o dispositivo acessível para smartphones

Avaliação 3

- 4) O jogo está bem elaborado, detalhe para outras faixas etárias e programa de pontuação (recompensa).

Avaliação 4

- 5) Permitir que as variáveis sejam trabalhadas na plataforma de forma isolada; estabelecer limites superiores e inferiores de alvos e obstáculos; não evoluir a velocidade do jogo a não ser que o jogo tenha como objetivo obter e treinar a ventilação voluntária máxima.

Avaliação 5

- 6) (resposta em branco)

Avaliação 6

- 7) Por uma questão visual e de percepção corporal, questiono o golfinho subir ao expirar e descer ao inspirar.

Avaliação 7

- 8) (resposta em branco)
- 9) Sons não estão muito bons e não perceptíveis, faltam polimento nos elementos de assets do jogo (consistência estética, animações, sons, menus)
- 10) Pensar em algum modelo de avaliação. Tentar avaliar a jogabilidade, motivação, divertimento. Como ainda está em protótipo, podem ser feitas melhorias na qualidade das imagens.

- 11) (resposta em branco)
- 12) Talvez criar uma versão para adultos só mudando o avatar.
- 13) Permitir que mais de um jogador jogue por vez. Pode aumentar a motivação considerando um jogo colaborativo, com dois ou mais dispositivos distintos.
- 14) Pareceu-me necessário enfatizar de forma melhor quais os alvos e obstáculos.
- 15) A melhora do cenário de fundo e uma maior diversidade de obstáculos.

Avaliações com SEU-Q₂

Q19)

Avaliação 3

- 1) Observar um possível progresso na função respiratória; fazer os exercícios respiratórios com mais um objetivo, no caso, controlar o golfinho
- 2) Facilidade na reabilitação com problemas pulmonares.
- 3) Melhora no desempenho respiratório dos pacientes; auxiliar na prática clínica pela agilidade em obter dados da função respiratória, uma vez que o exame de espirometria demora para voltar o resultado e no jogo é praticamente instantâneo.
- 4) O jogo é um método descontraído e lúdico de se fazer a reabilitação, sendo muito bom principalmente para crianças
- 5) Utilizar o lúdico para reabilitação dos pacientes
- 6) É uma excelente forma de encorajar os pacientes a participarem do seu tratamento, certamente melhora a adesão de crianças as fisioterapias respiratórias; baixíssimo custo.
- 7) Avaliar a evolução, poder saber como está evoluindo a função respiratória.
- 8) Melhora clínica do paciente; incentivar o paciente a reabilitação pulmonar através de uma forma divertida; manter a reabilitação e sua frequência.
- 9) A utilização do jogo pode auxiliar a prática clínica e melhorar o tratamento para os pacientes; os profissionais terão uma melhor noção do real estado dos pacientes; terão melhor parâmetro da eficiência terapêutica.
- 10) Reabilitação e melhora de afazeres cotidianos em relação ao esforço físico e a respiração.
- 11) É um jogo barato, fácil de ser ensinado pelos profissionais e fácil de ser aprendido pelos jogadores.
- 12) Além disso, capta de forma lúdica e divertida os dados importantes sobre a capacidade respiratória dos pacientes. As várias fases e níveis são um ótimo mecanismo para treinar e reabilitar os pacientes. Muito interessante!
- 13) Tornar o exercício respiratório uma atividade divertida.
- 14) Trabalhar de maneira lúdica as necessidades do paciente.
- 15) Atividade lúdica, divertida, mostra evolução para o paciente e para profissional.
- 16) Tornar a terapia para reabilitação dos pacientes mais compreensível e dinâmico, aumentando a adesão ao tratamento. Possibilita melhor desempenho por parte do médico/fisioterapeuta devido ao registro de dados.
- 17) Atrair pacientes da faixa etária pediátrica.
- 18) Irá estimular a criança a querer ir nas consultas, as estimulando a fazer exercícios respiratórios de forma divertida e descontraída, sem ser algo chato ou monótono.
- 19) Perceber de forma clara a melhora ou piora da capacidade respiratória do paciente de forma dinâmica
- 20) Ser uma forma mais lúdica de treinar o paciente.
- 21) É uma maneira lúdica, divertida, o que torna o exercício interessante.
- 22) Realizar exercícios de fisioterapia respiratória de forma divertida e envolvente, o paciente tem maior motivação para realizar os exercícios, consegue ver melhora da capacidade pulmonar por meio das fases.
- 23) Os benefícios do jogo são treinar de uma maneira lúdica a capacidade respiratória que vai agradar principalmente as crianças. Já os idosos, além de treinar a respiração também poderão melhorar a coordenação, já que o jogo exige isso também.
- 24) Auxílio pulmonar para, principalmente, os pacientes mais desabilitados em sua função pulmonar e que sentem dificuldades ou incomodo em seu dia a dia.
- 25) Diversão e laser.
- 26) Avalia a evolução do paciente e efetividade terapêutica.
- 27) Além de auxiliar na atividade fisioterápica, o custo e a facilidade de se exportar os dados coletados pelo jogo pode aproximar e baratear o serviço médico.
- 28) Facilitar a recuperação da função respiratória de modo prático e descontraído.
- 29) Além de ser um meio para alcançar o objetivo sério, é simples de se entender e utilizar.
- 30) Uma forma descontraída e séria de chamar os pacientes com dificuldades respiratórias a melhorar e avaliar seu desempenho respiratório.
- 31) Uma atividade lúdica para auxiliar a efetividade e (illegível).
- 32) Treinamento Respiratório com uma distração que torna os resultados mais confiáveis.
- 33) O jogo é adaptado as condições respiratórias do paciente, que facilita a reabilitação.
- 34) Avaliar a atividade respiratória do paciente de forma coerente e divertida.
- 35) Promover a melhora e condução de tratamento em pacientes com problemas respiratórios.
- 36) Oferecer uma reabilitação barata e divertida aos pacientes; desafiador; fazer o paciente ver a evolução.
- 37) Possibilita um melhor acompanhamento devido ao registro de dados.
- 38) É divertido e tem grande potencial para uso com crianças.
- 39) Possibilita um tratamento de forma divertida com acompanhamento da função respiratória.
- 40) Principalmente para as faixas etárias mais jovens e uma forma divertida de realizar os exercícios necessários para reabilitação. Também há um objetivo mais palpável de melhorar o desempenho e alcançar o objetivo.

Avaliação 5

- 41) A motivação que o jogo traz para paciente pode tratar o problema de uma maneira divertida.
- 42) Tirar o paciente da mesmice da terapia, incentivando-o a sua evolução de forma mais cativante, podendo então obter melhorias no seu tratamento, proporcionando maior bem-estar ao paciente durante seu tratamento. Sem contar nos dados obtidos pelo jogo, onde o terapeuta poderá analisar e então propor novos caminhos para seu plano de tratamento conforme a necessidade do paciente.
- 43) Disposição do paciente em realizar os exercícios; consciência respiratória; consequência resultados.
- 44) Na inspiração para alcançar os alvos vai ocorrer uma expansão pulmonar e na inspição o pulmão vai diminuir seu volume, treinando o mesmo para o seu real funcionamento saudável.
- 45) O jogo é uma motivação e uma descontração durante o atendimento, podendo até melhorar performance do paciente em curto espaço de tempo.
- 46) Vantagem de ver até onde é o limite do paciente de uma maneira saudável para o mesmo sem o prejudicar.
- 47) Não se torna uma atividade repetitiva e cansativa para o paciente, acaba sendo uma distração enquanto realiza atividades.

- 48) Jogos sérios trazem uma motivação ao paciente tomando assim seu tratamento mais dinâmico.
- 49) Fortalecimento e recuperação do músculo.
- 50) A integração do paciente com os games trazem mais conclusões dos resultados para em comparação da forma tradicional.
- 51) Motivação e diversão para sair da rotina e buscar evolução.
- 52) O paciente nem vai perceber em certo ponto que se trata de um exame.
- 53) Motivação do paciente.
- 54) Tratando-se de paciente com problemas respiratórios em casos pediátricos, é uma forma interativa de incentivar as crianças. Sendo que para adultos também é um incentivo para alcançar o nível máximo e consequentemente ajudar no tratamento e a qualidade de vida.
- 55) É uma forma descontraída de um profissional fazer com que os pacientes realizem expansão e diminuição do volume pulmonar.
- 56) A melhora da inspiração e expiração do paciente para mobilidade da caixa torácica.
- 57) A implantação de um recurso lúdico na reabilitação, mais dinâmica, divertida, fugindo na monotonia.
- 58) Acredito que trazendo a parte lúdica não permitirá que os exercícios terapêuticos se tornem chatos e monótonos.
- 59) Melhora dos pacientes com insuficiência respiratória, trazendo uma melhora em sua qualidade de vida devido ao fortalecimento dos músculos respiratórios.
- 60) Profissional estar aplicando exercícios de respiração (inspiração e expiração) de forma mais motivacional ao paciente, fazendo que ele interaja melhor.
- 61) O paciente pode fazer exercícios sem estar ou lembrar que está no lugar fazendo tratamento.
- 62) A interação do paciente no jogo associado ao tratamento. A motivação consequentemente melhora mais acelerada do quadro patológico.
- 63) Fazendo eles melhorarem suas expectorações e suas inspirações e facilitando o tratamento sendo mais divertido.
- 64) Jogo que leva a motivação, facilita a interação.
- 65) Fugir do tratamento tradicional no treinamento respiratório. O jogo irá atuar de forma mais espontânea e mais divertida para o paciente.
- 66) Fluxo de inspiração e expiração conforme objetivo trabalhando músculos respiratórios.
- 67) Expansão pulmonar, consciência respiratória, etc.
- 68) Ajudar a reabilitar pessoas e pacientes com problemas respiratórios de forma lúdica.
- 69) Aumentar a capacidade respiratória caso for um paciente com alguma restrição; fortalece a musculatura respiratória principalmente em pacientes após o derrame; reduz a dispneia.
- 70) Apesar de parecer uma brincadeira, será para melhorar a respiração do paciente.
- 71) O divertimento de certa forma e a descontração é baseado em um jogo muito utilizado no cotidiano por pessoas saudáveis.

Avaliação 6

- 72) Engajamento e métricas.
- 73) O usuário sentir-se engajado e executar atividade obrigatória de maneira não exaustiva.
- 74) Ajudar na reabilitação respiratória dos pacientes de uma forma intuitiva e tranquila, não chata ou estressante.
- 75) A gamificação creio ser a principal vantagem, principalmente para o público infantil. Visto que a clínica são locais inóspitos, o videogame faz o paciente se sentir mais à vontade e assim entrega-se mais ao tratamento e aos testes.
- 76) Adaptação do jogo aos diversos tipos de situação respiratória pode ajudar pelo menos exercitar o sistema respiratório do paciente, no mínimo o paciente se divertirá com passatempo enquanto faz exercícios.
- 77) Tornar uma atividade ou avaliação profissional uma coisa descontraída e divertida.
- 78) O custo é mais baixo quando comparado a natação por exemplo.
- 79) Engajamento dos usuários e dos profissionais por ser mais algo interativo.
- 80) Realizar os testes/treinamento da reabilitação se torna mais simples e divertida.

Q20)

Avaliação 3

- 1) Uma possível resistência quanto ao preço. A pessoa pode cogitar serem suficientes os exercícios monitorados pelo profissional, não necessitando do jogo e do gasto.
- 2) A dificuldade será a introdução nas rotinas dos profissionais que, sobretudo os médicos, tem resistência a métodos não ortodoxos.
- 3) Tamanho pequeno dos objetos e figuras; necessita de um instrutor; não especificou se o paciente deve permanecer em pé ou sentado ou até mesmo deitado (acomodados).
- 4) Os pacientes podem não entender o objetivo terapêutico do jogo e não levarem as sessões a sério.
- 5) Falta de compreensão; Dificuldade de realização.
- 6) Aceitação profissional; Tratamento de pessoal.
- 7) Talvez no início alguns jogadores tenham dificuldades em realizar os comandos, porém a prática pode tornar mais fácil. Vale ressaltar que para alguns jogadores os comandos padrão são considerados mais fáceis e para outros são mais complexas.
- 8) Adaptação à rotina dos profissionais e paciente; comorbidades que impossibilitam paciente de efetuar o jogo.
- 9) Pacientes com baixa escolaridade ou baixa condições de vida podem apresentar alguma dificuldade.
- 10) Pode acontecer de haver baixa adesão tanto de profissionais quanto de pacientes com mais idade; esterilização de material após o uso ou utilizar materiais descartáveis; erro na calibragem uma vez que pode haver mudança no padrão respiratório quando você solicita o paciente a respirar.
- 11) Jogadores com déficit cognitivo e físico possam ter um pouco de dificuldade em entender o objetivo.
- 12) Talvez a resistência de alguns pacientes principalmente os idosos por preconceito, ou desconhecimento por parte de profissionais da saúde, dificuldade de implantação do jogo no sistema público tendo em vista a grande burocracia existente.
- 13) Pacientes com dificuldade de usar as tecnologias atuais.
- 14) Levar a população o dispositivo, principalmente as classes menos privilegiadas; nível de conhecimento ou prejuízo cognitivo visual e auditivo de algumas parcelas.
- 15) Paciente entender que o jogo possibilita a reabilitação, levar a sério o jogo.
- 16) Talvez alguns profissionais da área da saúde não implementem essa plataforma na prática clínica diária.
- 17) A coordenação entre inspirar e expirar irá ser uma dificuldade.
- 18) Tempo necessário visto que muitos profissionais possuem agenda apertada.
- 19) Pacientes desorientados ou com algum tipo de alteração de consciência podem não entender as instruções.
- 20) Familiaridade com jogos tecnológicos computadores principalmente mais idosos.
- 21) Pacientes idosos podem apresentar resistências e ter mais dificuldades para entender.
- 22) Dificuldade de ver principalmente para os idosos que nunca tiveram contato com a realidade virtual.
- 23) Idosos podem ter dificuldade de compreender.
- 24) Idosos geralmente possuem uma maior dificuldade para lidar com esse tipo de tecnologia e poderão não compreender os comandos do jogo.
- 25) Aspecto infantil para determinados públicos.
- 26) Para as crianças provavelmente será uma ferramenta interessante, entretanto para alguns idosos e adultos, creio que será mais complicado de realizar pois será difícil de entender a mecânica do jogo.

- 27) Cognição dos pacientes idosos principalmente.
- 28) Acredito que o principal impasse seja a necessidade de os pacientes terem acesso e saber utilizar o computador.
- 29) Atenção por parte dos profissionais da saúde.
- 30) A dificuldade está no acesso ao jogo e no comprometimento dos profissionais.
- 31) Seduzir o paciente a participar.
- 32) Considerar o tempo de calibração muito longo.
- 33) Idosos podem ter dificuldades para entender o mecanismo do jogo.
- 34) Aceitação do paciente.
- 35) Fazer com que o paciente compreenda a relação do uso do jogo com sua melhora clínica
- 36) O paciente pode respirar pelo nariz.

Avaliação 5

- 37) Dependendo da fase do jogo, um paciente mais desabilitado vai ter mais dificuldades.
- 38) Dependendo do nível da patologia, creio que não será fácil alcançar os objetivos mesmo sendo calibrada para as condições do paciente.
- 39) Dificuldades cognitivas; dificuldades neurológicas; pacientes com patologias mais severas.
- 40) Se o paciente for muito debilitado, o jogo na configuração original pode ser frustrante por não conseguir alcançar os objetivos.
- 41) O paciente entender o porquê e qual seria o objetivo do jogo, e como ele se encaixaria no atendimento fisioterapêutico.
- 42) O paciente pode ultrapassar o limite e acabar prejudicando a capacidade respiratória pulmonar.
- 43) O paciente tem que ser bem orientado quanto à realização do mesmo.
- 44) Paciente pode se cansar com facilidade.
- 45) Fadigar rapidamente mesmo no nível 1.
- 46) Depende dos custos para o profissional da área para fazer o uso do jogo.
- 47) Entendimento do jogo dependendo do grau de cognição e a idade do paciente.
- 48) Dificuldade quando utilizado em pacientes idosos por ser mais difícil de se compreender em como o jogo deve ser feito.
- 49) Difícil compreensão para idosos e crianças.
- 50) Para pacientes leigos precisa mais tempo para explicar os níveis.
- 51) Dependendo da condição do paciente, ele pode se sentir mal durante o uso do jogo.
- 52) Pode gerar uma frustração para o paciente quando ele não conseguir realizar o jogo.
- 53) A troca do equipamento de cada paciente; desvantagens de custo.
- 54) Acho que as dificuldades não estão relacionadas ao jogo até então, mas a adaptação deles nas clínicas e ambulatórios, principalmente em hospitais.
- 55) Pacientes com grande insuficiência respiratória podem fadigar com mais facilidade.
- 56) Profissional que irá aplicar precisa explicar ao paciente os benefícios e a forma correta de aplicação.
- 57) Seria uma dificuldade caso paciente não tem a capacidade de entender o que for proposto.
- 58) O tipo de problema respiratório e o quadro de dor e a internação do paciente; problemas neurológicos e cognitivos associados.
- 59) A dificuldade vai depender de cada paciente e tipos de patologia que vai ser aplicada.
- 60) Paciente com dor ou quadro neurológico associado.
- 61) Acredito que será fácil compreensão para crianças de difícil para os idosos.
- 62) Dificuldade de expirar e inspirar somente pela boca.
- 63) Explicar como funciona para pacientes com alterações cognitivas e crianças.
- 64) Apenas restrições impostas por médicos ou fisioterapeutas por algum problema ou doença específica que impeça a utilização da realidade virtual.
- 65) Dependendo da fase o esforço para realizar a inspiração ou expiração pode forçar a capacidade pulmonar
- 66) Dificuldade em realizar exercícios; paciente com alguma restrição talvez não vá conseguir tolerar por muito tempo.
- 67) Crianças terão mais facilidade devido à grande uso de tecnologias pelas crianças; pessoas mais idosas que não tinham contato com tecnologia teriam mais dificuldade para jogar.
- 68) Pode ocorrer uma falha na adaptação dependendo da idade do paciente e ocorrer tontura se for feito por muito tempo.

Avaliação 6

- 69) A necessidade de um equipamento.
- 70) Não consigo encontrar nenhuma pois objetivo está bem claro.
- 71) Não consegui encontrar nenhum ponto negativo no jogo, talvez melhorar os gráficos.
- 72) Encaixar as métricas clínicas no código software.
- 73) A fase de adaptação onde cria-se o hábito do jogo.
- 74) Jogo parece ser meio monótono e pode tirar o interesse dos jogadores. Porém acredito que isso possa ser remediado com o jogador se ele for bem informado do objetivo sério.
- 75) Alguns usuários podem ter mais dificuldades para entender os objetivos sérios do jogo.

Q21)

Avaliação 3

- 1) Aumentar o tamanho das figuras para que idosos tenham mais facilidade enxergar os mesmos.
- 2) Divulgação para profissionais que efetivamente vão utilizar o jogo como os fisioterapeutas. Não vejo utilidade para o pneumologista pois o jogo é voltado para reabilitação e não ao tratamento.
- 3) Frequência respiratória pode ser posta em respirações por minuto.
- 4) Antes da sua utilização, testar o paciente se ele adapta ao jogo.
- 5) Mudança no padrão respiratório normal ao pedir que o jogador respire normalmente na calibração.
- 6) Diferenças cores em diferentes fases.
- 7) Aprimorar a parte gráfica; aprimorar a parte sonora pois a música pode se tornar chata.
- 8) Aumentar tamanho dos ícones para pacientes com deficiência visual como em idosos.
- 9) Nas primeiras fases, colocar quando for para inspirar expirar escrito em cada obstáculo.
- 10) Fazendo manual/vídeo explicando de forma simples o jogo.
- 11) Poderia ter mais cenários diferentes.
- 12) Pessoas com mais de 20 anos podem não aderir ao jogo.
- 13) Colocar mais instruções para uso do jogo.
- 14) Estabelecer uma faixa etária ou adaptar um layout de acordo com a idade.
- 15) Adicionar mais músicas suaves.
- 16) Melhoria gráfica principalmente da calibração.

Avaliação 5

- 17) No momento não tenho sugestões, acho que o jogo está bem dinâmico, explicativo e de fácil entendimento.
- 18) Utilizar um aparelho com maior resistência para pacientes mais evoluídos.
- 19) No final de cada fase, poderia ter um gráfico de desempenho respiratório.

- 20) Mais colorido que chama atenção.
- 21) Implantar em todas as instituições que fazem uso da fisioterapia respiratória.
- 22) Melhorar a motivação do paciente promovendo mais recompensas e desafios.
- 23) No meu ponto de vista está ótimo, promover ao paciente a mesma eficácia de um tratamento convencional, porém de forma interativa e mais legal.
- 24) Não, acho que está fazendo um ótimo trabalho! Parabéns!
- 25) Classificar o jogo em níveis patológicos ou tipos de patologias para enquadrar cada nível do jogo a uma determinada classe patológica.
- 26) Creio que o calibre do PVC usado poderia ser maior pois o mesmo já é uma resistência respiratória, e com isso teriam outras contraindicações não relacionadas.
- 27) O jogo está ótimo.
- 28) # Avaliação 6 #**
- 29) Diminuir os tamanhos objetos com relação ao golfinho.
- 30) Mais possibilidades de desafios com diferentes tipos de técnicas de auxílio.
- 31) Buscar desenvolver melhor parte gráfica.
- 32) Trazer uma préfase onde ensine os objetivos e inserir a calibração em segundo plano.
- 33) Criação de perfis com as informações do jogador.
- 34) Facilitar o manuseio do jogo.

APÊNDICE D – SLIDES APRESENTAÇÃO GDD I BLUE IT - PROTÓTIPO



Jogo Sério para Reabilitação Respiratória

Mestrando: **Renato Hartmann Grimes** (PPGEEL)
Orientador: **Marcelo da Silva Hounsell** (PhD – DCC)

1



Introdução



LARVA - 15 ANOS
Laboratory for Research on Visual Applications


PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA
ELÉTRICA - PPGEEL

Departamento
de Ciência da
COMPUTAÇÃO

2

CONVITE

Participar formalmente no projeto de um Jogo Digital para Reabilitação Respiratória

- Primeira parte (Apresentação de 25 minutos)
 - **Objetivo**
 - Dispositivo (Hardware)
 - Jogo Digital (Software)
- Questionário (20 minutos)
- Segunda parte (Discussão de 30-90 minutos)

3



Objetivo

Auxiliar na recuperação de pacientes com disfunções respiratórias

Hardware

- Dispositivo digital, portátil e de baixo custo;
- Princípio do funcionamento de um *peak flow meter*.

Software

- Jogo digital incentivador para reabilitação respiratória;
- Jogo rico em dados/recursos para o terapeuta.

4



Objetivo

Auxiliar na recuperação de pacientes com disfunções respiratórias

Hardware

- Dispositivo digital, portátil e de **baixo custo**;
- Princípio do funcionamento de um *peak flow meter*.

Software

- Jogo digital incentivador para reabilitação respiratória;
- Jogo rico em dados/recursos para o terapeuta.

5



Hardware



- Cano PVC
- Canudinho
- Bocal padrão
- Sensor de pressão
- Microcontrolador (Arduino)
- Cabo USB
- **Filtro Bacteriológico**

Dispositivo desmontado

6



Hardware



Dispositivo montado

7



Dispositivo de Hardware

- **CARACTERÍSTICAS**
 - Leve, robusto, simples de montar e digital
 - Sensor e material construtivo de fácil obtenção
 - Bocal é descartável e padrão
 - Fácil limpeza (bocal e corpo)
 - Fácil manuseio (sem uso de noreclip nem elástico)
 - Informação capturada: **pressão diferencial** (relacionado ao fluxo de ar)
 - Custo: Corpo (R\$ 12,00, parte individual) + Eletrônicos (R\$ 108,00) = R\$ 120,00
- **STATUS**
 - Dispositivo Implementado
 - Interface com computador funcionando
 - **Verificando a questão da higienização/segurança**

8

Objetivo

Auxiliar na recuperação de pacientes com disfunções respiratórias

Hardware

- Dispositivo digital, portátil e de baixo custo;
- Princípio do funcionamento de um *peak flow meter*.

Software

- Jogo digital **incentivador** para reabilitação respiratória;
- Rico em dados/recursos para o **profissional (terapeuta/médico)**.

O Jogo: Software

OBJETIVOS PRINCIPAIS (REQUISITOS OBRIGATÓRIOS - RO)

RO1 – Auxílio ao *Treinamento Muscular Respiratório* (McConnell, 2013) para Terapia Respiratória visando Expansão Pulmonar e Higiene Brônquica

RO2 – Uso ambulatorial

RO3 – Uso acompanhado por um profissional

RO4 – Faixa etária: Crianças e adultos

RO5 – Uso individual

RO6 – Personalizável (por grupos populacionais)

RO7 – População sem deficiências mentais nem visuais (daltonismo)

RO8 – Jogo 2D

RO9 – Armazenar dados

O Jogo: Software

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS (REQUISITOS DESEJÁVEIS)

RD1 – Pontuação dirigida pelo processo terapêutico (evolução do paciente)

RD2 – Controle de acesso individualizado (*login*)

RD3 – Visualização de dados facilitada

RD4 – Painel de controle *On-The-Fly*

RD5 – Flexibilidade para definir outros padrões ventilatórios

RD6 – Conexão/Acesso WEB

RD7 – Plataforma Móvel (*Smartphone, Tablets, ...*)

Itens que talvez fiquem para “depois”

O Jogo: Software

PREOCUPAÇÕES (REQUISITOS INDESEJÁVEIS)

RI1 – Fadigar o paciente (**DESCANÇO / RELAXAMENTO**)

RI2 – Evitar exigir esforços **inadequados**

O Jogo: Software

- Fantasia/Metáfora:
- Referência a atividades **COTIDIANAS** que envolvam sopro/vento
- Situações do Jogo são controladas pela **AÇÕES** feitas no dispositivo

I Blue It

- Referência ao ato de soprar (*blow* em inglês) e ao protagonista que será em azul
- A expressão **YOU BLEW IT** é usada quando alguma pessoa comete um erro

I Blue It

AÇÕES requeridas para jogar (inspirado no **Respiron**)

- SOPRO FORÇADO
- DURAÇÃO DO SOPRO
- DURAÇÃO DE INSPIRAÇÃO
- FREQUÊNCIA DA RESPIRAÇÃO

I Blue It

AÇÕES requeridas para jogar e **DADOS** coletados

- SOPRO FORÇADO -> **Pico de Fluxo Expiratório**
- DURAÇÃO DO SOPRO -> **Tempo de Fluxo Expiratório**
- DURAÇÃO DE INSPIRAÇÃO -> **Tempo de Fluxo Inspiratório**
- FREQUÊNCIA DA RESPIRAÇÃO -> **Alternância do Fluxo**

Proposta INICIAL

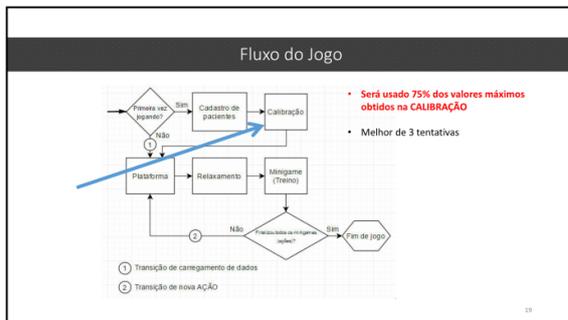
- MINI GAMES & PLATAFORMA**
- MINI GAMES**
 - Jogos de curta duração
 - Serve como “aquecimento” ou como “treino” para AÇÕES isoladas

Proposta INICIAL

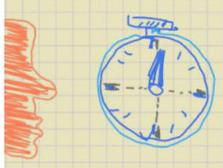
- **MINI GAMES & PLATAFORMA**
- **PLATAFORMA**
 - Jogo onde guia-se um avatar para desviar/capturar objetos
 - Serve como "treinamento" e como "incentivador" para AÇDES variadas e misturadas



17

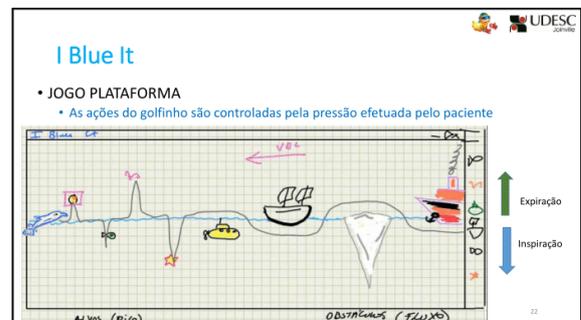
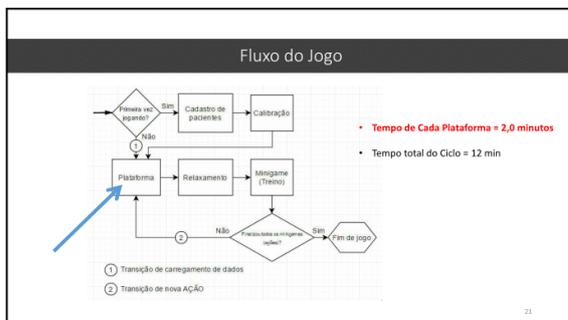


I Blue It: Calibração



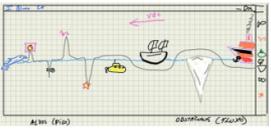
- Baseado no manovacuômetro
- Captura Inspiração e Expiração (Pico e Tempo)
- Relógio gira sempre
- Sentido horário para expiração, anti-horário para inspiração

20



I Blue It

- JOGO PLATAFORMA



Alvos: (desempenho esperado - PICO)

- Peixe
- Balão
- Estrela
- ...

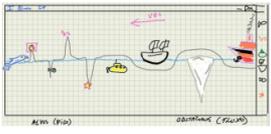
Obstáculo: (desempenho requerido - FLUXO)

- Barco
- Submarino
- Rede
- ...

23

I Blue It

- JOGO PLATAFORMA



Feedback Sonoro

- Se tocar o alvo ou escapar do obstáculo recebe um som positivo (Blue canta)
- Se não tocar o alvo ou esbarrar no obstáculo Recebe um som negativo (Blue reclama)

Feedback Visual

- Se tocar o alvo ou escapar do obstáculo elemento desaparece (Blue comeu)
- Se não tocar o alvo ou esbarrar no obstáculo Blue vira fantasma durante um tempo

24

I Blue It - Variáveis de FASE

- Variáveis relacionadas ao **DESEMPENHO RESPIRATÓRIO**

Quanto ao tipo do elemento: alvo ou obstáculo

- FÁCIL** = Só Alvos (peixe, balão, estrelas)
- MÉDIO** = Alvos e Obstáculos (barco, submarino)
- DIFÍCIL** = Só Obstáculos

I Blue It - Variáveis de FASE

Geometria do elemento que podem ser controlados

- Altura do Alvo [**BAIXA, MÉDIA, ALTA**]
- Tamanho do Obstáculo [**PEQUENO, MÉDIO, GRANDE**]

Valores dependem da **POPULAÇÃO**

PROGRESSÃO de FASES da PLATAFORMA

Fase	Tamanho do Obstáculo	Altura do Alvo
#1	-	BAIXO
#2	-	MEDIO
#3	-	ALTO
#4	PEQUENO	BAIXO
#5	PEQUENO	MEDIO
#6	PEQUENO	ALTO
#7	MEDIO	BAIXO
#8	MEDIO	MEDIO
...
#13	PEQUENO	-
#14	MÉDIO	-
#15	GRANDE	-

Só alvos (FÁCIL) [Fases #1-8]
Só obstáculos (DIFÍCIL) [Fases #13-15]

I Blue It - Variáveis de NÍVEL

- Variáveis relacionadas ao **DESEMPENHO NO JOGO** (divertimento)

- Velocidade do cenário (LENTA, MÉDIA, RÁPIDA)
- Quantidade de elementos (PEQUENA, MÉDIA, GRANDE)

PROGRESSÃO de NÍVEIS da PLATAFORMA

Nível	Quantidade de Elementos	Velocidade do Cenário
#1	PEQUENA	LENTA
#2	PEQUENA	MEDIA
#3	PEQUENA	RAPIDA
#4	MEDIA	LENTA
#5	MEDIA	MEDIA
#6	MEDIA	RAPIDA
#7	GRANDE	LENTA
#8	GRANDE	MEDIA
#9	GRANDE	RAPIDA

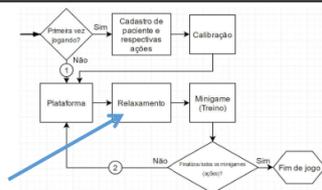
I Blue It – Pontuação

Pontos [1 a 10] por toque = $Elem * Geometria * (Qtd + 2 * Vel) * 10/81$

- Elemento** 1=Alvo ; 3=Obstáculo (mais exigente)
- Geometria** 1=Peq, 2=Med, 3=Grd
- Velocidade** 1=Lento, 2=Med, 3=Rapido (mais exigente)
- Quantidade** 1=Peq, 2=Med, 3=Grd

Cada elem [1 a 9] * [1 a 9]

Fluxo do Jogo



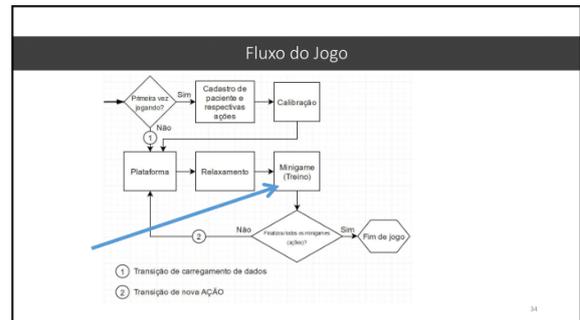
- Transição de carregamento de dados
- Transição de nova AÇÃO

I Blue It – Relaxamento

- Não é contabilizada nenhuma pontuação**
- Ciclo de Relaxamento
- Duração: 4-7-8 (insp-nariz, segura, exp-boca); até 4 vezes no total
- Reduz a taxa cardíaca, abaixa a pressão sanguínea, melhora a digestão (Andrew Weill, <https://www.youtube.com/watch?v=TKgCsUu8Ag4>)

I Blue It – Relaxamento

- Não e contabilizada nenhuma pontuação
- Duração: 4-7-8 (insp-nose, segura, exp-mouth); até 4 vezes no total



I Blue It: MINI GAMES

- Bolo → Sopro forçado
- Tiro ao Alvo → Sopro forçado + Momento Certo
- Balão → Duração do Sopros
- Barquinho → Duração do Sopros
- Copo d'água → Duração da Inspiração
- Aspirador de Folhas → Frequência da Respiração
- Bomba d'água → Frequência da Respiração

I Blue It

MINI GAME 1: Bolo

AÇÃO: Sopros Forçado no Dispositivo

- Pico de expiração MENOR que 25% do limite do jogador -> **YOU BLEW IT!!**
- Pico entre [25% e 50%] -> apaga **UMA** vela
- Pico entre [50% e 75%] -> apaga **DUAS** velas
- Pico MAIOR que 75% -> apaga **TRÊS** velas

I Blue It

- Feedback sonoro durante os MINI GAMES
 - O jogador recebe um feedback sonoro **bom** quando realizar a ação de forma correta

- O jogador recebe um feedback sonoro **ruim** quando realizar a ação de forma incorreta

I Blue It

- 3 EXERCÍCIOS
 - Sessões
- Ao final das 3 sessões é mostrada uma tela de resultados com um número de **estrelas** ganhas que refere-se ao **desempenho** do jogador

FUNCIONAMENTO GERAL DOS MINIGAMES

- Quando **erra**
- Quando **acerta**
- 3 **exercícios** -> Tela de resultados

I Blue It

MINI GAME 2: Tiro ao Alvo

AÇÃO: Sopros Forçado no Dispositivo

- Pico de expiração MENOR que 33% do limite -> Dardo cai no caminho
- Pico entre 33% e 66% -> Se acertar o pato, não derruba
- Pico MAIOR que 66% -> Se acertar o pato, derruba o pato

I Blue It: MINI GAMES

- Bolo → Sopro forçado
- Tiro ao Alvo → Sopro forçado + Momento Certo
- **Balão** → Duração do Sopro
- **Barquinho** → Duração do Sopro
- Copo d'água → Duração da Inspiração
- Aspirador de Folhas → Frequência da Respiração
- Bomba d'água → Frequência da Respiração



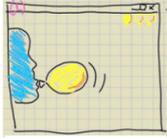
41

I Blue It

MINI GAME 3: **Balão**

AÇÃO: Duração do sopro

- MENOS que **33%** do limite do jogador -> O balão murcha e cai
- De **33% a 66%** -> O balão enche
- MAIS que **66%** -> O balão estoura




42

I Blue It

MINI GAME 4: **Barquinho**

AÇÃO: Duração do sopro

- MENOS que **33%** do limite do jogador -> O barquinho vira e afunda
- De **33% a 66%** -> O barquinho para no meio do caminho
- MAIS que **66%** -> O barquinho zarpa




43

I Blue It: MINI GAMES

- Bolo → Sopro forçado
- Tiro ao Alvo → Sopro forçado + Momento Certo
- Balão → Duração do Sopro
- Barquinho → Duração do Sopro
- **Copo d'água** → Duração da Inspiração
- Aspirador de Folhas → Frequência da Respiração
- Bomba d'água → Frequência da Respiração



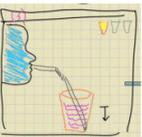
44

I Blue It

MINI GAME 5: **Copo d'água**

AÇÃO: Duração da Inspiração

- Fluxo MENOR que **33%** -> Fica com sede
- ENTRE **33% e 66%** -> Água não chega até o copo
- MAIS que **66%** -> Consegue beber água




45

I Blue It: MINI GAMES

- Bolo → Sopro forçado
- Tiro ao Alvo → Sopro forçado + Momento Certo
- Balão → Duração do Sopro
- Barquinho → Duração do Sopro
- Copo d'água → Duração da Inspiração
- **Aspirador de Folhas** → Frequência da Respiração
- **Bomba d'água** → Frequência da Respiração



46

I Blue It

MINI GAME 6: **Aspirador de Folhas**

AÇÃO: Frequência da Respiração

- Ao final do jogo:
 - Se frequência menor que **12/min** -> Ganha UMA estrela
 - De **12 a 16** -> Ganha DUAS estrelas
 - MAIS que **16** -> Ganha TRÊS estrelas

INTERVALO DA FREQUÊNCIA

- **Adulto [12 a 18/min]**
- Criança [25 a 30] (Peach, 1998)




47

I Blue It

MINI GAME 7: **Bomba d'água**

AÇÃO: Frequência da Respiração

- Ao final do jogo:
 - Se frequência menor que **12/min** -> Ganha UMA estrela
 - De **12 a 16** -> Ganha DUAS estrelas
 - MAIS que **16** -> Ganha TRÊS estrelas

INTERVALO DA FREQUÊNCIA

- **Adulto [12 a 18/min]**
- Criança [25 a 30]



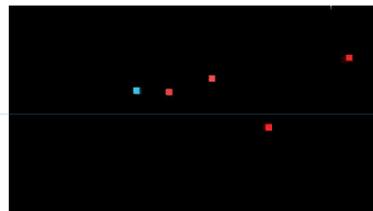

48

Resumo dos MINIGAMES

MINIGAME	Ação	DADOS ARMAZENADOS
Bolo	Sopro forçado	Pico de Pressão
Tiro ao Alvo	Sopro forçado Momento Certo	"
Balão	Duração do Sopro	Tempo de Fluxo
Barquinho	Duração do Sopro	"
Copo d'água	Duração da Inspiração	"
Aspirador de Folhas	Frequência da Respiração	Alternância do fluxo
Bomba d'água	Frequência da Respiração	"

49

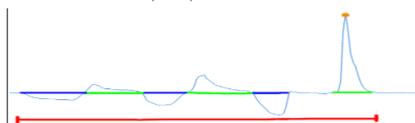
I Blue It – Demonstração



50

DADOS ARMAZENADOS

- Pontos Obtidos
- Tempo de sessão
- Número de sessões
- Valor da Pressão Diferencial (**direta**) -> Curva



51

FAVOR RESPONDER O QUESTIONÁRIO SOBRE A
PERCEÇÃO DE UTILIDADE
QUE ESTE JOGO PODE TRAZER PARA
OS PACIENTES E PARA OS PROFISSIONAIS DA ÁREA

52

Demonstração

- Mostrar **dispositivo**
- Mostrar **funcionamento**

53

DISCUSSÃO

1. Conhece algum JOGO ou EQUIPAMENTO **similar**?
2. Há outros padrões ventilatórios (ou manobras, ou atividades) que poderiam ser implementados como **novas AÇÕES** jogo?
3. Que **OUTRAS** informações / dados gostaria de obter pelo jogo ?

54

DADOS PARA O PROFISSIONAL

4. Quais **dados** gostaria de **receber** após o uso do jogo?
Armazenar ?

1. Valor da Pressão Diferencial (**direta**) Sim Não
2. Tempo de Existência de Fluxo de ar Sim Não
3. Tempo de Ausência de Fluxo Sim Não
4. Direção de Fluxo Sim Não
5. Frequência de respiração Sim Não
6. Pico de Fluxo expiratório Sim Não
7. Pico de Fluxo inspiratório Sim Não
8. Tempo de Fluxo Total Sim Não
9. Tempo de Expiração Ativa Sim Não
10. Tempo de Inspiração Ativa Sim Não
11. Tempo de Respiração Ativa Sim Não
12. Pontos Obtidos Sim Não
13. Tempo de sessão Sim Não
14. Número de sessões Sim Não

55

DISCUSSÃO

5. O Jogo está realmente atendendo aos **requisitos** ?

R01 – Auxílio ao Treinamento Muscular Respiratório (McConnell, 2013) para Terapia Respiratória visando Expansão Pulmonar e Higiene Bêrnica
 R02 – Uso ambulatorial
 R03 – Uso acompanhado por um profissional
 R04 – Faixa etária: Crianças e adultos
 R05 – Uso individual
 R06 – Personalizável (por grupos populacionais)
 R07 – População sem deficiências mentais nem visuais (daltonismo)
 R08 – Jogo 2D
 R09 – Armazenar dados
 R01 – Pontuação dirigida pelo processo terapêutico
 R02 – Controle de Acesso Individualizado
 R03 – Visualização de dados facilitada
 R04 – Painel de controle On-The-Fly
 R05 – Flexibilidade para definir outros padrões ventilatórios
 R06 – Conexão/Acesso WEB
 R07 – Plataforma Móvel
 R11 – Fadigar o paciente
 R12 – Evitar exigir esforços inadequados

56



DISCUSSÃO

6. Tem alguma **ideia/sugestão complementar de objetos** para inserir no jogo?

7. A **seqüência** dos *minigames* importa? Qual a **melhor** sequencia ?

57



DISCUSSÃO

8. Jogo como está, pode ser usado para **QUAIS patologias** ?

9. Jogo como está, pode ser usado para **QUAIS populações** ? Qual a que mais se **beneficia**?

58



USO FUTURO

10. Teria interesse em utilizar o dispositivo para alguma **pesquisa**?

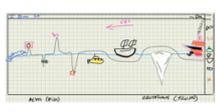
11. Qual sua **população** (faixa etária e patologia) de interesse?

59



Jogo Sérioo para Reabilitação Respiratória

rengrimes@gmail.com marcelo.hounsell@udesc.br


APÊNDICE E – SLIDES APRESENTAÇÃO GDD / BLUE IT - RELEASE CANDIDATE

Jogo Sério para Reabilitação Respiratória

Mestrando: **Renato Hartmann Grimes** (PPGEEL)
Orientador: **Marcelo da Silva Hounsell** (PhD – DCC)

1

Objetivo

Auxiliar na recuperação de pacientes com disfunções respiratórias

Hardware

- Dispositivo digital, portátil e de baixo custo;
- Princípio do funcionamento de um pneumotacógrafo.

Software

- Jogo digital incentivador para reabilitação respiratória;
- Jogo rico em dados/recursos para o terapeuta.

2

Objetivo

Hardware

- Dispositivo digital, portátil e de **baixo custo**;
- Princípio do funcionamento de um **pneumotacógrafo**.

3

Hardware



- Cano e redutores PVC
- Canudinhos
- Sensor de pressão
- Microcontrolador (Arduino)
- Cabo USB (Conexão PC)
- Filtro Bacteriológico

Materiais do dispositivo

4

Hardware - PITACO



PITACO montado

5

Dispositivo de Hardware

- CARACTERÍSTICAS**
 - Leve, robusto, simples de montar e digital
 - Fácil limpeza e manuseio
 - Custo: **Filtro (R\$ 10) + PITACO (R\$ 70) = R\$ 80**

6

Objetivo

Software

- Jogo digital **incentivador** para Reabilitação Respiratória;
- Rico em dados/recursos para o **profissional (terapeuta/médico)**.

7

O Jogo: Software

CONDIÇÕES OBRIGATÓRIAS – CO (OBJETIVOS PRINCIPAIS)

- CO1 – Auxiliar o *Treinamento Muscular Respiratório*
- CO2 – Uso ambulatorial
- CO3 – Uso (sempre) acompanhado por um profissional
- CO4 – Uso por crianças e adultos
- CO5 – Uso individual (não colaborativo, não em grupo, não web)
- CO6 – Personalizável por grupos populacionais
- CO7 – Jogo 2D (é suficiente)
- CO8 – Armazenar dados
- CO9 – Pontuação dirigida pelo processo terapêutico

8

O Jogo: Software

RESTRICÇÕES - RI (PREOCUPAÇÕES)

- RI1 – Fadigar o paciente
- RI2 – Exigir esforços inadequados

O Jogo: Software

- Fantasia/Metáfora:
 - A viagem de um golfinho
 - Atividades cotidianas envolvendo vento
 - Dinâmicas do jogo são controladas pela AÇÕES feitas no dispositivo
- Nome do jogo: **I Blue It**
- Protagonista: O golfinho azul, **Blue**

I Blue It

- 5 AÇÕES requeridas para jogar
 - Fluxo de expiração e/ou inspiração **FORÇADA (PICO)**
 - DURAÇÃO (TEMPO)** de fluxo de expiração e/ou inspiração
 - FREQÜÊNCIA** de respiração

Função de Cadastro

Tela de Cadastro

Calibração

- Captura dos valores referências do paciente
- Melhor de 3 tentativas de cada ação
- Captura
 - Pico e Tempo (Inspiração e Expiração)
 - Frequência respiratória
- Valores posteriormente usados no jogo

O Jogo: I Blue It

Tela inicial do jogo

I Blue It: Controle

- As ações do golfinho são controladas pela **RESPIRAÇÃO** do paciente
- Usa 40% das capacidades totais (calibradas)

I Blue It: Elementos

- Alvos ⇔ **PICO DE FLUXO (PEGAR)**
 - Balão
 - Estrela
 - Passarinho
 - Moeda
 - ...
- Obstáculo ⇔ **DURAÇÃO DO FLUXO (DESVIAR)**
 - Barco
 - Navio
 - Submarino
 - Pneu
 - ...

O Jogo: I Blue It

- **Regra:** Pontuar capturando **alvos** e desviando de **obstáculos**.
- **Condição de Vitória:** Pontuar o mínimo (70%) requerido pela fase.
- **Controle:**
 - Inspira -> Sobe
 - Expira -> Desce

17

Pontuação

- Alvos = Altura (escala de jogo)
- Obstáculos = 2 x tamanho (escala de jogo)
- Se colidir com obstáculo, jogador perde 1 vida das 5 disponíveis.
- Lembrando:
 - Altura <=> Picos de Respiração
 - Tamanho <=> Duração de Respiração

18

I Blue It: Evolução da dificuldade

Transição de fases ⇔ **elementos** presentes:

Fase 1 (FÁCIL): somente Alvos (balão, estrelas)

Fase 2 (MÉDIO): Alvos e Obstáculos (barco, submarino)

Fase 3 (DIFÍCIL): somente Obstáculos

Fase 4 (MANOBRAS): fases personalizadas por terapeuta

19

Fase 4 (MANOBRAS): fases personalizadas

- Controle do tamanho, espaçamento e objetos a serem lançados
- Possibilitar criação de manobras (ações) personalizadas
- Expandir aplicações do jogo



20

I Blue It: Evolução da dificuldade

Transição de níveis ⇔ **variáveis personalizáveis**

- Velocidade dos objetos
- Tempo de jogo
- Altura dos Alvos
- Tamanho dos Obstáculos

21

I Blue It – Evolução da plataforma

- Fases são liberadas quando o jogador ter um **aproveitamento de 70%** na captura ou desvio de objetos da fase jogada.
- Se o aproveitamento for **menor que 30%**, a fase jogada é bloqueada

22

I Blue It – Relaxamento

- **Não é contabilizada nenhuma pontuação**
- **Duração: 4-7-8 (insp-nariz, segura, exp-boca);** até 4 vezes no total

POPULAÇÃO	T-insp	T-exp
Obstrutivo	1	3
Normal	1	2
Restritivo	1	1

23

I Blue It – Relaxamento NORMAL

- **Duração: 4-7-8 (insp-nose, segura, exp-mouth);**



24

I Blue It – Relaxamento



Obstrutivo ↑ Inspiração

Restritivo ↓ Expiração

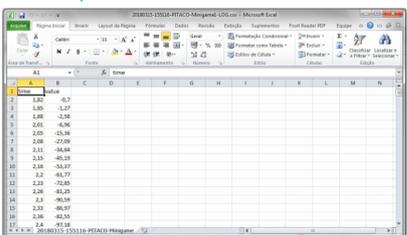
25

Dados Armazenados

- Valor da Pressão Diferencial (direta) -> **Sinal do dispositivo**
- Informações do jogador
- Informações da sessão
 - Histórico
 - Tempo de sessão
 - Número de sessões
 - Pontuação
 - Gráfico PITACO
 - Gráfico da Posição Jogador
 - Quantidade de elementos colididos/desviados
 - Frequência Respiratória
 - Picos de Fluxo Inspiratório/Expiratório
 - Tempo de Fluxo Inspiratório/Expiratório

26

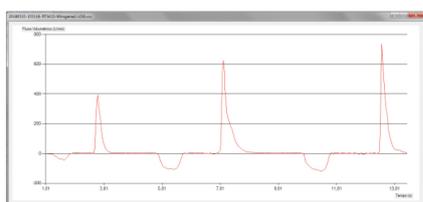
Dados em arquivos CSV



Time	Value
1.87	-5.7
1.85	-1.37
1.88	-2.38
1.81	-4.96
1.89	-5.38
1.86	-7.58
1.11	-34.84
1.15	-45.81
1.18	-53.87
1.2	-49.77
1.23	-72.85
1.26	-81.25
1.3	-95.78
1.33	-88.37
1.36	-62.83
1.4	-91.8

27

Gráfico PITACO



Exemplo de Gráfico de Fluxo Expiratório

28

MINIGAMES

- Trabalham ações separadas (cada uma tem seu jogo)



29

I Blue It – Vídeo Demonstração

30

Discussão

31

Jogo Sério para Reabilitação Respiratória

renrimes@gmail.com marcelo.hounsell@udesc.br



32

APÊNDICE F – MANUAL DE MONTAGEM DO PITACO

Materials

- 1x 20 centímetros de Tubo PVC (20 mm)
- 2x 1 metro de Mangueiras/Tubo Cirúrgica (5 mm)
- 1x Sensor de Pressão MPX5010DP
- 1x Arduino Nano R3 com cabo USB apropriado
- 1x Pitch 2.54mm 16PIN
- 1x Pitch 2.54mm 6PIN
- 1x Peça (15 cm) de Cabo USB com fios expostos
- 1x Saboneteira que possa ser furada com ferro de solda
- 25x 8 cm de canudinhos de refrigerante (5 mm)
- 1x Luva de redução 32mm x 20mm
- 1x Filtro Bacteriológico 28mm Sibelmed

Ferramentas

- 1x Ferro de solda
- 1x Solda
- 1x Régua
- 1x Marcador ou Caneta
- 1x Pistola de cola de silicone quente
- 1x Faca

Avisos

1. Faça o procedimento de montagem em local aberto. A fumaça proveniente da queima de PVC é **tóxica**.
2. Cuidado ao manipular o ferro de solda. Podem facilmente causar queimaduras de segundo grau ou pior.
3. Em caso de acidente envolvendo queimaduras, procure lavar o local atingido com água corrente em temperatura ambiente, de preferência por tempo suficiente até que a área queimada seja resfriada. Procure o auxílio de um profissional de saúde no posto de atendimento mais próximo do local do acidente, para que sejam tomadas as providências necessárias. Se não houver Posto de Saúde nas proximidades, deve-se acionar os serviços de socorro do SAMU e do Corpo de Bombeiros ou procurar uma Emergência hospitalar. Os contatos para ligação gratuita são: **Samu 192 e Bombeiros 193**.

Fonte: Simpósio Brasileiro de Queimaduras. Acesso em 23 de março de 2018.

<http://sbqueimaduras.org.br/queimaduras-conceito-e-causas/primeiros-socorros-e-cuidados/>

Como montar

1. Plugue o Arduino no computador e faça upload do código fornecido dentro do jogo I Blue It;
2. Coloque 1 pitch de 16 pinos no lado dos pinos analógicos do Arduino;
3. Observe a montagem da Figura 1;
4. Solde os fios do cabo USB no pitch de 6 pinos com o pitch de 16 pinos, na seguinte ordem:
 - a. A2 = PINO 1
 - b. GND = PINO 2
 - c. 5V = PINO 3
5. Irão sobrar 3 pinos, estes não são utilizados pelo MPX5010DP;
6. Aplique silicone na solda para evitar rompimento;
7. Fure o PVC com o ferro de solda para fazer dois buracos de 50 mm para colocar o tubo cirúrgico, distanciados conforme a Figura 2;
8. Limpe o tubo de PVC e remova os pedaços que foram queimados com a faca;
9. Faça dois furos na frente da saboneteira sendo 1 cm entre os buracos de distância e um furo do outro lado de 1 cm x 1 cm conforme Figura 3;
10. Encaixe o sensor no buraco feito para que fique com os pinos para dentro da saboneteira, conforme Figura 4;
11. Encaixe o pitch de 6 pinos no sensor, sendo o primeiro pino em contato com o chanfro do pino do sensor, e coloque o Arduino dentro da saboneteira, conforme Figura 5;
12. Encaixe o cabo USB do Arduino no buraco de 1 cm x 1 cm da saboneteira e conecte-o ao Arduino conforme Figura 6;
13. Coloque os 25 canudinhos no tubo de PVC e os posicione entre os buracos feitos anteriormente;
14. Encaixe as duas mangueiras no tubo de PVC e no plug do sensor da saboneteira conforme Figura 7;
15. Encaixe a luva no PVC no lado da mangueira que está ligada ao plug de pressão do sensor conforme Figura 8;

Figura 1:

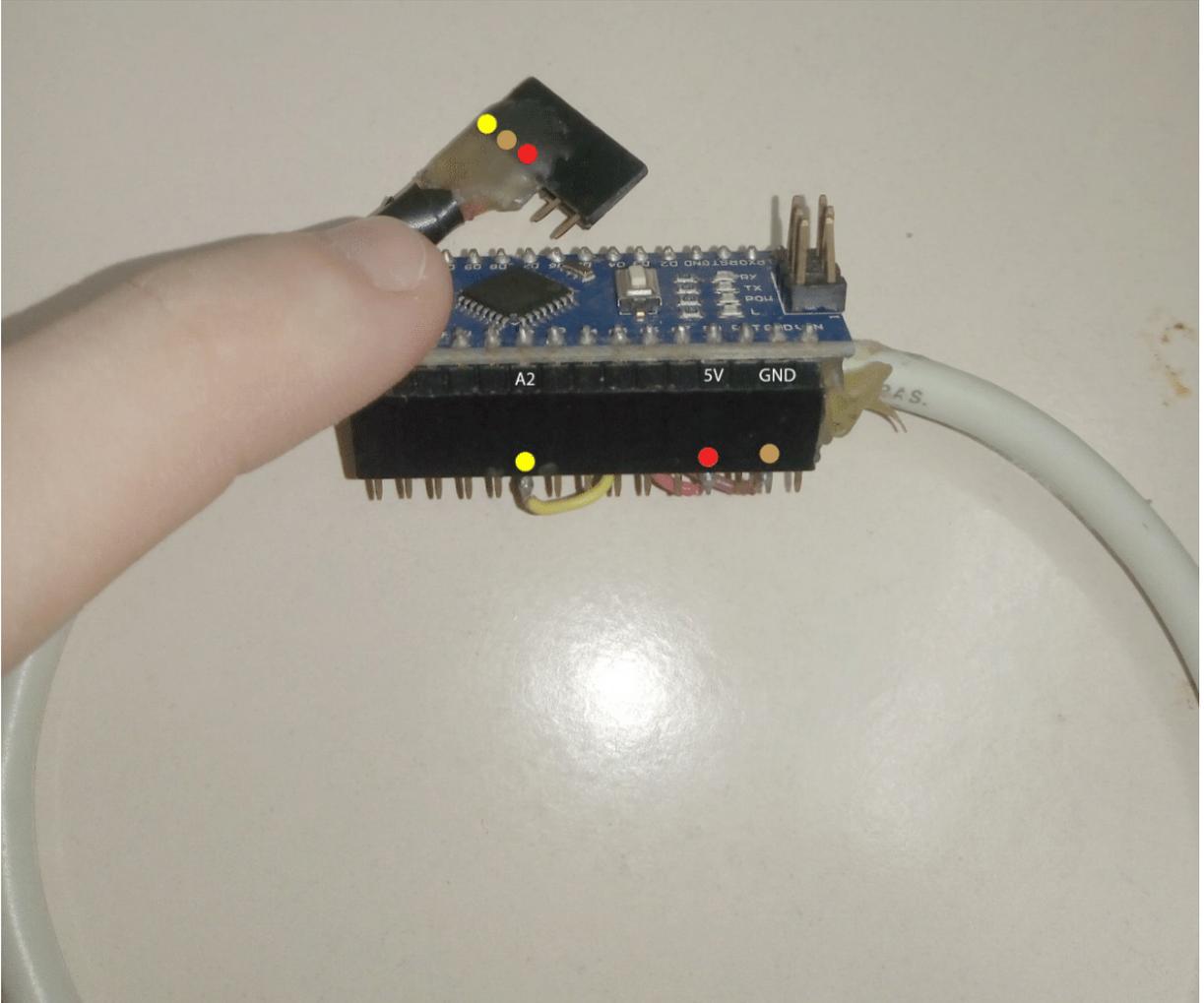


Figura 2:

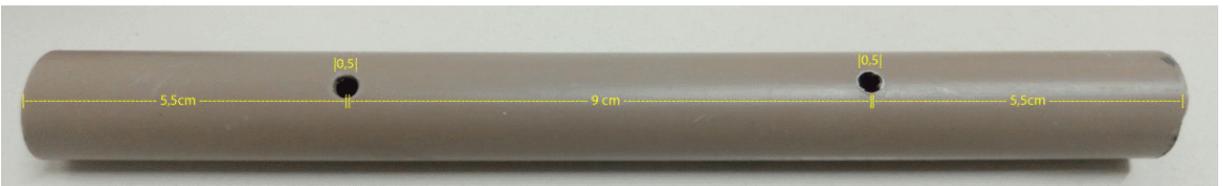


Figura 3:



Figura 4:

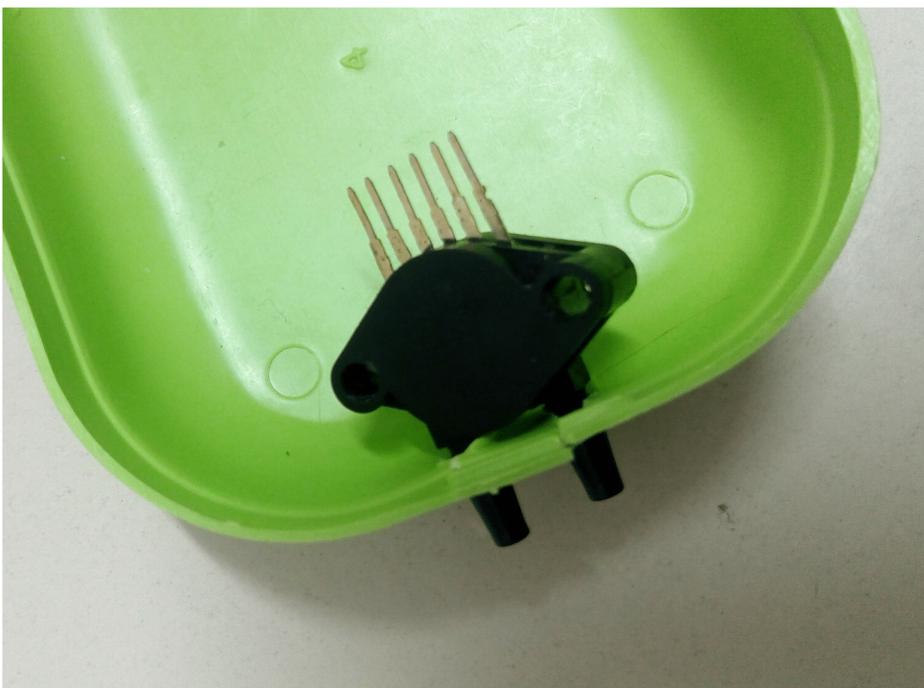


Figura 5:



Figura 6:



Figura 7:

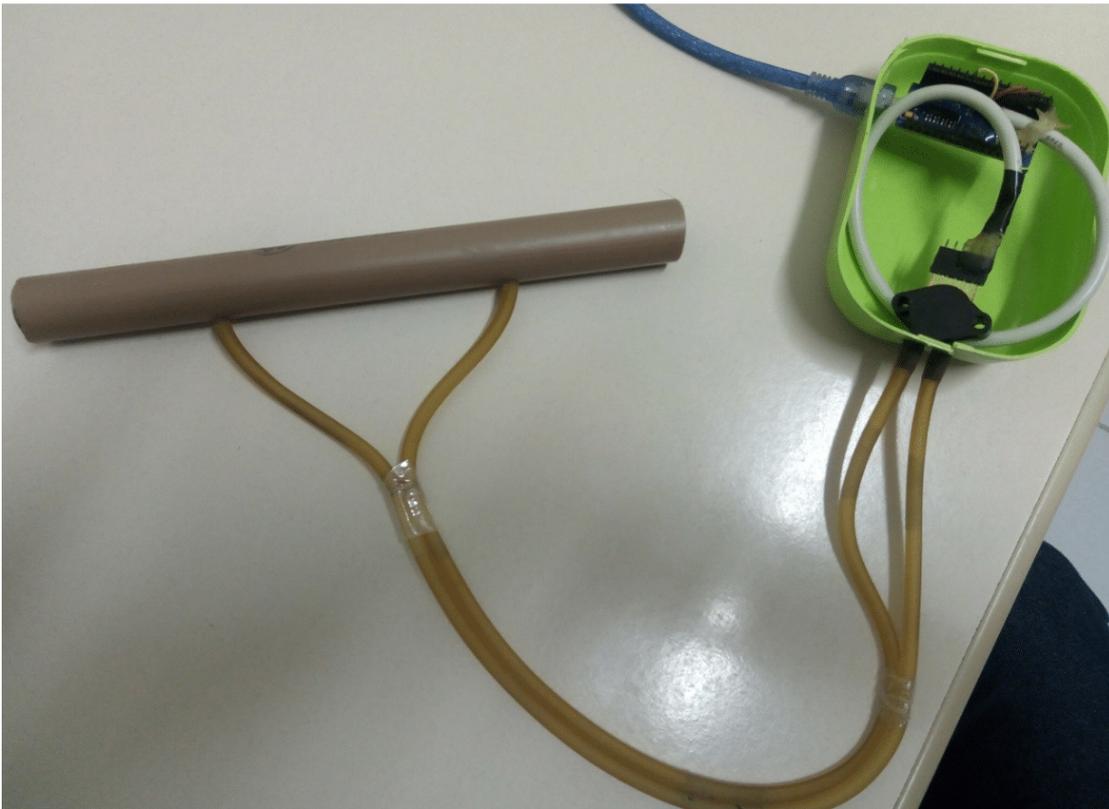
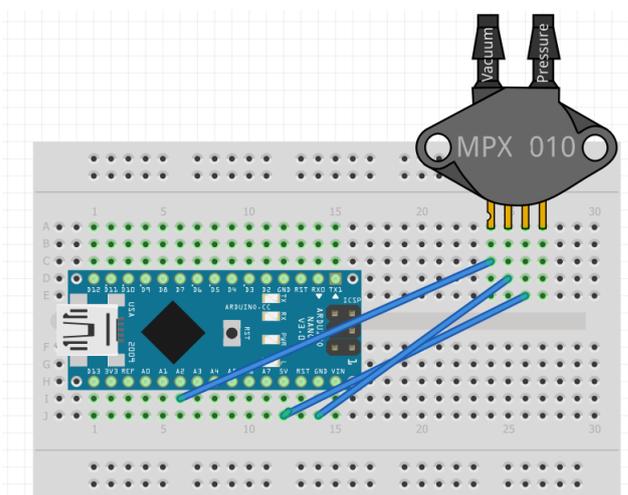


Figura 8:

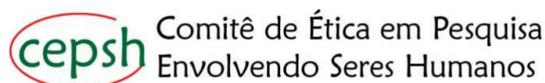




Material	Custo Unitário
Tubo cirurgico PVC 0.2cm (metro)	R\$ 3,00
Canudo Strawplast (100 unidades)	R\$ 5,97
Bucha Redutora PVC 32x25	R\$ 0,63
Luva Redutora PVC 32x20	R\$ 1,55
Tubo 20mm PVC (metro)	R\$ 2,60
Arduino Nano R3 Atmega328p	R\$ 23,90
Sensor de pressão mpx5010dp	R\$ 34,50
Mão de obra em hora homem	3hh
Total	R\$ 72,15
	14/10/2016



APÊNDICE G – *Serious Exergames Utility - Questionnaire (SEU-Q) VERSÃO 2*



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa de mestrado intitulada “Jogo Sérió para Reabilitação Respiratória”, e fará um questionário tendo como objetivo auxiliar no desenvolvimento de um jogo digital para recuperação de pacientes com disfunções pulmonares. Serão previamente marcados a data e horário para a aplicação da avaliação ou enviadas por e-mail. Estas medidas serão realizadas na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) de Joinville. Não é obrigatório responder todas as perguntas. O tempo médio de resposta deste questionário é de 20 minutos e da próxima parte da apresentação de 30 minutos.

O (a) Senhor (a) e seu/sua acompanhante, caso houver, não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de dano, durante a pesquisa será garantida a indenização.

Os riscos para os respondentes deste procedimento serão mínimos, por se tratarem de respostas em formulário, e incluem: se sentir ofendido, não entendimento das perguntas, se sentir de alguma forma desconfortável. Para minimizar estes riscos, registre-se que o formulário foi elaborado tentando evitar estas situações, foram propostos por pesquisadores experientes no assunto e se baseiam em parte em informações da literatura.

Mesmo assim, caso você não se sinta confortável em ter suas informações coletadas, não goste do assunto abordado, da metodologia ou do material utilizado, ou ainda por quaisquer outros motivos, você estará livre para desistir da participação a qualquer momento sem precisar se justificar.

A sua identidade será omitida, pois cada indivíduo será referenciado (a) por um identificador numérico, de forma que seu nome nunca será citado. As únicas pessoas que terão acesso aos dados brutos serão os pesquisadores diretamente envolvidos no projeto: Renato Hartmann Grimes e Marcelo da Silva Hounsell. Os resultados, sem identificações, poderão ser veiculados em artigos técnicos e científicos.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão a contribuição para avaliação e desenvolvimento de utilidade de uma nova ferramenta de reabilitação e, caso o respondente tenha interesse, pode obter com os pesquisadores os dados gerais coletados por esta pesquisa, bastando entrar em contato com os pesquisadores, oportunamente.

As pessoas que estarão acompanhando os procedimentos serão os pesquisadores estudante de mestrado Renato Hartmann Grimes e o professor responsável Marcelo da Silva Hounsell.

O (a) senhor (a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Marcelo da Silva Hounsell

EMAIL DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: marcelo.hounsell@udesc.br

NÚMERO DO TELEFONE: 047 34817804

ENDEREÇO: Centro de Ciências Tecnológicas - CCT / Rua Paulo Malschitzki, 200 - Campus Universitário Prof.

Avelino Marcante - Bairro Zona Industrial Norte - Joinville - SC - Brasil

CEP: 89.219-710

ASSINATURA DO PESQUISADOR:

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC -88035-901

Fone/Fax: (48)3664-8084/ (48) 3664-7881 - E-mail: cepsh.reitoria@udesc.br / cepsh.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SEPN 510, Norte, Bloco A, 3º andar, Ed. Ex-INAN, Unidade II – Brasília – DF- CEP: 70750-521



Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

Fone: (61)3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de utilização serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso: _____

Assinatura: _____

Local: _____ Data: ___/___/___ .

Sexo: () M () F Idade: _____

Nível de Escolaridade: _____

Formação: _____

Tempo de Experiência Profissional: _____

Questões (Quantifique seu grau de conhecimento numa escala de 1 a 5)	1 = Baixo	Escala (marcar com um X)			5 = Alto
Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/Realidade Virtual (RV)?	1	2	3	4	5
Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/RV na reabilitação respiratória ?	1	2	3	4	5



Na escala abaixo considere o seguinte significado:

- 1 = discordo completamente,
- 2 = discordo,
- 3 = neutro,
- 4 = concordo,
- 5 = concordo completamente

Considere agora o GRUPO de JOGADORES que irão usar o JOGO (faixa etária, escolaridade, eventuais dificuldades e patologias) e responda a seguir se colocando na visão destes JOGADORES...

Lembrando:

- **Jogo:** I Blue It
- **Profissionais:** Fisioterapeutas Respiratórios e Pneumologistas
- **Jogadores:** Crianças e Adultos
- **Atividade Profissional:** Recuperação da função respiratória

Objetivo Sérió: Auxiliar o Treinamento Muscular Respiratório

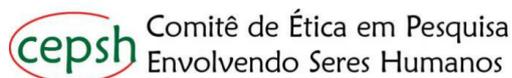
Visão dos JOGADORES	Interação	1) Os jogadores vão entender os desafios propostos pelo jogo com facilidade.	1	2	3	4	5
		2) Os jogadores vão realizar os desafios do jogo com facilidade.	1	2	3	4	5
		3) Os jogadores vão utilizar os dispositivos de interação (PITACO) com facilidade.	1	2	3	4	5
	Feedback	4) Os jogadores vão achar úteis os efeitos sonoros do jogo.	1	2	3	4	5
		5) Os jogadores vão gostar do cenário (cores, objetos, personagens, beleza, demais aspectos visuais,...) do jogo.	1	2	3	4	5
		6) Os jogadores vão conseguir perceber distintamente os objetos e suas ações no jogo.	1	2	3	4	5
	Motivação	7) Os jogadores vão perceber facilmente o benefício e a relação do uso do jogo para alcançar o objetivo sério.	1	2	3	4	5
		8) Os jogadores vão se sentir interessados para a atividade profissional se usarem o jogo.	1	2	3	4	5
		9) Os jogadores vão achar o jogo divertido e/ou engajante .	1	2	3	4	5

Agora, considere o GRUPO de TODOS OS PROFISSIONAIS que podem eventualmente prescrever o JOGO como parte de sua própria atividade profissional...

Lembrando:

- **Jogo:** I Blue It
- **Profissionais:** Fisioterapeutas Respiratórios e Pneumologistas
- **Jogadores:** Crianças e Adultos
- **Atividade Profissional:** Recuperação da função respiratória
- **Objetivo Sérió:** Auxiliar o Treinamento Muscular Respiratório

Visão dos PROFISSIONAIS	Terapêutica	10) Os profissionais vão perceber a utilidade do jogo para a sua atividade profissional com os jogadores.	1	2	3	4	5
		11) Os profissionais vão perceber a utilidade dos dados providos pelo jogo para a sua atividade profissional.	1	2	3	4	5
		12) Os profissionais vão perceber a utilidade dos controles (cadastros, encerrar jogo, pular nível, liga/desliga som, etc.) providos pelo jogo para a sua atividade profissional.	1	2	3	4	5
	Aceitação	13) Os profissionais vão achar que os jogadores vão aceitar facilmente o uso do jogo para a atividade profissional.	1	2	3	4	5
		14) Os profissionais vão ter facilidade em adaptar a sua prática e o seu ambiente profissional para inserir o jogo na sua atividade profissional.	1	2	3	4	5
		15) Os profissionais vão ver que é seguro (física e cognitivamente) para o jogador e o profissional usar o jogo para sua atividade profissional.	1	2	3	4	5
	Motivação	16) Os profissionais vão ver claramente objetivo sério no funcionamento do jogo.	1	2	3	4	5
		17) Os profissionais vão ter facilidade em adotar o jogo no cotidiano da sua atividade profissional.	1	2	3	4	5
		18) Os profissionais vão perceber claramente os benefícios do jogo para sua atividade profissional.	1	2	3	4	5



Lembrando:

- **Jogo:** I Blue It
- **Profissionais:** Fisioterapeutas Respiratórios e Pneumologistas
- **Jogadores:** Crianças e Adultos
- **Atividade Profissional:** Recuperação da função respiratória
- **Objetivo Sério:** Auxiliar o Treinamento Muscular Respiratório

19) Quais os principais **benefícios ou vantagens** de se utilizar o jogo para alcançar o Objetivo Sério para estes jogadores?

20) Quais as principais **dificuldades ou desvantagens** de se utilizar o jogo para alcançar o Objetivo Sério para estes jogadores?

21) Você possui **sugestões** para o Jogo melhor alcançar o Objetivo Sério? Quais?

APÊNDICE H – PERGUNTAS PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Discussão Final

O jogo está atendendo aos requisitos (evita preocupações)?

Qual a aplicabilidade (população + condição) mais apropriada?

Sequencia (de uso) está adequada?

A evolução da dificuldade do jogo está clara e adequada?

A quantidade de fases/níveis é adequada?

O tempo de duração da sessão e do jogo todo está adequado?

As formas de controle de jogo (PITACO) estão claras / úteis?

Os dados e relatórios produzidos são significativos?

Outros dados que gostaria de ter?

Os objetivos sérios estão contemplados no jogo?

Os objetivos estão bem integrados e claros na mecânica do jogo?

Fantasia/Local/Narrativa estão adequadamente integrados ao objetivo sério?

Significado e posição dos itens na tela estão claros e adequados?

Os elementos visuais estão distinguíveis e adequados?

Quais os elementos divertidos do jogo?

O que ajuda a motivar e engajar os jogadores/pacientes na atividade profissional?

O que atrapalha para motivar/engajar na atividade profissional?

O que poderia melhorar para motivar/engajar o paciente

A pontuação está clara e ajuda a motivar?

APÊNDICE I – DOCUMENTO DE OBSERVAÇÃO PARA AVALIAÇÃO COM GUIA DE ATIVIDADES

PROTOCOLO DE OBSERVAÇÃO	REAÇÕES / COMENTÁRIOS / SUGESTÕES	MOMENTO/HORA
<p>Data: ____ / ____ / ____</p> <p>Hora Início: ____ : ____</p> <p>Hora Fim: ____ : ____</p> <p>Observador: _____</p>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>
<p style="text-align: center;">INFO</p> <p>- Deficiência? _____</p> <p>- Condição Resp.? _____</p>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>
<p style="text-align: center;">MISC.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>
<p style="text-align: center;">REGRAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evite falar sobre o jogo; 2. Evite explicar como o jogo funciona; 3. Atente-se as reações e comentários; 4. Observe onde encara, onde trava ou passa muito tempo parado; 5. Ajuda somente quando necessário. 	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>

APÊNDICE J – GUIA DE ATIVIDADES PARA AVALIAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES DO I BLUE IT



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa de mestrado intitulada “Jogo Sérioso para Reabilitação Respiratória”, e fará um teste de jogo digital tendo como objetivo auxiliar no desenvolvimento de um jogo digital para recuperação de pacientes com disfunções pulmonares. Serão previamente marcados a data e horário para a aplicação da avaliação ou enviadas por e-mail. Estas medidas serão realizadas na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) de Joinville. O tempo médio de observação é de 30 minutos.

O (a) Senhor (a) e seu/sua acompanhante, caso houver, não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de dano, durante a pesquisa será garantida a indenização.

Os riscos para os respondentes deste procedimento serão mínimos, por se tratar de observação do uso do jogo (sem que seja feita intervenção durante o uso) com o objetivo de identificar as dificuldades encontradas no uso do jogo e as melhoras a serem realizadas no mesmo.

Mesmo assim, caso você não se sinta confortável em ter suas informações coletadas, não goste do assunto abordado, da metodologia ou do material utilizado, ou ainda por quaisquer outros motivos, você estará livre para desistir da participação a qualquer momento sem precisar se justificar.

A sua identidade será omitida, pois cada indivíduo será referenciado (a) por um identificador numérico, de forma que seu nome nunca será citado. As únicas pessoas que terão acesso aos dados brutos serão os pesquisadores diretamente envolvidos no projeto: Renato Hartmann Grimes e Marcelo da Silva Hounsell. Os resultados, sem identificações, poderão ser veiculados em artigos técnicos e científicos.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão a contribuição para avaliação e desenvolvimento de utilidade de uma nova ferramenta de reabilitação e, caso o respondente tenha interesse, pode obter com os pesquisadores os dados gerais coletados por esta pesquisa, bastando entrar em contato com os pesquisadores, oportunamente.

As pessoas que estarão acompanhando os procedimentos serão os pesquisadores estudante de mestrado Renato Hartmann Grimes e o professor responsável Marcelo da Silva Hounsell.

O (a) senhor (a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Marcelo da Silva Hounsell (marcelo.hounsell@udesc.br)

NÚMERO DO TELEFONE: 047 34817804

ENDEREÇO: Centro de Ciências Tecnológicas - CCT / Rua Paulo Malschitzki, 200 - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - Bairro Zona Industrial Norte - Joinville - SC - Brasil

CEP: 89.219-710

ASSINATURA DO PESQUISADOR:

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC -88035-901

Fone/Fax: (48)3664-8084/ (48) 3664-7881 - E-mail: cepsh.reitoria@udesc.br / cepsh.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SEPN 510, Norte, Bloco A, 3º andar, Ed. Ex-INAN, Unidade II – Brasília – DF- CEP: 70750-521

Fone: (61)3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso

Assinatura _____ Local: _____ Data: ____/____/____.

Sexo: () M () F

Idade: _____

Nível de Escolaridade: _____

Formação: _____

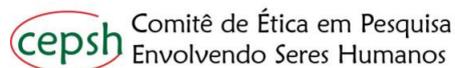
Experiência Profissional: Não () Sim () Qual? _____

GUIA DE ATIVIDADES

Este guia serve para lhe ajudar a testar funções principais do jogo “I Blue It”. Os passos abaixo devem ser executados em ordem.

Passos:

1. Inicie o jogo;
2. Todos os jogadores tem uma identificação no jogo, vamos criar um perfil para você;
3. Este jogo se adapta conforme o jogador, calibre o jogo com você;
4. Jogue a **FASE 1 - NÍVEL 1** do I Blue It até o fim;
5. Experimente o botão “Próximo Nível” e jogue a **FASE 1 - NÍVEL 2** do I Blue It até o fim;
6. Volte ao menu principal e identifique quantos fases/níveis estão liberadas para você e quantos são ao todo. Vamos liberar todos os níveis do jogo para testar as próximas fases/níveis.
7. Feche do jogo.



8. Abra o arquivo **_pacientList.csv** no caminho "ibit ► savedata ► patients" e procure pelo campo "**UnlockedLevels**".
Altere o valor do campo para 15, salve o arquivo e feche o Excel;
9. A Fase 1 que foi experimentada tinha somente ALVOS. Vamos experimentar a Fase 2 que contém também OBSTÁCULOS. Abra o jogo e jogue a **FASE 2 - NÍVEL 1**.
10. Vamos experimentar uma fase somente com OBSTÁCULOS. Jogue a **FASE 3 - NÍVEL 1**.
11. Feche o jogo;
12. O jogo aumenta a dificuldade e exige mais do jogador ao longo de seu progresso. Vamos alterar parâmetros da **FASE 1 - NÍVEL 1** para termos controle das fases do jogo e que iremos exigir mais do jogador.
13. Abra o arquivo **F1N1.csv** em "ibit ► UDESC_BLUE_Data ► StreamingAssets ► Stages";
15. Altere os seguintes campos para os seguintes valores na **linha 2 (FASE 1 - NÍVEL 1)**:
 - ObjectSpeedFactor = 1
 - HeightIncrement = 0,5
 - HeightUpThreshold = 1
16. Salve o arquivo e saia do Excel;
17. Atente-se de que aumentamos a dificuldade e a altura máxima dos objetos para esta fase em particular.
18. Abra o jogo novamente e jogue a **FASE 1 - NÍVEL 1**;
19. Também há jogos que executam somente 1 das 5 ações calibradas no jogo. Abra o mini game "Jogo do Bolo" e jogue-o.

APÊNDICE K – ARQUIVO DE CONFIGURAÇÃO (SCRIPT) DE MANOBRAS PARA CONTROLE DE FASES-NÍVEIS

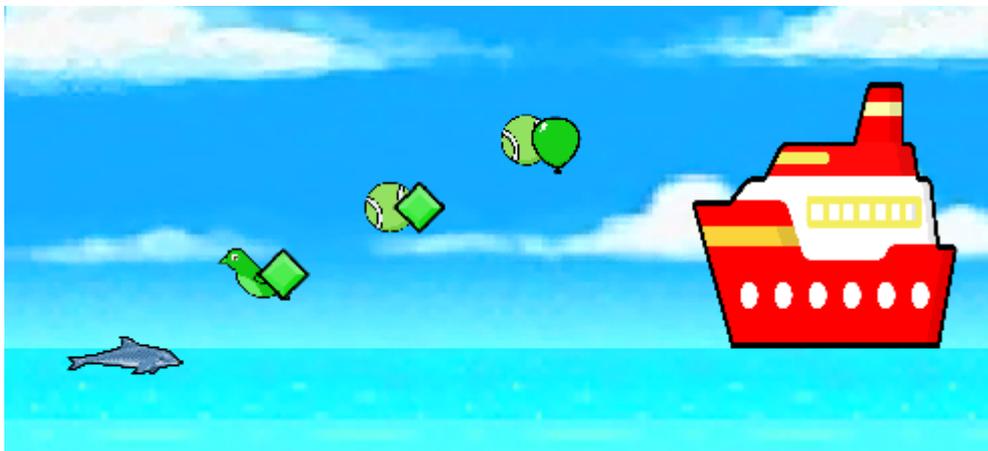
```

1 StageId;Phase;Level;ObjectSpeedFactor;HeightIncrement;HeightUpThreshold;HeightDownThreshold;SizeIncrement;SizeUpThreshold;SizeDownThreshold;Loop;
2 29;4;2;1;0.2;6;6;0.1;1;1;5
3
4 %% HEADERS %%
5 $The first 2 lines above are headers. Never remove them!
6 $StageId = Stage Identification (min: 1)
7 $Phase = Phase Identification (min: 1, max: 4)
8 $Level = Level Identification (min: 1)
9 $ObjectSpeedFactor = Controls the objects speed (min: 1.0. max: 3.0)
10 $Increment = Incremental value that controls player performance during a level (min: 0.0 max: 1.0)
11 $Up Threshold = Number of successes required to increase performance height/sizes by 'Increment' during a level (min: 0.0 max: 5.0)
12 $Down Threshold = Number of failures required to decrease performance height/sizes by 'Increment' during a level (min: 0.0 max: 5.0)
13 $Loops = Number of times to repeat a script (min: 1, max: 99)
14
15 %% COMMANDS %%
16 $Commands always after the headers
17 $Template: ObjectType;DifficultyFactor;PositionYFactor;PositionXSpacing;
18 $ObjectType = Object to spawn (Target | Obstacle | Relax)
19 $DifficultyFactor => Modifies Height/Size (min: 0.0, max: 1.0)
20 $PositionYFactor = Where the object should be spawned (AIR = 1, WATER = -1)
21 $PositionXSpacing = Distance from the last spawned object in unity's metric unit
22 $Relax command does not use DifficultyFactor and PositionYFactor
23
24 Target;0.10;1;1;
25 Target;0.10;1;0.2;
26
27 Target;0.2;1;0.75;
28 Target;0.2;1;0.2;
29
30 Target;0.3;1;0.75;
31 Target;0.3;1;0.2;
32
33 Obstacle;0.3;1;2.5

```

A Figura abaixo ilustra o conjunto de objetos resultantes do arquivo de configuração apresentado acima.

Figura 35 – Conjunto de objetos resultantes do arquivo de configuração de manobras personalizado



Fonte: Próprio autor, 2018.

APÊNDICE M – *BAG OF IDEAS* RESULTANTE DO PROJETO

A lista abaixo descreve alguns jogos sugeridos ou pensados durante o projeto.

- Jogo com um elefante que bebe água, mexendo a tromba em função do fluxo do jogador;
- Tamanduá que suga formigas, fazendo relação com o fluxo inspiratório;
- Um tiro ao alvo, onde o dardo só chega no alvo se o jogador tiver um desempenho mínimo ao executar pico de fluxo expiratório;
- Um jogo que o jogador deve manter o sopro por um tempo para encher um balão até ele estourar (passando do limite de manutenção de expiração);
- Um aspirador de folha que fique movimentando o bico de aspirar, fazendo relação com frequência respiratória;
- Um medidor de sopro, similar ao jogo *teste da marreta*;
- Um jogo para praticar tosse voluntária;
- Um jogo em que o jogador deva espantar abelhas presas no mel, assoprando;
- Um barco controlado pela frequência respiratória que desvia de objetos;
- Um jogo para empurrar uma pedra até que ela suba um morro, quanto maior o pico expiratório, mais a pedra é empurrada;
- Usar o sopro forçado para derrubar maçãs de uma árvore;
- Fazer um foguete voar mais alto em função do pico expiratório;
- Fazer um cata-vento girar com a manutenção do sopro;
- Exercitar a frequência respiratória em uma frequência pré-determinada para controlar um serrote cortando madeira;
- Levantar pesos com picos de inspiração.

ANEXO A – *Serious Exergames Utility - Questionnaire (SEU-Q) VERSÃO 1*



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa de mestrado intitulada “Jogo Sérió para Reabilitação Pulmonar”, e fará um questionário tendo como objetivo auxiliar no desenvolvimento de um jogo digital para recuperação de pacientes com disfunções pulmonares. Serão previamente marcados a data e horário para a aplicação da avaliação ou enviadas por e-mail. Estas medidas serão realizadas na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) de Joinville. Não é obrigatório responder todas as perguntas. O tempo médio de resposta deste questionário é de 20 minutos e da próxima parte da apresentação de 30 minutos.

O (a) Senhor (a) e seu/sua acompanhante, caso houver, não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de dano, durante a pesquisa será garantida a indenização.

Os riscos para os respondentes deste procedimento serão mínimos, por se tratarem de respostas em formulário, e incluem: se sentir ofendido, não entendimento das perguntas, se sentir de alguma forma desconfortável. Para minimizar estes riscos, registre-se que o formulário foi elaborado tentando evitar estas situações, foram propostos por pesquisadores experientes no assunto e se baseiam em parte em informações da literatura.

Mesmo assim, caso você não se sinta confortável em ter suas informações coletadas, não goste do assunto abordado, da metodologia ou do material utilizado, ou ainda por quaisquer outros motivos, você estará livre para desistir da participação a qualquer momento sem precisar se justificar.

A sua identidade será omitida, pois cada indivíduo será referenciado (a) por um identificador numérico, de forma que seu nome nunca será citado. As únicas pessoas que terão acesso aos dados brutos serão os pesquisadores diretamente envolvidos no projeto: Renato Hartmann Grimes e Marcelo da Silva Hounsell. Os resultados, sem identificações, poderão ser veiculados em artigos técnicos e científicos.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão a contribuição para avaliação e desenvolvimento de utilidade de uma nova ferramenta de reabilitação e, caso o respondente tenha interesse, pode obter com os pesquisadores os dados gerais coletados por esta pesquisa, bastando entrar em contato com os pesquisadores, oportunamente.

As pessoas que estarão acompanhando os procedimentos serão os pesquisadores estudante de mestrado Renato Hartmann Grimes e o professor responsável Marcelo da Silva Hounsell.

O (a) senhor (a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Marcelo da Silva Hounsell

EMAIL DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: marcelo.hounsell@udesc.br

NÚMERO DO TELEFONE: 047 34817804

ENDEREÇO: Centro de Ciências Tecnológicas - CCT / Rua Paulo Malschitzki, 200 - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - Bairro Zona Industrial Norte - Joinville - SC - Brasil

CEP: 89.219-710

ASSINATURA DO PESQUISADOR:

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC -88035-901

Fone/Fax: (48)3664-8084/ (48) 3664-7881 - E-mail: cepesh.reitoria@udesc.br / cepesh.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SEPN 510, Norte, Bloco A, 3º andar, Ed. Ex-INAN, Unidade II – Brasília – DF- CEP: 70750-521

Fone: (61)3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

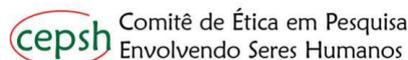
Nome por extenso _____

Assinatura _____ Local: _____ Data: ____/____/____.

Sexo: () M () F Idade: _____							
Nível de Escolaridade: _____							
Formação: _____							
Experiência Profissional: Não () Sim () Qual? _____							
Questões (Por favor, quantifique seu grau de conhecimento numa escala de 1 a 7)	Baixo	Escala (marcar com um X)					Alto
Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/Realidade Virtual (RV)?	1	2	3	4	5	6	7
Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/RV na reabilitação pulmonar?	1	2	3	4	5	6	7

Considere agora o GRUPO de JOGADORES que irão usar o JOGO (faixa etária, escolaridade, eventuais dificuldades e patologias) e responda a seguir ...

Visão dos JOGADORES	Responda as perguntas abaixo se colocando na visão do JOGADOR (Por favor, quantifique o nível da sua resposta numa escala de 1 a 7)	Baixo	Escala (marcar com um X)					Alto
1)	Como você avalia o nível de utilidade dos efeitos sonoros do jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7
2)	Como você avalia o nível de facilidade de entendimento dos desafios do jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7
3)	Como você avalia o nível de facilidade para realizar os desafios do jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7
4)	Como você avalia o nível de facilidade para utilizar o dispositivo/controlar o jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7
5)	Como você avalia o nível de motivação dada pela pontuação do jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7
6)	Como você avalia o nível de divertimento do jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7
7)	Como você avalia o nível de facilidade para visualização dos objetos e perceber suas ações e movimentos do jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7
8)	Como você avalia o nível de qualidade do cenário (cores, número de objetos, beleza) do jogo <i>I Blue It</i> na visão dos jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6	7



Agora, considere o **GRUPO** de todos os **PROFISSIONAIS** que podem eventualmente indicar o **JOGO** como parte de sua atividade profissional...

Visão dos PROFISSIONAIS	Responda as perguntas abaixo se colocando na visão do PROFISSIONAL (Por favor, quantifique o nível da sua resposta numa escala de 1 a 7)	Baixo						Alto
	9)	Como você avalia o nível utilidade do jogo I Blue It para a atividade profissional de reabilitação pulmonar de jogadores (com disfunções respiratórias)?	1	2	3	4	5	6
10)	Como você avalia o nível de motivação que o jogo <i>I Blue It</i> trará para os pacientes jogadores (com disfunções respiratórias) participarem da atividade profissional (fazerem a reabilitação)?	1	2	3	4	5	6	7
11)	Como você avalia o nível de utilidade dos dados providos pelo <i>I Blue It</i> para a atividade profissional?	1	2	3	4	5	6	7
12)	Como você avalia o nível de utilidade dos controles (encerrar jogo, pular nível, liga/desliga som, etc.) providos pelo jogo I Blue It para a atividade profissional?	1	2	3	4	5	6	7
13)	Como você avalia o nível de facilidade em adotar o <i>I Blue It</i> no cotidiano da atividade profissional?	1	2	3	4	5	6	7

14) Em sua opinião quais os principais **benefícios ou vantagens** de se utilizar o *I Blue It* para reabilitação pulmonar em pacientes **com disfunções respiratórias**?

15) Em sua opinião quais as principais dificuldades **ou desvantagens** de se utilizar o *I Blue It* para reabilitação pulmonar em pacientes com disfunções respiratórias?

16) Você possui **sugestões** de melhoria para o jogo *I Blue It*? Quais:

ANEXO B – PERGUNTAS OBJETIVAS PARTICIPATIVAS

Before answering the questions below, reflect about: (a) What is the target audience (end-users and their characteristics)? (b) Where can individuals from the target audience be found, to eventually participate?

POP 1: (Technical Benefits) What is the technical impact of end-users participating in the software development?

Explanation/Example: Participation can bring technical benefits to development such as requirements that are more adequate to end-users, but can also bring harm such as delays and difficulties in conciliating end-users' desires with domain experts' desires.

(a) Beneficial (+2)	(b) None (0)	(c) Harmful (-2)	(d) Unknown (0)
---------------------	--------------	------------------	-----------------

POP 2: (Personal Benefits) What is the personal impact for end-users to participate in the software development?

Explanation/Example: Participation can bring inexplicit personal benefits to end-users, such as improvements in interpersonal relationships, occupational therapy, acquisition of technical knowledge, and others, but can also make users uncomfortable when discussing certain aspects of the software.

(a) Beneficial (+2)	(b) None (0)	(c) Harmful (-2)	(d) Unknown (0)
---------------------	--------------	------------------	-----------------

POP 3: (Logistics) How difficult are the logistics of allowing end-users to participate in the software development?

Explanation/Example: Participatory tasks may require end-users transportation, resource allocation, scheduling and etc.

(a) Easy (+3)	(b) Neutral (0)	(c) Hard (-3)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	---------------	-----------------

POP 4: (Profile) How difficult is it to find and involve end-users that fit into a desirable profile for participation in the software development?

Explanation/Example: Generic profiles can be filled by most end-users, while specific profiles can only be filled by a small group of end-users.

(a) Easy (+2)	(b) Neutral (0)	(c) Hard (-2)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	---------------	-----------------

POP 5: (Volatility) Considering the duration of the development project, how volatile is the group of end-users that would participate in the software development?

Explanation/Example: Some groups of end-users are volatile, for they constantly change in formation or organization, while non-volatile groups can remain unchanged during the whole software development.

(a) Not volatile (+3)	(b) Variable (0)	(c) Volatile (-3)	(d) Unknown (0)
-----------------------	------------------	-------------------	-----------------

POP 6: (Group Size) What is the size of the group of end-users that would participate in the software development?

Explanation/Example: Participatory Design techniques can, in average, support groups of 2 to 14 participants. At most, these techniques can support up to 40 participants.

(a) Up to 14 people (+2)	(b) Between 15 and 40 people (0)	(c) More than 40 people (-2)	(d) Unknown (0)
--------------------------	----------------------------------	------------------------------	-----------------

POP 7: (Empathy) What is the level of empathy between technical staff and end-users?

Explanation/Example: Technical staff can be composed of programmers, designers, analysts, etc. Empathy must be seen as personal and professional proximity between both groups. With a high level of empathy, both groups share a vision about definitions and objectives of the software, know the specific vocabulary of each domain, have similar previous experience working together, etc. With a low level of empathy, the groups don't know each other from previous works, have difficulties communicating adequately, etc.

(a) High (+2)	(b) Neutral (0)	(c) Low (-2)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	--------------	-----------------

POP 8: (Conceptual Contribution) What is the potential for contribution from end-users while participating in conceptual steps of the software development?

Explanation/Example: Conceptual steps, like requirement elicitation and analysis, are prior to codification and construction of graphical elements of the software. End-users can contribute during analysis by presenting their perspectives about the software. However, in some cases the requirements cannot be interfered by end-users.

(a) High (+1)	(b) Neutral (0)	(c) Low (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	--------------	-----------------

POP 9: (Technical Contribution) What is the potential for contribution from end-users while participating in technical steps of the software development?

Explanation/Examples: Technical steps involve the creation of interfaces, definition of software architecture, codification, evaluation, assessment, etc. Participation in such steps may allow end-users to contribute with graphical elements to the interface, codification with high-level programming tools, evaluations through interviews, interaction tests, focus groups and controlled experiments.

(a) High (+1)	(b) Neutral (0)	(c) Low (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	-----------------	--------------	-----------------

POP 10: (Conceptual Framework) What is the level of knowledge (tools, processes, methods, techniques) to involve end-users in conceptual steps of the software development?

Explanation/Example: Requirements' analysis and elicitation can be executed with participation through brainstorming techniques and interviews.

(a) High (+1)	(b) None (0)	(c) Bad (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	--------------	--------------	-----------------

POP 11: (Technical Framework) What is the level of knowledge (tools, processes, methods, techniques) to involve end-users in technical steps of the software development?

Explanation/Example: Multimedia elements of the software can be created with participation of end-users through audio recordings, photographs, drawings, etc. Authoring tools can enable participation in codification. Interaction tests and questionnaires can be used during tests and evaluations.

(a) High (+1)	(b) None (0)	(c) Low (-1)	(d) Unknown (0)
---------------	--------------	--------------	-----------------
