



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – CCEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE

**GIRO JAMPA: PROPOSIÇÃO DO USO DE SERIOUS GAMES PARA
REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM LESÃO MEDULAR**

MARIELIZA ARAÚJO BRAGA

JOÃO PESSOA/PB
2021

MARIELIZA ARAÚJO BRAGA

**GIRO JAMPA: PROPOSIÇÃO DO USO DE SERIOUS GAMES PARA
REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM LESÃO MEDULAR**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Modelos de Decisão e Saúde (PPgMDS), na Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Linha de Pesquisa: Modelos de Decisão.

Orientadores:

Prof. Dr. Liliane dos Santos Machado

Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B813g Braga, Marieliza Araújo.
Giro Jampa : proposição do uso de serious games para
reabilitação de pacientes com lesão medular / Marieliza
Araújo Braga. - João Pessoa, 2021.
145 f. : il.

Orientação: Liliane dos Santos Machado, Leonardo
Wanderley Lopes.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Sistema nervoso - Reabilitação. 2.
Neuroplasticidade. 3. Aprendizado motor. 4. Serious
game. I. Machado, Liliane dos Santos. II. Lopes,
Leonardo Wanderley. III. Título.

UFPB/BC

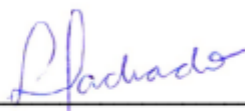
CDU 611.8(043)

MARIELIZA ARAÚJO BRAGA

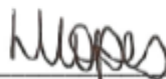
**GIRO JAMPA: PROPOSIÇÃO DO USO DE SERIOUS GAMES PARA
REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM LESÃO MEDULAR**

João Pessoa, 15 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Liliâne Santos Machado
Universidade Federal da Paraíba (Orientador)



Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes
• Universidade Federal da Paraíba (Orientador)

Prof. Dr. Ronei Marcos de Moraes
Universidade Federal da Paraíba (Membro Interno)

Prof. Dr. Kátia Suely Queiroz Silva Ribeiro
Universidade Federal da Paraíba (Membro Interno)

Prof. Dr. Esteban Walter Gonzalez Clua
Universidade Federal Fluminense (Membro Externo)

Prof. Dr. Elaine Cappellazzo Souto
Universidade Federal da Paraíba (Membro Externo)

Dedico esse trabalho a Deus, e aos meus pais.
Se não fosse por eles, eu não teria tido suporte para seguir.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, se não fosse Deus, nada disso seria possível. São Dele e para Ele todas as coisas, e o tempo de colheita é só Ele que determina. Se não fosse Seu colo de consolo, e generosidade em me dar paciência e força, mesmo quando eu não merecia, eu não estaria aqui. Ele não me deixou parar nos momentos de maiores fraquezas e desejo de desistir. Ele me acolheu, acalmou-me e ensinou-me que o tempo Dele é melhor que o nosso.

Aos meus pais, toda a minha dedicação desse trabalho e da vida, e agradecimento. Eles são os grandes tesouros da minha vida; e foram eles que me deram suporte para continuar quando achei não ser mais possível, quando eu não via mais por quê. Eles me seguraram, e foram instrumento de Deus para não me deixarem desistir.

À minha vó Mariquinha pelo amor mais doce; às minhas tias maternas pelo suporte e orações; aos meus irmãos; à minha cunhada e ao meu cunhado, por terem me acolhido em casa com todo amor do mundo, enquanto eu morava em duas cidades simultaneamente.

À coisa mais linda da família e da minha vida, meu sobrinho Pedro: minha distração diária enquanto eu vivia a rotina do mestrado; com todo carinho e inocência ressignificava meu cansaço quando podia buscá-lo no colégio, ajudá-lo com as tarefas de casa, e perder para ele no videogame. Um dia ele irá entender a importância dele na minha vida, e durante todo esse processo.

Aos meus orientadores, Liliane Machado e Leonardo Wanderley, por toda dedicação e paciência durante todo o caminho; por todos os ensinamentos acadêmicos e para a vida. Ao LABTEVE e a todos os colegas que o compõem, pelo compartilhamento de experiências.

Ao mestrado, por me fazer aprender a valorizar minha saúde mental, e por cuidar dela com o máximo de empenho e de dedicação possíveis.

“Na minha vida tudo acontece
Mas quanto mais a gente rala, mais a gente cresce [...]
[...] A vida me ensinou a nunca desistir
Nem ganhar, nem perder, mas procurar evoluir [...]
[...] História, nossas histórias
Dias de luta, dias de glória”

Dias de Luta, Dias de Glória – Charlie Brown Jr.

“Eu sou o Senhor; na hora certa
farei que isso aconteça depressa”.

Isaias 60:22

RESUMO

A lesão medular é um dano que acomete o canal medular, parcial ou totalmente, ocasionando comorbidades motoras e sensitivas. Tal dano promove diminuição da independência funcional e gera consequências motivacionais secundárias às limitações físicas. Para tratamento funcional, o processo reabilitatório é fundamental, dispondo de um leque de técnicas convencionais. Os *serious games* são utilizados frequentemente como ferramenta alternativa de prescrições no processo de reabilitação, de forma lúdica, inovadora e eficaz. Considerando as necessidades dos indivíduos com diagnóstico de lesão medular, e respeitando os requisitos básicos para composição de um *serious game*, foi desenvolvido o GiroJampa, voltado para reabilitação motora e para melhora de aspectos motivacionais de indivíduos com lesão medular toracolombosacral, usuários de cadeira de rodas, utilizando um modelo de tomada de decisão para balanceamento de dificuldade e avaliação do desempenho do usuário. O GiroJampa foi desenvolvido na *motor engine* Unity 3D, composta por uma estética que remete a orla praiana da cidade de João Pessoa/PB, possuindo três níveis de dificuldade (iniciante, intermediário e avançado). Apresenta como diferencial o desenvolvimento e a implementação de um modelo de tomada de decisão baseado em regras lógicas condicionais, que recebe os dados de entrada enviados pela sensorização acoplada ao ergômetro para cadeira de rodas, processa e gera resposta com a avaliação do desempenho do usuário e o balanceamento do nível de dificuldade, além da implementação da Escala de Percepção de Esforço de Borg para monitorização da Percepção de Esforço.

Palavras-chave: Neuroplasticidade, Aprendizado Motor, *Serious Games*.

ABSTRACT

Spinal cord injury is a damage that affects the spinal canal, partially or totally, causing motor and sensory comorbidities. Such damage promotes a decrease in functional independence and psycho-emotional consequences secondary to physical limitations. For functional treatment, the rehabilitation process is essential, with a range of conventional techniques. Serious games are often used as an alternative prescription tool in the rehabilitation process, in a playful, innovative and effective way. Considering the needs of individuals diagnosed with spinal cord injury, and respecting the basic requirements for composing a serious game, GiroJampa was developed, aimed at motor rehabilitation and improvement of psycho-emotional aspects of individuals with thoracolumbosacral spinal cord injury, wheelchair users, using a model of decision making to balance difficulty and user performance evaluation. GiroJampa is an application developed on the motor engine Unity 3D, consisting of an aesthetic that refers to the beachfront of the city of João Pessoa/PB, having three levels of difficulty (beginner, intermediate and advanced), and presenting the development and implementation as a differential. of a decision-making model based on conditional logic rules, which receives the input data sent by the sensor coupled to the wheelless ergometer, processes and generates a response with the evaluation of the user's performance and balancing the level of difficulty, in addition to the implementation of the Borg's Perceived Exertion Scale for Perceived Exertion monitoring.

Keywords: Neuroplasticity. Motor learning. Serious games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Componentes da CIF	19
Figura 2 -	Os princípios da neuroplasticidade, segundo Kleim e Jones (2008)	21
Figura 3 -	Escala de Percepção de Esforço de BORG, segundo Cabral et al. (2020)..	23
Figura 4 -	Tétrade de Schell expandida, segundo Machado, Costa e Moraes (2018) ..	25
Figura 5 -	Segundo Nakamura e Csikszentmihalyi (2014), o original modelo de “flow state”	28
Figura 6 -	Gráfico do Estado de Fluxo, segundo Dörner et al. (2016)	28
Figura 7 -	Análise dos Dados de Entrada via Modelo de Tomada de Decisão e Resposta ao Usuário	30
Figura 8 -	Etapas de desenvolvimento, segundo Braga et al. (2021)	37
Figura 9 -	Sistema de Sensorização, segundo Souto, Siebra e Silva (2019)	38
Figura 10 -	Esquematização da tecnologia do <i>serious game</i> , segundo Braga et al (2021)	39
Figura 11 -	Fluxograma das Regras Condicionais Definidas para realização-avaliação do Desempenho do Usuário e do Balanceamento do nível de Dificuldade.....	42
Figura 12 -	Cenário do GiroJampa, apresentado em primeira pessoa, no nível iniciante	46
Figura 13 -	Modelagem do “I ❤️ JAMPA”	47
Figura 14 -	Modelagem dos quiosques	47
Figura 15 -	Modelagem do Hotel Tambaú	48
Figura 16 -	Cenário utilizando os <i>assets</i> do <i>Unity 3D</i>	48
Figura 17 -	Cenário do jogo no nível intermediário	49
Figura 18 -	Cenário do jogo no nível avançado	49
Figura 19 -	Percurso original do Busto de Tamandaré ao Hotel Tambaú, segundo <i>Google Maps</i>	50
Figura 20 -	Percurso da orla de João Pessoa, modelado no <i>Unity 3D</i>	51
Figura 21 -	Organograma do Fluxo de Ações	52
Figura 22 -	Organograma do Fluxo de Telas	53
Figura 23 -	Menu Inicial	54
Figura 24 -	Tela de Orientações	55

Figura 25 -	Seleção do nível do jogo	56
Figura 26 -	Tela de Objetivo do Nível Iniciante	57
Figura 27 -	Tela para Indicação da Percepção de Esforço	57
Figura 28 -	Relação dos botões da Tela para Indicação da Percepção de Esforço com as regras, considerando nível iniciante	58
Figura 29 -	Relação dos botões da Tela para Indicação da Percepção de Esforço com as regras, considerando nível intermediário e avançado	59
Figura 30 -	Mensagem sobre finalização da tarefa e qual nível que você foi alocado	60
Figura 31 -	Troféus do GiroJampa	61
Figura 32 -	Exemplo de mensagem durante o percurso	62
Figura 33 -	Aviso da finalização dos 20 minutos	62
Figura 34 -	Esquematização dos dados de entrada, análise pelo modelo de decisão e feedback ao usuário	64
Figura 35 -	Variáveis e resposta ao usuário, segundo Braga et al. (2021)	66
Figura 36 -	Exemplo de avaliação do desempenho do usuário e balanceamento do nível de dificuldade	67
Figura 37 -	Apresentação dos Dados	68
Figura 38 -	Trechos do script “MovEsfera”, responsável pela leitura do arquivo e movimentação do avatar.....	68
Figura 39 -	Esquematização dos perfis	72
Figura 40 -	Esquematização da sequência de telas nas possibilidades de jogo I	73
Figura 41 -	Apresentação dos dados em tela	74
Figura 42 -	Relação entre os requisitos de GameFlow apresentados por Almeida e Machado (2021) e os requisitos que compõem o GiroJampa	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos de Designer e elementos sugeridos e implementados no GiroJampa, baseado em Almeida e Machado (2021) e Ramos e Machado (2021)	74
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

GDD - *Game Design Document*

IA – Inteligência Artificial

OMS – Organização Mundial de Saúde

SG – *Serious Games*

SN – Sistema Nervoso

LM – Lesão Medular

CID – Classificação Internacional da Doença

CIF – Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde

PE – Percepção de Esforço

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA	15
1.2	OBJETIVOS	15
1.3	CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	LESÃO MEDULAR	18
2.2	<i>SERIOUS GAMES</i> E REABILITAÇÃO	24
2.3	INTELIGÊNCIA EM JOGOS DIGITAIS	29
3	O SERIOUS GAME GIROJAMPA	32
4	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	33
4.2	DEFINIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO	33
4.3	DESENVOLVIMENTO DO <i>GAME DESIGN DOCUMENT</i>	34
4.4	ELABORAÇÃO DO MODELO DE TOMADA DE DECISÃO	34
4.5	IMPLEMENTAÇÃO	35
4.6	TESTES	35
5	RESULTADOS	36
5.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	36
5.2	DEFINIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO	37
5.3	DESENVOLVIMENTO DO <i>GAME DESIGN DOCUMENT</i>	40
5.4	ELABORAÇÃO DO MODELO DE TOMADA DE DECISÃO	41
5.5	IMPLEMENTAÇÃO	45
5.6	TESTES	67
6	DISCUSSÃO	79
6.1	GIROJAMPA COMO <i>SERIOUS GAME</i>	79

6.2	GIROJAMPA E O PROCESSO DE REABILITAÇÃO	82
6.3	GIROJAMPA E OS REQUISITOS DE SATISFAÇÃO	87
6.4	GIROJAMPA E A TEORIA DO FLUXO	89
7	CONCLUSÃO	91
7.1	CONTRIBUIÇÕES	91
7.2	LIMITAÇÕES	93
7.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
7.4	PUBLICAÇÕES RELACIONADAS	96
	REFERÊNCIAS	98
	APÊNDICE	105
	APÊNDICE A – <i>GAME DESIGN DOCUMENT</i>	106
	APÊNDICE B – Questionário de satisfação para avaliação do GiroJampa... ..	119
	APÊNDICE C – Exemplo de Dados Utilizados (Perfil A)	120
	APÊNDICE D – Possibilidades dos Testes realizados	128

1 INTRODUÇÃO

A lesão medular é um dano, de característica completa ou incompleta, que acomete o canal medular e ocasiona comorbidades sensório-motoras, resultando em um quadro de incapacidade funcional. Ela afeta o indivíduo em dois aspectos principais: motor, interferindo na locomoção e na independência funcional; e motivacional, visto que a dificuldade para autocuidado e a dependência funcional gera sobrecarga emocional, insegurança e dificuldades de acessibilidade e de autonomia (NOONAN; DVORAK; FEHLINGS, 2013; HACHEM; AHUJA; FEHLINGS; 2017; ANDRADE et al., 2019).

É relatado por Fechio et al. (2009) e Costa (2012) que indivíduos acometidos por lesão medular sofrem emocionalmente, refletindo em quadros de insegurança pessoal. A lesão medular causa grande influência na vida do indivíduo e o consequente isolamento social, ocasionado pela insegurança; leva a dificuldades para ressocialização, interferindo no quadro de adaptação à nova realidade e à reabilitação funcional (SANTOS, 2019; SOLIGO; SEBEN, 2019; THOLL et al., 2020).

A reabilitação funcional estimula o sistema nervoso a partir do uso de técnicas e exercícios específicos, influenciando o processo de aprendizado motor, através da prática e da repetição de uma ação. Neuroplasticidade é o processo de recuperação e de readaptação do sistema nervoso; é estimulada por técnicas como cinesioterapia, eletroterapia, e uso de jogos digitais (KLEIM; JONES, 2008; LENT, 2010; ROTTA; BRIDI FILHO; BRIDI, 2018; CASTRÉN; ANTILA, 2017; ROQUE; LUKACHEWSKI; BARBOSA, 2016; GAVIM et al., 2013).

Jogos digitais, uma alternativa a ser utilizada no processo de reabilitação, são definidos como a realização de tarefas lúdicas em ambiente virtual, que exigem o cumprimento de regras para superação de desafios e atingir objetivos (ROUSE, 2005). Através do desenvolvimento dos jogos digitais, surgiram os jogos com propósitos específicos, chamados *serious games* (BATISTA; MACHADO; VALENÇA, 2019).

Na fisioterapia, os *serious games* já foram utilizados como possibilidade de prescrição em diversas vertentes como: fisioterapia cardiovascular, geriatria, neurologia e oncologia, entre outros. Considerando a reabilitação de pessoa com deficiência neurológicas, eles são utilizados principalmente no tratamento de pessoa com deficiência, vítimas de acidente vascular cerebral (AVC), para melhora de quadro de espasticidade e déficit de amplitude articular (REGO, 2017; SOARES, 2015; ARANHA; RIBEIRO; CAMARGO, 2014; CYRINO et al., 2018).

Para desenvolvimento de um *serious game*, faz-se necessária toda uma criação artística do jogo, composto por elementos visuais e sonoros. Além desses elementos, há a inteligência artificial (IA), em que se encontra a parte lógica e que gera respostas ao usuário. (MACHADO et al., 2011). O modelo de tomada de decisão presente no jogo irá receber os dados de entrada (no caso do GiroJampa, produzidos pelo movimento das rodas da cadeira e enviados por sensor), processará os dados e dará como resposta ao usuário o balanceamento do nível de dificuldade, transição de cenas, avaliação do desempenho do usuário, abertura de fases e avanço no jogo (ALMEIDA, 2015).

Este trabalho propõe o uso de *serious games* como opção de estratégia de prescrição nos processos de reabilitação física de pessoa com deficiência com diagnóstico de lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia e melhoria do estado motivacional. Tem-se, portanto, como hipótese, que esta tecnologia pode contribuir na reabilitação de pessoa com deficiência com lesão medular, de forma lúdica, possibilitando a melhora da independência funcional e a melhora no quadro motivacional.

1.1 MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA

A reabilitação funcional, através de exercícios, estimula a neuroplasticidade. Esses exercícios, realizados de forma convencional, tendem a ser enfadonho e repetitivo. Porém, é possível realizá-los através de artifícios lúdicos e motivacionais, com uso de *serious games* (ALBUQUERQUE; SCALABRIN, 2007; GAVIM et al., 2013).

A motivação desse trabalho está no desenvolvimento de um *serious game*, que beneficie a reabilitação de pessoa com deficiência com lesão medular, auxiliando na independência para o deslocamento e melhorando aspectos motivacionais.

A relevância desse trabalho está no desenvolvimento de um *serious game* que: considere as necessidades de reabilitação desta categoria de indivíduo, respeite os requisitos para desenvolvimento de um *serious game*, com baixo custo e contribua na reabilitação física e na melhora de aspectos motivacionais de pessoa com deficiência com lesão medular.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um *serious game* GiroJampa voltado para reabilitação motora e melhora de aspectos motivacionais de indivíduos com lesão medular toracolombosacral, usuários de cadeira de rodas, utilizando um modelo de tomada de decisão para balanceamento de dificuldade e de avaliação do desempenho do usuário.

1.2.2 Objetivos específicos

- Propor um modelo de tomada de decisão para avaliação de desempenho do usuário e do balanceamento de nível de dificuldade, a partir da monitorização de variáveis pré-estabelecidas (distância, tempo, nível de esforço percebido).
- Implementar um protótipo de *serious games*, voltado para pessoa com deficiência com lesão medular, visando estimular o deslocamento com a cadeira de roda, de forma lúdica e segura, através do treino de condicionamento físico.

1.3 CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS

As contribuições desse trabalho abordaram os seguintes aspectos:

- Social: Desenvolvimento de um protótipo de *serious game* de baixo custo, desenvolvido para uso em dispositivos móveis, utilizado na reabilitação de pessoa com deficiência com lesão medular e melhora de aspectos motivacionais.
- Científicos: O uso da interdisciplinaridade, associando a área de saúde à de tecnologia para desenvolvimento de um protótipo de *serious game*, voltado para reabilitação motora e melhora de aspectos motivacionais, de pessoa com deficiência com lesão medular.
- Tecnológico: Desenvolvimento de um protótipo de *serious games* inovador, voltado para área de saúde, realizando balanceamento de nível de dificuldade e de avaliação do desempenho do usuário, através de um modelo de tomada de decisão.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho será dividido nos seguintes capítulos, além deste: fundamentação teórica; metodologia; desenvolvimento; resultados, discussão e conclusão.

No capítulo “Fundamentação Teórica”, serão abordados temas de relevância para desenvolvimento do trabalho, como: lesão medular, aplicação de *serious game* na reabilitação e *serious game*, associado aos modelos de tomada de decisão.

No capítulo “Proposta”, serão explanados os recursos metodológicos empregados para desenvolvimento do trabalho.

No capítulo “Resultados”, será apresentado o GiroJampa, apresentando todas as etapas do desenvolvimento do *serious game*.

No capítulo “Discussão”, será apresentada a discussão dos resultados encontrados com o desenvolvimento do GiroJampa, relacionada com requisitos específicos e trabalhos das áreas da computação e da saúde.

No capítulo “Conclusão”, serão apresentadas as considerações em relação ao trabalho, assim como contribuições, limitações, pretensões futuras, considerações finais e publicações atuais relacionadas ao trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo serão abordados temas de relevância para desenvolvimento do trabalho, como: lesão medular, aplicação de *serious game* na reabilitação e *serious game* associado aos modelos de tomada de decisão.

2.1 LESÃO MEDULAR

A lesão medular é definida como um dano que ocorre no canal vertebral, envolvendo a medula espinhal, em qualquer altura (cervical, dorsal, lombar, sacral), de característica completa (ruptura total) ou incompleta (ruptura parcial), gerando, como consequência, repercussões sensitivas e/ou motoras. Ela pode ter origem traumática, através de um impacto físico que causa a lesão; ou não-traumática, através da manifestação de patologia congênita, agudizada ou de origem crônica (NOONAN; DVORAK; FEHLINGS, 2013; FOUAD; TORRES-ESPÍN; FENRICH, 2019). Ahuja et al. (2017) e Alizadeh, Dyck & Karimi-Abdolrezaee (2019) sugerem que o trauma medular é originado principalmente por lesão traumática relacionada a acidente automobilístico e à queda, acometendo principalmente o sexo masculino.

Segundo a World Health Organization (2013), na América do Norte, há 12.500 novos casos de lesão medular anualmente. Considerando dados nacionais, Masini (2001) propôs um índice médio de 71 mil de acometidos por lesão medular, por um milhão de habitantes. Após 20 anos, esperou-se um crescimento desse número, visto o aumento de lesões por trauma.

Os níveis das lesões medulares estão associados à altura de onde ocorreu a lesão, podendo ser na altura cervical, torácico, lombar e sacral, referente aos níveis das raízes nervosas. Cada nível responde a uma região específica e, quando lesionado, ocasiona acometimentos diversos, envolvendo funções motoras, sensitivas e em outros sistemas. Considerando uma lesão no nível cervical, o comprometimento envolve membros superiores, tronco e membros inferiores; no nível torácico, comprometimento em tronco e membros inferiores; em nível lombar e sacral, o comprometimento é de membros inferiores (AHUJA et al., 2017).

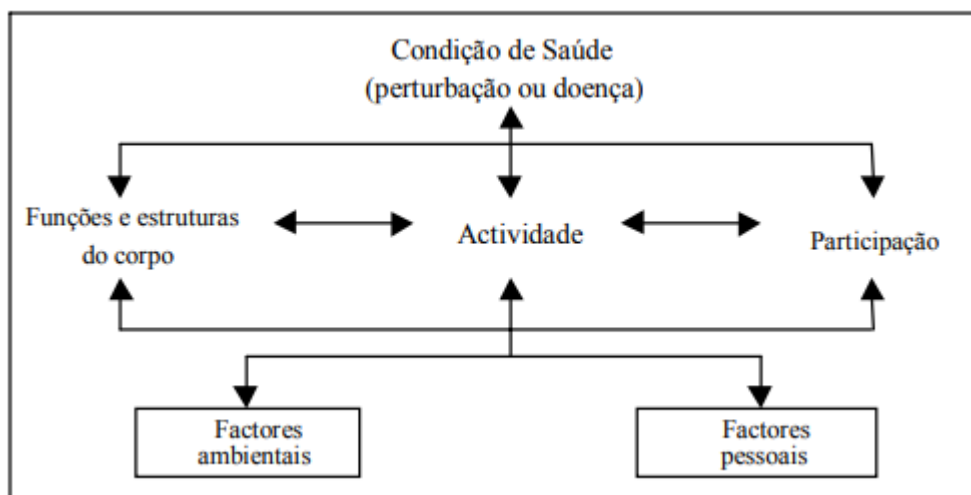
Além do acometimento funcional, as pessoas com deficiência com diagnóstico de lesão medular podem desenvolver condições motivacionais, resultantes da sua condição física, que interferem na sua qualidade de vida (DONATO, 2019). Para diagnóstico, é utilizado a Classificação Internacional da Doença (CID); para avaliação das condições limitantes que

interferem na qualidade de vida, é utilizado um sistema para uniformizar a linguagem relacionada à funcionalidade, à incapacidade e à saúde, denominada Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) (VALE, 2009; ARAÚJO; BUCHALLA, 2015; OMS, 2004).

A Organização Mundial de Saúde desenvolveu a Classificação Internacional de Doenças (CID), que é um modelo de sistema categórico atribuído a patologias, que é auxílio de diagnóstico a anos. Apesar de a CID ser capaz de classificar a doença, ela é incapaz de definir o impacto da patologia sob o indivíduo, nem as restrições funcionais causadas. Para tal, foi desenvolvido a CIF para uniformizar internacionalmente a linguagem relacionada à funcionalidade, à incapacidade e à saúde (VALE, 2009; ARAÚJO; BUCHALLA, 2015).

A CIF é dividida em cinco componentes: função do corpo, estruturas do corpo, atividade social, participação social e fatores ambientais. Os dois primeiros estão relacionados à deficiência ligada à patologia; o terceiro e o quarto, às incapacidades secundárias à doença; o quinto, relaciona-se ao impacto da incapacidade em fatores positivos e negativos (BATTISTELLA; BRITO, 2002; OMS, 2004), que interferem na qualidade de vida (Figura 1).

Figura 1 – Componentes da CIF



Fonte: OMS, 2004.

Araújo, Gomes & Ribeiro (2018) concluíram com a realização de uma revisão de literatura, que pessoa com deficiência com lesão medular, que tiveram qualidade de vida avaliada, demonstraram quadro de insatisfação em diversos domínios, incluindo físico e psicológico.

Na pesquisa qualitativa de Cruz, Machado & Afiúne (2021), realizada com pessoa com deficiência - portadores de lesão medular - tristeza e reclusão foram sentimentos relatados pelos entrevistados. Ruiz et al. (2018), em seu estudo qualitativo, relatou mudanças que acontecem no cotidiano de pessoas com lesão medular envolvendo questões físicas e emocionais, dissertando sobre as mudanças na vida, as adaptações necessárias e o uso da cadeira de rodas. Ele fala sobre a presença de sentimento de angústia e de dependência, pela falta de autonomia causada pelas limitações físicas. Além do mais, o momento atual do mundo, com a pandemia ocasionada pela COVID-19, influenciou ainda mais a rotina de pessoa com deficiência, segundo Greguol et al (2021), em que ele relata que, nesse momento de pandemia global, as pessoas com deficiência diminuíram consideravelmente a sua frequência de atividade física, sem receber nenhum tipo de orientação remota.

Para trabalhar essas limitações físicas, é fundamental o processo de reabilitação, que, além de ajudar na recuperação parcial ou total de limitações existentes secundárias à lesão, auxilia o indivíduo na adaptação à nova realidade de atividades diárias e laborais, como reinserção na sociedade. Esse processo pode ocorrer de forma convencional, através de técnicas de cinesioterapia, por exemplo, como também, a inserção de atividades lúdicas, utilizando dispositivos que o entretêm e o motive, como os *serious game*. (ALBUQUERQUE; SCALABRIN, 2007; GAVIM et al., 2013; BRAGA, 2014; DEGUIRMENDJIAN, MIRANDA; ZEN-MASCARENHAS, 2016).

Khan et al. (2017) sugere forte evidência científica na melhora de resultados da reabilitação de pessoa com deficiência, envolvendo a neuroplasticidade, após intervenção fisioterapêutica e psicológica. Dietz (2012) observou melhora motora de pessoa com deficiência submetida a exercícios, após treinamento funcional, em que existe repetição.

Uma importante aliada no tratamento de patologias neurológicas é a fisioterapia, através de terapêuticas focadas na reabilitação. Tais exercícios estimulam mecanismos de reparação e plasticidade através de estímulos e aprendizado, utilizando: cinesioterapia, eletroterapia, estimulação transcraniana, como também o uso de *serious game* (ALBUQUERQUE; SCALABRIN, 2007; GAVIM et al., 2013).

Neuroplasticidade é a capacidade das células do SN, principalmente neurônios, adaptarem-se a novas condições, funcionalmente, visto exposição as novas experiências ou necessidades. Acontece principalmente na presença de lesão no SN, havendo reorganização neuronal através da aprendizagem (MACHADO; HAERTEL, 2014; ROTTA; BRIDI FILHO; BRIDI, 2018; CASTRÉN, ANTILA, 2017).

Kleim e Jones (2008) relatam que a neuroplasticidade e o aprendizado motor são importantes para reabilitação de lesões nervosas. Eles citam que a teoria é baseada no uso, visto que ocasiona aprimoramento funcional. A neuroplasticidade é a capacidade das células do sistema nervoso se adaptarem a novas funções. Acontece principalmente havendo reorganização neuronal através da aprendizagem (MACHADO; HAERTEL, 2014; ROTTA; BRIDI FILHO; BRIDI, 2018; CASTRÉN, ANTILA, 2017). Há dez princípios que influenciam a neuroplasticidade: “Uso e Desuso”, “Aperfeiçoamento através do uso”, “Especificidade”, “Repetição”, “Intensidade”, “Tempo”, “Saliência”, “Idade”, “Transferência” e “Interferência” (KLEIM; JONES, 2008) (Figura 2).

Figura 2 – Os princípios da neuroplasticidade, segundo Kleim e Jones (2008)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021), baseado em Kleim e Jones (2008)

O primeiro, “Uso e Desuso”, refere-se à perda de função através da inatividade, tendo em vista haver menor área cortical estimulada. O segundo, “Aperfeiçoamento através do uso”, refere-se ao estímulo de áreas corticais através da ação, aperfeiçoando uma função. O terceiro, “Especificidade”, está ligado ao treinamento da função, que influência na plasticidade cerebral, considerando a especificidade de uma ação. O quarto, “Repetição”, refere-se ao fato de que a neuroplasticidade é estimulada a partir da repetição de uma ação. O quinto, “Intensidade”, está

relacionado também ao quarto princípio, em que o estímulo da plasticidade cerebral ocorre através da repetição e da intensidade da realização da ação. O sexto, “Tempo”, refere-se ao tempo de realização do treinamento, que interfere nos momentos da neuroplasticidade. O sétimo, “Saliência”, relaciona-se com o fato de que a experiência do treinamento precisar ser suficiente para estimular a neuroplasticidade. O oitavo, “Idade”, está relacionado com a condição de que o período da vida interfere em maior ou menor facilidade para acontecer a plasticidade cerebral. O nono, “Transferência”, trata-se do fato de que o estímulo de uma função pode influenciar na aquisição de novas aptidões semelhantes à que está sendo estimulada. O décimo, “Interferência”, semelhante à transferência, refere-se ao treinamento de uma função, que pode influenciar na aprendizagem ou no alcance de outras situações (KLEIM; JONES, 2008).

Deguirmendjian, Miranda e Zen-Mascarenhas (2016) falam que a aplicação dos *serious game* na saúde é fundamental pela ludicidade, auxiliando no processo de aprendizagem, além do auxílio no diagnóstico, tratamento e reabilitação de pessoa com deficiência.

Para prescrição de exercícios, é necessário obedecer a princípios fundamentais quando se trata de exercício e condicionamento físico. Condicionamento físico é o atual estado fisiológico de um indivíduo, associado à sua capacidade de execução de atividade da vida diária, e exercícios físicos. Os princípios são: sobrecarga, especificidade, variação pessoal e reversibilidade. O princípio da sobrecarga afirma que a carga na prescrição do exercício seja maior que a que a carga que o indivíduo está habituado a desempenhar, para haver resultado fisiológico; o princípio da especificidade relata que exercícios diversos ocasionam respostas fisiológicas específicas e diversas; o princípio da variação individual descreve a necessidade de a prescrição do exercício ser personalizada para as necessidades físicas e capacidade de realização do indivíduo; o princípio da reversibilidade expõe a necessidade de uma rotina progressiva para realização do exercício, visto que o efeito do treinamento não é definitivo, por isso a realização do exercício precisa ser mantida (KISNER; COLBY, 2016).

Há diversos aspectos que devem ser avaliados no indivíduo antes, durante e após a prescrição de um exercício, um deles sendo a percepção de esforço (PE).

Foram iniciados estudos sobre a PE com maior aprofundamento e contribuição de diversos cientistas nas décadas de 1980 e 1990, com destaque para Gunnar Borg relacionando mensuração de esforço e frequência cardíaca. Como definição, é dito que a PE é a mensuração de esforço o indivíduo realizou para cumprir o exercício proposto. E esse esforço causa alteração de parâmetros funcionais dos sistemas: cardiovascular, respiratório,

musculoesquelético; além da influência de aspectos emocionais (AISSA et al., 2018; TIGGEMANN; PINTO; KRUEL, 2010; PEREIRA et al., 2014; BORG, 1982).

Sala et al. (2021), em um estudo realizado correlacionado estresse e trabalho, concluiu que trabalhos menos estressantes, mesmo utilizando força física, reduzem a percepção subjetiva de esforço. Isso mostra a influência do aspecto emocional na indicação da percepção de esforço.

Existem diversas escalas utilizadas para mensuração da percepção de esforço, dentre elas, a desenvolvida por Gunnar Borg, que sofreu diversas adaptações durante os anos (TIGGEMANN; PINTO; KRUEL, 2010).

Uma das atuais versões da Escala de Percepção de Esforço de BORG é a traduzida e validada por Cabral et al. (2020), composta por 15 pontos e graduada de 6 a 20 (Figura 3).

Figura 3 – Escala de Percepção de Esforço de BORG, segundo Cabral et al. (2020)

Escala de Esforço Percebido de Borg	
6	Nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco difícil
14	
15	Difícil (pesado)
16	
17	Muito difícil
18	
19	Extremamente difícil
20	Esforço Máximo
Escala de Borg para esforço percebido	

Fonte: Cabral et al. (2020), p.5.

Habibi et al. (2021) utilizou a Escala de Percepção de Esforço de Borg para mensuração de esforço, realizando testes com usuários de cadeira de rodas com cadeiras com dois tipos de rodas distintas. Um dos quesitos avaliados foi a percepção do esforço ao manuseá-las. Hutchinson et al. (2021) utilizou a Escala de Percepção de Esforço de Borg para mensuração de esforço após prescrição de exercício para membros superiores e inferiores de indivíduos,

pessoa com lesão medular com paraplegia que praticam atividade física recreacional ativamente e atletas tetraplégicos. Ambos os estudos utilizaram a Escala de 15 pontos de Borg, a mesma traduzida e validada por Cabral et al. (2020) em estudo com mulheres adultas, jovens e idosas que utilizaram esteira.

2.2 *SERIOUS GAMES* E REABILITAÇÃO

Rouse (2005) define jogos digitais como atividade lúdica, na qual existem decisões e ações em um universo virtual, com a existência de regras que definirão ações para superar desafios e atingir um objetivo. No contexto dos jogos digitais, surgiram os jogos interativos com propósitos além do entretenimento: os *serious games* (BATISTA; MACHADO; VALENÇA, 2019). Eles são construídos considerando quatro requisitos citados por Haste (2019): objetivo, interação, obstáculos e regras, bem como os elementos da Tétrade de Schell expandida (MACHADO; COSTA; MORAES, 2018).

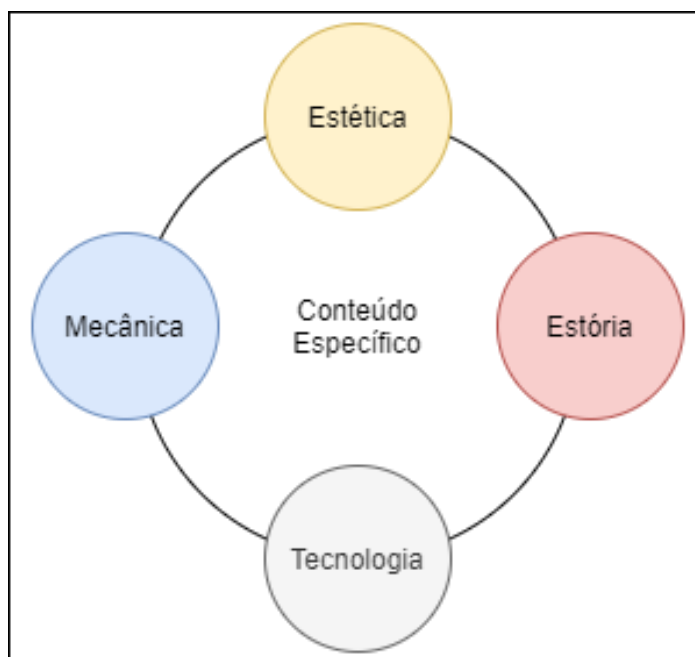
Os objetivos estão voltados para “o que você deve alcançar”; as interações são o controle que o jogador tem dos elementos do jogo, que geram as ações, captadas através de mecanismos de entrada, via *joysticks*, teclados, sensores, resultando em resposta por dispositivo de saída, como as telas; obstáculo é o que impede o jogador de alcançar o objetivo; regra é algo que você deve obedecer para alcançar o objetivo, orientando claramente, ou de forma discreta, definindo o que pode ou não ser feito (HASTE, 2019).

Schell (2014) concorda com os requisitos citados por Haste (2019) e os incluem em quatro elementos que todo jogo deve considerar: Mecânica, Narrativa, Estética e Tecnologia, nomeada “Tétrade de Schell”. A narrativa é a história e os eventos que ocorrem. A estética é a aparência do jogo, envolvendo os sentidos e influenciando a experiência do jogador. Tecnologia refere-se às interações utilizadas no jogo, através das quais a mecânica recebe dados de entrada do usuário; é também uma das formas pela qual se envia os dados de saída. A mecânica está ligada aos objetivos e às regras do jogo e se divide em: espaço - objetos, atributos e estados; ações; regras; habilidade; probabilidade. É na mecânica que se encontra a inteligência artificial e a implementação de um ou mais modelos de tomada de decisão, que geram respostas ao usuário, com base nos dados de entrada (COSTA et al., 2016).

Machado, Costa e Moraes (2018) sugeriram a expansão da “Tétrade de Schell” (SCHELL, 2014), com a inclusão do conteúdo específico, que se torna o ponto central e comum entre todos os elementos. Esse novo requisito será importante na consideração de qual melhor alternativa para a mecânica, para a inteligência artificial e para o *serious game* e suas

implicações na narrativa desenvolvida para prender atenção do usuário, na tecnologia escolhida para utilização do jogo e qual a melhor estética, baseada no tema específico, que pode ser utilizada (Figura 4).

Figura 4 – Tétrade de Schell expandida, segundo Machado, Costa e Morais (2018)



Fonte: Machado, Costa e Morais (2018), p.157

Dörner (2016) afirma que *serious games* são desenvolvidos para alcançar um objetivo específico. Eles podem ser aplicados na área de saúde para simulações, treinamento e educação, além de áreas como: pedagogia, governamental e militar (MACHADO et al., 2011; MORAES et al., 2012). Considerando a aplicação de *serious games* na área de saúde, os jogos podem ser utilizados na psicologia, fonoaudiologia e odontologia (DUARTE et al., 2012), dentre outras. Para treinamento, eles oferecem como vantagens a disponibilidade, a segurança de uso, comunicação de vários usuários em rede, implementação de casos raros, ausência de desperdício de insumos médicos, além de monitoramento e avaliação inteligente dos procedimentos realizados (COSTA; MACHADO; MORAES, 2014; PALHANO; MACHADO; ALMEIDA, 2020).

Almeida, Machado e Medeiros (2014) mostram avaliação de qualificação de profissionais da saúde para a atenção de pessoa com deficiência que sofrem violência doméstica, através de um *serious game*. O uso pelos profissionais da saúde apresentou aceitabilidade, além de contribuir com a expansão do conhecimento profissional de indivíduos que trabalham em unidades básicas de saúde.

Segundo Borghese et al. (2013) para um *serious game* ser voltado para reabilitação, ele precisa apresentar em sua composição três elementos específicos: adaptabilidade de dificuldade, baseada na habilidade do usuário; monitoramento de ações e compensações posturais do usuário; fornecimento de *feedback* ao usuário. Considerando a reabilitação e fisioterapia, há aplicação de *serious games* em diversas áreas (REGO, 2017). Na reabilitação cardíaca, como cita Mota (2013), a prescrição era mudada para a pessoa com deficiência se manter na Zona Alvo de Treino dentro do jogo. Soares (2015) utiliza a aplicação de *serious game* associada a reabilitação para tratamento da Síndrome de Fragilidade. Aranha, Ribeiro e Camargo (2014) relatam a proposição da utilização de *serious game* no tratamento fisioterapêutico de mulheres diagnosticadas com câncer de mama, para melhora do quadro funcional. Batista, Machado e Valença (2019) desenvolveram um *serious game* para tratamento de lesões em mão e punho.

Os SG são utilizados principalmente para o tratamento fisioterapêutico de pessoa com deficiência com déficits ocasionados por patologias neurológicas, ortopédicas e afecção do sistema musculoesquelético (FERNANDES; CARDOSO; LAMOUNIER JÚNIOR, 2016; NOVELETTO et al., 2016).

Em se tratando de *serious games* voltados à pessoa com deficiência com lesão medular, Urturi, Zorrilla & Zapirai (2012) desenvolveram um SG visando aperfeiçoar habilidades motoras, além da prática de atividades. Nesse jogo, os movimentos dos membros superiores são capturados pelo dispositivo *Kinect* e, através deles, o usuário coleta moeda na tela e acumula pontos, baseado em dois pontos: quantidade de moedas coletadas durante a fase, e velocidade em que essas moedas são capturadas. Oliveira et al. (2016) desenvolveu um *serious game* voltado para pessoa com deficiência com lesão medular, usuários de cadeira de rodas, gerando a movimentação do usuário em um ambiente virtual. O deslocamento do usuário dentro do ambiente virtual acontece através da movimentação dos membros superiores, capturados por um sensor *Kinect*.

A motivação dos jogadores é um aspecto relevante dos jogos e é estimulada a partir de elementos definidos como requisitos de *design* (ALMEIDA; MACHADO, 2021), interferindo no quesito satisfação.

Segundo Prensky (2003), a satisfação faz parte da diversão de realização de uma tarefa. Ela se divide em: divertimento e satisfação, sendo está a sensação prazerosa de realização de uma atividade que exige alta concentração e habilidade.

Sweetser e Wyeth (2005) dividem o modelo *Game Flow* em oito categorias, com objetivo de avaliação de satisfação no uso de jogos digitais. São elas: concentração, desafio,

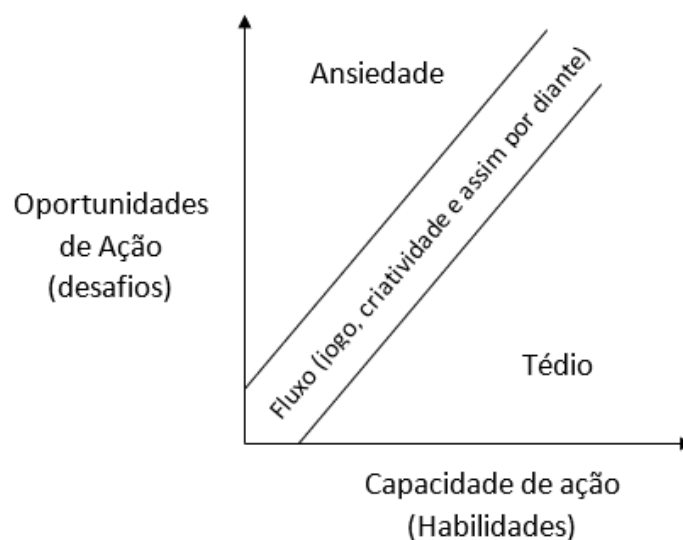
habilidade do jogador, controle, objetivos claros, feedback, imersão e interação social. Segundo os critérios, o jogo deve exigir concentração, com desafios que prendam a atenção do usuário, exigindo habilidades e apoiando o desenvolvimento de novas, proporcionar sensação de controle, dá feedbacks adequados, proporcionar experiência de imersão e criar interação social.

Ramos e Machado (2021) fizeram a proposição de elementos de *design* para *serious games*, visando condicionamento físico e processo de reabilitação de usuários de cadeira de rodas. Elas sugerem que em jogos desta natureza se faz necessária a presença de recursos específicos como escalas avaliativas, demonstração de desempenho do usuário e sistema de recompensas.

A teoria do fluxo, que segundo Batista (2017), refere-se ao fato do indivíduo, enquanto utiliza o *serious game*, entrar em um estado de concentração intenso e consequentemente a tarefa realizada no ambiente virtual se torna prazerosa, com a perda da noção de tempo de uso e a sensação de que o tempo passou mais rápido do que o real. Dörner et al. (2016) relata que o indivíduo precisa se sentir no controle, estando imerso. Para o estado de fluxo ser alcançado, faz-se necessário que o *serious game* possua três requisitos: Objetivos claros, Feedback imediato em relação ao progresso no jogo e desafios apropriados ao nível de habilidade do usuário. Curiosamente, dois dos requisitos são semelhantes aos sugeridos por Borghese et al. (2013), para quem o *serious game* se caracteriza como ferramenta para reabilitação, e com as categorias do modelo de *Game Flow*, citados por Sweetser e Wyeth (2005) e Almeida e Machado (2021).

A Figura 5, segundo Nakamura e Csikszentmihalyi (2014), é o gráfico que demonstra o modelo original de estado de fluxo, no qual o fluxo fica em um equilíbrio entre a ansiedade e o tédio, quando o jogo apresenta os requisitos necessários para o alcance do estado, envolvendo o desafio apresentado pelo *serious game*, e a habilidade do usuário.

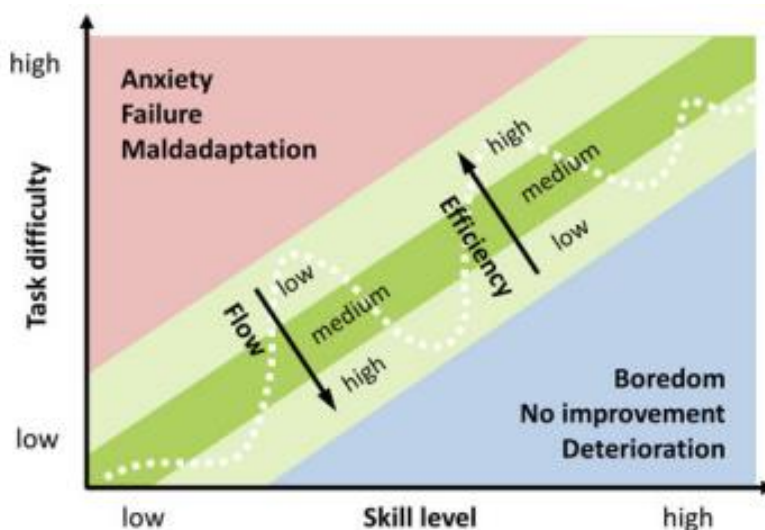
Figura 5 – Segundo Nakamura e Csikszentmihalyi (2014), o original modelo de “flow state”



Fonte: Traduzido e Adaptado de Nakamura e Csikszentmihalyi (2014).

Dörner et al (2016) apresenta um gráfico do estado de fluxo de forma mais elaborada, no qual mostra o eixo do nível de dificuldade e a dificuldade da tarefa, demonstrando que quanto menor a habilidade do usuário, e maior a dificuldade, maior a possibilidade de ele apresentar ansiedade ao realizar as tarefas no jogo, má adaptação ao *serious game* e maior sensação de fracasso. Por outro lado, quanto menor a dificuldade do usuário e maior a habilidade, mais ele se apresentará tedioso, sem sensação de avanço. O estado de fluxo se encontra no equilíbrio entre o aumento gradativo do nível de dificuldade, de acordo com a melhora da habilidade do usuário, estando em constância variação dentro de um patamar de equilíbrio (Figura 6).

Figura 6 – Gráfico do Estado de Fluxo, segundo Dörner et al. (2016)



Fonte: Dörner et al. (2016).

2.3 INTELIGÊNCIA EM JOGOS DIGITAIS

Diante de um problema se faz necessário escolher uma ação e usá-la, entre um leque de possibilidades, para prevenção e/ou resolubilidade de tal questão. Esse processo é denominado Tomada de Decisão (MORAES; SOARES, 2016).

Tais modelos são utilizados na Inteligência Artificial dos jogos digitais para auxílio na tomada de decisão e monitoramento dos comportamentos do jogador no ambiente virtual. Os modelos de tomada de decisão em jogos virtuais estão implementados na mecânica do jogo, considerando a Tétrade de Schell Expandida (MACHADO; COSTA; MORAIS, 2018). Atentando aos requisitos da mecânica, sugeridos por Schell (2014), o modelo de tomada de decisão está dentro das regras. Esses modelos recebem os dados de entrada, processam tais dados utilizando expressões estatísticas, matemáticas ou computacionais e geram uma resposta ao usuário. Nos *serious games*, por exemplo, as respostas podem ser dadas a partir do balanceamento de nível dificuldade, aparecimento de objetos, mudança de cena, abertura de fases, mudança de espaço e interação entre personagens. A escolha do método é baseada em qual tipo de variável será utilizada no tipo de resposta e no tempo de resposta. (COSTA; MACHADO; MORAES, 2014; COSTA et al., 2016; ALMEIDA, 2015; LOPES, 2019).

Millington e Funge (2009) sugerem um modelo básico de inteligência artificial, composto por três níveis: estratégia, movimento e tomada de decisão. Não se faz necessária a implementação dos três simultaneamente, e a determinação de qual será elencado como prioridade dependerá do tipo de jogo. O movimento refere-se ao algoritmo que recebe os dados de entrada e, baseado nesse sistema de tomada de decisão, avalia as ações e determina qual a resposta mais apropriada para ela, a partir dos dados de entrada. A estratégia relaciona-se com o tipo da Tomada de Decisão.

Segundo Schell (2014), dentro da mecânica de um *serious game* existem vários requisitos, incluindo as regras. São essas regras que geram os desafios do jogo. Desafios esses que, quando são superados, resultam em recompensas. Dentro dessas regras, está o modelo de tomada de decisão, que avaliará o comportamento do usuário a partir dos dados de entrada e gerará uma resposta ao usuário.

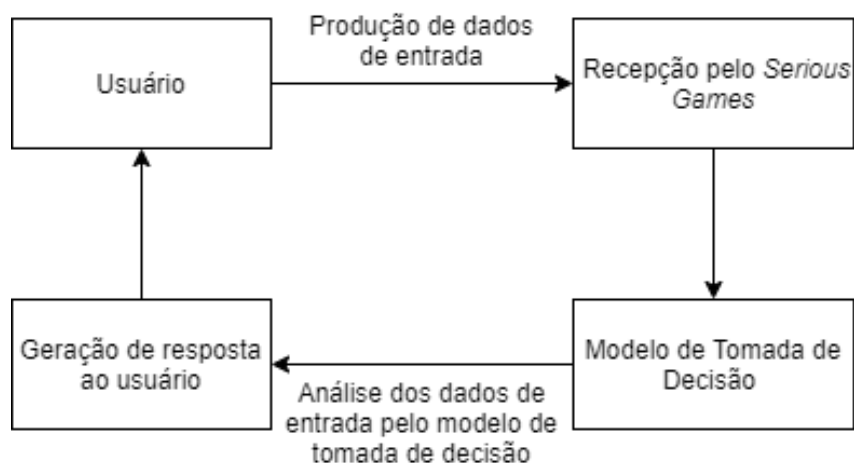
Associado a isso, a teoria do fluxo, descrita por Dörner et al. (2016), relata sobre a necessidade de feedback imediato de progresso e desafios ao nível de habilidade do usuário. Tais pontos são dependentes das regras, pois a partir dos dados de entrada, produzidos pelo usuário, é que essas respostas irão surgir.

2.3.2 Modelos de Tomada de Decisão e *Serious Games*

Segundo Batista, Machado e Valença (2019) relatam que *serious game* são jogos digitais com propósitos que vão além do entretenimento. Em se tratando dos modelos de tomada de decisão, a resposta ao usuário, baseado no comportamento do indivíduo, precisa contribuir para esses propósitos além do entretenimento.

O módulo responsável pela tomada de decisão nos *serious games*, baseia-se nos dados de entrada fornecidos pelo jogador. O modelo de tomada de decisão analisa o comportamento do usuário e acompanha suas ações, coletando dados e definindo qual a melhor resposta para cada momento do jogo, além de gerenciar o nível de dificuldade. A escolha de um ou de uma combinação de métodos é baseada em qual tipo de variável será utilizada, no tipo e no tempo de resposta dada ao usuário (COSTA; MACHADO; MORAES, 2014; COSTA et al., 2016) (Figura 7).

Figura 7 – Análise dos Dados de Entrada via Modelo de Tomada de Decisão e Resposta ao Usuário



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Considerando as decisões dos modelos nos *serious games*, as respostas ao usuário têm como base seu comportamento e seu propósito do jogo, como explana a Figura 7. Se for um *serious game* voltado para o processo de reabilitação, a tomada de decisão será modelada para que a resposta ao usuário o proteja de excessos e, ao mesmo tempo, o auxilie no processo de reabilitação progressivamente.

Segundo Bourg e Seeman (2004), os métodos de tomada de decisão podem ser divididos em deterministas e não-deterministas. Ele sugere que os métodos deterministas sejam utilizados quando existe previsibilidade do comportamento do usuário e, costumeiramente, são mais rápidos e fáceis de serem implementados. Os métodos deterministas exigem do desenvolvedor

uma previsibilidade em relação ao comportamento do usuário em todos os cenários, e apesar da velocidade de implementação e facilidade, eles podem tornar o jogo previsível e pouco atrativo em curto prazo.

Segundo Costa, Machado e Moraes (2014), os métodos não-deterministas são aplicados quando os comportamentos no jogo apresentam graus de incerteza, excluindo a necessidade do desenvolvedor de antecipá-los.

Dentro dos modelos deterministas, destacamos o Sistema Baseado em Regras, que, segundo Costa, Machado e Moraes (2014), são regras baseadas em “condição-ação”, em que um certo conhecimento específico está diagramado em forma de regras. Essas regras precisam ter todas as possibilidades de “condição-ação” e devem ser percorridas individualmente para que a ação seja avaliada, gerando uma condição determinada para a situação específica, reunindo conhecimento de forma codificada.

O Sistema Baseado em Regras pode ser simples, utilizando afirmações em conjunto e regras específicas para ação baseada na afirmação. Ele necessita possuir três elementos: conjunto de condições, que está diretamente ligado com as variáveis; um conjunto de regras e critérios para determinar a solução do problema ou indicar que essa solução não existe. As regras são compostas pelo “SE”(IF), que é a condição; e o “ENTÃO”(THEN), que é a ação (GROSAN; ABRAHAM, 2011).

3 O *SERIOUS GAME* GIROJAMPA

Após a realização da revisão de literatura, observou-se uma escassez de proposições de desenvolvimento de *serious games* para o público usuário de cadeira de rodas. Os poucos encontrados, apresentavam sensorização voltada para captação de movimento de membros superiores ou simulação de movimentação das rodas da cadeira. Nenhum possuía o objetivo de treino de deslocamento com a cadeira, visando condicionamento físico e reabilitação. Além do mais, nenhuma das propostas apresentavam, como característica estética, referência a um lugar conhecido dos usuários ou método de monitorização utilizando a percepção de esforço.

As pessoas com deficiência, pelo déficit de autonomia e pela deficiência física, sofrem com fatores motivacionais como ansiedade e depressão, por depender de ajuda para realização de atividades consideradas básicas, como se deslocar. No uso da cadeira de rodas, alguns usuários têm medo de se locomover em lugares abertos, devido a insegurança nesses espaços.

A dificuldade existe por diversos motivos relacionados ao manuseio da cadeira, limitações físicas, como também, aceitação da atual situação e as limitações impostas por eventos externos, de forma que a pessoa com deficiência não enxergue as possibilidades de readaptação diante da nova realidade.

Visto as proposições encontradas na literatura, a proposta desse projeto foi a do desenvolvimento de um protótipo de *serious game*, voltado para pessoa com deficiência com lesão medular, visando o deslocamento com a cadeira de roda, de forma lúdica e segura, auxiliando na reabilitação motora, no condicionamento físico e na melhora dos aspectos motivacionais.

O diferencial do *serious games* proposto é a utilização da sensorização de um ergômetro para cadeira de rodas, desenvolvido por Souto (2018), que transmite os dados de movimentação das rodas da cadeira do usuário para o jogo e a presença de requisitos de satisfação e de uso da Escala de Borg como monitorização da Percepção de Esforço.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento do GiroJampa foram consideradas as seguintes etapas: Levantamento dos requisitos, definição dos dispositivos de interação, elaboração do *game design document*, elaboração do modelo de tomada de decisão, implementação do GiroJampa e realização dos testes.

4.1 LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS

O levantamento de requisitos é o processo de investigação das necessidades do usuário que utilizará o *serious game* a ser desenvolvido.

Para isso, foi realizado levantamento literário, entre outubro de 2019 a outubro de 2020, sem delimitação de período de publicação, utilizando as seguintes bases de dados e bibliotecas virtuais: Google Scholar, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), National Library of Medicina (NLM), Periódicos CAPES, IEEE Xplore Digital Library, Science Direct.

Como palavras-chave, foram consideradas “neuroplasticidade”, “aprendizado motor” e “*serious games*”, com as combinações necessárias realizadas em português e inglês com exceção do termo “*serious game*”, que não foi traduzido para o português.

Também foi realizada entrevista semiestruturada com usuários de cadeira de rodas, do Projeto de Extensão de Condicionamento Físico para pessoas com Lesão Medular, do Departamento de Educação Física na UFPB, da Universidade Federal da Paraíba, abordando os seguintes pontos: manuseio com a cadeira de rodas, deslocamento em ambientes abertos e preferência de pontos turísticos da cidade de João Pessoa/PB.

4.2 DEFINIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO

Os dispositivos de interação são um dos meios de interação do usuário com o SG, gerando dados de entrada para o método de tomada de decisão.

No GiroJampa, como dispositivos de interação, foram utilizados o ergômetro para cadeira de rodas desenvolvido por Souto (2018), além da sensorização por linha ligada ao cilindro do ergômetro, desenvolvida por Souto, Siebra e Silva (2019).

4.3 ELABORAÇÃO DO GAME DESIGN DOCUMENT

Foi elaborado o *game design document (GDD)* que, como o nome sugere, é o documento de design do *serious game*, através do qual os desenvolvedores reúnem e descrevem todos os elementos de composição do *serious game* como enredo, mecânica, regras e objetivo, jogabilidade e tecnologia (MACHADO et al., 2011).

4.4 ELABORAÇÃO DO MODELO DE TOMADA DE DECISÃO

Foi desenvolvido um modelo computacional, baseado em regras lógicas, o Sistema Baseado em Regras, capaz de receber e processar os dados de entrada e gerar uma resposta ao usuário, realizando avaliação do desempenho do usuário e balanceamento do nível de dificuldade.

O modelo se utiliza das seguintes variáveis quantitativas contínuas independentes para tomada de decisão: distância percorrida, tempo para realização da tarefa e índice de percepção de esforço de Borg.

Seguindo a descrição de Grosan e Abraham (2011), o sistema funcionará através de três elementos: em relação primeiro elemento, o conjunto de condições, relacionadas à distância percorrida, ao tempo para realização da tarefa e ao índice de percepção de esforço de Borg; o segundo elemento, um conjunto de regras, que serão descritas passo a passo, sendo compostas pelo “SE”(IF), que é a condição; e o “ENTÃO”(THEN), que é a ação; e o terceiro elemento, o conjunto dos critérios para determinar a solução do problema ou indicar que essa solução não existe. Os critérios definidos foram:

- Iniciante: Andar 300 metros, em 6 minutos (360 segundos). E ao final, apresentar BORG < 14.
- Intermediário: Andar 500 metros, em 7 minutos (420 segundos). E ao final, apresentar BORG < 10.
- Avançado: Andar 850 metros, em 8 minutos (480 segundos). E ao final, apresentar BORG < 10.

Os critérios relacionados à distância foram definidos, considerando o tamanho original do percurso, que é 850 metros. Os critérios relacionados ao tempo, foram baseados no *Guidelines* de Exercício para Adultos com Lesão Medular (GINIS et al., 2018), que propõe 20 minutos como tempo para realização de exercícios aeróbicos para pessoas com lesão medular.

Os critérios utilizados no índice de percepção de esforço são subdivisões presentes na Escala de Borg (Figura 3) (CABRAL et al, 2020).

4.5 IMPLEMENTAÇÃO

Baseado nos requisitos da Tétrade de Schell Expandida, descrita por Machado, Costa e Morais (2018), foi desenvolvido um protótipo para teste de movimentação do avatar, scripts de programação e projeções do cenário e implementação de modelo de tomada de decisão.

O protótipo do *serious games* foi desenvolvido no *motor engine* Unity 3D, sendo utilizados *assets* fornecidos pela própria Unity, ou modelagem realizada no *software* Blender.

Os scripts foram desenvolvidos em C#, visando movimentação de câmera, movimentação de avatar, movimentação de luz, mudança de cenas, aparecimento de objetos e implementação do modelo de decisão. O Sistema Baseado em Regras, modelo de decisão escolhido para o *serious game*, foi adaptado para, a partir dos dados de entrada, avaliar o desempenho do usuário e balancear o nível de dificuldade, proporcionando resposta ao usuário.

Para avaliação de percepção de esforço, foi utilizada a Escala de Percepção de Esforço de BORG de 6 a 20. Ela possui 15 divisões e é utilizada para avaliar subjetivamente qual é a percepção do usuário em relação ao esforço realizado para conseguir cumprir a tarefa sugerida (CABRAL et al., 2020).

4.6 TESTES

Diante do quadro de pandemia, consequência da COVID-19, a realização de testes presenciais foi inviabilizada. Nesse sentido, para os testes, foram gerados conjuntos de dados, baseados em dados captados de testes reproduzidos por Souto, Siebra e Silva (2019), com o uso do ergômetro para cadeira de rodas, com usuários de cadeira de rodas. Foram criados perfis, simulando diversas situações, para a realização dos testes relacionados ao modelo de tomada de decisão para balanceamento do nível de dificuldade e da avaliação do desempenho do usuário.

Foram simulados os dados de tempo e de velocidade, visto o algoritmo desenvolvido para a leitura. O tempo foi intervalado, respeitando o intervalo de leitura dos dados originais fornecidos por Souto, Siebra e Silva (2019). A velocidade foi simulada dentro das faixas necessárias para percorrer em cada nível (iniciante, intermediário, avançado).

5 RESULTADOS

5.1 LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS

A busca literária e a entrevista semiestruturada foram fundamentais para o reconhecimento das necessidades da população escolhida e a realização do levantamento de requisitos, baseados no objetivo do uso do *serious games*, assunto principal, público-alvo, cenário e graduação de dificuldade.

- **Objetivo do uso do SG:**

Estimular o deslocamento com a cadeira de roda, de forma lúdica e segura, da pessoa com deficiência com lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, através do treino de condicionamento físico.

- **Assunto principal:**

Dificuldade da pessoa com deficiência com lesão medular no deslocamento com a cadeira de roda em ambientes abertos.

- **Público-alvo**

Pessoa com deficiência com lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, em uso de cadeira de rodas.

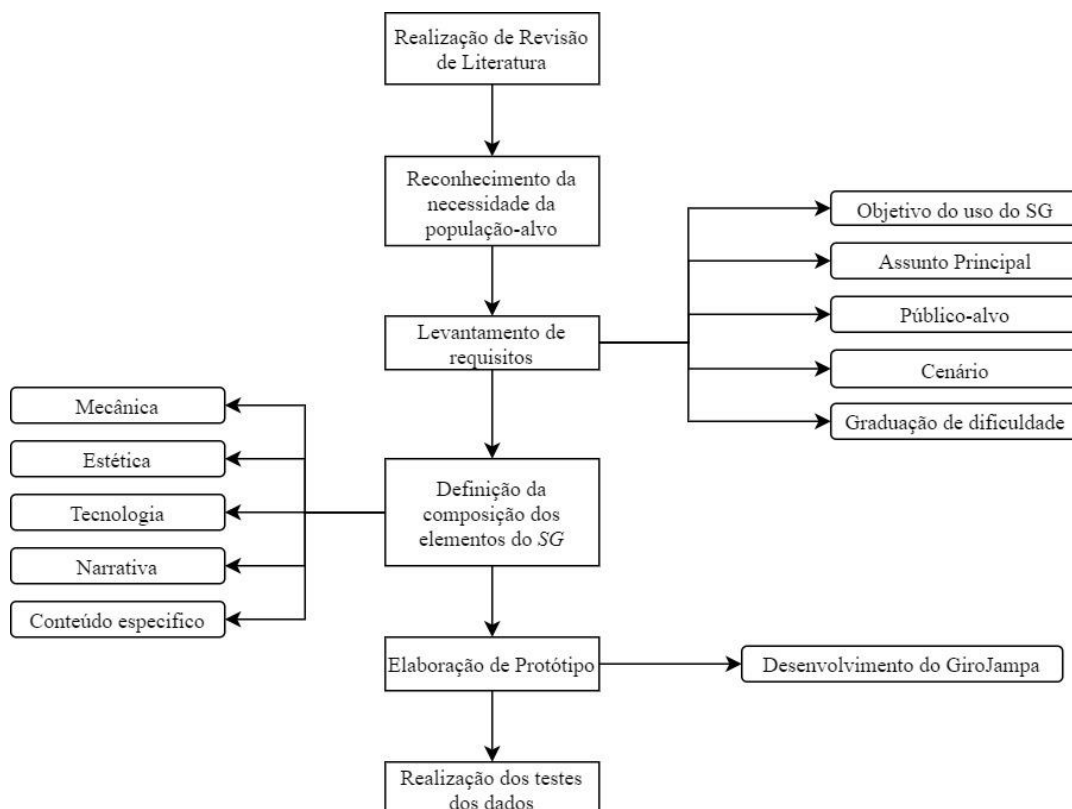
- **Cenário:**

Orla praiana de João Pessoa, do Busto de Tamandaré até o Hotel Tambaú.

- **Graduação de dificuldade:**

Realizada a partir da adaptação de um modelo de decisão, que realize avaliação do desempenho do usuário e balanceie o nível de dificuldade a partir da monitorização de variáveis pré-estabelecidas.

Na sequência, definiu-se a composição básica dos elementos de um *serious game*, baseado em Machado, Costa e Moraes (2018) e realizou-se a elaboração do protótipo e desenvolvimento do GiroJampa, realizando os testes com dados (Figura 8).

Figura 8 – Etapas de desenvolvimento, segundo Braga et al. (2021)

Fonte: Traduzido de Braga et al. (2021), p.491.

5.2 DEFINIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO

O GiroJampa foi desenvolvido para ser utilizado em dispositivos móveis. Seu uso é associado a um ergômetro para cadeira de rodas desenvolvido por Souto (2018), sensorizado, que envia os dados para o dispositivo por *bluetooth*. Porém, como protótipo, foi desenvolvido para ser testado em computadores com sistema operacional Windows.

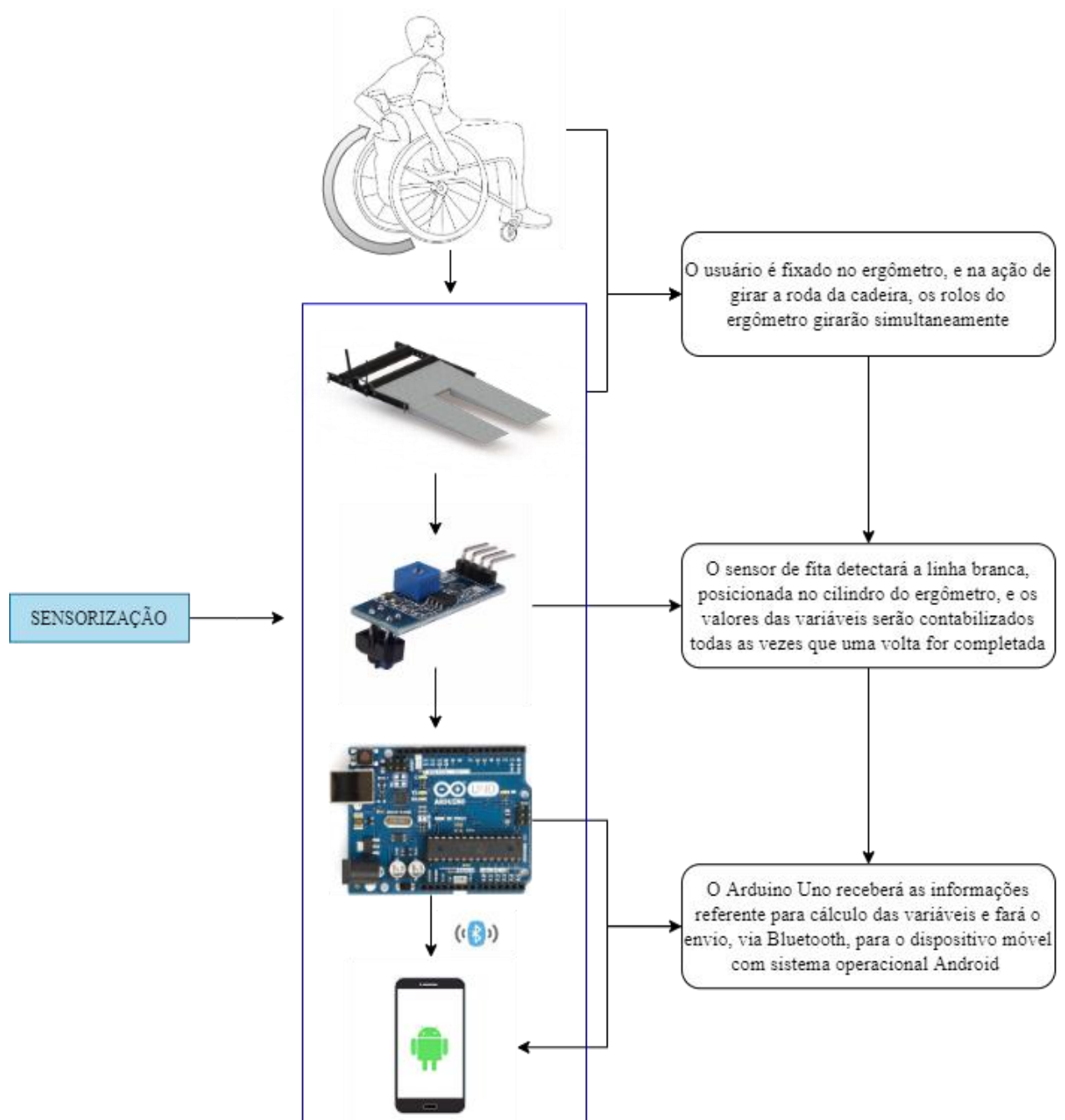
O indivíduo é preso em um ergômetro para cadeira de rodas para usuários de cadeira de rodas, formado por dois rolos, com sensorização por linha. O sensor, ligado a um Arduino Uno, é posicionado no cilindro do ergômetro. O cilindro é preto, marcado por uma linha branca. A contagem acontece toda vez que o sensor detecta a linha branca, quando o cilindro completa uma volta completa. A partir do movimento que o indivíduo faz para girar a roda da cadeira, consequentemente, os cilindros da esteira girarão junto, segundo Souto, Siebra e Silva (2019) (Figura 9).

Considerou-se para o protótipo que o indivíduo está colocado em frente a tela ligada a um computador. Como projeto futuro, o GiroJampa será adaptado para ser utilizado em

dispositivos móveis que contenham acelerômetro e giroscópio, visando o uso dos óculos de realidade virtual e *headset*.

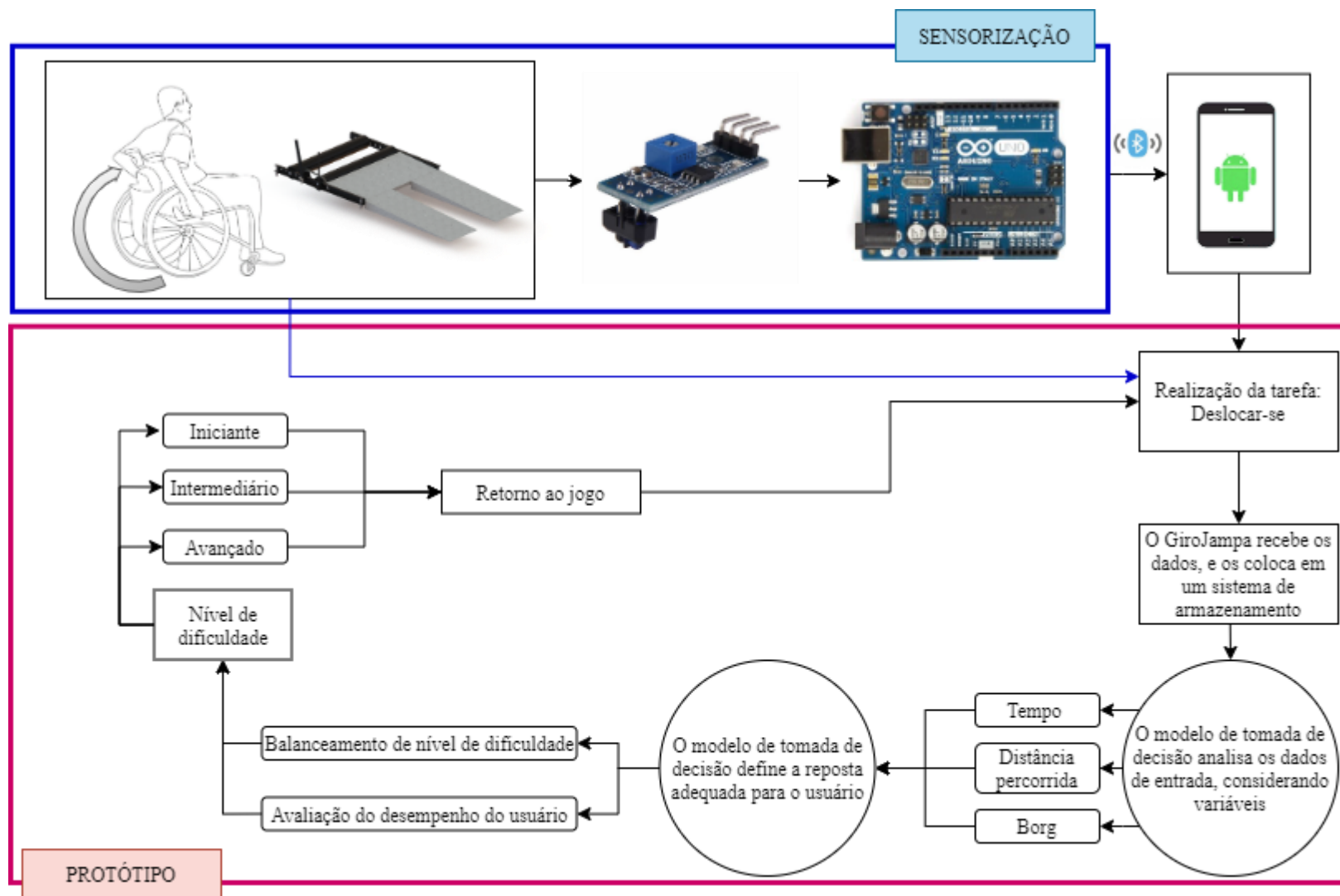
O modelo de tomada de decisão implementado recebe e processa os dados de entrada e realiza a avaliação do desempenho do usuário e o balanceamento do nível de dificuldade, para dar *feedback* ao usuário (Figura 10).

Figura 9 – Sistema de Sensorização, segundo Souto, Siebra e Silva (2019)



Fonte: Elaborada pelo autor (2021), seguindo a descrição de Souto, Siebra e Silva (2019).

Figura 10 – Esquematização da tecnologia do *serious game*, segundo Braga et al (2021)



Fonte: Traduzido de Braga et al (2021), p.493.

5.3 ELABORAÇÃO DO *GAME DESIGN DOCUMENT*

O *GDD* reuniu todos os elementos que compõe o *serious game*, em uma máquina com processador Intel i5 8ª geração, 8GB de memória RAM, sistema operacional *Windows 10 Home Basic* (64x), no *Unity 3D*, utilizando scripts desenvolvidos em C#, respeitando os elementos da Tétrade de Schell Expandida (MACHADO; COSTA; MORAIS, 2018) (APÊNDICE A).

5.3.1 Requisitos de *Game Flow*

Pensando na satisfação do usuário, a mecânica do jogo considerou critérios do *Game Flow*, construído por Sweetser e Wyeth (2005). O *Game Flow* é um modelo que descreve algumas condições para a sensação de satisfação, que é sentida durante a utilização de um jogo (ALMEIDA; MACHADO, 2021).

O GiroJampa possui elementos que respeitam os critérios de avaliação de satisfação de Sweetser e Wyeth (2005). Dentre os oito critérios, sete são contemplados de alguma forma. Concentração, desafio, habilidade do jogador, controle, objetivos claros, *feedback* e imersão possuem elementos contemplados, não sendo abordado apenas interação social.

Foi desenvolvido um Questionário de Satisfação do GiroJampa (APÊNDICE B), baseado nos requisitos de satisfação citados por Almeida e Machado (2021) e Ramos e Machado (2021) para avaliação da presença de requisitos que levem o usuário a sentir a sensação de satisfação ao utilizar o GiroJampa. Todavia, visto que a pandemia ocasionada pelo Covid-19 impossibilitou a realização de testes presenciais e obrigou a realização de testes com dados criados, não houve possibilidade da aplicação do questionário.

O questionário é composto por duas partes: A primeira reúne as informações pessoais do jogador, como gênero, idade, numeração do questionário, diagnóstico clínico, tempo de uso de cadeira de rodas, avaliação se o jogador costuma utilizar videogame e se ele gostou de utilizar o GiroJampa. A segunda parte é composta por 24 questões divididas em 8 categorias: Concentração, Desafio, Habilidade do Jogador, Controle, Objetivos, *Feedbacks*, Imersão e Condicionamento em Saúde. A pontuação foi desenvolvida através de uma inspiração na Escala de Likert (DALMORO; VIEIRA, 2013). A pontuação é organizada em cinco categorias, inspiradas na Escala de Likert (NEMOTO; BEGLAR, 2014; BARUA, 2013): concordo muito, concordo, indiferente, discordo, discordo muito; para cada uma é atribuído um valor: concordo muito (5), concordo (4), indiferente (3), discordo (2), discordo muito (1).

5.4 ELABORAÇÃO DO MODELO DE TOMADA DE DECISÃO

O balanceamento de dificuldade, realizado a partir da avaliação do desempenho do usuário, é importante para manter o usuário em nível confortável, deixando a experiência satisfatória. Esse ajuste foi realizado no GiroJampa através de lógica clássica, utilizando o Sistema Baseado em Regras (COSTA; MACHADO; MORAES, 2014),

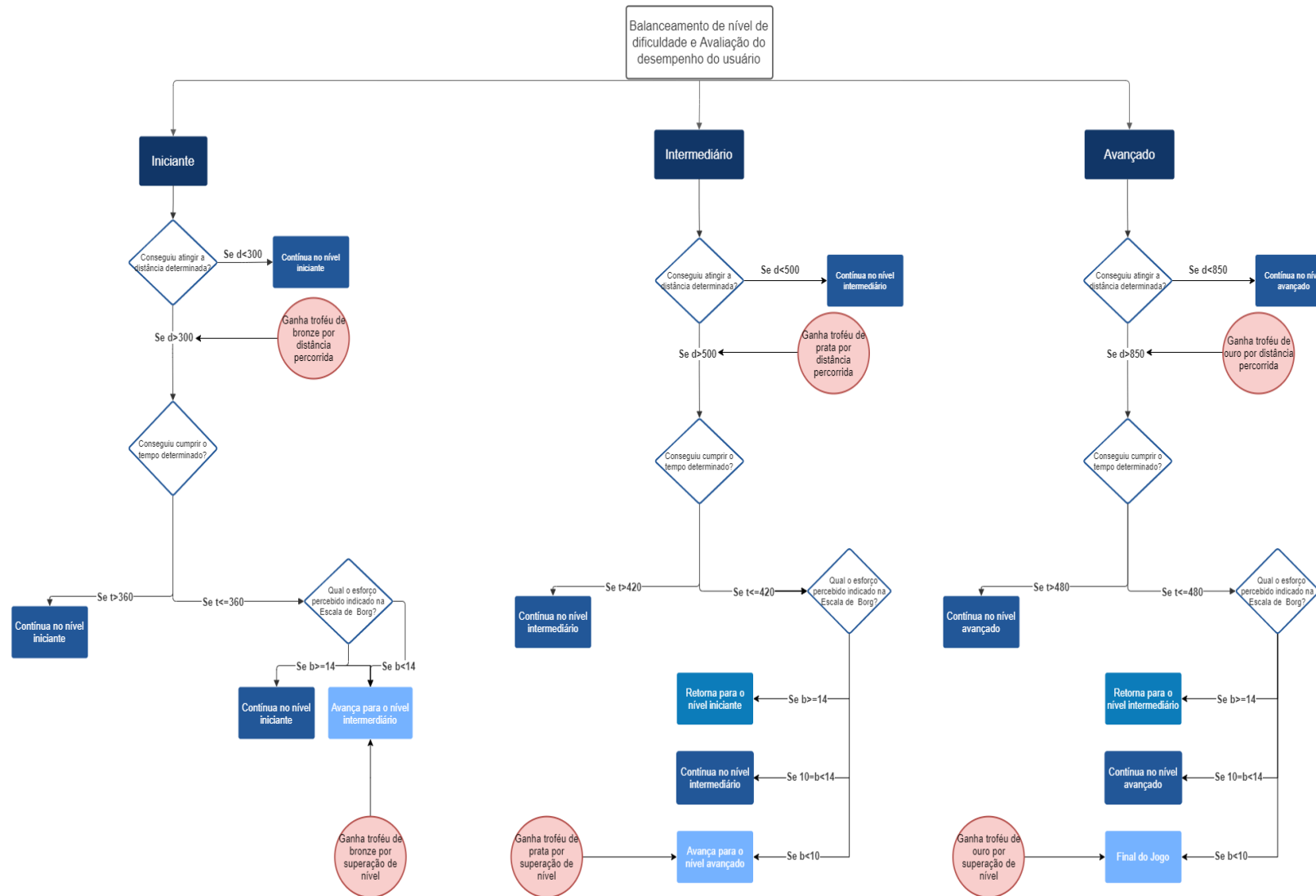
São necessários três elementos básicos para o Sistema Baseado em Regras, segundo Grosan e Abraham (2011): conjunto de condições, baseado nas variáveis quantitativas contínuas independentes de distância, de tempo e de índice de BORG; o conjunto de regras, que reúne as condições e ações; e os critérios para determinação de solução dos problemas. As regras (descritas nos tópicos 5.4.1 e 5.4.2) foram divididas em dois grupos: regras referentes ao balanceamento do nível de dificuldades e regras referente à avaliação do desempenho do usuário. Dentro das regras, encontram-se os critérios para solução dos problemas, com base no valor das variáveis.

Para as regras referentes ao balanceamento de dificuldades, foi realizada uma subdivisão: iniciante, intermediário e avançado. As regras ajustam o nível de dificuldade do GiroJampa como resposta às ações do usuário. Esse ajuste será comunicado em tela ao usuário, e colocado em prática na próxima vez que o jogo for utilizado pelo usuário. Para avaliação do desempenho do usuário, as regras têm como ação a oferta de troféus.

Intuitivamente, baseado nas regras de balanceamento de nível de dificuldade e avaliação do desempenho do usuário, também ocorre a transição de telas e cenas dentro do jogo, visto que elas dependem do processamento dos dados de entrada e dá resposta do modelo de tomada de decisão para o usuário.

Considerando a teoria do fluxo apresentada na Figura 6, Dörner et al (2016) demonstra que quanto menor a habilidade do usuário e maior a dificuldade para realização da tarefa, maior a possibilidade do usuário se apresentar ansioso e com sensação de fracasso. A consequência desse conjunto de fatores é a perda do interesse em utilizar o *serious game*. O diagrama apresentado na Figura 11 esquematiza a formulação das regras, pensadas para que o modelo de tomada de decisão mantenha o equilíbrio entre habilidade e dificuldade. No GiroJampa, o nível de dificuldade aumenta gradativamente, de acordo com a melhora da habilidade do usuário, consequência da melhora da sua condição física e do seu condicionamento físico. Espera-se que as regras consigam manter a experiência do estado de *flow* ao usuário, estimulando-o a realizar as atividades, evoluir no jogo gradativamente, não perdendo o interesse de utilizar o *serious game*.

Figura 11 – Fluxograma das Regras Condicionais Definidas para realização-avaliação do Desempenho do Usuário e Balanceamento do nível de Dificuldade



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5.4.1 Regras referentes ao balanceamento do nível de dificuldades:

- Balanceamento do Nível de Dificuldade:

Os pontos de corte presente nas regras – determinação de tempo, delimitação de distância e definição de níveis de esforço – são fundamentais, visto que são as condicionais no Sistema de Baseado em Regras.

- Nível Iniciante:

SE <não atingiu a distância determinada (300 metros)>, ENTÃO <independente do cumprimento de tempo (360 segundos) e índice de BORG, continua no nível iniciante >.

SE <atingiu a distância determinada (300 metros) e não atingiu o tempo determinado (360 segundos) >, ENTÃO <independente do índice de BORG, continua no nível iniciante>.

SE <atingiu a distância determinada (300 metros) e atingiu o tempo determinado (360 segundos)>, SE <o índice de BORG for maior igual que 14>, ENTÃO <continua no nível iniciante>.

SE <atingiu a distância determinada (300 metros) e atingiu o tempo determinado (360 segundos)>, SE <o índice de BORG for menor que 14>, ENTÃO <avança para o nível intermediário>.

- Nível Intermediário:

SE <não atingiu a distância determinada (500 metros)>, ENTÃO <independente do cumprimento de tempo (420 segundos) e índice de BORG, continua no nível intermediário >.

SE <atingiu a distância determinada (500 metros) e não atingiu o tempo determinado (420 segundos) >, ENTÃO <independente do índice de BORG, continua no nível iniciante>.

SE <atingiu a distância determinada (500 metros) e atingiu o tempo determinado (420 segundos)>, SE <o índice de BORG for maior igual que 14>, ENTÃO <retorna para o nível iniciante>.

SE <atingiu a distância determinada (500 metros) e atingiu o tempo determinado (420 segundos)>, SE <o índice de BORG for menor que 14, até igual a 10>, ENTÃO <continua no nível intermediário>.

SE <atingiu a distância determinada (500 metros) e atingiu o tempo determinado (420 segundos)>, SE <o índice de BORG for menor que 10>, ENTÃO <avança para o nível avançado>.

- Nível Avançado:

SE <não atingiu a distância determinada (850 metros)>, ENTÃO <independente do cumprimento de tempo (480 segundos) e índice de BORG, continua no nível avançado >.

SE <atingiu a distância determinada (850 metros) e não atingiu o tempo determinado (480 segundos) >, ENTÃO <independente do índice de BORG, continua no nível avançado>.

SE <atingiu a distância determinada (850 metros) e atingiu o tempo determinado (480 segundos)>, SE <o índice de BORG for maior igual que 14>, ENTÃO <retorna para o nível intermediário>.

SE <atingiu a distância determinada (850 metros) e atingiu o tempo determinado (480 segundos)>, SE <o índice de BORG for menor que 14, até igual a 10>, ENTÃO <continua no nível avançado>.

SE <atingiu a distância determinada (850 metros) e atingiu o tempo determinado (480 segundos)>, SE <o índice de BORG for menor que 10>, ENTÃO <finaliza o jogo>.

5.4.2 Regras referentes a avaliação do desempenho do usuário:

- Nível Iniciante:

SE <atingir a distância determinada (300 metros)>, ENTÃO <ganha troféu de bronze por distância percorrida>.

SE <alcançar a mudança de nível (iniciante para intermediário)>, ENTÃO <ganha troféu de bronze por mudança de nível>.

- Nível Intermediário:

SE <atingir a distância determinada (500 metros)>, ENTÃO <ganha troféu de prata por distância percorrida>.

SE <alcançar a mudança de nível (intermediário para avançado)>, ENTÃO <ganha troféu de prata por mudança de nível>.

- Nível Avançado:

SE <atingir a distância determinada (850 metros)>, ENTÃO <ganha troféu de ouro por distância percorrida>.

SE <alcançar a superação de nível (atingir todos os objetivos do avançado)>, ENTÃO <ganha troféu de ouro por superar o nível>.

5.5 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação respeitou os elementos da “Tétrade de Schell Expandida” de Machado, Costa e Morais (2018).

5.5.1 Conteúdo Específico:

Dificuldade da pessoa com deficiência com lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, em se deslocar com a cadeira de rodas em ambiente aberto.

5.5.2 Narrativa:

A narrativa remete a um personagem com diagnóstico de lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, usuário de cadeira de rodas, que tem medo de se locomover em ambientes abertos e se isola em casa. Durante o enredo do jogo, ele irá se deslocar na orla da praia de João Pessoa/PB, no percurso entre o Busto de Tamandaré e o Hotel Tambaú. Durante o jogo, haverá interação do *serious game* com usuário, apresentando palavras de incentivo.

O nome GiroJampa possui influência estética e funcional. O Giro refere-se ao movimento da roda da cadeira de rodas, que gira para o usuário de locomover. Jampa refere-se ao cenário, que foi baseado na orla praiana da cidade de João Pessoa/PB.

O indivíduo terá três níveis: iniciante, intermediário e avançado. Cada um com os seguintes objetivos:

- Iniciante: Andar 300 metros, em 6 minutos. E ao final, apresentar BORG < 14.
- Intermediário: Andar 500 metros, em 7 minutos. E ao final, apresentar BORG < 10.
- Avançado: Andar 850 metros, em 8 minutos. E ao final, apresentar BORG < 10.

5.5.3 Estética:

O cenário foi desenvolvido de forma simplificada, visto que o *serious game* é um protótipo. Ele foi ambientado na orla praiana de João Pessoa (Figura 12), onde o usuário se deslocará pela calçada. Ele percorre o trajeto até atingir a meta diária de distância, tempo, em determinado nível de percepção de esforço para desbloqueio de novos trajetos. Haverá mensagens de incentivo durante o percurso, e a distância pré-determinada necessitará ser alcançada pelo usuário, resultando em conquista de troféu.

Foram utilizados gráficos com cores vivas e cartoonizadas, com o personagem se deslocando para frente, em primeira pessoa. Na tela, além do cenário, há botão para sair do jogo, e uma barra na parte superior, com os seguintes valores: tempo real, distância atual, velocidade atual do tempo geral jogado e da distância total percorrida, sendo esses dois últimos referentes à totalidade de vezes que o *serious game* foi jogado (Figura 4). Para desenvolvimento do cenário, foram utilizados *assets* gratuitos da Unity e desenvolvimento de objetos em software de edição e no próprio *motor engine*.

Figura 12 – Cenário do GiroJampa, apresentado em primeira pessoa, no nível iniciante

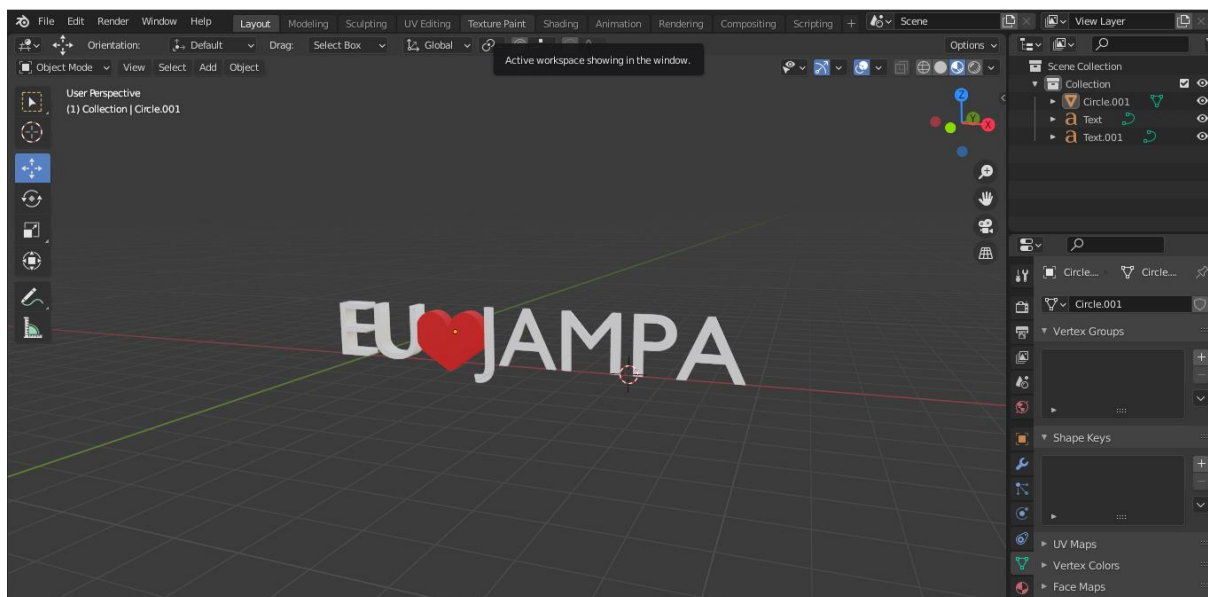


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O objeto representado por “I ♥ JAMPA” (Figura 13), os quiosques (Figura 14) e o Hotel Tambaú (Figura 15) foram construídos no software multiplataforma, de código aberto, *Blend*, utilizado para realização de edição de vídeo, composição de cenário,

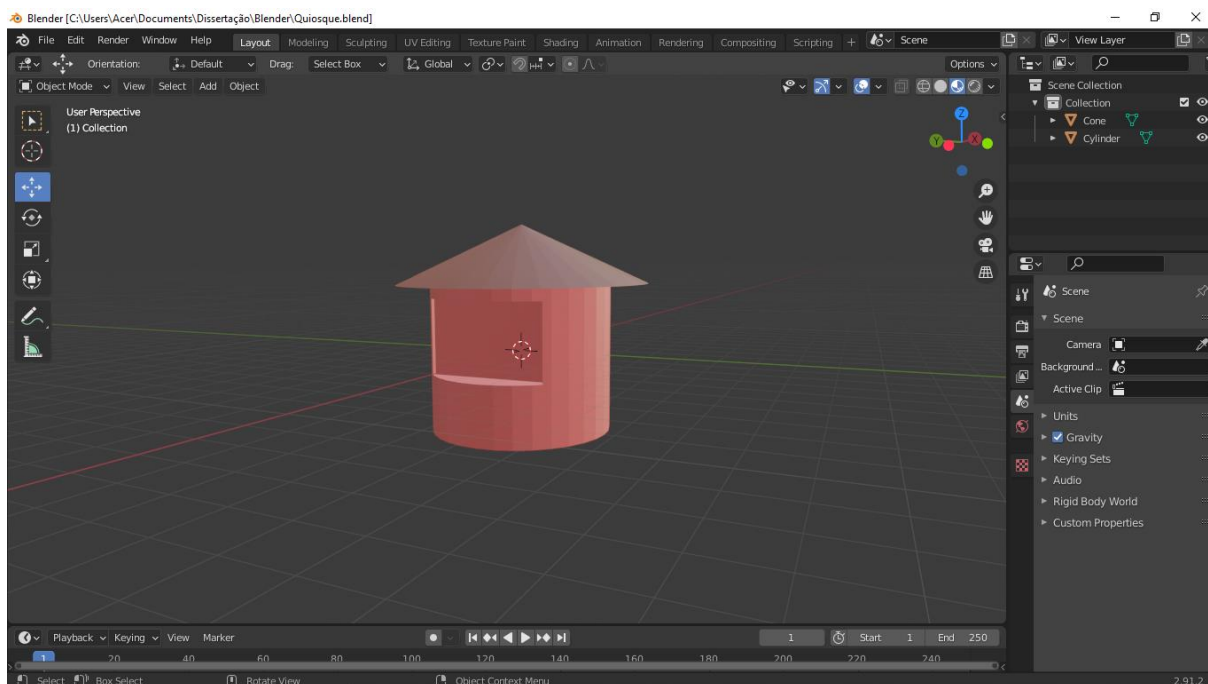
renderização, texturização, animação e modelagem de objetos. Eles foram modelados, com o objetivo de o esboço transparecer a lembrança de elementos da orla original.

Figura 13 – Modelagem do “I ♥ JAMPA”



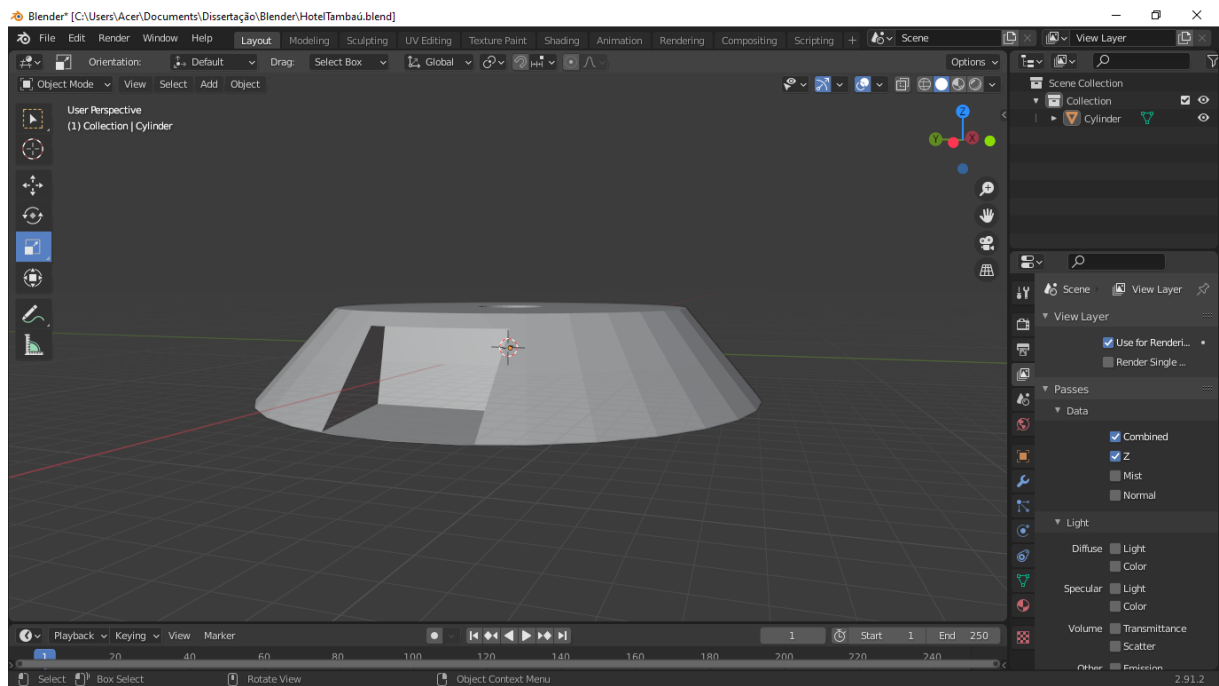
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Figura 14 – Modelagem dos Quiosques



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 15 – Modelagem do Hotel Tambaú



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Os outros itens que compõem o cenário (carros, árvores, areia, pista, prédios, semáforos, postes) foram utilizados a partir de *assets* disponibilizados pelo Unity 3D, ou criados na própria “*motor engine*” (Figura 16).

Figura 16 – Cenário utilizando os *assets* da Unity 3D



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Existem três níveis no jogo: iniciante, intermediário e avançado. Cada nível possui seus objetivos propostos e suas condições para ascensão ou regressão de nível. As cenas serão diferenciadas visualmente pela mudança na iluminação do dia. No nível iniciante, a cena se apresenta diurno, com o céu azul com nuvens (Figura 12).

No nível intermediário, a cena se apresenta com o céu no entardecer (Figura 17). No nível avançado, a cena se apresenta com o céu durante o anoitecer (Figura 18). Na apresentação das figuras fica clara a mudança de cenário quando há mudança do nível de dificuldade.

Figura 17 – Cenário do jogo no nível intermediário



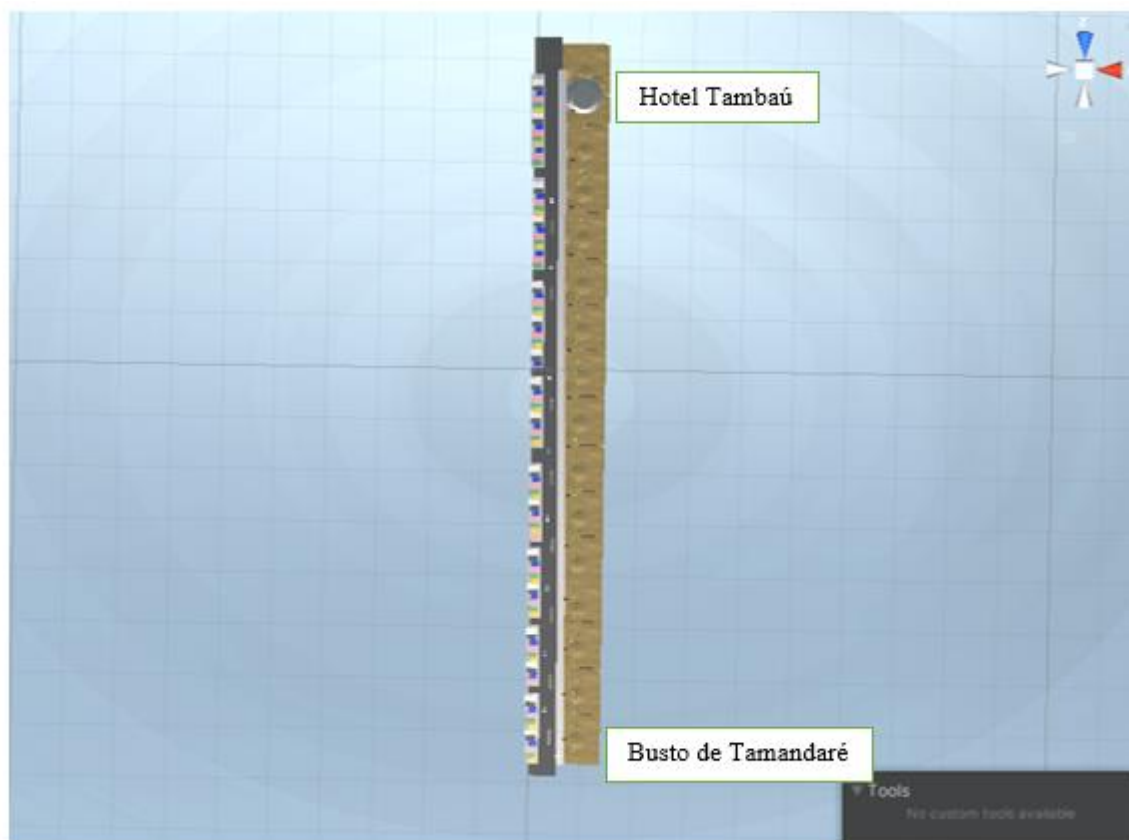
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 18 – Cenário do jogo no nível avançado



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 20 - Percurso da orla de João Pessoa, modelado no *Unity 3D*.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5.5.4 Mecânica:

Segundo Schell (2014), a mecânica é a essência do jogo digital, estando presente nela as interações do usuário com o jogo. Ele explana a dificuldade de vários autores em classificar a mecânica, e que ele tem um método próprio, dividindo-a em categorias básicas que exigem a implementação de requisitos específicos: espaço - objetos, atributos e estados; ações; regras; habilidade; probabilidade.

Visto tais requisitos e a implementação deles, é possível observar que quando se fala em espaço, o GiroJampa se apresenta sem demais complexidades, com uma estética simples, em que o jogador precisará se movimentar em apenas uma direção. O SG inicia com o personagem parado, em primeira pessoa (Figura 17). Quando o usuário realizar o comando, ele se deslocará para frente (fisicamente, preso seguramente a um ergômetro para cadeira de rodas, equipada com sensores).

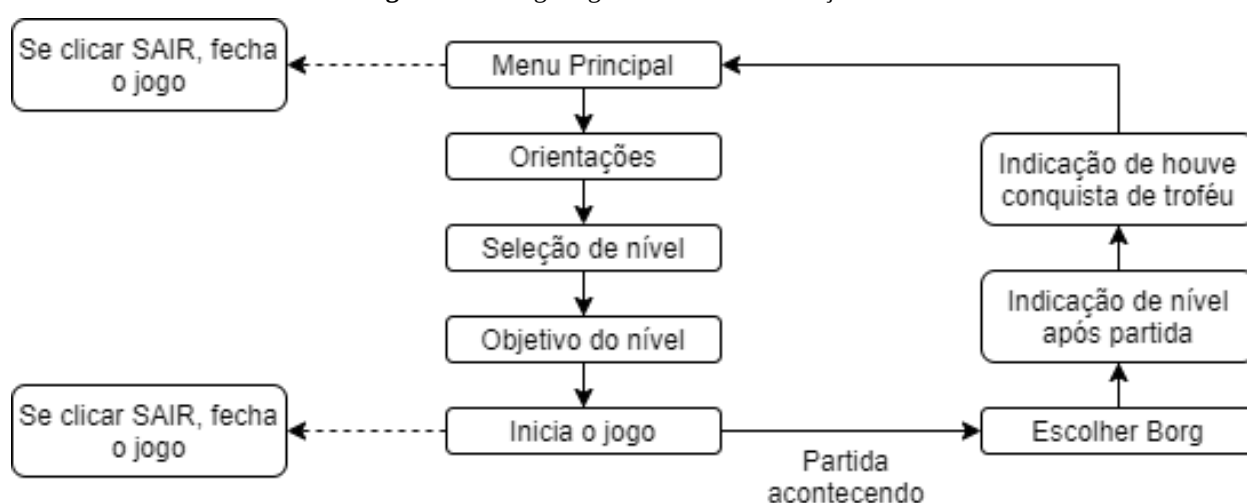
A determinação do tempo total, (20 minutos) proposto para utilização do jogo durante uma sessão, foi baseada na *Guidelines* de Exercício para Adultos com Lesão Medular (GINIS et al., 2018).

Não haverá oponentes, e à medida que ele avança, poderá completar a meta diária de deslocamento, envolvendo distância, tempo, e nível de percepção de esforço, desbloqueando novos trajetos. Ao atingir as metas delimitadas para cada variável, o usuário obtém troféus.

No GiroJampa, o objetivo é o personagem alcançar o Hotel Tambaú, após término do percurso. Foi construído um organograma de fluxo de ações e um de fluxo de telas.

O organograma de fluxo de ações (Figura 21) mostra que o usuário inicia o jogo no menu principal, no qual tem a opção de fechar o jogo ou continuar. Se continuar, ele seguirá pelas orientações e escolha de nível, em que existem os botões: iniciante, intermediário e avançado. Ao clicar em um deles, o jogo inicia no nível escolhido. Durante o jogo, o usuário poderá sair quando achar necessário, clicando no botão sair. Se continuar, ao final da tarefa, aparecerá a Tela para Indicação da Percepção de Esforço, a qual indicará o índice, escolhendo entre os seguintes botões: “Muito fácil”, “Fácil”, “Médio”, “Cansativo”, “Muito Cansativo”. Após escolha do BORG, será avisado sobre o nível que o usuário foi alocado e o jogo será encerrado.

Figura 21 – Organograma de Fluxo de Ações

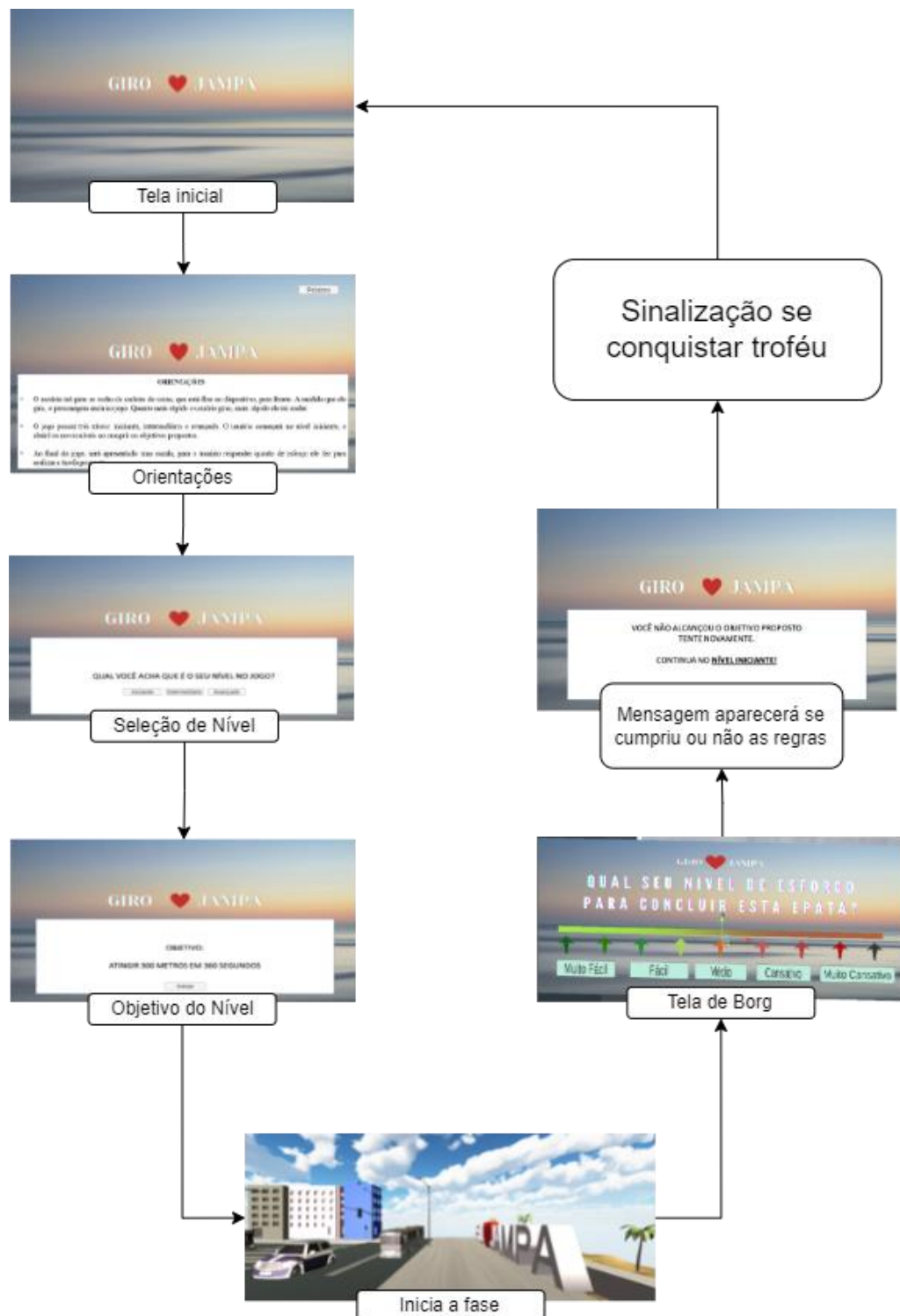


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O organograma de fluxo de telas (Figura 22) mostra a sequência em que se apresentam as cenas: o jogo inicialmente apresenta o menu principal (Figura 23), onde o usuário pode indicar se vai continuar ou sair. Se ele opta por continuar, será direcionado à cena de orientações (Figura 24), com explicações sobre o jogo. Se ele decidir continuar, será encaminhado para seleção de nível (Figura 25), no qual ele determinará em qual nível acredita que se encaixa. Após seleção de nível, irá aparecer a tela de objetivos do nível (Figura 26) e iniciará o jogo.

Com a finalização da fase, aparecerá a Tela para Indicação da Percepção de Esforço (Figura 27) para o participante indicar qual o seu nível de esforço. Após a Tela para Indicação da Percepção de Esforço, aparecerá se o indivíduo passou ou não de nível (Figura 28) e se conquistou troféus, considerando distância (Figura 29) e mudança de nível (Figura 30).

Figura 22 – Organograma de Fluxo de Telas

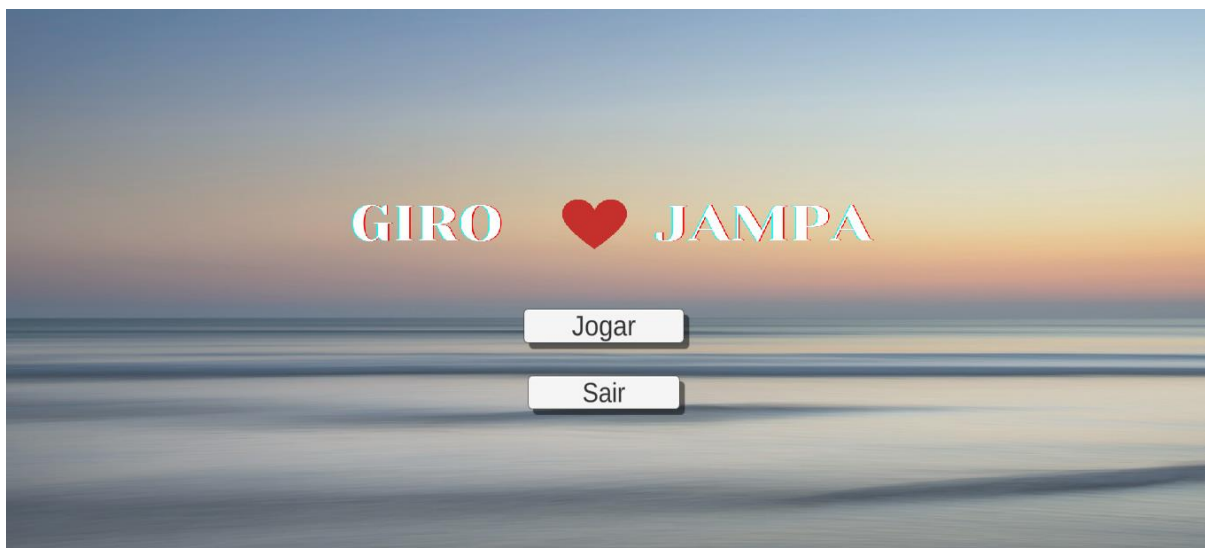


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Seguindo os requisitos de mecânica sugeridos por Schell (2014), ele classifica os objetos, atributos e estados como qualquer coisa substantiva que possa ser vista e manipulada pelo usuário no jogo. Nesse sentido, podemos iniciar a exemplificação de implementação de interação do usuário com o jogo a partir do menu inicial, através do qual o usuário pode optar por iniciar o jogo, ou apenas sair. Seguidamente, temos uma série de telas com as quais há interação do usuário com o jogo ao escolher o nível de dificuldade, escolher o botão compatível com a percepção de esforço, e de resposta visual com o tempo, a distância, a velocidade exposta em tela, além de mensagens de incentivo a cada 100 metros.

A Figura 23, apresentando o menu inicial, é o exemplo de primeira interação do usuário com o jogo.

Figura 23 – Menu Inicial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Considerando o requisito ações, apresentado por Schell (2014), elas podem ser subdivididas em operacionais e resultantes. A primeira refere-se a ações claras e básicas que o jogador pode realizar; as resultantes são mais específicas e mostram como o jogador realizou as ações operacionais para superar os objetivos.

Analisando o GiroJampa, é apresentado inicialmente uma tela de Orientações (Figura 24), informando quais ações o usuário precisará realizar para interagir com o jogo. Ele precisará girar a roda da cadeira de rodas para o avatar se movimentar, com a velocidade do personagem dependendo da velocidade de rotação da roda da cadeira, além da interação com a Tela para Indicação da Percepção de Esforço.

Correlacionado as ações, estão as habilidades. Segundo Schell (2014), o jogo precisa que o usuário exercite sua habilidade. Diante disso, elas podem ser divididas em três categorias: habilidades físicas, mentais e sociais. A primeira refere-se a exigências físicas do usuário; a segunda, a funções mentais como concentração e memória; a terceira, à capacidade de lidar com adversários e interpretar ações de outros jogadores.

Considerando o GiroJampa, a habilidade real mais exercida é a física, visto que ele precisa utilizar da força e da coordenação motora para girar as rodas da cadeira e precisará de resistência para se manter rodando a roda. Essa habilidade é fundamental para o objetivo de reabilitação física e treino de condicionamento físico.

Figura 24 – Tela de Orientações



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Shell (2014) se refere à teoria do fluxo e equilíbrio entre o desafio e tédio, colocando como requisito necessário, para haver esse balanceio, a possibilidade de o jogador escolher o nível de dificuldade que irá jogar. A Figura 25 exemplifica a implementação desse requisito, visto que ao iniciar o jogo, o usuário indica em qual nível ele deseja iniciar jogando.

Figura 25 – Seleção de nível do Jogo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Schell (2014) elenca as “regras” como um importante requisito, através do qual se buscam os objetivos. Os objetivos do jogo precisam obedecer a três requisitos fundamentais, para diferenciar os jogos digitais dos jogos tradicionais: precisam ser concretos, realizáveis e recompensador. Considerando que os *serious games*, que, segundo Batista, Machado e Valença (2019), são jogos com propósito além do entretenimento, os objetivos também vão além do entretenimento.

A Figura 26 representa a Tela de Objetivo do Nível Iniciante, mostrando que o usuário necessita atingir 300 metros em 360 segundos. Além dessa, há telas de objetivo dos níveis intermediário e avançado.

De acordo com o relato de Schell (2014), o GiroJampa possui três objetivos claros: no nível iniciante, atingir 300 metros em até 360 segundos (Figura 26); no nível intermediário, atingir 500 metros em até 420 segundos; no nível avançado, 800 metros em até 480 segundos. Esses objetivos são concretos e claros, realizáveis e recompensadores, já que, atingindo o objetivo, o usuário ganha troféus, além de avançar de nível. E esses objetivos contribuem para a melhora do condicionamento físico e para a reabilitação física do usuário.

Figura 26 – Tela de Objetivo do Nível Iniciante

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Segundo Schell (2014), as regras são a base fundamental da mecânica do jogo, porque elas estão diretamente ligadas com os objetivos. Diante disso, ele apresenta que há diversos tipos de regras, entre elas, as operacionais, as fundamentais, as comportamentais e as escritas. As operacionais estão relacionadas à ação do jogador para jogar o jogo. As fundamentais estão inclusas na estrutura do jogo, sendo representação matemática. As regras comportamentais estão ligadas à jogabilidade do jogo. As escritas são as que o jogador ler para compreensão das regras operacionais. Considerando o GiroJampa, a Figura 26 representa os objetivos que determinam a ação do jogador. As regras fundamentais são representadas pelo modelo de tomada de decisão.

Figura 27 – Tela para Indicação da Percepção de Esforço

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

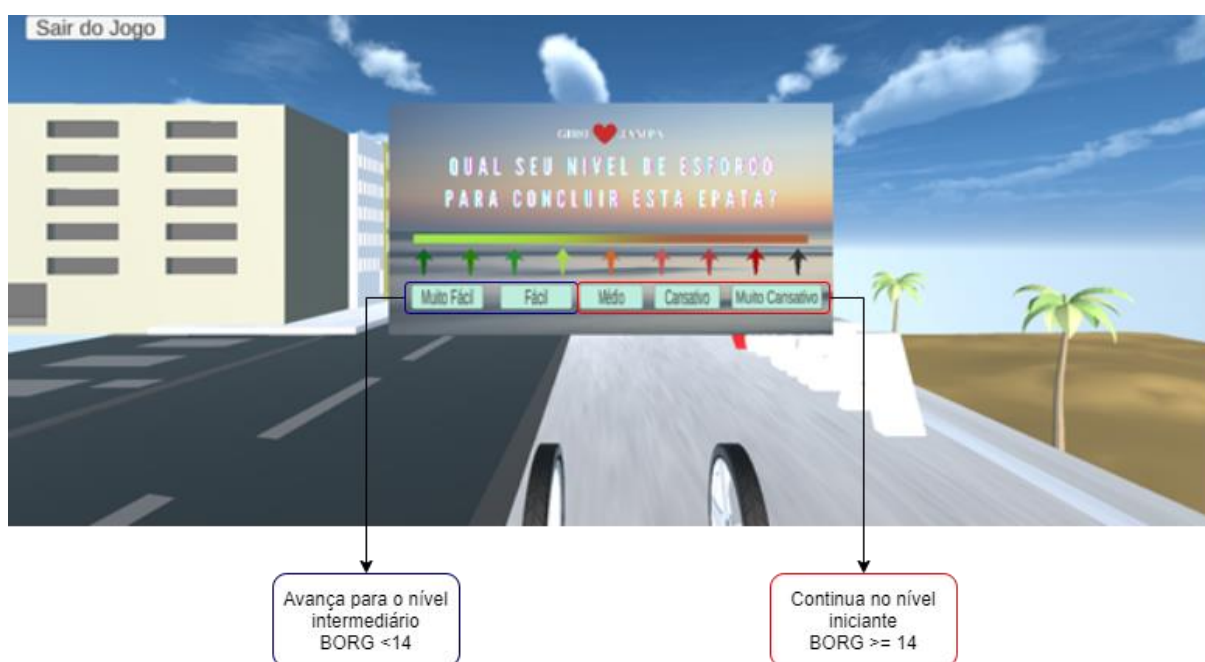
A Tela para Indicação da Percepção de Esforço (Figura 27) foi pensada para se apresentar de forma simplificada ao usuário. Os pontos de corte, determinados nas regras e baseado na Escala de Percepção de Esforço de BORG (CABRAL et al., 2020), foram resumidos em cinco botões, apresentados ao usuário da seguinte forma: muito fácil, fácil, médio, cansativo e muito cansativo. Eles foram programados, baseado nas regras, para encaminhar o usuário a cenas específicas (como resposta do jogo), a depender da sua resposta.

A Figura 28 mostra a programação dos botões, quando a tela aparece para o usuário no nível iniciante. Considerando que o usuário cumpriu os objetivos relacionados a distância e tempo, se ele clicar nos botões “Muito fácil” ou “Fácil”, ele avançará de nível; se ele clicar em “Médio”, “Cansativo” ou “Muito Cansativo”, permanecerá no nível iniciante. Se ele não cumprir os objetivos relacionados à distância e ao tempo, independente do botão que ele clique, continuará no nível iniciante.

A Escala de Percepção de Esforço de BORG foi implementada nas regras, com a funcionalidade na configuração dos botões da Tela para Indicação da Percepção de Esforço.

No nível iniciante, os botões “Muito Fácil” e “Fácil” representam o intervalo de 6 a 13 e os botões “Médio”, “Cansativo”, “Muito Cansativo”, os quesitos de 14 a 20, considerando a Escala de Percepção de Esforço utilizada por Cabral et al. (2020).

Figura 28 – Relação dos botões da Tela para Indicação da Percepção de Esforço com as regras, considerando nível iniciante

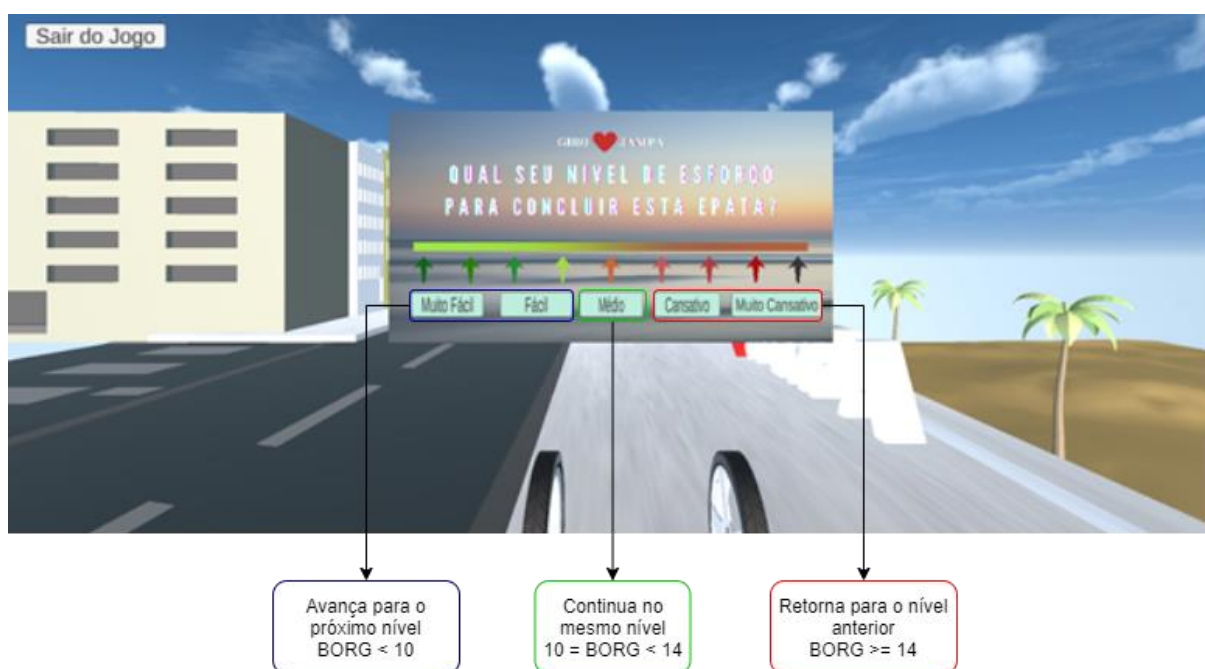


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A Figura 29 mostra a programação dos botões, quando a tela aparece para o usuário no nível intermediário. Levando em conta que o usuário cumpriu os objetivos relacionados à distância e ao tempo, se ele clicar nos botões “Muito fácil” ou “Fácil”, ele avançará de nível; se ele clicar em “Médio”, ele continuará no nível intermediário; se ele clicar em “Cansativo” ou “Muito Cansativo”, retornará ao nível iniciante. Se os objetivos relacionados à distância e ao tempo não forem cumpridos, independente do botão no qual ele clique, continuará no nível intermediário. A programação dos botões, quando a tela aparece para o usuário no nível avançado, tem características semelhantes às do nível intermediário, com as seguintes mudanças: se ele clicar nos botões “Muito fácil” ou “Fácil”, ele finaliza o jogo, cumprindo todos os objetivos propostos; se ele clicar em “Médio”, ele continuará no nível avançado; se ele clicar em “Cansativo” ou “Muito Cansativo”, retornará ao nível intermediário.

Nos níveis intermediário e avançado, considerando a Escala de Percepção de Esforço utilizada por Cabral et al. (2020), os botões “Muito Fácil” e “Fácil” representam o intervalo de 6 a 9 e, o botão “Médio” de 10 a 13, e os botões “Cansativo”, “Muito Cansativo”, os quesitos de 14 a 20.

Figura 29 – Relação dos botões da Tela para Indicação da Percepção de Esforço com as regras, considerando níveis intermediário e avançado



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Os intervalos utilizados nas Telas para Indicação da Percepção de Esforço (Figura 27) foram baseados na Escala de Percepção de Esforço de Borg (Figura 3), em que 6 representa

“nenhum esforço”; entre 7 e 8, esforço “extremamente leve”, 9, esforço “muito leve”; 11, esforço “leve”; 13, “um pouco difícil”; 15, “difícil”; 17, “muito difícil”; 19, “extremamente difícil”; 20, “esforço máximo (CABRAL et al., 2020).

Após indicação da opção de BORG escolhida, aparecerá a cena que indicará qual o nível que o usuário será alocado. A Figura 30 representa um exemplo de um usuário que estava jogando no nível iniciante, e alcançou os objetivos para avançar. A depender dos dados de entrada relacionados a distância, tempo e índice de BORG, o método de tomada de decisão irá dar como resposta ao usuário o balanceamento do nível de dificuldade e a mensagem comunicará ao usuário se ele alcançou os objetivos e em qual nível ele foi alocado.

Figura 30 – Mensagem sobre finalização da tarefa e qual nível que você foi alocado



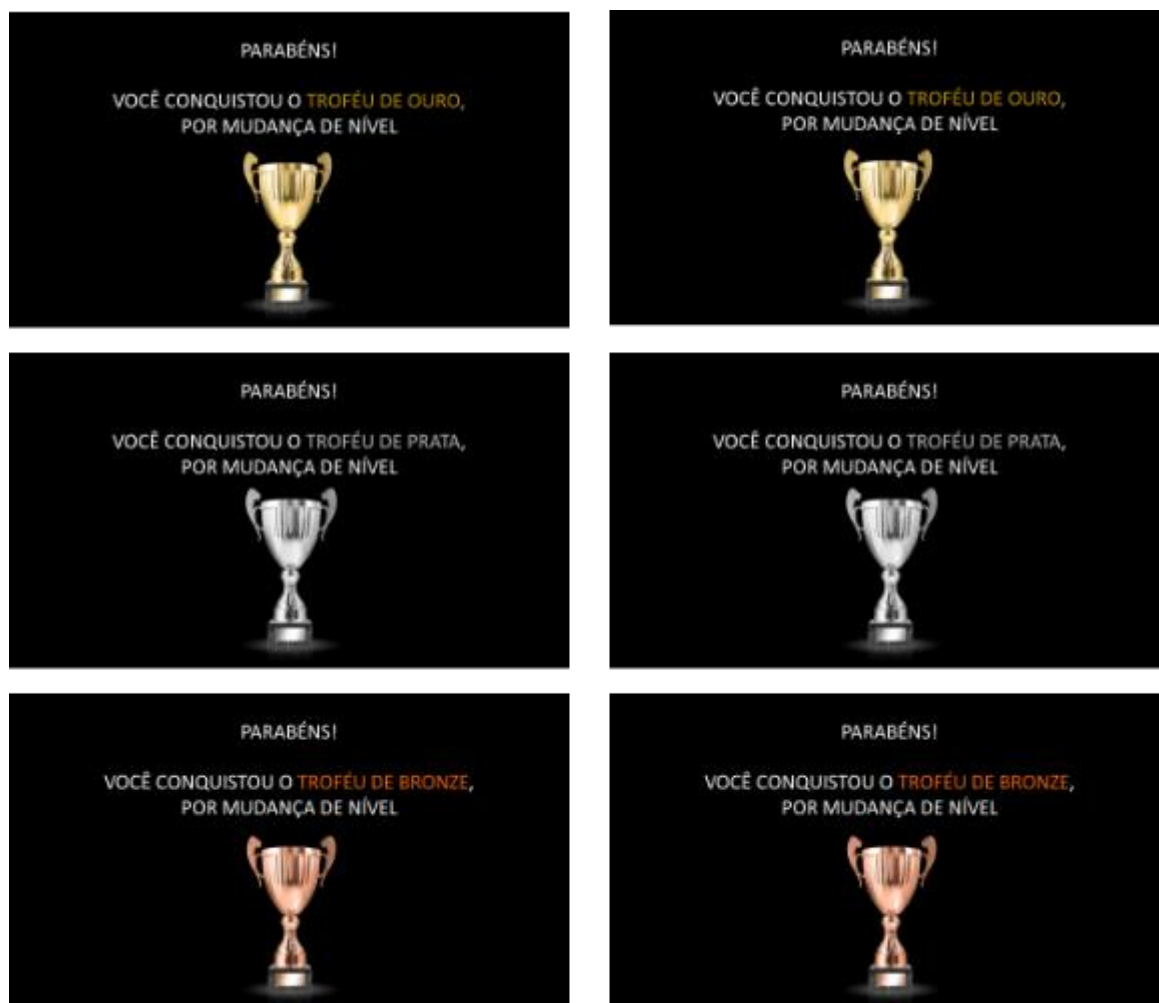
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Shell (2014) relaciona diversas possibilidades de recompensas que motivam o usuário a continuar jogando o jogo: elogios, pontos, recursos, objetivos, entre outros. Esse ponto está diretamente ligado com a avaliação do desempenho do usuário realizado pelo modelo de tomada de decisão.

No GiroJampa o sistema de recompensa está implementando três principais recursos: O reconhecimento da superação do objetivo e avanço de fase (Figura 30); o oferecimento de troféus de bronze, prata e ouro pelo cumprimento de objetivos específicos (Figura 31); e elogios e mensagens motivacionais, que são consideradas uma recompensa simples, mas estimula o desempenho do usuário (Figura 32).

A Figura 31 mostra os troféus disponibilizados ao usuário, se o objetivo for alcançado baseado nas regras.

Figura 31 – Troféus do GiroJampa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Durante o percurso, o usuário colidirá com objetos vazios, que acionará o aparecimento de frases de incentivo (Figura 32). As frases servem para motivação durante a realização do percurso, e se apresentam da seguinte forma: “VAMOS, VOCÊ CONSEGUE!”, “VAMOS, ACREDITE EM VOCÊ”, “VOCÊ ESTÁ INDO BEM!”, “SEU ESFORÇO ESTÁ VALENDO A PENA”, “PERSISTA, ESTÁ PRÓXIMO”, “SÓ MAIS UM POUCO”, “VOCÊ ESTÁ QUASE LÁ”, “VOCÊ ESTÁ CHEGANDO LÁ”.

Cada frase aparece a cada 100 metros, permanece exposta ao usuário por 5 metros, e desaparece. Ao todo, as oito frases não se repetem na apresentação em tela em uma cena.

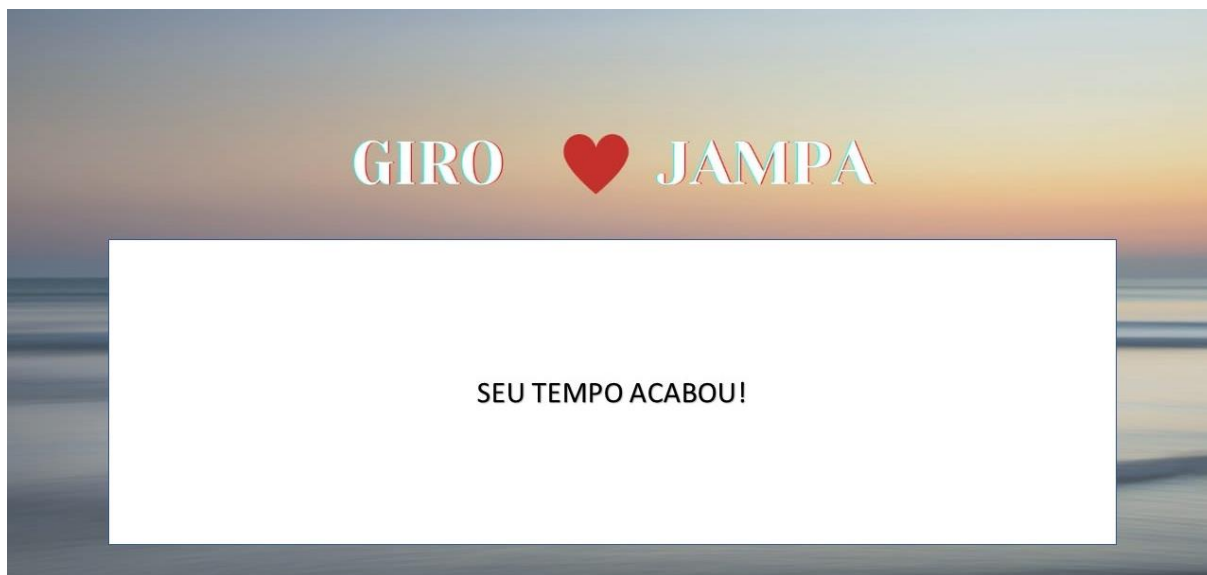
Figura 32 – Exemplo de mensagens durante o percurso



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Quando os 20 minutos disponíveis para utilização do jogo acabarem, o usuário será comunicado com uma imagem em tela (Figura 33).

Figura 33– Aviso da finalização dos 20 minutos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5.5.4.1 Método de Tomada de Decisão

O método de tomada de decisão escolhido foi o Sistema Baseado em Regras. Tal sistema é baseado em conjunto de regras da lógica clássica (if-else), que são utilizadas para a definição de uma ação, armazenado em algoritmo, em um sistema de regras, gerando uma ou mais

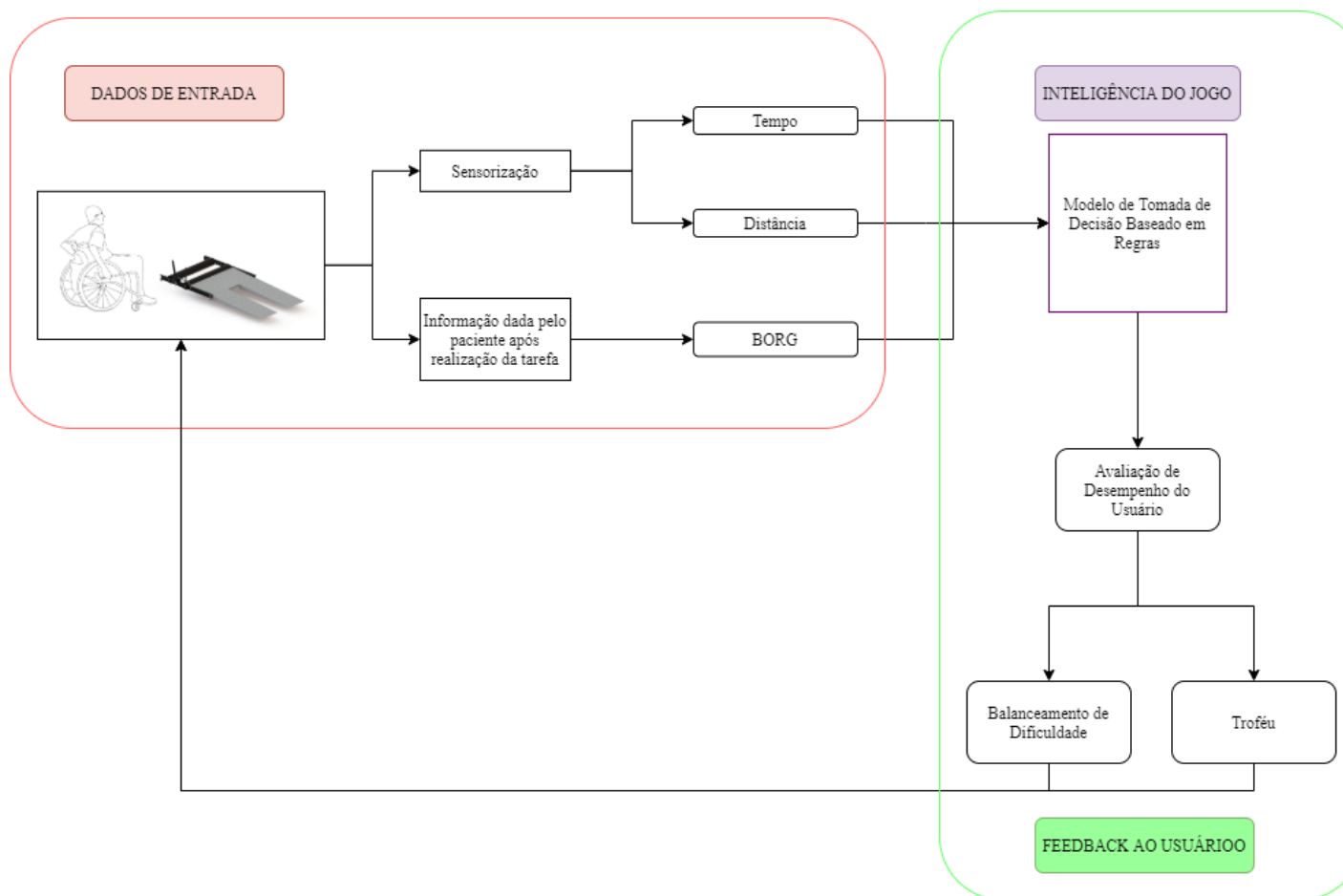
conclusões, condicionadas a algo pré-determinado: SE <condicional>, ENTÃO <solução> (MORAIS, 2011; SOUZA; DORIA NETO; GUEDES, 2014; BATISTA, 2017).

A tomada de decisão baseou-se nos dados recolhidos da ação dos usuários, referentes às seguintes variáveis: distância percorrida, tempo para realização dos objetivos e índice na Escala de Percepção de Esforço de BORG. Os dados de velocidade, distância e tempo serão fornecidos pelo sistema de sensorização (SOUTO; SIEBRA; SILVA, 2019) instalado no ergômetro para cadeira de rodas (SOUTO, 2018). A tela, com uma adaptação simplificada da Escala de Percepção de Esforço será fornecida pelo usuário, em tela, ao final da atividade (Figura 19).

Esses dados serão analisados pelo Modelo de Tomada de Decisão (Sistema Baseado em Regras), dos quais será realizada a avaliação do desempenho do usuário, e baseado nesse desempenho, será dada uma resposta em modo de balanceamento de nível de dificuldade, e sistema de recompensas, com oferta de troféus.

O usuário fornecerá os dados de entrada, por meio da realização de ação captada pela sensorização do ergômetro e da interação com o jogo. Tais dados serão analisados pelo Sistema Baseado em Regras, que avaliará o desempenho do usuário. Como resposta, será feito o balanceamento de dificuldade e acionado o sistema de recompensa, presenteando o usuário com troféu virtual. (Figura 34).

Figura 34 – Esquemática dos dados de entrada, análise pelo modelo de decisão e *feedback* ao usuário



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

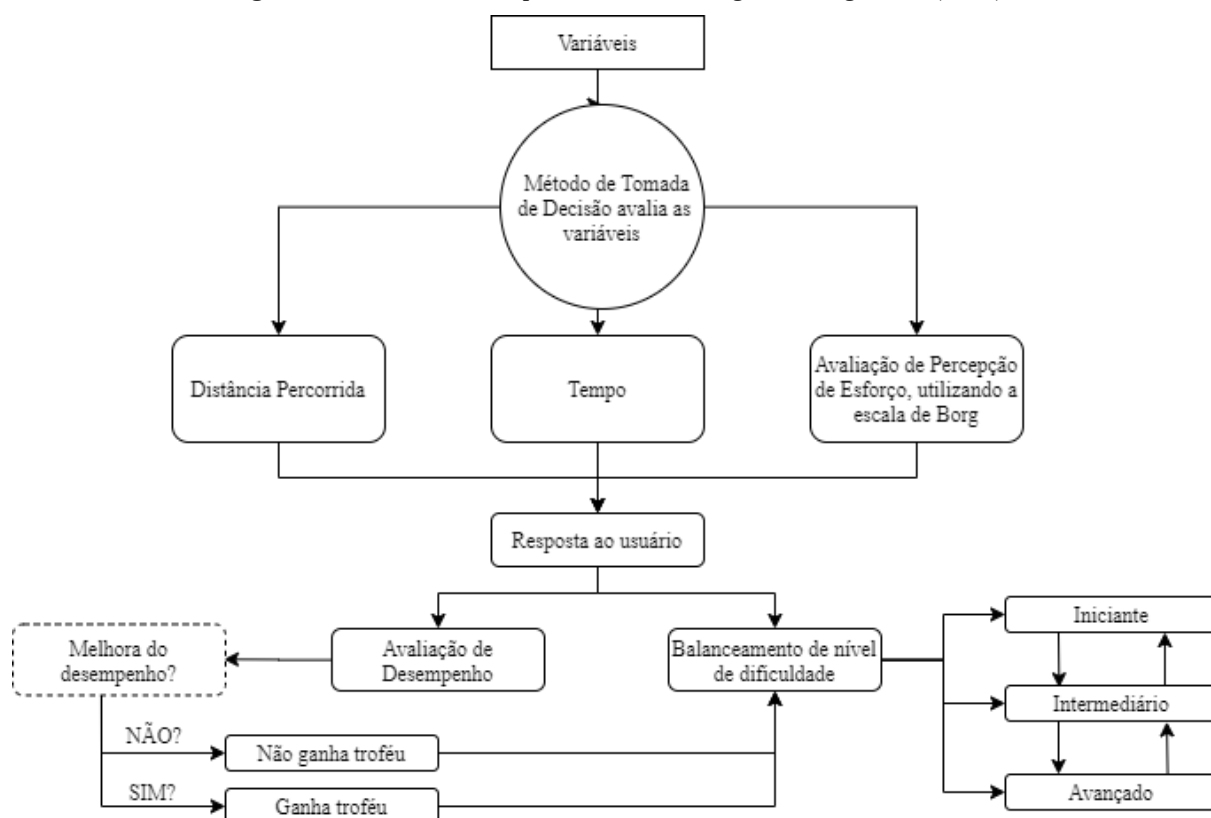
Em se tratando das variáveis, a distância percorrida no dia está relacionada com o quanto o indivíduo consegue percorrer em metros. Será feito uma relação entre o percurso percorrido virtualmente, e quanto seria considerando o percurso real na Orla de Tambaú. A distância estará associada com a desenvoltura do indivíduo no uso da cadeira de rodas.

Quanto maior afinidade e habilidade com a cadeira, mais fácil o manuseio, e a realização do deslocamento, conseguindo percorrer uma maior distância em menor tempo, assim como o tempo médio do dia, em que o exercício for realizado.

Para avaliação de esforço percebido, foi utilizada a Escala de Avaliação de Percepção de Esforço de BORG. Ela é composta por 15 pontos, com graduação entre 6 a 20 (CABRAL et al., 2020).

Considerando as faixas de velocidade, para superar o nível iniciante, o usuário precisa manter 3km/h por 6 minutos, finalizando a atividade afirmando que o esforço foi “muito fácil” ou “fácil” para ascender para o nível intermediário. Para superar o nível intermediário, o usuário precisa manter 4,2km/h por 7 minutos, finalizando a atividade afirmando que o esforço foi “muito fácil” ou “fácil” para ascender para o nível avançado. Para superar o nível avançado, o usuário precisa manter 6,4km/h por 8 minutos, finalizando a atividade afirmando que o esforço foi “muito fácil” ou “fácil” para ascender para o nível avançado.

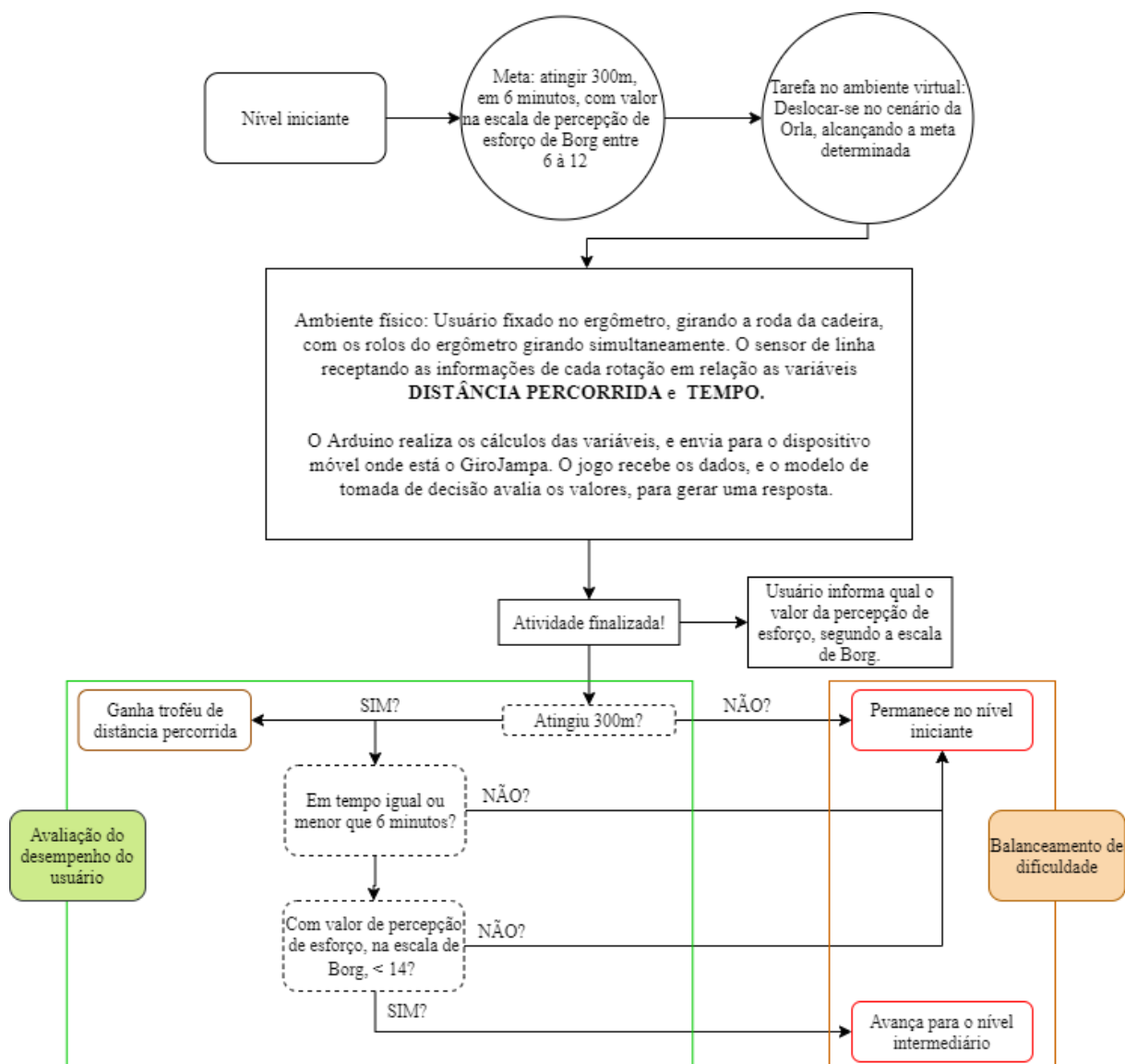
O jogo possui três níveis de dificuldade: iniciante, intermediário e avançado. De acordo com a análise realizada pelo modelo de tomada de decisão, baseado nos dados de entrada, o modelo dará *feedback* ao usuário, permitindo que ele avance de nível, permaneça no mesmo nível ou regresse ao nível anterior, segundo avaliação de desempenho. Se ele apresentar melhora do desempenho, ganha troféu (Figura 35).

Figura 35 – Variáveis e resposta ao usuário, segundo Braga et al. (2021)

Fonte: Traduzido de Braga et al. (2021), p.495.

Um exemplo básico é o usuário no nível iniciante. Ele terá que atingir a meta de conseguir percorrer 300 metros em 360 segundos, determinado pelo profissional. A tarefa de deslocar-se será realizada no ambiente virtual. A cadeira de rodas estará presa no ergômetro para cadeira de rodas; ao girar as rodas da cadeira, os cilindros do ergômetro se movimentarão, gerando os dados de distância e tempo. Esses dados serão enviados para o jogo via *bluetooth*. Ao terminar a atividade, o usuário receberá a mensagem em tela, para indicar qual foi o índice de esforço, utilizando a Escala de Percepção de Esforço de BORG. O Sistema Baseado em Regras irá avaliar o desempenho do usuário: se ele atingiu os 300 metros, ganhará troféu de distância percorrida. Será avaliado se ele cumpriu a tarefa dentro do tempo determinado, e será avaliado o índice de BORG, indicado pelo usuário. Se ele cumpriu o tempo, e o índice de BORG for menor que 14, ele avança de nível, saindo do iniciante e avançando para o intermediário. Se não, o usuário continua no iniciante. Se ele não cumpriu o tempo determinado, independente do índice de BORG, ele continuará no nível iniciante (Figura 36).

Figura 36 – Exemplo de avaliação do desempenho do usuário e balanceamento do nível de dificuldade



Fonte: Adaptado de Braga et al. (2021), p.496.

5.6 TESTES

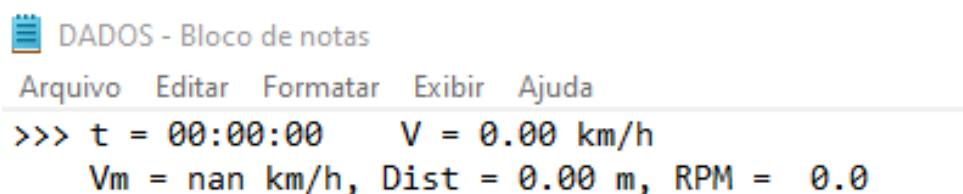
Tendo em vista o momento de pandemia global, ocasionada pelo Covid-19, ficou impossibilitada a realização de testes com indivíduos de forma presencial. Dessa forma, foram utilizados, para testar o modelo de tomada de decisão, dados criados, baseados em dados secundários coletados antes da pandemia, pela sensorização descrita por Souto, Siebra e Silva (2019), incluindo simulação de índice de percepção de esforço. Os dados foram colhidos utilizando o sistema de sensorização de Souto, Siebra e Silva (2019) com pessoa com deficiência com diagnóstico de lesão medular e usuários de cadeira de rodas, em momento

anterior a pandemia, no Projeto de Extensão de Condicionamento Físico para pessoas com Lesão Medular, do Departamento de Educação Física na UFPB.

5.6.1 Apresentação e Leitura dos Dados

Os dados captados dos testes reproduzidos por Souto, Siebra e Silva (2019), com o uso do ergômetro para cadeira de rodas com usuários de cadeira de rodas e fornecidos para utilização, eram referentes ao tempo (em segundos), à velocidade (em quilômetros por hora), à velocidade média (em quilômetros por hora), à distância (em metros) e à rotação por minuto (rpm) (Figura 37).

Figura 37 – Apresentação dos Dados



```

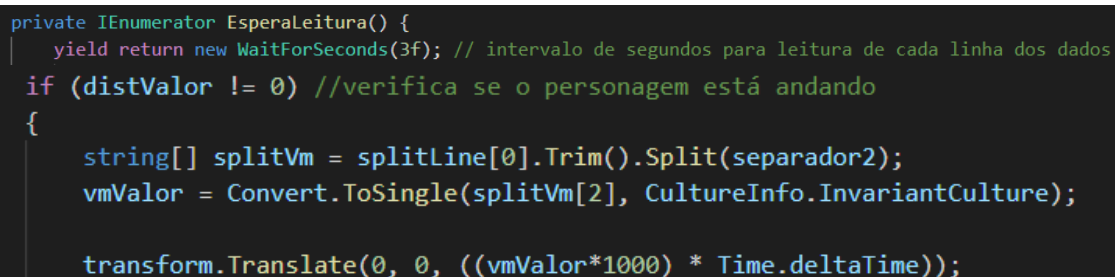
DADOS - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
>>> t = 00:00:00  V = 0.00 km/h
      Vm = nan km/h, Dist = 0.00 m, RPM = 0.0
  
```

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Um script, escrito em C# e responsável pela leitura do arquivo e movimentação do avatar, realiza a leitura da velocidade média impressa nos arquivos, apresentada em quilômetros por hora. Essa velocidade é apresentada em tela em quilômetros por hora para melhor compreensão do usuário.

Nos dados originais, a sensorização capta os dados a cada três segundos. Seguindo tal lógica, a leitura dos dados foi programada para acontecer a cada três segundos. Portanto, a cada três segundos acontece a leitura da velocidade média e, conseqüente, a movimentação do avatar (Figura 38).

Figura 38 – Trechos do script “MovEsfera”, responsável pela leitura do arquivo e movimentação do avatar.



```

private IEnumerator EsperaLeitura() {
    yield return new WaitForSeconds(3f); // intervalo de segundos para leitura de cada linha dos dados
    if (distValor != 0) //verifica se o personagem está andando
    {
        string[] splitVm = splitLine[0].Trim().Split(separador2);
        vmValor = Convert.ToSingle(splitVm[2], CultureInfo.InvariantCulture);

        transform.Translate(0, 0, ((vmValor*1000) * Time.deltaTime));
    }
}
  
```

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5.6.2 Criação dos Dados

Os dados fornecidos foram utilizados como base para criação de dados de tempo e velocidade média. A leitura seguiu a lógica da apresentação dos dados, acontecendo a cada três segundos, assim como no processo de captação dos dados pela sensorização. Para a criação dos dados de velocidade foi utilizada a lógica do conceito de velocidade média, com a distância sendo o quociente da velocidade dividida pelo tempo.

Segundo Ramalho Júnior, Ferraro e Soares (2009), velocidade média é a medição de variação de espaço percorrido em um certo intervalo de tempo.

$$V_m = \frac{\Delta S(\text{variação de espaço percorrido (distância)})}{\Delta t(\text{variação de tempo})}$$

Para cada linha, foi realizada a relação entre a velocidade proposta, o tempo pré-determinado (que a cada linha aumenta três segundos), e a distância resultante, para haver lógica física no processo de testes.

5.6.3 Criação e teste dos perfis

Foram criados diversos perfis, a partir dos dados criados, que representariam usuários, e realizados testes considerando diversas situações, nas quais havia perfis que não atingiram a distância, não respeitaram o tempo delimitado ou não alcançaram o nível de esforço percebido necessário para avançar de nível; havia perfis que atingiram a distância, respeitaram o tempo delimitado ou alcançaram o nível de esforço percebido necessário para avançar de nível; havia perfis que atingiram a distância, respeitaram o tempo delimitado ou alcançaram o nível de esforço percebido necessário para permanecer no nível atual; havia perfis que não atingiram a distância, não respeitaram o tempo delimitado ou não alcançaram o nível de esforço percebido, razão por que se fez necessário regressar ao nível anterior.

Cada perfil possui dados e números de linhas específicos, que alimentam o software e simulam situações específicas (Figura 39), que estão diretamente relacionadas com o fluxograma das regras definidas, apresentada na Figura 11:

I) Perfis referentes ao nível iniciante:

- Perfil A – Usuário não atinge 300 metros em 360 segundos, não avançando de nível: Esse perfil possui 359 linhas, apresentando velocidade em faixa abaixo de 3km/hora (APÊNDICE C).
- Perfil B – Usuário atinge 300 metros em mais 360 segundos, não avançando de nível: Esse perfil possui 389 linhas, apresentando velocidade em faixa abaixo de 3km/hora.
- Perfil C – Usuário atinge 300 metros em 360 segundos, todavia apresenta nível de esforço acima de “médio”, “cansado” ou “muito cansado”, com índice de BORG igual ou maior que 14, não avançando de nível: Esse perfil possui 359 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 3km/hora, abaixo de 4km/hora.
- Perfil D – Usuário atinge 300 metros em 360 segundos, e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, e BORG menor que 14, avançando de nível: Esse perfil possui 359 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 3km/hora, abaixo de 4km/hora.

II) Perfis referentes ao nível intermediário:

- Perfil E – Usuário não atinge 500 metros em 420 segundos, não avançando de nível: Esse perfil possui 419 linhas, apresentando velocidade em faixa abaixo de 4,3km/hora.
- Perfil F – Usuário atinge 500 metros em mais de 420 segundos, não avançando de nível: Esse perfil possui 449 linhas, apresentando velocidade em faixa abaixo de 4,3km/hora.
- Perfil G – Usuário atinge 500 metros em 420 segundos; contudo, apresenta nível de esforço “cansativo” ou “muito cansativo”, apresentando BORG igual ou maior que 14, regredindo para o nível anterior: Esse perfil possui 419 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 4,7km/hora.
- Perfil H – Usuário atinge 500 metros em 420 segundos e apresenta nível de esforço “médio”, porém apresenta BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, por isso

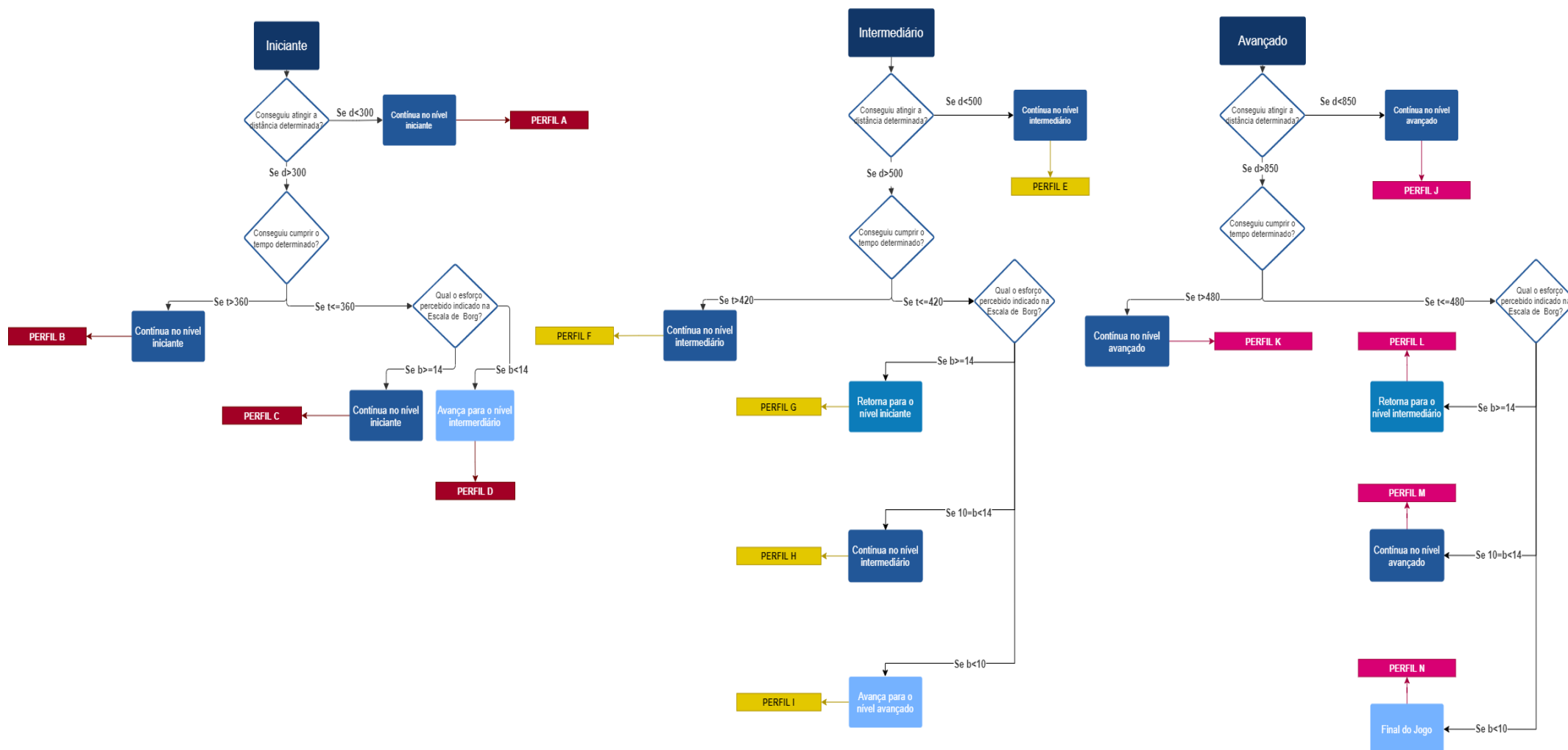
não avança de nível. Esse perfil possui 419 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 4,7km/hora.

- Perfil I – Usuário atinge 500 metros em 420 segundos, apresentando nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, razão pela qual avança de nível: Esse perfil possui 419 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 4,7km/hora.

III) Perfis referentes ao nível avançado

- Perfil J – Usuário não atinge 850 metros em 480 segundos, não avançando de nível: Esse perfil possui 479 linhas, apresentando velocidade em faixa abaixo de 6,4km/hora.
- Perfil K – Usuário tinge 850 metros em mais de 480 segundos, não avançando de nível: Esse perfil possui 509 linhas, apresentando velocidade em faixa abaixo de 6,4km/hora.
- Perfil L – Usuário atinge 850 metros em 480 segundos, no entanto apresenta nível de esforço “cansativo” ou “muito cansativo”, apresentando BORG igual ou maior que 14, regredindo para o nível anterior: Esse perfil possui 479 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 6,4km/hora.
- Perfil M – Usuário atinge 850 metros em 480 segundos; no entanto, apresenta nível de esforço “médio”, apresentando BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, não superando os objetivos do jogo: Esse perfil possui 479 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 6,4km/hora.
- Perfil N – Usuário atinge 850 metros em 480 segundos e apresenta nível de esforço “fácil” ou “muito fácil”, com índice de BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, cumprindo o objetivo final do jogo: Esse perfil possui 479 linhas, apresentando velocidade em faixa acima de 6,4km/hora.

Figura 39 – Esquematização dos perfis



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5.6.4 Testes referentes a possibilidades do usuário, baseado em seu desempenho ao utilizar o GiroJampa

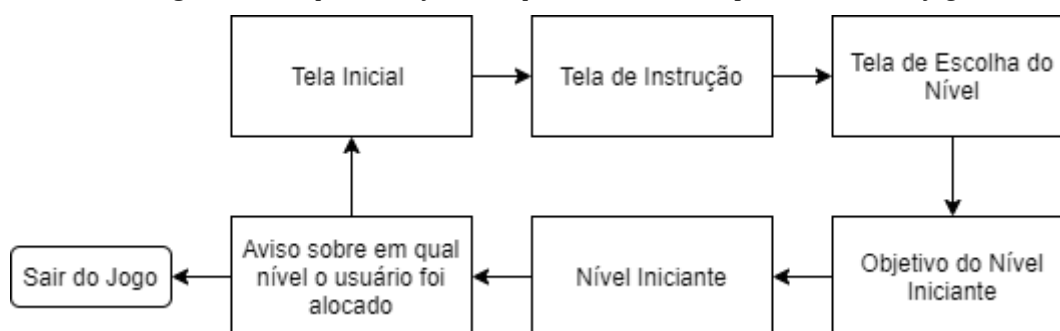
Baseados nos catorze perfis desenvolvidos com dados criados, foi observada a existência das vinte e sete possibilidades, com base no desempenho do usuário. Abaixo, apresenta-se a Possibilidade I como exemplo. As outras vinte e seis possibilidades estão apresentadas no Apêndice D.

- Possibilidade I:

Usuário indica começar no nível iniciante, não atinge 300 metros em 360 segundos, por isso não avança de nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, não atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo. Considerando o seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a tela que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo (Figura 40).

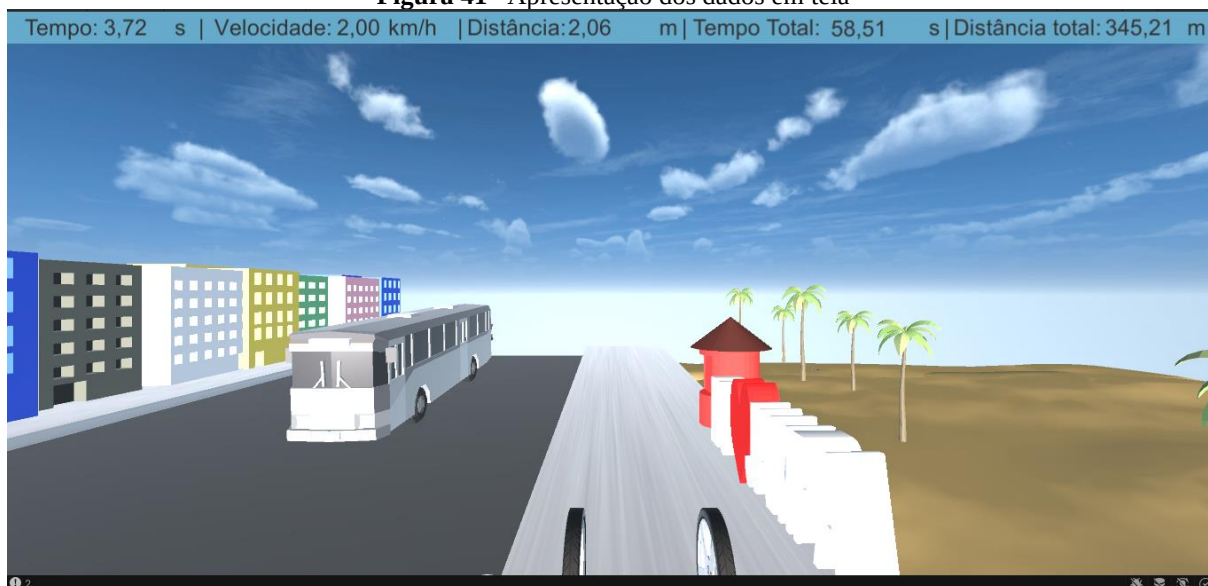
Figura 40 - Esquematização da sequência de telas nas possibilidades de jogo I



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5.6.5 Apresentação dos dados em tela

Os dados apresentados em tela são: tempo (em segundos); “velocidade”, representando velocidade média (em quilômetros por hora); distância (em metros); “Tempo Total”, representando tempo de uso geral (em segundos); “Distância total”, representando distância geral percorrida (em metros) (Figura 41).

Figura 41– Apresentação dos dados em tela

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Há diferença de unidades na apresentação em tela para o usuário, visando melhor compressão. Todavia, para o cálculo da distância, o valor da velocidade é convertido de quilômetros por hora, para metros por segundo para que, assim, a distância possa ser apresentada em metros

5.6.6 Requisitos de Satisfação Implementados no GiroJampa

Considerando os requisitos de satisfação para *serious game* sugeridos por Almeida e Machado (2021) e Ramos e Machado (2021), foi elaborada uma tabela relacionando os requisitos com os elementos necessários no jogo e quais foram implementados, visto que não foi possível incluir todos no GiroJampa no primeiro protótipo. O Quadro 1 reúne os requisitos de designer, os elementos sugeridos para compor o jogo e os que foram implementados.

Quadro 1 – Requisitos de Designer e elementos sugeridos e implementados no GiroJampa, baseado em Almeida e Machado (2021) e Ramos e Machado (2021).

Requisitos de Designer	Elementos	Elementos sugeridos para compor o GiroJampa	Elementos Implementados no GiroJampa
Concentração			
Cc1 O jogo deve ter elementos que chamem a atenção do jogador.	Animações	Cenário Animação responsiva	Cenário Animação Responsiva

Cc3 O jogo deve ser capaz de prender a atenção do jogador enquanto ele executa as tarefas Cc6 Os elementos do jogo não devem distrair o jogador das tarefas nas quais ele <i>deseja</i> se concentrar.			
Cc2 O jogo deve ter estímulos que não impeçam o jogador de atingir os objetivos do jogo. Cc5 A carga de trabalho do jogo não deve exceder os limites esperados do público-alvo. Cc7 Os elementos no jogo não devem distrair o jogador das tarefas nas quais ele <i>precisa</i> se concentrar.	Telas informativas	Tutorial Tela informativa de distância percorrida Tela informativa de tempo Tela interativa para Esforço Percebido de Borg	Tutorial Tela informativa de distância percorrida Tela informativa de tempo Tela interativa para Esforço Percebido de Borg
Desafio de jogo			
Gc1 Os desafios do jogo devem corresponder ao nível de habilidade esperado da base de jogadores alvo. Gc2 Os desafios do jogo devem se adaptar ao nível de habilidade de cada jogador. Gc4 O jogo deve apresentar novos desafios em um ritmo apropriado.	Dificuldade adaptativa	Avaliação do desempenho do usuário Balanceamento do nível de dificuldade	Avaliação do desempenho do usuário - Implementação do Modelo de Tomada de Decisão Balanceamento do nível de dificuldade - Implementação do Modelo de Tomada de Decisão
Habilidades do jogador			
Ps2 O jogo deve apresentar maneiras de permitir que o jogador aprenda o jogo que seja parte da diversão esperada.	Conquistas	Tela de troféus	Tela de troféus
Ps3 O jogo deve fornecer suporte para o jogador superar as dificuldades. Ps4 O jogo deve permitir que o jogador aprenda a jogar por meio de um tutorial ou em um estágio inicial.	Tutorial	Tutorial	Tutorial
Ps5 O jogo deve fornecer ao jogador tempo e espaço para melhorar suas habilidades à medida que progride Sistema de progressão, através do jogo para superar os desafios subsequentes.	Desbloqueio gradual de recursos	Avaliação do desempenho do usuário Balanceamento do nível de dificuldade	Avaliação do desempenho do usuário - Implementação do Modelo de Tomada de Decisão Balanceamento do nível de dificuldade - Implementação do Modelo de Tomada de Decisão

Ps6 O jogo deve recompensar os jogadores por seus esforços.	Recompensas	Tela de Troféus Quadro de medalhas*	Tela de troféus
Ps7 A interface do jogo deve ser fácil de aprender e usar.	Tela de ajuda facilmente acessível	Tutorial	Tutorial
Ps8 A mecânica do jogo deve ser fácil de aprender	Modo de treinamento		
Controle			
Ct3 O jogo deve permitir que o jogador pause ou pare o jogo para retomar o jogo mais tarde Sistema de pausa, sem perder seu progresso.	Sistema de pausa Salve e carregue o sistema	Botão de pausar* Botão de Salvar o progresso*	
Ct4 O jogo não deve permitir que o jogador cometa erros que o impeça de progredir.	Feedback tátil	Avaliação do desempenho do usuário	Avaliação do desempenho do usuário - Implementação do Modelo de Tomada de Decisão
Ct5 O jogo deve permitir que o jogador sinta que suas ações têm impacto no mundo do jogo.	Reconhecimento do personagem do jogador	Tela de Desempenho e Progresso*	
Ct6 O jogo deve ter sensores que realizam a captura de informações sobre o jogador.	Feedback tátil	Sensorização do ergômetro	Sensorização do ergômetro para cadeira de rodas
Ct7 Os sensores do jogo devem atuar de modo não intrusivo, ou seja, não atrapalhando os movimentos dos jogadores.	Feedback tátil		
Ct9 Os aparelhos de medição do jogo podem ser ajustados pelo jogador.	Feedback tátil		
Ct10 O jogo deve oferecer suporte para entrada de dados do jogador vinda dos sensores.	Animações fluídas		
Clareza de Metas			
Cg1 O jogo não deve conter momentos em que o jogador não saiba o que fazer a seguir.	Tela de ajuda facilmente acessível	Tutorial	Tutorial
Cg2 Os objetivos principais do jogo devem ser apresentados ao jogador no momento apropriado.	Log de progresso	Tela de Objetivos	Tela de Objetivo

Cg3 Os objetivos principais do jogo devem ser apresentados de forma clara.	Registro objetivo		
Cg6 O jogo deve deixar claro quais são os objetivos de aprendizagem para seu conteúdo específico.	Avaliação de desempenho		
Feedback			
Fb1 O jogo deve fornecer feedback ao jogador sobre seu progresso.	Log de progresso	Tela de Desempenho e Progresso*	
Fb2 O jogo deve responder às ações do jogador.	Interações responsivas	Avaliação do desempenho do usuário Balanceamento do nível de dificuldade	Avaliação do desempenho do usuário - Implementação do Modelo de Tomada de Decisão Balanceamento do nível de dificuldade - Implementação do Modelo de Tomada de Decisão
Fb3 O jogo deve permitir que o jogador acesse sua pontuação sempre que achar necessário.	Classificação e pontuação do jogador	Tela de Desempenho e Progresso*	
Fb4 O jogo deve deixar claro quais eventos ocorridos são importantes.	Cenas relacionadas ao progresso		
Fb5 O jogo deve informar o jogador sobre o fracasso de sucesso de forma adequada.	Telas de vitória e derrota		
Imersão			
Im1 O jogo deve permitir que o jogador se sinta parte do mundo do jogo.	Animações e efeitos visuais	Cenário Animação responsiva	Cenário Animação Responsiva
Im2 O jogo deve fornecer um mundo no qual o jogador possa se envolver emocionalmente.	Animações e efeitos visuais		

Im3 O jogo deve ser capaz de afetar as emoções e o humor do jogador.	Animações e efeitos visuais		
Conteúdo de condicionamento de saúde			
Hcc1 O jogo deve oferecer escala para avaliação de esforço	Sistema de progressão ou Seleção de dificuldade	Tela interativa para Esforço Percebido de Borg	Tela interativa para Esforço Percebido de Borg
Hcc2 O jogo deve oferecer exposição da evolução física do jogador.	Log de progresso	Tela de Desempenho e Progresso*	
Hcc3 O jogo deve oferecer recompensas pela evolução física do jogador	Recompensas	Tela de Troféus Quadro de medalhas*	Tela de troféus

* Todos os elementos sinalizados pelo asterisco e destacados de vermelho não foram implementados no GiroJampa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021), baseado nos requisitos de satisfação de Almeida e Machado (2021) e Ramos e Machado (2021).

6 DISCUSSÃO

6.1 GIROJAMPA COMO *SERIOUS GAME*

Considerando os elementos necessários para composição de um *serious game*: conteúdo específico; estética; mecânica; tecnologia e narrativa, descritos na Tétrade de Schell Expandida (Figura 4) por Machado, Costa e Moraes (2018), o GiroJampa possui todos esses elementos, aplicados da seguinte forma:

- Conteúdo específico, Narrativa e Estética:

O conteúdo específico está relacionado à dificuldade da pessoa com deficiência de lesão medular, bem como pessoa com lesão medular com paraplegia, que necessita deslocar-se com a cadeira de rodas em ambientes abertos.

A narrativa refere-se a uma pessoa com lesão medular com paraplegia, usuário de cadeira de rodas, que tem medo de se locomover em ambientes abertos e se isola em casa. Durante o enredo do jogo, ele irá se deslocar na orla da praia de João Pessoa/PB, no percurso entre o Busto de Tamandaré e o Hotel Tambaú.

A estética foi desenvolvida utilizando um cenário simples, visto que a proposta é um protótipo, ambientada na orla praiana de João Pessoa, com cores vivas, e elementos que remetam ao ambiente entre o Busto de Tamandaré e o Hotel Tambaú.

- Tecnologia:

A tecnologia é baseada em uma estrutura para que o GiroJampa seja utilizado em dispositivos móveis. O jogo receberá os dados de entrada, via *bluetooth*, da sensorização associada ao ergômetro para cadeira de rodas desenvolvido por Souto (2018). O usuário estará preso no ergômetro da cadeira de rodas para usuários de cadeira de rodas, formado por dois rolos com sensorização por linha. O sensor, ligado a um Arduino Uno, é posicionado no cilindro do ergômetro, que girará junto com as rodas da cadeira, segundo Souto, Siebra e Silva (2019).

Dos *serious games* encontrados, voltados para usuários de cadeira de rodas, que focam no processo de reabilitação, foi observado que utilizam sensores para captação de movimentos de membro superior para movimentação no ambiente virtual, como exemplifica Oliveira et al. (2016) e Urturi, Zorrilla e Zapirai (2012). Os trabalhos voltados para deslocamento com cadeira

de rodas abordam o uso de cadeiras de rodas inteligentes e eletrônicas, como Faria et al. (2015) indica em uma metodologia voltada à adaptação da linguagem de comando para pessoas que utilizam cadeira de rodas inteligentes, sendo testadas em pessoa com deficiência com paralisia cerebral. Szyman, Brandão e Gois (2018) apresentaram maior diferencial, desenvolvendo um *serious games* para usuários de cadeira de rodas que tem os movimentos de membros superior e tronco captados por sensor e, à medida que ele precisa se movimentar no ambiente virtual, usará a inclinação do corpo e a simulação do movimento de mexer a roda da cadeira para frente ou para trás.

- Mecânica:

A mecânica do jogo aborda o objetivo do jogo, que é estimular o deslocamento com a cadeira de roda, pela pessoa com deficiência de lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, de forma lúdica e segura, por meio do treino de condicionamento físico. Além do objetivo, envolve diversos pontos, incluindo a inteligência, na qual se encaixa o modelo de tomada de decisão. O modelo escolhido foi o Sistema Baseado em Regras, que reúne um conjunto de regras lógicas, baseado no *if-else*, que a ação condicional gera uma solução: SE <condicional>, ENTÃO <solução>, baseado nos dados de entrada (BATISTA, 2017; SCHELL, 2014).

Podem ser usadas uma, ou um conjunto de modelo de decisão para dar suporte ao *serious games*. Um exemplo é Batista, Machado e Valença (2019), que utilizaram o Sistema Baseado em Regras para aferição de acertos e erros do usuário durante o cumprimento das fases. As ações do jogador produziram dados que enviam o jogador para a próxima fase ou não. Ele ainda utilizou Redes Neurais para comunicação com o Myo.

No GiroJampa, as regras do Sistema Baseado em Regras foram definidas a partir de diversos fatores, incluindo as variáveis fornecidas através da sensorização de Souto, Siebra e Silva (2019). As variáveis consideradas nas regras são: distância percorrida, tempo para realização da atividade e esforço percebido, através da Escala de Percepção de Esforço de Borg. O personagem se moverá a partir da leitura da velocidade fornecida pela sensorização. O jogo calculará a distância percorrida e contará o tempo para realização da atividade, além apresentar a velocidade em tela, calculada a partir da distância e do tempo. O GiroJampa possui três níveis (iniciante, intermediário e avançado), com objetivos específicos, ligados às variáveis.

A distância no jogo foi baseada no percurso original entre o Busto de Tamandaré e o Hotel Tambaú, correspondente a 850 metros, dividido em três pontos: 300 metros no nível iniciante, 500 metros no nível intermediário e 850 metros no nível avançado.

Considerando o tempo, cada nível tem sua determinação de tempo específica para realização da tarefa proposta. Contudo, a utilização diária do jogo não deve ultrapassar 20 minutos. Esse tempo foi baseado no *Guidelines* de Exercício para Adultos com Lesão Medular, escrito por Ginis et al. (2018), que indica a realização de atividade física aeróbica em nível moderado à intenso, associada a atividade de força, duas vezes por semana, para melhora de força muscular e capacidade cardiorrespiratória, durando 20 minutos.

Percepção de esforço se refere à intensidade de esforço durante a realização de exercícios, em que esse esforço influencia em parâmetros físicos, como em componentes do sistema musculoesquelético e cardiorrespiratórios, mas também gera influência motivacional (AISSA et al., 2018; TIGGEMANN; PINTO; KRUEL, 2010).

A percepção de esforço será aferida utilizando a Escala de Percepção de Esforço de Borg, apresentada de forma adaptada em tela para o usuário, mas considerada na íntegra na definição das regras. Cabral et al. (2020) traduziu para o português e validou, mostrando confiabilidade para mulheres adultas jovens e idosas que utilizaram esteira, para a Escala de Percepção de Esforço de Borg de 6 a 20), que foi utilizada no GiroJampa. Nessa escala, 6 representa “nenhum esforço”, entre 7 e 8 representa “extremamente leve”, 9 representa “muito leve”, 11 representa “leve”, 13 representa “um pouco difícil”, 15 representa “difícil”, 17 “muito difícil”, 19 representa “extremamente difícil” e 20 representa “esforço máximo” (CABRAL et al., 2020) (Figura 3).

O GiroJampa foi desenvolvido para que o esforço seja percebido de duas formas: através de um valor quantitativo, a partir da variação dos valores das variáveis, baseado nas regras; e de forma subjetiva, com o índice da Escala de Percepção de Esforço de Borg. O *serious game* permite avaliar a quanto esforço o indivíduo está sendo submetido, e qual a percepção do indivíduo em relação ao esforço. Cada nível do *serious game* possui suas regras específicas quanto à percepção de esforço, e considerou-se que o ponto de corte no índice da escala de BORG é 14, que se enquadra entre “um pouco difícil” e “difícil”. Se o indivíduo considerar que o exercício foi cansativo, o jogo entende que no BORG isso representa um índice igual ou maior que 14, fazendo o usuário permanecer no mesmo nível ou regredir de nível, visto que o esforço foi acima do que deveria.

A Escala de Percepção de Esforço de BORG é utilizada amplamente em diversas áreas e em diversas versões para avaliação de esforço percebido após a realização de uma atividade. A literatura tem demonstrado que a implementação da mesma em *serious game* é bem restrita.

Não há muitos trabalhos focados em reabilitação que avaliam o esforço da pessoa com deficiência através de escala, como, por exemplo, Martins, Carvalho e Soares (2015) e Martins, Carvalho e Soares (2018), que utilizaram *serious games* no processo de reabilitação de pessoa com deficiência com acidente vascular, realizando testes com indivíduos com acometimento físico, mas sem aferição do nível de esforço após o exercício. O mesmo acontece no trabalho de Martín-Ruiz, Máximo-Bocanegra, Luna-Oliva (2016), que utiliza *serious game* no processo de reabilitação de crianças com diagnóstico de paralisia cerebral.

Dos estudos atuais que utilizaram a Escala de BORG, podemos destacar o trabalho de Höchsmann et al. (2017), que relata a experiência de um *serious game* trabalhando com *exergaming* com indivíduos com diagnóstico de Diabetes Mellitus, com o qual, no final das tarefas realizadas no *serious game*, o usuário poderia indicar o nível de esforço percebido para realizar a atividade, através de uma Escala de Borg de 15 pontos, simplificada. Silva et al. (2021) utilizou a Escala de Borg para avaliar o esforço percebido após a realização de atividades no *serious game*, utilizado na telerreabilitação em domicílio, de indivíduos com paralisia cerebral, durante a pandemia do COVID-19.

Utilizar a Escala de BORG implementada no GiroJampa é um diferencial a ser destacado. Considerar que a Escala de Percepção de Esforço de BORG avalia não apenas critérios físicos, como também motivacionais é importante, visto que pessoa com deficiência com lesão medular pode desenvolver questões psicológicas, diante da limitação física e falta de autonomia (DONATO, 2019; AISSA et al., 2018; TIGGEMANN; PINTO; KRUEL, 2010). Cruz, Machado & Afiúne (2021) dissertaram que tristeza e reclusão são sentimentos relatados por pessoa com deficiência portadores de lesão medular. Essas questões podem influenciar na percepção de esforço e na indicação do índice da Escala de Percepção de Esforço de BORG, e devem ser levadas em consideração.

6.2 GIROJAMPA E O PROCESSO DE REABILITAÇÃO

6.2.1 GiroJampa e os Princípios da Neuroplasticidade

Levando em conta o desenvolvimento do GiroJampa, é possível sugerir a presença de alguns dos princípios da neuroplasticidade elencados por Kleim e Jones (2008) (Figura 2), nos

elementos e componentes específicos do SG, que sugerem que ele pode influenciar na neuroplasticidade e no processo de reabilitação:

- Considerando o princípio do “Uso e Desuso”, o GiroJampa necessita da realização de exercícios com os membros superiores para o deslocamento com a cadeira de rodas, diminuindo a possibilidade de inatividade e perda de função.
- O “Aperfeiçoamento, através do uso”, refere-se ao fato de que ele estimula o deslocamento com a cadeira de rodas, aperfeiçoando ação necessária para usá-la, tornando-a tarefa mais fácil.
- A “Especificidade” é possível ser observada na especificação da ação para movimentar a cadeira de rodas.
- A “Repetição” é observável no fato de que o usuário do SG, teoricamente, precisará jogar mais de uma vez para superar os objetivos propostos em cada nível.
- A “Intensidade” é vista a partir dos objetivos dos níveis e do balanceamento do nível de dificuldade. Quanto maior o nível do jogo, maior a intensidade do exercício para superação do novo nível. Destaca-se que a intensidade do esforço será avaliada a partir da Escala de Percepção de Esforço de BORG, citada por Cabral et al. (2020).
- Analisando o princípio “Tempo”, podemos considerar que a realização dos exercícios por 20 minutos, duas vezes por semana, indicado por Ginis et al. (2018), no *Guidelines de Exercício para Adultos com Lesão Medular*, está relacionado com o tempo de utilização do SG diariamente e semanalmente.
- No que diz respeito ao GiroJampa e aos princípios da “Saliência”, da “Transferência” e da “Interferência”, é preciso realizar estudos para avaliar se a experiência de uso do jogo estimulará a neuroplasticidade.
- O princípio da “Idade” é visto no jogo a partir do momento em que ele é, inicialmente, indicado para pessoa com deficiência, adultos, com diagnóstico de lesão medular. Faz-se necessária a realização de testes presenciais com a população-alvo para aferição de eficácia, além de adaptações e testes para uso em outras populações.

Salienta-se que, apesar da presença dos princípios citados por Kleim e Jones (2008) endossar a teoria de que o GiroJampa pode influenciar o processo de neuroplasticidade, essa teoria só pode ser confirmada a partir de realização de testes presenciais com o público-alvo, utilizando metodologia de teste rígida e bem elaborada.

6.2.2 GiroJampa e os Princípios do Condicionamento Físico

Com a prescrição de exercício, sugere-se que o *serious game* possui elementos que satisfazem os quatro princípios do condicionamento físico, citados por Kisner & Colby (2016), que estão presentes no GiroJampa da seguinte forma:

- Princípio da sobrecarga:

Esse princípio está presente no GiroJampa a partir da avaliação do desempenho do usuário e do balanceamento do nível de dificuldade realizados pelo modelo de tomada de decisão presente no *serious game*.

O modelo de tomada de decisão analisa os dados de entrada referentes à distância, ao tempo e ao índice de BORG (resultantes do desempenho do usuário e da capacidade de realizar a tarefa – e consequência da condição física), e gera uma resposta balanceando o nível de dificuldade. Esse balanceamento permite que o usuário não seja alocado em um nível de dificuldade acima do que as condições físicas suportam, ou abaixo do que ele é capaz de fazer.

- Princípio da especificidade:

O princípio da especificidade está presente no GiroJampa, com base na teoria de que o exercício provocará respostas e adaptações fisiológicas específicas após a realização.

Essa resposta fisiológica pode ser observada baseando-se no uso da Escala de Esforço Percebido de BORG. O usuário irá se autoavaliar e indicar o esforço realizado para realização da tarefa, baseado nas repercussões fisiológicas percebidas ao término do exercício. Como consequência desse dado fornecido pelo usuário, o modelo de decisão presente no *serious game* realiza o balanceamento do nível de dificuldade.

- Princípio da variação individual:

Esse princípio também está presente no GiroJampa, segundo a avaliação do desempenho do usuário e do balanceamento do nível de dificuldade realizados pelo modelo de tomada de decisão presente no *serious game*.

A resposta do modelo de decisão (avaliação do desempenho do usuário e balanceamento do nível de dificuldade), com base nos dados de entrada, respeita a individualidade e capacidade do indivíduo em realizar as tarefas. O usuário seleciona o

nível no qual acredita se enquadrar e baseado em seu desempenho realizando a tarefa proposta para aquele nível, é que o modelo de tomada de decisão realizará o balanceamento do nível de dificuldade.

- **Princípio da reversibilidade:**

Esse princípio está presente no GiroJampa, já que o *serious game* utiliza o *Guidelines* de Exercício para Adultos com Lesão Medular (GINIS et al., 2018) como norte para definição das regras e orientação dos usuários. Ginis et al. (2018) indica a necessidade da realização de atividade física aeróbica em nível moderado a intenso associada à atividade de força, por pelo menos duas vezes por semana, para melhora de força muscular e capacidade cardiorrespiratória, durante 20 minutos.

6.2.3 GiroJampa e a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidades e Saúde

Atendendo aos componentes presentes da Classificação Internacional de Funcionalidade, de Incapacidade e de Saúde (CIF) (Figura 1) (OMS, 2004), sugere-se relacionar seus componentes com o GiroJampa da seguinte forma:

- **Função do Corpo:**

Segundo Bernardes e Pereira Júnior (2010), esse componente relaciona-se diretamente com as funções fisiológicas. A função do corpo se subdivide nas seguintes Funções: Mentais; Sensoriais e Dor; Funções da Voz e da Fala; Funções do Aparelho Cardiovascular, dos Sistemas Hematológico e Imunológico e do Aparelho Respiratório; Funções do Aparelho Digestivo e dos Sistemas Metabólico e Endócrino; Funções Geniturinárias e Reprodutivas; Funções Neuromusculoesqueléticas e Funções Relacionadas com o Movimento; Funções da Pele e Estruturas Relacionadas. Algumas funções são necessárias para que o usuário faça a utilização do GiroJampa, corroborando com o requisito habilidade, citado por Schell (2014).

- **Funções Mentais:** No âmbito das Funções Mentais, é necessário avaliar os tópicos subcapitulados, visto que elas influenciam o uso do *serious games*:

✓ **Funções da consciência e Função de Orientação:** O indivíduo necessita ter nível de consciência e orientação satisfatórios para utilização do GiroJampa.

- ✓ *Funções Intelectuais, Funções Psicossociais globais e Funções do temperamento e personalidade:* Funções necessárias para compreensão das regras, realização da tarefa, e interação com o jogo e a equipe de profissionais, bem como a reação às respostas do *serious game*.
 - ✓ *Função da Atenção e Função da Percepção:* Funções necessárias para manutenção e divisão da atenção aos estímulos do *serious game*.
 - ✓ *Funções Psicomotoras:* Função necessária para controle motor e voluntário relacionados a tronco e membro superior, no desenvolvimento do movimento de girar a roda da cadeira.
 - ✓ *Função de Pensamento e Função de Controle motor superior:* Funções necessárias para compreender os objetivos do jogo e entendimento das ações necessárias para cumprir os objetivos.
- *Funções do aparelho cardiovascular, dos sistemas hematológico e imunológico e do aparelho respiratório:* considerando as funções do aparelho cardiovascular, dos sistemas hematológico e imunológico e do aparelho respiratório, é necessário que se avalie os subtópicos, visto que a utilização dos *serious games* irá influenciar nessa função. Quanto aos *aparelhos cardiovascular e respiratório*, o indivíduo necessitará realizar atividade aeróbica para realização das tarefas presentes no jogo, necessitando das funções dos aparelhos acima citados.
 - *Funções neuromusculoesqueléticas e funções relacionadas com o movimento:* considerando as funções neuromusculoesqueléticas e as funções relacionadas com o movimento, é necessário avaliar os tópicos, tendo em vista que o indivíduo realiza movimento com membros superiores e manterá postura, envolvendo a coluna cervical, coluna torácica, cintura escapular e membros superiores, no âmbito articular, muscular e nervoso.
 - *Atividade e participação:* considerando a categoria atividade e participação, a utilização do GiroJampa irá influenciar a vida do usuário, proporcionando maior participação dele na sociedade, uma vez que o objetivo do *serious game* é auxiliar o deslocamento do indivíduo em ambientes abertos, proporcionando maior segurança para realização de atividades com maior independência.

6.2.4 GiroJampa e Requisitos de um *serious game* para reabilitação

Borghese et al. (2013) considera que, para um *serious game* ter a função voltada para reabilitação, ele precisa apresentar em sua composição três elementos específicos: adaptabilidade de dificuldade baseada na habilidade do usuário; monitoramento de ações e compensações posturais do usuário; e fornecimento de feedback ao usuário. Analisando o GiroJampa, é possível sugerir a presença dos três elementos:

- 1) A adaptabilidade de dificuldade baseada na habilidade do usuário é feita a partir de resposta do modelo de tomada de decisão, através da avaliação do desempenho do usuário e do balanceamento do nível de dificuldades, em relação aos dados de entrada, considerando as variáveis tempo, distância e índice de esforço percebidas (Figura 11).
- 2) O monitoramento de ações é realizado pela sensorização desenvolvida por Souto, Siebra e Silva (2019), instalada no ergômetro para cadeira de rodas, desenvolvido por Souto (2018) (Figura 9 e Figura 10). O sensor contabiliza a velocidade e, a partir dela, é realizado o cálculo da distância percorrida pelo indivíduo, de acordo com o tempo contabilizado pelo jogo. O índice esforço percebido é monitorado pelo modelo de decisão, utilizando-o como critério para balanceamento do nível de dificuldade, assim como a distância e o tempo.
- 3) O fornecimento de feedback ao usuário é dado a partir da interação do usuário com o jogo, com as mensagens de incentivo (Figura 32), com o objetivo do nível (Figura 26), com a disponibilização de troféus (Figura 31) e com o status do usuário no jogo referente a que fase ele foi alocado (Figura 30), além da apresentação de dados em tela (Figura 53) e do aviso quando encerra o tempo de uso (Figura 33).

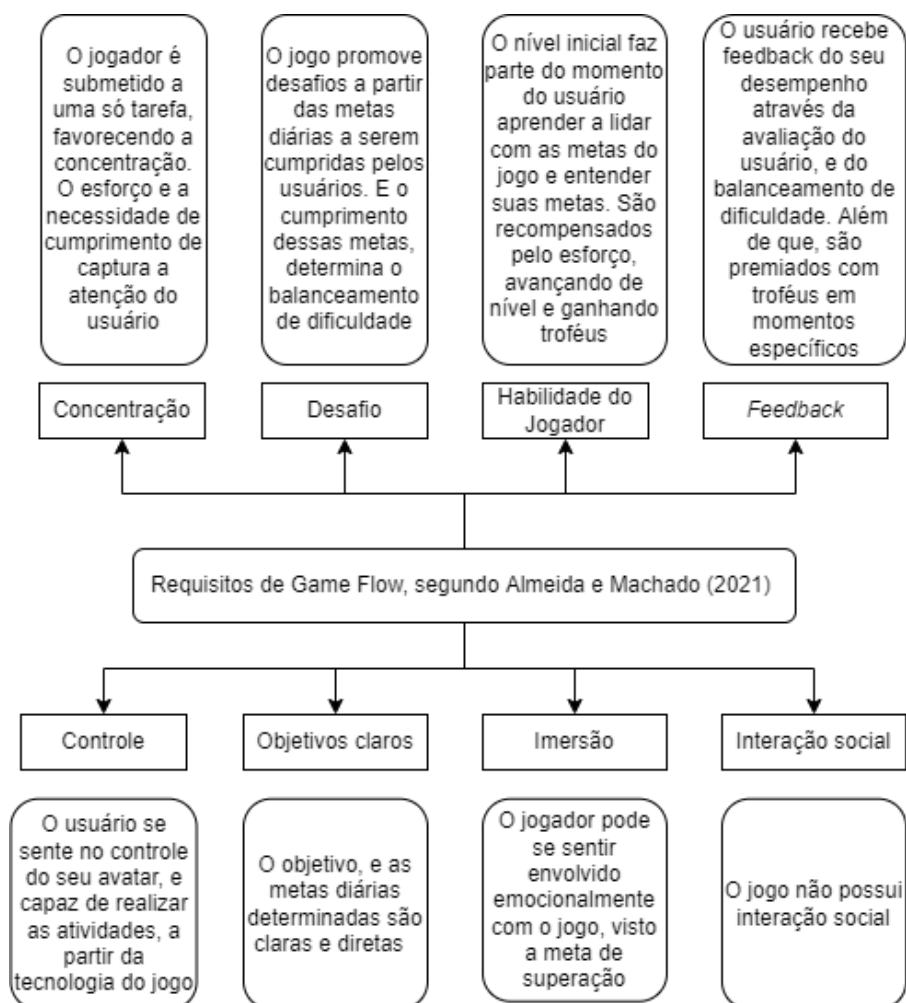
6.3 GIROJAMPA E OS REQUISITOS DE SATISFAÇÃO

Considerando os requisitos do *Game Flow*, de Almeida e Machado (2021) e relacionando com os elementos do GiroJampa, é possível perceber (Figura 42):

- Conjecturando o requisito Concentração, no GiroJampa, o jogador é submetido a apenas uma tarefa, o que favorece a concentração do indivíduo para cumpri-la, capturando a atenção do usuário;
- Quanto ao requisito Desafio, ele é promovido, no GiroJampa, a partir das metas diárias a serem cumpridas. O cumprimento ou não dessas metas é que determina o balanceamento do nível de dificuldade;
- No que diz respeito ao requisito Habilidade do Jogador, no GiroJampa, o nível iniciante faz parte do aprendizado do usuário para lidar com as metas diárias. Os usuários serão recompensados, pelo esforço ao avançar de nível, com troféus;
- Em relação ao requisito Controle, no GiroJampa, o usuário se mantém no controle do seu avatar e se sente capaz de realizar todas as atividades, a partir da tecnologia do jogo;
- Já no requisito Objetivos Claros, no GiroJampa, as metas diárias são determinadas de forma clara e direta;
- Considerando o requisito *Feedback*, no GiroJampa, o usuário recebe resposta do seu desempenho através da avaliação do usuário e do balanceamento de dificuldade. Além de que, há oferecimento de troféus após cumprimento de metas;
- Quanto ao requisito Imersão, no GiroJampa, o indivíduo se sente imerso principalmente pela influência emocional por ter superado as metas.
- O único requisito do *GameFlow* que não é abordado, no GiroJampa, é a Interação Social.

Os requisitos sugeridos por Ramos e Machado (2021) são uma extensão para reabilitação física e condicionamento físico dos requisitos de Almeida e Machado (2021). O GiroJampa cumpre de forma simplificada a sugestão de elementos ligados ao condicionamento físico e à reabilitação.

Figura 42 – Relação entre os requisitos de *GameFlow* apresentados por Almeida e Machado (2021) e os requisitos que compõem o GiroJampa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

6.4 GIROJAMPA E A TEORIA DO FLUXO

Considerando o estado de fluxo no GiroJampa, é função do modelo de decisão realizar a avaliação do desempenho do usuário, que depende do nível de habilidade, para ajustar o nível de dificuldade ao qual ele se adequa (Figura 5 e Figura 6).

Em atenção aos requisitos básicos apresentados por Dörner (2016) e Batista (2017), o *serious game* apresenta objetivos claros e específicos por nível, sendo expresso de forma direta e exposto em tela antes do início de cada fase. Ele recebe feedback imediato em relação ao progresso, já que, ao finalizar a tarefa, com base em seu desempenho, ele é imediatamente informado se recebeu troféu, se superou o objetivo e em que nível ele foi alocado. Com relação aos desafios apropriados para o nível de habilidade, os objetivos de cada fase foram pensados considerando as limitações físicas dos usuários de cadeira de rodas, e é função do modelo de

decisão balancear o nível de dificuldade, em resposta aos dados de entrada fornecidos pela ação do usuário, que reflete a sua habilidade.

Shell (2014) relata que existem requisitos necessários para manter o jogador no equilíbrio entre o desafio e o tédio. O autor sugere que o jogo precisa aumentar a dificuldade do usuário cada vez que ele vence, que os níveis mais fáceis passem mais rapidamente, que sejam criadas camadas de desafios, que sejam pensadas formas de deixar os jogadores escolherem o nível de dificuldade e, por fim, que o jogo seja testado com vários tipos de jogadores.

O GiroJampa pode se enquadrar em diversos desses pontos: o modelo de tomada de decisão balanceia o nível de dificuldade para que ela avance a partir do momento em que os objetivos sejam alcançados; os níveis possuem uma ordem crescente de dificuldade, com o iniciante passando mais rápido e o tempo de realização da tarefa aumentando gradativamente; existem camadas de desafios criadas a partir do momento em que é determinado o nome de um nível para o usuário, a partir do balanceamento do nível de dificuldade; por último, os jogadores são capazes de escolher seu nível de dificuldade na tela de níveis. No que diz respeito aos testes com diversos jogadores, eles foram feitos virtualmente com dados criados, visto a impossibilidade de fazer testes com indivíduos reais, por consequência da pandemia global ocasionada pelo COVID-19.

7 CONCLUSÃO

7.1 CONTRIBUIÇÕES

Com a construção do protótipo GiroJampa, é possível observar o cumprimento das contribuições sugeridas inicialmente, novas e importantes, que o diferem do GiroJampa de outros *serious game* desenvolvido.

- Particularidade do público-alvo e escassez de trabalhos realizados na área:

O GiroJampa é um *serious game* voltado para pessoa com deficiência com lesão medular e pessoa com lesão medular com paraplegia. É notório o escasso número de trabalhos voltados para pessoa com deficiência, usuário de cadeira de rodas na literatura. Voltado para estímulo de deslocamento e melhora de condicionamento físico, a escassez é ainda maior. No âmbito nacional, Oliveira et al. (2016) desenvolveu um *serious game* para pessoa portadora de lesão medular, com o usuário se movimentando em ambiente virtual, através de captação por sensor de movimentos de membro superior. Urturi, Zorrilla e Zapiari (2012) desenvolveram *serious games* para pessoa com deficiência com lesão medular, focando na melhora de habilidade motora, com os movimentos de membro superior sendo captados pelo *Microsoft Kinect*. Nenhum deles foi de fato voltado para o deslocamento do usuário com a cadeira de rodas, nem tinha foco em condicionamento físico.

Nesse contexto, o GiroJampa vem com objetivo de estimular o deslocamento dos indivíduos em ambiente aberto, visando proporcionar independência, além de associar o treino de condicionamento físico à necessidade do movimento necessário para mover a cadeira e ao treino muscular para membros superiores.

Além do mais, se faz necessário salientar a contribuição da sensorização desenvolvida por Souto, Siebra e Silva (2019), com a utilização do ergômetro para cadeira de rodas desenvolvido por Souto (2018), captando os dados de entrada relacionados a tempo e à distância, através da rotação da roda da cadeira de rodas.

- Utilização de Escala de Percepção do Esforço de BORG para autoavaliação do esforço:

A Escala de Percepção de Esforço de BORG é utilizada em diversas áreas e versões para avaliação de esforço percebido. Höchsmann et al. (2017) relata a experiência de ter utilizado

em *exergaming*, com o propósito de avaliar o esforço de indivíduos com diagnóstico de Diabetes Mellitus, após realização das tarefas realizadas no *serious game*. Silva et al. (2021) utilizou a Escala de Borg para avaliar o esforço percebido após a realização de atividades no *serious game* de indivíduos com paralisia cerebral, durante a pandemia do COVID-19. Todavia, nas pesquisas realizadas, não foi encontrado nenhum *serious game* voltado para pessoa com deficiência, usuários de cadeira de rodas, utilizando a Escala de BORG para avaliação do esforço resultante da atividade, sendo este estudo, por esta razão, um diferencial importante do GiroJampa.

A utilização da Escala de Borg deve ser destacada, visto que o esforço percebido é avaliado sem a necessidade de uso de equipamentos, que nem sempre a população-alvo possui acesso. Bonafé, Soares e Pasqualotti (2021) publicaram um estudo experimental de comparação da variação da frequência cardíaca e da percepção de esforço utilizando a Escala de Percepção de Esforço de Borg, mostrando linearidade similar das duas variáveis durante a avaliação no repouso, e no exercício de indivíduos realizando circuito, sugerindo que a monitorização da frequência cardíaca e o índice de Percepção de Esforço utilizando a Escala de BORG podem ser utilizados para controle da intensidade do exercício.

Todavia, os fatos apresentados acima não diminuem a importância e o detalhamento da avaliação funcional através do uso de equipamentos específicos da área da saúde para avaliação de sinais vitais durante a realização do exercício, quando possível.

Destaca-se e salienta-se que a presença da Escala de Esforço Percebido de BORG implementada no *serious game* não impõe a ausência do profissional de saúde acompanhando o uso do *serious game* de forma presencial, ou através de telemedicina, seja ele fisioterapeuta ou profissional da educação física. O uso do *serious game* por profissão específica depende do objetivo do uso, pois cada profissão possui suas atribuições inerentes e exclusivas da sua área, resguardadas pelos Códigos de Ética.

- Estética do GiroJampa:

Apesar de rudimentar, a estética do GiroJampa também é um diferencial, visto que foi baseada em relatos de usuários de cadeira de rodas sobre o lugar mais desejado para circular com a cadeira de rodas, sendo a Orla Praiana de João Pessoa, entre o Busto de Tamandaré e o Hotel Tambaú, o espaço preferido.

- Requisitos de Satisfação:

O desenvolvimento do GiroJampa considerou a sugestão, através do trabalho de Ramos e Machado (2021), da criação de requisitos de satisfação voltados para condicionamento físico e reabilitação. Há requisitos utilizados para avaliação de satisfação de *serious game* como é relatado por Almeida e Machado (2021), mas nenhum desses requisitos eram direcionados especificamente para o processo de reabilitação e de condicionamento físico.

- Modelo de Tomada de Decisão:

Uma das grandes contribuições deste trabalho, cumprindo os objetivos específicos propostos, foi utilizar um modelo de decisão para realização da avaliação do desempenho do usuário e do balanceamento do nível de dificuldades.

O Sistema Baseado em Regras, que considera as variáveis fornecidas pelo sistema de sensorização, realiza a avaliação do desempenho do usuário de forma simples e eficaz.

- Interdisciplinaridade:

Para desenvolvimento do protótipo do GiroJampa, fez-se necessário um trabalho árduo e cooperativo entre as áreas de exatas e de saúde, comprovando que a interdisciplinaridade é um diferencial no avanço de pesquisas das duas áreas, deixando contribuições para a comunidade científica e para a comunidade social, visto a escolha da população-alvo, levando o GiroJampa a ter importância social.

7.2 LIMITAÇÕES

Apesar dos resultados apresentados, esse trabalho também apresentou limitações que precisam ser destacadas:

- Devido a pandemia, ocasionada pelo Covid-19, ficou impossibilitada a realização dos testes em indivíduos saudáveis e pessoa com lesão medular com paraplegia, impedindo avaliação em relação à interação dos usuários reais com o *serious game*. Os testes foram realizados com dados colhidos pelo sistema de sensorização citado por Souto, Siebra e Silva (2019),

com pessoa com deficiência, pessoa com lesão medular com paraplegia, antes da pandemia. Tais dados foram utilizados para o teste do modelo de decisão, não havendo realização de testes de interação e avaliação para saber se os requisitos de *Game Flow* adicionados ao jogo realmente promoveram satisfação.

- Ficaram impossibilitados o salvamento de informações de perfis no jogo e a geração de relatórios diário e final, devido à ausência de testes com os usuários reais.
- Outra limitação é que, apesar da tentativa de abarcar o maior número de requisitos de satisfação, alguns desse números foram simplificados e podem, futuramente, ser aperfeiçoados. Há balanceamento de nível de dificuldade e avaliação geral do usuário. Porém, houve pouca disponibilidade de fases, pouca interação com o personagem durante a jogabilidade, e ausência de um sistema aprofundado de recompensas. Apesar de serem ofertados troféus, necessita-se haver aprimoramento do sistema de recompensas para o usuário, implementado de forma simplificada, e de uma maior quantidade de elementos que interajam com o indivíduo. Também é possível adicionar, em possibilidades futuras, o recolhimento de itens que acumulam pontos e podem gerar prêmios.
- Ficaram impossibilitadas a elaboração de uma tela de progresso e a apresentação de quadro de medalhas, devido às dificuldades do desenvolvimento do GiroJampa, além de inclusão do botão de pausa e de salvamento de progresso.

Tais limitações não invalidam os resultados obtidos e destacados. Todavia, apresentam-se como pontos que podem e devem ser aprimorados no GiroJampa.

7.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos tópicos acima, foi apresentado o desenvolvimento de um protótipo de *serious game*, o GiroJampa, voltado para condicionamento físico e reabilitação de pessoa com deficiência com lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia e usuários de cadeira de rodas, com o objetivo de estimular o deslocamento do indivíduo em ambientes abertos, com o uso da cadeira de rodas. Para isso, o *serious game* recebe informações da sensorização desenvolvida por Souto, Siebra e Silva (2019), acoplada ao ergômetro para cadeira de rodas, desenvolvido por Souto (2018).

Apesar de ser um *serious game* com foco em reabilitação e condicionamento físico, de forma alguma ele substitui a necessidade da presença do profissional da saúde para avaliação do indivíduo, prescrição funcional, acompanhamento e monitoramento, além de reavaliação contínua. O *serious game* vem como contribuição, apresentando-se como mais uma opção de prescrição para o tratamento definido pelo profissional, seja fisioterapeuta ou profissional da educação física, de acordo com objetivos específicos e atuações em áreas distintas.

Considerando o objetivo principal, podemos concluir que ele foi cumprido. Foi desenvolvido um protótipo e realizada a implementação do Sistema Baseado em Regras para tomada de decisão, considerando as variáveis de entrada e gerando como resposta a avaliação do desempenho do usuário e o balanceamento do nível de dificuldade.

Considerando os objetivos específicos, conclui-se que eles também foram cumpridos. Foi definido e adaptado o método de tomada de decisão, Sistema Baseado em Regras, como modelo responsável por realizar avaliação do desempenho do usuário e o balanceamento do nível de dificuldade. Foi desenvolvido o protótipo, que cria, de forma lúdica e segura, possibilidade de independência do indivíduo para deslocamento em lugares abertos, através da reabilitação física e do treino de condicionamento físico.

Ademais, apesar das limitações, foram cumpridas todas as contribuições esperadas, e adicionadas novas no decorrer do trabalho.

Fazem-se necessárias adaptações e melhoramento de tecnologia, estética, mecânica e detalhamento do enredo. Contudo, para desenvolvimento do protótipo, os elementos presentes satisfazem a necessidade do *serious game*. Mesmo sem a realização de testes em indivíduos, considera-se o GiroJampa uma nova possibilidade de opção de recurso na prescrição funcional para pessoa com deficiência com lesão medular. A contribuição do GiroJampa resulta de um trabalho conjunto entre áreas, demonstrando a importância da interdisciplinaridade na ciência.

Considerando as pretensões futuras para aprimoramento do GiroJampa, destacam-se:

- Aprimoramento dos elementos que respeitam os requisitos de satisfação do jogo, como adição de elementos de maior interação do usuário com o *serious game*, como adição de personagens e um maior número de mensagens automáticas, como também, maior aprofundamento na história do personagem e adição de itens para acúmulo de pontuação e oferecimento de um maior número de prêmios e troféus; um sistema elaborado de recompensas, com exposição em tela de valores de distância, velocidade, tempo, pontuação acumulada; adição de uma maior opção de fases; adição e salvamento de perfis.

- Avaliação e atualização da relação inicial feita com os princípios da neuroplasticidade, os princípios do condicionamento físico e com a Classificação Internacional Funcionalidade, a partir da realização de testes com indivíduos.
- Aprimoramento da estética do *serious game* e utilização de plataformas virtuais para associá-las a mapas, como o *Google Maps*;
- Realização de testes com usuários reais, visando avaliação da funcionalidade do jogo a partir da interação do usuário com o *serious game*, como também, avaliação dos elementos referentes à satisfação.
- Avaliação dos requisitos de satisfação do *serious game*, através da utilização do Questionário de Satisfação do GiroJampa, após a realização de testes com usuários reais.
- Validação do *serious game* com o público-alvo, visando a avaliação da sua aplicação na reabilitação física e melhora dos aspectos motivacionais do usuário.
- Validação do *serious game* com fisioterapeutas e profissionais de educação física, com o propósito de avaliar a sua aplicação na reabilitação física por profissionais especializados.
- Utilização da realidade virtual no jogo, utilizando *headset* ou *head up display* associado aos óculos de realidade virtual para aumentar a imersão do usuário.

7.4 PUBLICAÇÕES RELACIONADAS

Até a data de elaboração da dissertação, foi publicado um artigo científico em Congresso Científico Internacional e houve uma submissão de artigo em revista científica:

- GiroJampa: A *serious game* prototype for wheelchairs rehabilitation, tendo Marieliza Araújo Braga; Liliane dos Santos Machado; Leonardo Wanderley Lopes; Claurton de Albuquerque Siebra; Elaine Cappellazzo Souto; Rebeca Raab Bias Ramos como autores, aceito no 18th International Conference on Remote Engineering and Virtual

Instrumentation (REV2021), e publicado no “Online Engineering and Society 4.0”, da Springer (ANEXO A).

- Contribuições dos *Serious Games* para a Neuroplasticidade, Aprendizado Motor e Reabilitação Neurológica: Revisão Integrativa, tendo Marieliza Araújo Braga; Liliane dos Santos Machado; Leonardo Wanderley Lopes como autores, submetido à Revista Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria.

Um segundo artigo está sendo escrito. Neste são considerados os resultados da dissertação, para publicação em revista científica.

REFERENCIAS

- AHUJA C.S. et al. Traumatic spinal cord injury. In: **Primer**, v.3, n.17018, 2017.
- AISSA et al. Relação entre frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço em indivíduos entre 10 e 15 anos na natação. In: **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.12, n.76, p.597-604, 2018.
- ALBUQUERQUE, E.C.; SCALABRIN, E.E. O uso de computador em programas de reabilitação neuropsicológica. In: **Psicol. Argum.**, v. 25, n. 50, p. 269-275, jul./set. 2007.
- ALIZADEH A., DYCK S.M., KARIMI-ABDOLREZAEI S.: Traumatic Spinal Cord Injury: Na Over- view of Pathophysiology, Models and Acute Injury Mechanisms. In: **Frontiers in Neurology**, v.10, n.282, p. 1-25, 2019.
- ALMEIDA, J.L.C.; MACHADO, L.S. Design Requirements for Educational Serious Games with Focus on Player Enjoyment. In: **Entertainment Computing**, 2021.
- ALMEIDA, L.R. **Serious Games para qualificação de práticas de profissionais de saúde na abordagem à violência doméstica contra a mulher**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação Modelos de Decisão e Saúde, Universidade Federal da Paraíba, 2015.
- ALMEIDA, L.R.; MACHADO, L.S.; MEDEIROS, A.T. *Serious games* sobre violência contra a mulher: uma avaliação com profissionais de saúde. In: **XIII SBGames**, Porto Alegre/RS – Brazil, November 12th - 14th, 2014.
- ANDRADE, V.S. et al. Participação social e autonomia pessoal de indivíduos com lesão medular. In: **Revista Brasileira de Enfermagem**, v.72, n.1, p.250-257, 2019.
- ARANHA, R.V.; RIBEIRO, M.W.S.; CAMARGO, C.A.X. *Serious games* e Interação Natural na Terapêutica Posterior ao Tratamento do Câncer de Mama. In: **XIII SBGames**, Porto Alegre/RS – Brazil, November 12th - 14th, 2014.
- ARAÚJO, E.S.; BUCHALLA, C.M. O uso da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde em inquéritos de saúde: uma reflexão sobre limites e possibilidades. In: **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.18, n.3, p.720-724, 2015.
- ARAÚJO, A.X.P.; GOMES, W.S.; RIBEIRO, P.M.T. Qualidade de vida do pessoa com deficiência de lesão medular: uma revisão de literatura. In: **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.11, n.1, p.1-11, 2018.
- BARUA, A. Methods For Decision-Making In Survey Questionnaires Based on Likert Scale. In: **Journal of Asian Scientific Research**, v.3, n.1, p.35-38, 2013.
- BATTISTELLA, L.R.; BRITO, C.M.M. Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF). In: **Acta Fisiatrica**, v.9, n.2, p.98-101, 2002.

BATISTA, T.V.; MACHADO, L.S.; VALENÇA, A.M. FarMyo: A Serious Game for Hand and Wrist Rehabilitation Using a Low-Cost Electromyography Device. In: *International Journal of Serious Games*, v.6, n.2, p.3-19, 2019.

BERNARDES, J.M.; PEREIRA JÚNIOR, A.A. A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) e suas contribuições para a fisioterapia. In: *Fisioterapia Brasil*, v.11, n.6, 2010.

BONAFÉ, C.; SOARES, B.H.; PASQUALOTTI, A. Comparativo da Frequência Cardíaca e Percepção Subjetiva de Esforço Durante o Treinamento Funcional. In: **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.15, n.96, -245-251, 2021.

BOURG, D.M.; SEEMAN, G. **AI for Games Developers**. O'Reilly, 2004.

BRAGA M.A., et al. **GiroJampa: A serious game prototype for wheelchairs rehabilitation**. In: **Online Engineering and Society 4.0** – In: *Online Engineering 4.0 - Anais do 18th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, p.489-98, 2021.

BRAGA, M.A. **Proposta terapêutica associada para o atendimento do pessoa com deficiência oncológico de mama**. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharel em Fisioterapia, Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

BORGHESE, N.A. et al. Computational intelligence and game design for effective at home stroke rehabilitation. In: **Game of Health: Research, Development, and Clinical Applications**, v.2, n.2, p.81-88, 2013.

BORG, G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. In: **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.5, p.377-381, 1982.

CASTRÉN, E.; ANTILA, H. Neuronal plasticity and neurotrophic factors in drug responses. In: **Molecular Psychiatry**, v.22, p.1085–1095, 2017.

CABRAL L.L. et al. Initial Validity and Reliability of the Portuguese Borg Rating of Perceived Exertion 6- 20 Scale. In: **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v.24, n.2, p.103-114, 2020.

COSTA, J.F.C. **Variáveis psicológicas na adesão terapêutica em lesionados medulares**. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra, 2012.

COSTA, T.K.L. et al. Modelo de Avaliação para Formação em Saúde baseada em Jogos e Ambientes Virtuais. In: **Tempus, actas de saúde colet**, Brasília, v.10, n.2, p.253-273, jun, 2016.

COSTA, T.K.L.; MACHADO, L.S.; MORAIS, R.M. Inteligência artificial e sua aplicação em *serious games* para saúde. In: **Rev Eletron de Comun Inf Inov Saúde**, v.8, n.4, p.525-539, 2014.

CRUZ, L.G.; MACHADO, C.S.; AFIÚNE, F.G. Os aspectos emocionais do lesado medular frente ao seu diagnóstico. In: **Revista Científica da Escola Estadual de Saúde Pública de Goiás**, v.7, 2021.

CYRINO, G. et al. *Serious games* with Virtual Reality for Upper Limb Rehabilitation after Stroke. In: **Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)**, 2018.

DALMORO, M.; VIEIRA, K.M. Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: O Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados?. In: **Revista Gestão Organizacional**, v.6, 2013.

DEGUIRMENDJIAN, S.C.; MIRANDA, F.M.; ZEN-MASCARENHAS, S.H. *Serious games* desenvolvidos na Saúde: Revisão Integrativa da Literatura. In: **J. Health Inform.**, Julho-Setembro; v.8, n.3, p.110-16, 2016.

DIETZ, V. Neuronal plasticity after a human spinal cord injury: Positive and negative effects. In: **Experimental Neurology**, v.235, n.1, p.110-115, 2012.

DÖRNER, R. et al. **Serious games: Foundations, Concepts and Practice**. Springer, 2016.

DONATO, B.S. **Qualidade de vida e independência funcional de indivíduos com lesão medular: influência no nível de lesão e hábitos de prática de atividade física**. In: Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências), Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, 2019.

DUARTE, J.M. Revisão de *serious games* na área de saúde. In: **Anais do XIII Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS**. 2012.

FARIA, B.M. et al. Intelligent Wheelchair Driving: A Comparative Study of Cerebral Palsy Adults with Distinct Boccia Experience. In: **New Perspectives in Information Systems and Technologies**, v.2, 2014.

FECHIO, M.B. et al. A repercussão da lesão medular na identidade do sujeito. In: **Acta Fisiatras**, v.16, n.1, p.38-42, 2009.

FERNANDES, F.G.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER JUNIOR, E.A. Arm Rehabilitation: *Serious games* para apoio à reabilitação utilizando interfaces naturais. In: **Anais do XIV CEEL**, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2016.

FOUAD, K.; TORRES-ESPÍN, A.; FENRICH, K.K. Mechanisms of Behavioral Changes After Spinal Cord Injury. In: **Neuroscience**, 2019.

GINIS, K.A.M. Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: an update and a new guideline. In: **Spinal Cord**, v.56, p.308-321, 2018.

GAVIM, A.E.O. et al. A influência da avaliação fisioterapêutica na reabilitação neurológica. In: **Saúde em Foco**, v.1, n.6, p.71-77, 2013.

GREGUOL, M. et al. Impact of the COVID-19 pandemic on physical activity practice

of people with disabilities. In: **Education Sciences & Society**, v.1, p.240-251, 2021.
 HABIBI, A. et al. Efficiency and perceived exertion of manual wheelchair propulsion: a physiological comparison of push vs pull wheeling. In: **Journal of Medical Engineering & Technology**, v.45, n.4, p.249-257, 2021.

GROSAN, C.; ABRAHAM, A. Intelligent Systems. In: Springer, v.17, 2011;

HACHEM L.D., AHUJA C.S., FEHLINGS M.G. Assessment and management of acute spinal cord injury: from point of injury to rehabilitation. In: **J Spinal Cord Med.**, v.40, p.665–75, 2017.

HASTE, J. **Bem-vindo ao Games Design**. São Paulo: Fontenele Publicações, 2019.

HÖCHSMANN, C. et al. Mobile Exergaming for Health—Effects of a serious game application for smartphones on physical activity and exercise adherence in type 2 diabetes mellitus—study protocol for a randomized controlled trial. In: **Trials**, v.18, n.103, p.1-17, 2017.

HUTCHINSON, M.J. et al. Comparison of two Borg exertion scales for monitoring exercise intensity in able-bodied participants, and those with paraplegia and tetraplegia. In: **Spinal Cord**, v.59, p.1162-1169, 2021.

KHAN F. et al. Neurorehabilitation: applied neuroplasticity. In: **J Neurol**, v.264, p.603–615, 2017.

KLEIM, J.A.; JONES, T.A. Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity: Implications for Rehabilitation After Brain Damage. In: **J Speech Lang Hear Res**, v.51, p.S225-S239, 2008.

KISNER, C.; COLBY, L.A. **Exercício terapêutico – Fundamentos e técnicas**. Barueri: Manole, 6ed, 2016.

LOPES, K.R. Sistema Especialista para Ambiente Industrial Baseado em Regras com Auto-Aprendizagem. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Elétrica e Computação), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

MACHADO, L.S et al. *Serious games* baseados em realidade virtual para educação médica. In: **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.35, n.2, p.254-262, 2011.

MACHADO, L.S.; COSTA, T.K.L.; MORAES, R.M. Multidisciplinaridade e o desenvolvimento de serious games e simuladores para educação em saúde. In: **Revista Observatório**, v.4, n.4, jul-set, 2018.

MARTINS, T.; CARVALHO, V.; SOARES, F. A *Serious games* for Rehabilitation of Neurological Disabilities: Premilinary Study. In: **2015 IEEE 4th Portuguese BioEngineering Meeting**, 2015.

MARTINS T; CARVALHO V; SOARES F. Physioland - A Serious Game for Rehabilitation of Patients with Neurological Diseases. In: **Online Engineering & Internet of Things**, v.34, p:1-8, 2018.

MASINI, M. Estimativa da incidência e prevalência de lesão medular no Brasil. In: **Jornal Brasileiro de Neurocirurgia**, v.12, n.2, p.97-100, 2001.

MILLINGTON, I.; FUNGE, J. **Artificial Intelligence for games**. 2ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2009.

MORAIS, A.M. **Planejamento de desenvolvimento de um serious games voltado ao ensino de saúde bucal em bebês**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Modelos de Decisão e Saúde, Universidade Federal da Paraíba, 2011.

MORAES, R.M. et al. *Serious games and virtual reality for education, training and health*. In: **Handbook of research on serious games as educational, business and research tools**. IGI Global, p.315-336, 2012.

MORAES, R.M.; SOARES, R.A.S. Modelos de Decisão aplicados à Saúde: teoria e Prática. In: **Tempus, Actas de Saúde Coletiva**, v.10, n.2, p.07-10, 2016.

MOTA, J.M.C. **A serious games para reabilitação cardíaca**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora, 2013.

NAKAMURA, J.; CSIKSZENTMIHALYI, M. The Concept of Flow. In: **Flow and the Foundations of Positive Psychology**, p. 239–263, 2014.

NEMOTO, T.; BEGLAR, D. Developing Likert-scale questionnaires. In: **JALT2013 Conference Proceedings**. Tokyo: JALT, 2014.

NOONAN, V.K.; DVORAK, M.F.; FEHLINGS, M.G. Epidemiology of traumatic and nontraumatic spinal cord injury. In: **Critical Care in Spinal Cord Injury** *Future Medicina*, 2016, p.6-20.

NOVELETTO, F. et al. Biomedical Control Interface for a Physical Rehabilitation Serious Games. In: **IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS**, v.14, n.1, jan., 2016.

OLIVEIRA, L.C. et al. Realidade Virtual aplicada no desenvolvimento de um *Serious games* para Reabilitação de Usuários de cadeira de rodas utilizando Kinect. In: **XV SBGames** – São Paulo/SP, September 8th - 10th, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde**, 2004.

PALHANO, D.B.; MACHADO, L.S.; ALMEIDA, A.A.F. Paki Mirabolandia: A Serious Game to Identify Player Personality. In: **IEEE 8th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**, 2020.

PEREIRA, G. et al. Evolution of perceived exertion concepts and mechanisms: a literature review. In: **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.16, n.5, p.579-587, 2014.

PRENSKY, M. Digital game-based learning. In: **Computers in Entertainment**, ACM, v. 1, n. 1, p. 21, 2003.

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T. **Física 1 – Os fundamentos da física**. São Paulo: Moderna, 10 edição, 2009.

RAMOS, R.R.B.; MACHADO, L.S. Elementos de Design com foco na Satisfação para Serious Games de Reabilitação e Condicionamento Físico, aplicados no jogo GiroJampa. In: **Anais Extendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde**. p. 157-162. online, 2021.

REGO, P.A.C.S. **Serious games for health rehabilitation**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2017.

ROQUE, B.S.; LUKACHEWSKI, J.M.; BARBOSA, C.P. Neuroplasticidade – Uma abordagem teórica. In: **Revista Uningá**, v.47, p.65-72, 2016.

ROTTA, N.T.; BRIDI FILHO, C.A.; BRIDI, F.R.S. **Plasticidade Cerebral e Aprendizagem** – Abordagem Multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2018.

ROUSE, R. **Games Design: Theory & Practice**. 2ed. Texas: Wordware Publishing, 2005.
RUIZ, A.G.B. Mudanças no cotidiano de pessoas com lesão medular. In: **Revista RENE**, v.19, 2018.

SALA, E. et al. Importance of Work-Related Psychosocial Factors in Exertion Perception Using the Borg Scale Among Workers Subjected to Heavy Physical Work. In: **Frontiers In Public Health**, v.9, 2021.

SANTOS, S.G.S. **O Sentido da vida em indivíduos com lesão medular traumática**. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Psicologia, Universidade de Caxias do Sul, 2019.

SCHELL, J. **The Art of Design**. 2ed. CRC Press, 2014.

SILVA, T.D. et al. Serious Game Platform as a Possibility for Home-Based Telerehabilitation for Individuals With Cerebral Palsy During COVID-19 Quarentine - A Cross-Sectional Pilot Study. In: **Frontiers in Psychology**, v.12, 2021.

SOARES, A.V. **Utilização da realidade virtual na forma de um jogo sério desenvolvido para reabilitação física de idosos frágeis**. Tese de Doutorado, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2015.

SOLIGO, C.; SEBEN, A. A. Lesão medular traumática: mudanças biopsicossociais e suas consequências. In: **Unoesc & Ciência – ACBS**, v. 10, n. 1, p. 67-74, Joaçaba, jan./jun. 2019.

SOUTO, E.C. **Prática de atividade física para indivíduos com lesão medular atendidos no Sistema Único de Saúde de João Pessoa/PB – Fatores intervenientes e influência na aptidão física e saúde**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina, 2018.

SOUTO E.C., SIEBRA C.A., SILVA L.H.L.: Avaliação de um sistema de captura e visualização de parâmetros físicos em um ergômetro para usuários de cadeira de rodas.

In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Atividade Motora Monitorada**. Alagoas, Brasil, 2019.

SOUZA T.S.; SILVA M.D.; CARVALHO R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. In: **Einstein**, v.8, n.1, p.102-6, 2010.

SOUZA, D.C.; DORIA NETO, A.D.; GUEDES, L.A. Sistema especialista baseado em regras ponderado por tendências aplicado ao diagnóstico de processo. In: **Anais do XX Congresso Brasileiro de Antomática**, Belo Horizonte, 2014.

SWEETSER, P.; WYETH, P. Gameflow: A model for evaluating player enjoyment in games. In: **Comput. Entertain.**, ACM, v. 3, n. 3, p. 3–3, 2005.

SZYKMAN, A.G.; BRANDÃO, A.L.; GOIS, J.P. A Gesture Recognition Approach for Wheelchair User in an Exergame. In: **17th Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment**, p.11-20, 2018.

TIGGEMANN, C.L.; PINTO, R.S.; KRUEL, L.F.M. A percepção de Esforço no Treinamento de Força. In: **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.16, n.4, 2010.

TORI, R. et al. Jogos e Entretenimento com Realidade Virtual e Aumentada. In: KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceito, Projeto e Aplicações**. Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Rio de Janeiro, 2007.

THOLL, A.D. et al. Potências-limites no cotidiano da adesão à reabilitação de pessoas com lesão medular e suas famílias. In: **Revista Texto & Contexto Enfermagem**, v.29, p1-16, 2020.

UMPHRED, D.A. **Reabilitação Neurológica**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

URTURI, Z.S.; ZORRILLA, A.M.; ZAPIRAIN, B.G. JeWheels: Kinect Based Serious Game Aimed at Wheelchair Users. In: **IWAAL**, p.3910398, 2012.

VALE, M.C. Classificação Internacional de Funcionalidade: conceitos, preconceitos e paradigmas. In: **Acta Pediátrica Portuguesa**, v.40, n.5, p.229-36, 2009.

WHO. **Spinal Cord Injury**, Fact sheet N°384. WHO, 2013.

APÊNDICE

APÊNDICE A – *Design Bible* do GiroJampa

1 - Histórico do Projeto

Início do desenvolvimento: 24/02/2020

Versão 0.1:

2 - Resumo do Projeto

2.1 – Conceito do Jogo

O usuário é uma pessoa com deficiência com diagnóstico de lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, usuário de cadeira de rodas, que necessita se deslocar com a cadeira de rodas em ambiente aberto. O balanceamento de dificuldade será feito através da análise dos dados de tempo, de distância e de Escala de Esforço Percebido de BORG.

2.1.1 - Objetivo do jogo

Estimular o deslocamento com a cadeira de roda, de forma lúdica e segura, da pessoa com deficiência com lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, através do treino de condicionamento físico.

2.2 – Gênero

Arcade.

2.3 – Público-alvo

Pessoa com deficiência com lesão medular, pessoa com lesão medular com paraplegia, em uso de cadeira de rodas

2.4 – Escopo do Projeto

2.4.1 – Número de cenários:

Haverá um cenário, representando a orla praiana da cidade de João Pessoa, do trecho do Busto de Tamandaré, até o Hotel Tambaú, com pontos marcantes do percurso destacados.

2.4.2 – Número de níveis:

Há três níveis de dificuldade: iniciante, intermediário e avançado. O usuário, a partir do seu desempenho, evoluirá de nível. Haverá recompensa, através de troféus, relacionado à distância percorrida e à evolução de nível.

3 – Jogabilidade e Mecânica

3.1 – Jogabilidade

3.1.1 – Resumo do Jogo

O *serious game* será ambientado na orla praiana de João Pessoa, onde o usuário se deslocará pela calçada. Ele cumprirá metas para desbloquear troféus e novos níveis de dificuldade.

3.1.2 – Objetivo

Atingir a meta diária para as variáveis determinadas.

3.1.3 – Fluxo do Jogo

O SG iniciará com o personagem parado, em primeira pessoa. Quando o usuário realizar o comando, ele se deslocará para frente (fisicamente, preso seguramente a um ergômetro para cadeira de rodas, equipada com sensores).

Não haverá oponentes e, à medida que ele avança, poderá completar a meta diária de deslocamento, envolvendo distância, tempo, e nível de percepção de esforço, desbloqueando novos trajetos. Ao atingir as metas delimitadas para cada variável, o usuário obtém troféus.

3.2 – Mecânica

3.2.2 – Movimentos

Figura 1 – Movimento na cadeira de rodas



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/82894449377608946/?lp=true>

4 – Enredo, Universo e Personagens

4.1 – Enredo e Narrativa

O personagem é uma pessoa com deficiência com diagnóstico de lesão medular, usuário de cadeira de rodas, que, após diagnóstico, tem medo de se locomover em ambientes abertos e se isola em casa. Durante o enredo do jogo, ele irá se deslocar na orla da praia de João Pessoa/PB, no percurso que vai do Busto de Tamandaré até chegar ao Hotel Tambaú, ao final do percurso.

4.2 – Universo do Jogo

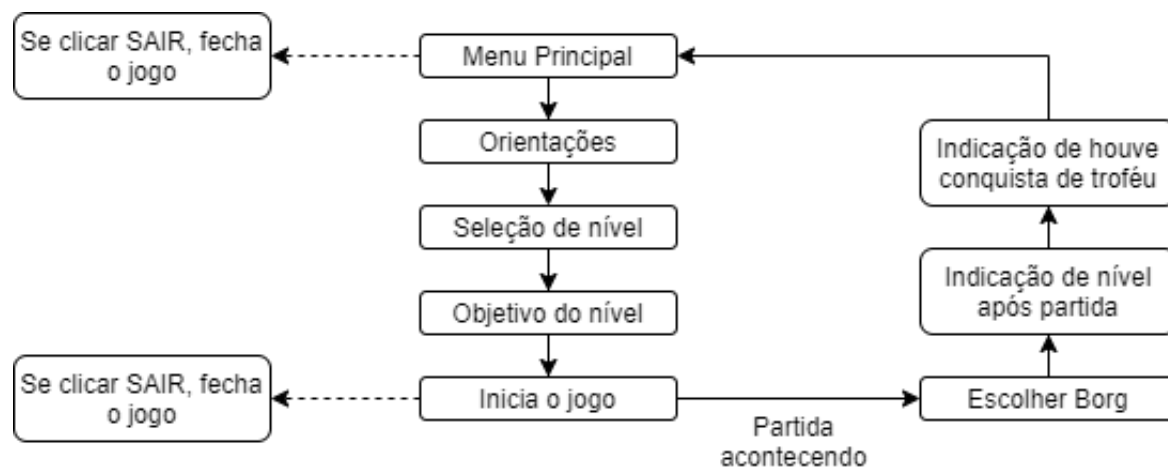
4.2.1 – Impressões gerais do universo do jogo

O universo do jogo consiste na orla da praia de João Pessoa, no trecho entre o Busto de Tamandaré e o Hotel Tambaú, com cores vivas e cartoonizadas, com o personagem se deslocando para frente, realizando atividades e interações sugeridas.

5 – Telas

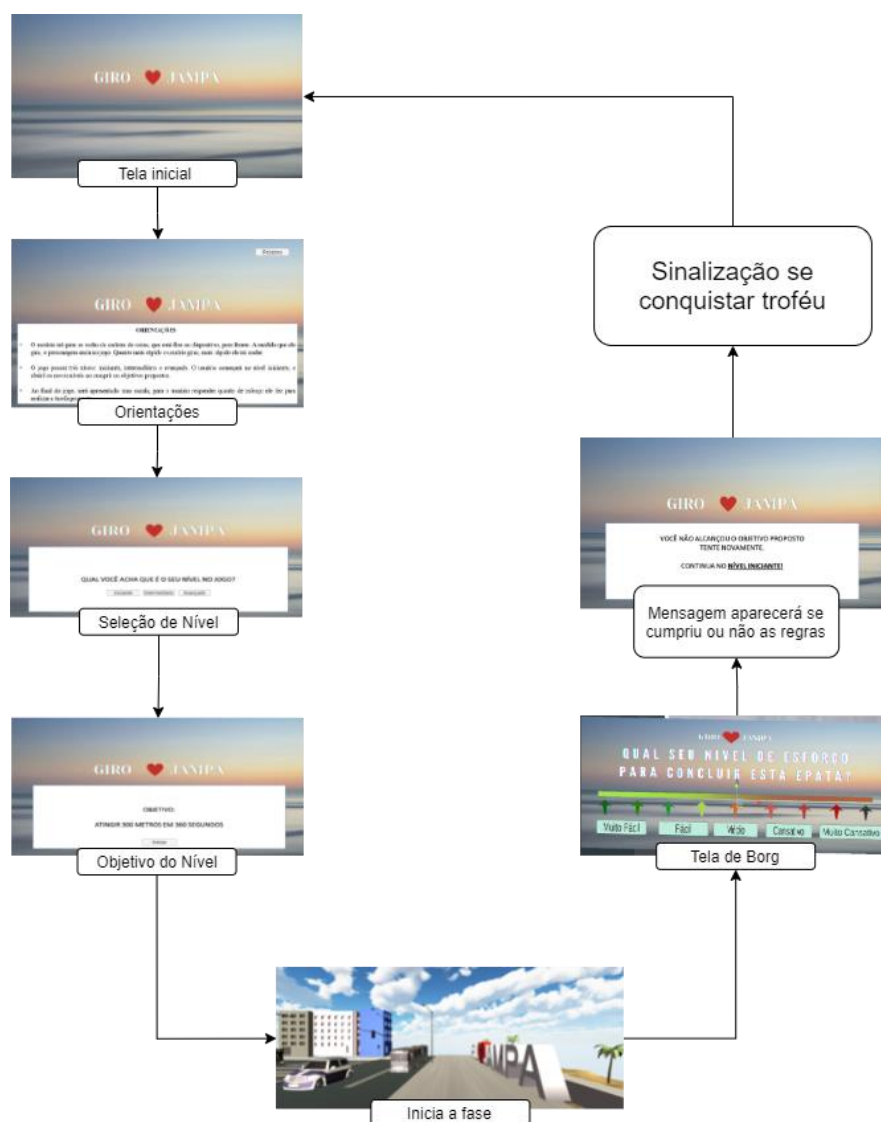
5.1 – Planilha de fluxo de ações e telas

Figura 2 – Organograma de Fluxo de Ações



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 3 – Organograma de Fluxo de Telas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5.2 – Descrição de telas

5.2.1 – Tela Inicial

Ambiente onde o usuário pode iniciar o jogo.

5.2.2 – Tela de Transição

- Tela apresentando as orientações.
- Tela para seleção de nível de dificuldades.
- Tela de objetivos dos níveis.
- Tela de aviso sobre alocação do usuário em um nível de dificuldade.
- Tela de recompensa.

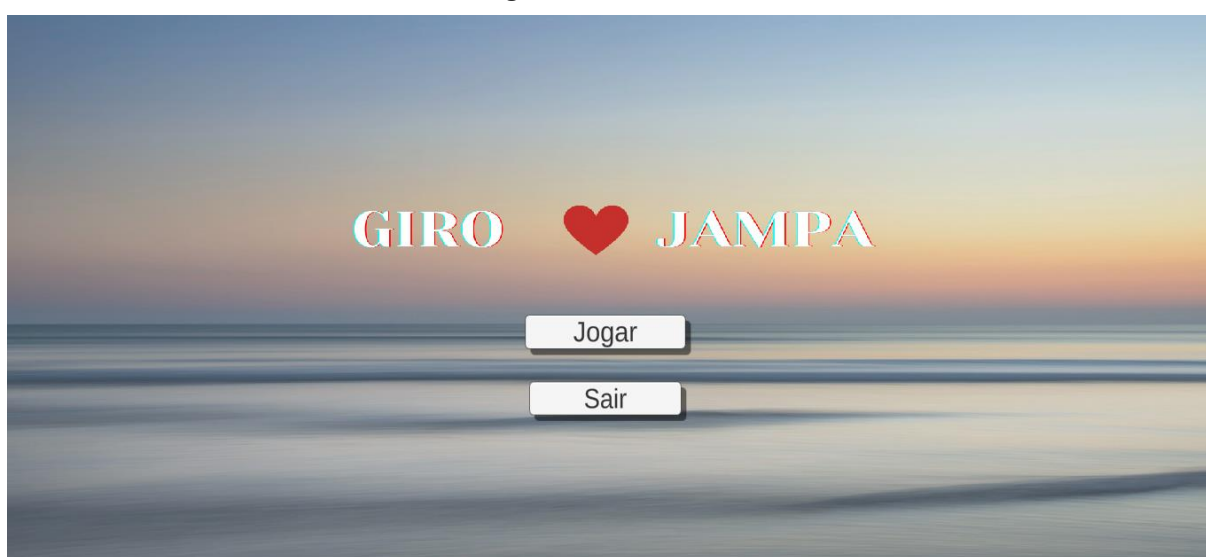
6 – Interface

6.1 – Sistema Visual

6.1.1 – HUD (Head-Up Display)

Interface simples, de fácil acesso, com dados de relatórios diário e total, e metas a serem alcançadas.

Figura 4 – Menu Inicial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 5 – Tela de Orientações



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 6 – Seleção de nível do Jogo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 7 – Exemplo de Tela de Objetivo do Nível Iniciante



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 8 – Tela para Indicação da Percepção de Esforço

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 9 – Exemplo de mensagens durante o percurso

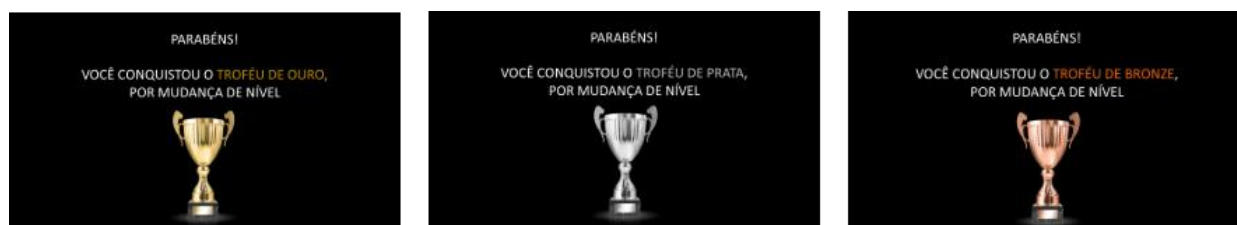
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 10 – Exemplo de mensagem sobre finalização da tarefa e qual nível que você foi alocado



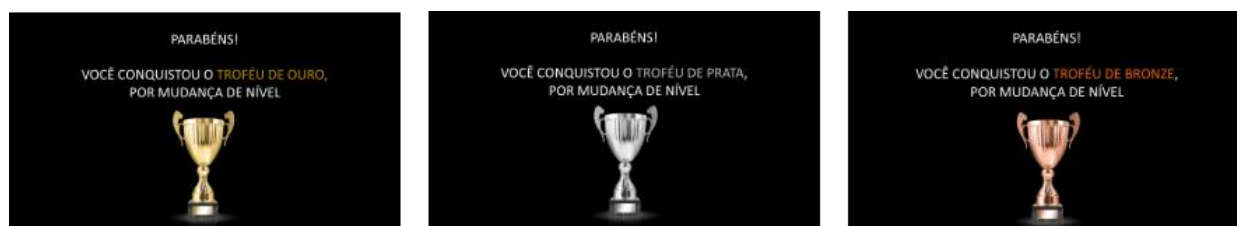
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 11 – Conquista de troféus relacionados à distância



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 12 – Conquista de troféus relacionados à mudança de nível



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

6.1.2 – Câmera

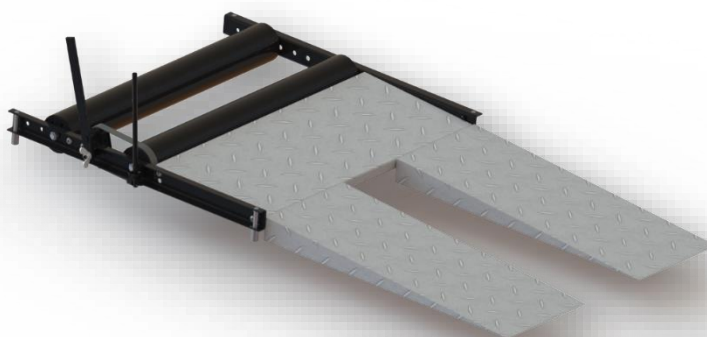
Visualização em primeira pessoa.

6.2 – Sistema de Controle

O jogo foi desenvolvido para dispositivos móveis. Seu uso será associado a um ergômetro para cadeira de rodas, desenvolvido para usuários de cadeira de rodas por Souto (2018), sensorizado, que enviará os dados para o dispositivo por *bluetooth*.

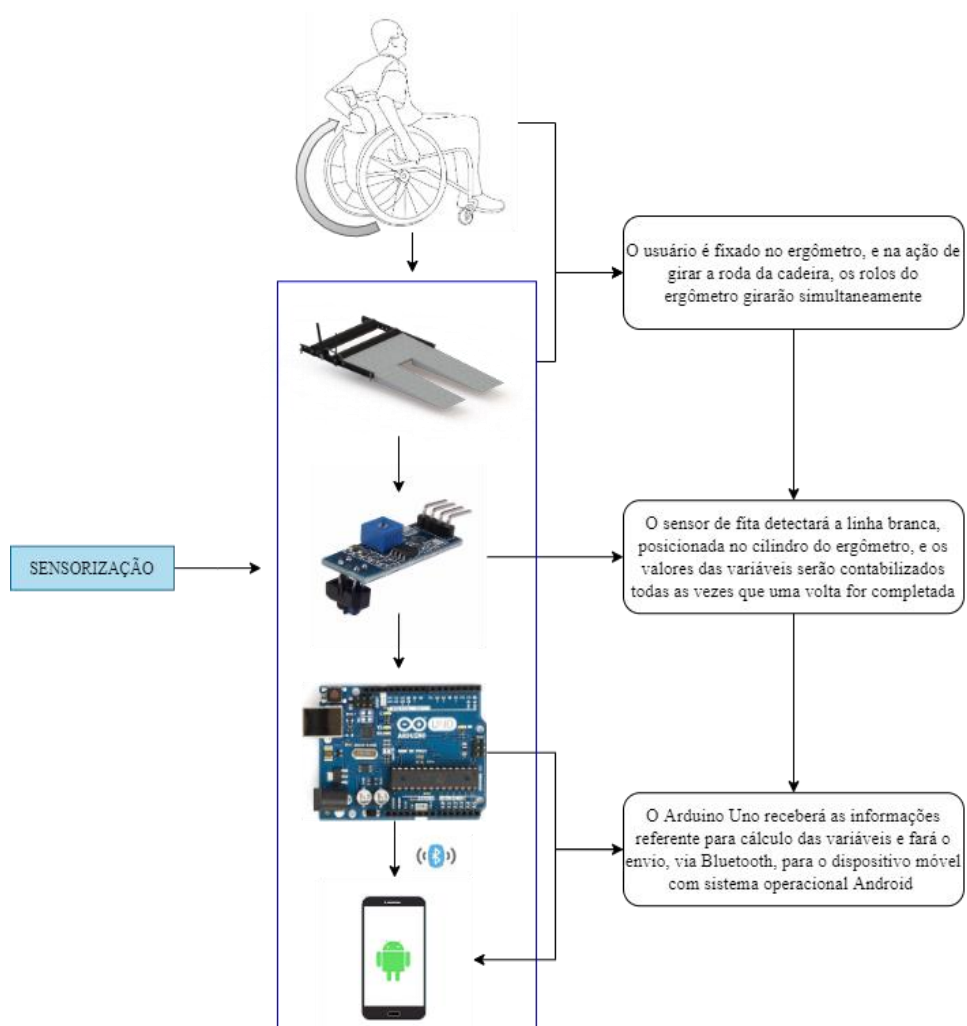
O indivíduo estará preso em um ergômetro para cadeira de rodas para usuários de cadeira de rodas, formado por dois rolos, com sensorização por linha. O sensor, ligado a um Arduino Uno, é posicionado no cilindro do ergômetro. O cilindro é preto, marcado por uma linha branca. A contagem acontece toda vez que o sensor detecta a linha branca, quando o cilindro detecta uma volta completa. A partir do movimento que o indivíduo faz para girar a roda da cadeira, consequentemente, os cilindros da esteira girarão junto, segundo Souto, Siebra e Silva (2019)

Figura 13 – Ergômetro para cadeira de rodas



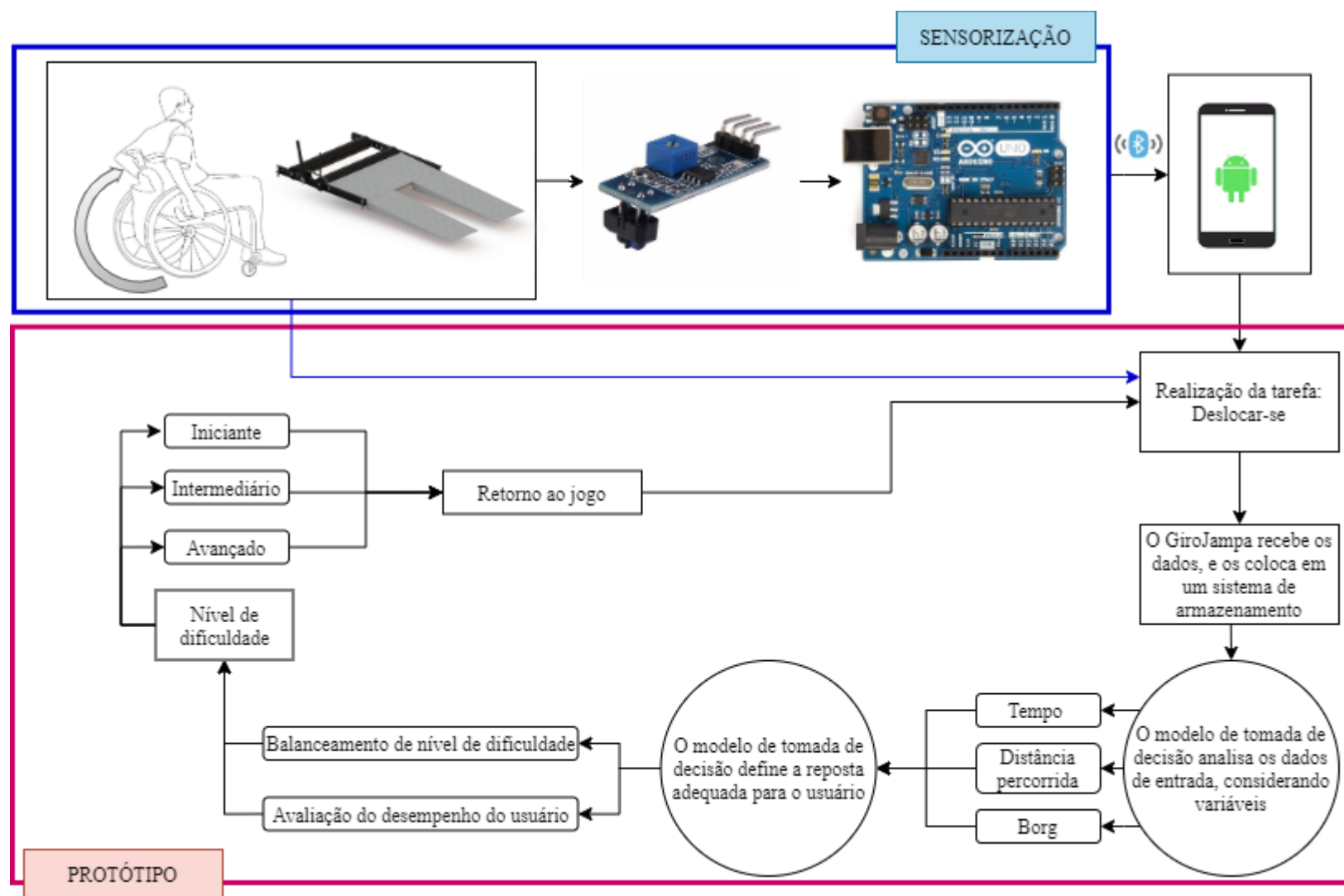
Fonte: Souto (2018), p.40.

Figura 14 – Sistema de Sensorização, segundo Souto, Siebra e Silva (2019)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 15 – Esquematização da tecnologia do *serious game*, segundo Braga et al (2021)



Fonte: Braga et al (2021), p.493.

7 – Inteligência Artificial

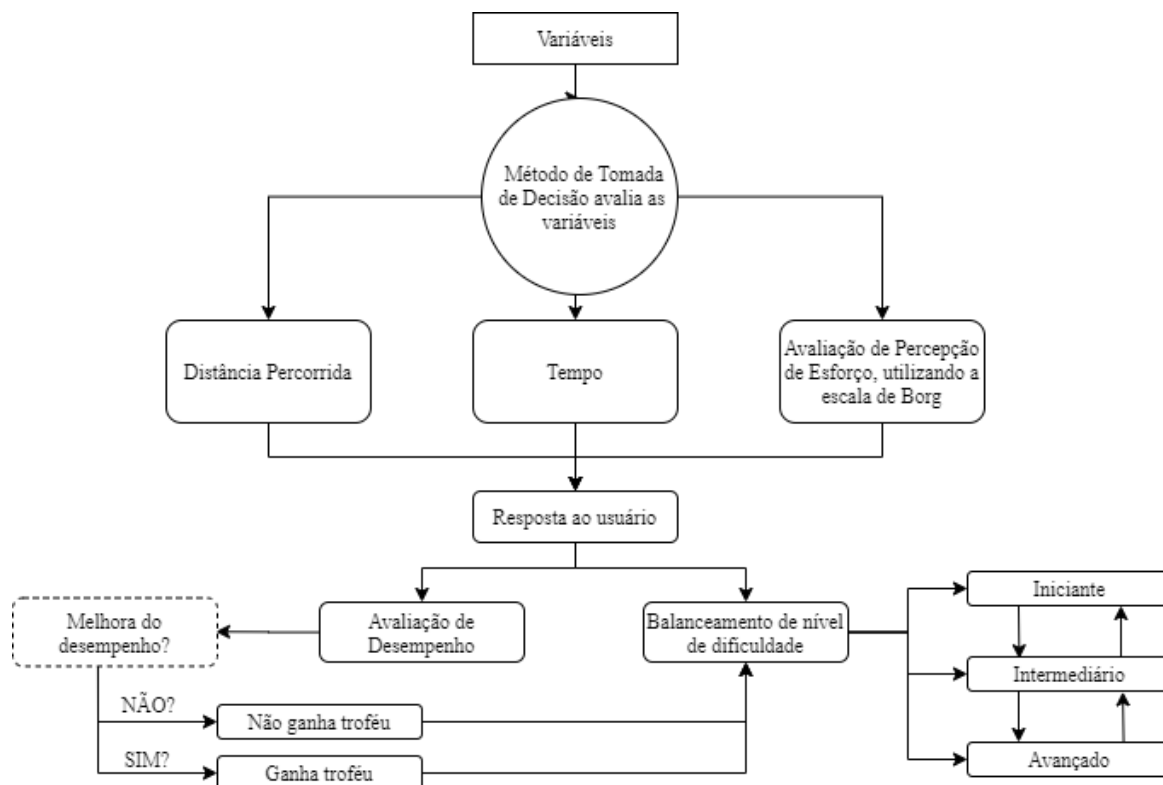
7.1 – IA de Oponentes

Não há oponentes no *serious game*.

7.2 – Ajuste de dificuldade do jogo

Esse ajuste é realizado a partir da adaptação de um modelo de decisão, que balanceia o nível de dificuldade a partir da monitorização de variáveis pré-estabelecidas; além disso, realizará avaliação geral do desempenho do usuário. As variáveis escolhidas foram distância percorrida, tempo e percepção de esforço, seguindo a escala de BORG.

Figura 14 – Variáveis e resposta ao usuário, segundo Braga et al. (2021)



Fonte: Braga et al. (2021), p.495.

8 – Projeto Técnico

8.1 – Equipamento alvo

Modo de visualização: 3D

Número de jogadores: 01 jogador

Requer conexão de internet: Não

8.2 – Ambiente de desenvolvimento (Hardware / Software)

CPU: Intel i5 8ª geração

RAM: 8GB de memória RAM

Sistema Operacional: Windows 10 Home Basic (64x)

8.3 – *Engine:* Unity 2021.1.17f1

8.4 – Linguagem de Programação: C#

8.5 – Modelagem de objetos: Blender 2.82

APÊNDICE B – Questionário de Satisfação para avaliação do GiroJampa

Identificação do Entrevistado					
Gênero: () Feminino () Masculino		Idade:		Número do questionário:	
Diagnóstico clínico:			Há quanto tempo faz uso de cadeira de rodas:		
Você costuma jogar vídeo game? () Sim () Não			Você gostou de jogar o jogo? () Sim () Não		
Avaliação de satisfação					
	Concordo muito	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo muito
1. Concentração					
1.1 O jogo chama a minha atenção (elementos, cenário)	5	4	3	2	1
1.2 O cenário do jogo remete à orla praiana	5	4	3	2	1
1.3 O jogo consegue manter minha atenção na realização das tarefas	5	4	3	2	1
1.4 Senti-me sobrecarregado com as tarefas do jogo	5	4	3	2	1
1.5 O cenário do jogo me tirou o foco das tarefas	5	4	3	2	1
2 Desafio					
2.1 As tarefas do jogo foram muito difíceis de serem realizadas	5	4	3	2	1
2.2 As tarefas do jogo foram muito fáceis de serem realizadas	5	4	3	2	1
2.3 As tarefas se adaptaram ao meu nível de dificuldade	5	4	3	2	1
3 Habilidade do jogador					
3.1 Consegui jogar sem ver tutorial	5	4	3	2	1
3.2 O jogo me ajudou a superar as dificuldades das tarefas	5	4	3	2	1
3.3 Recebi troféus e medalhas quando realizei as tarefas	5	4	3	2	1
3.4 Foi difícil aprender a jogar o jogo	5	4	3	2	1
4 Controle					
4.1 Consegui me sentir no controle do personagem	5	4	3	2	1
4.2 Consegui parar meu jogo sem perder o que havia conquistado em uso anterior	5	4	3	2	1
4.3 O equipamento (ergômetro para cadeira de rodas sensorizado) me atrapalhou para jogar o jogo	5	4	3	2	1
5 Objetivos					
5.1 Fiquei sem saber qual atividade fazer durante o uso jogo	5	4	3	2	1
5.2 Foi apresentado ao jogador as metas de cada nível	5	4	3	2	1
5.3 As metas eram claras e de fácil entendimento	5	4	3	2	1
6 Feedback					
6.1 Consegui ver meu progresso no jogo	5	4	3	2	1
6.2 Consegui abrir novos níveis ao superar as tarefas	5	4	3	2	1
7 Imersão					
7.1 Eu me senti parte do mundo do jogo	5	4	3	2	1
7.2 O jogo mexeu com as minhas emoções	5	4	3	2	1
8 Condicionamento em Saúde					
8.1 Senti meu esforço sendo avaliado pelo jogo	5	4	3	2	1
8.2 Consegui ver meu progresso físico dentro do jogo	5	4	3	2	1

APÊNDICE C – Exemplo de Dados Utilizados (Perfil A)

```
>>> t = 00:00:03  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:06  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:09  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:12  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:15  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:18  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:21  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:24  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:27  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:30  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:33  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:36  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:39  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:42  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:45  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:48  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0
```

```
>>> t = 00:00:51  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:54  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:00:57  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:00  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:03  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:06  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:09  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:12  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:15  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:18  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:21  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:24  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:27  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:30  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:33  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:36  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:39  V = 0.00 km/h
```

```

Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:42  V = 0.00 km/h
Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:45  V = 0.00 km/h
Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:48  V = 0.00 km/h
Vm = 2.2 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:51  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:54  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:01:57  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:00  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:03  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:06  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:09  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:12  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:15  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:18  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:21  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:24  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:27  V = 0.00 km/h
Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

```

```

>>> t = 00:02:30  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:33  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.4 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:36  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:39  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:42  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:45  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:48  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:51  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:54  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:02:57  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:00  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:03  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:06  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:09  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:12  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:15  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:18  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.6 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

```

>>> t = 00:03:21 V = 0.00 km/h
Vm = 2.6 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:24 V = 0.00 km/h
Vm = 2.6 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:27 V = 0.00 km/h
Vm = 2.6 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:30 V = 0.00 km/h
Vm = 2.6 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:33 V = 0.00 km/h
Vm = 2.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:36 V = 0.00 km/h
Vm = 2.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:39 V = 0.00 km/h
Vm = 2.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:42 V = 0.00 km/h
Vm = 2.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:45 V = 0.00 km/h
Vm = 2.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:48 V = 0.00 km/h
Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:51 V = 0.00 km/h
Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:54 V = 0.00 km/h
Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:03:57 V = 0.00 km/h
Vm = 2.5 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:00 V = 0.00 km/h
Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:03 V = 0.00 km/h
Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:06 V = 0.00 km/h
Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:09 V = 0.00 km/h
Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

```
>>> t = 00:04:12  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.3 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:15  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:18  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:21  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:24  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:27  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:30  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:33  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:36  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.1 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:39  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:42  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:45  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:48  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:51  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:54  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:04:57  V = 0.00 km/h
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:00  V = 0.00 km/h
```

```

Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:03  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:06  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:09  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:12  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:15  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:18  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:21  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:24  V = 0.00 km/h
Vm = 1.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:27  V = 0.00 km/h
Vm = 1.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:30  V = 0.00 km/h
Vm = 1.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:33  V = 0.00 km/h
Vm = 1.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:36  V = 0.00 km/h
Vm = 1.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:39  V = 0.00 km/h
Vm = 1.7 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:42  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:45  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

>>> t = 00:05:48  V = 0.00 km/h
Vm = 1.8 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0

```

```
>>> t = 00:05:51  V = 0.00 km/h  
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0
```

```
>>> t = 00:05:54  V = 0.00 km/h  
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0
```

```
>>> t = 00:05:57  V = 0.00 km/h  
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0
```

```
>>> t = 00:06:00  V = 0.00 km/h  
      Vm = 2.0 km/h, Dist = 10.00 m, RPM = 00.0
```

APÊNDICE D – Possibilidades Testadas

- Possibilidade II:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em mais de 360 segundos, não avançando de nível.

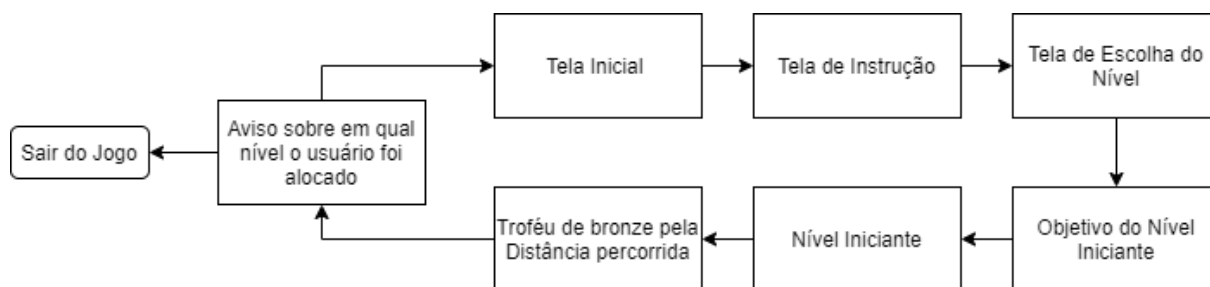
Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, não atingindo o objetivo proposto ao extrapolar o tempo. Baseado em seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar novamente ou sair do jogo.

- Possibilidade III:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos; todavia, apresenta nível de esforço acima de “médio”, “cansado” ou “muito cansado”, com índice de BORG igual ou maior que 14, não avançando de nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo; no entanto, há um índice de BORG inadequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo (Figura 1).

Figura 1 - Esquematização da sequência de telas na possibilidade de jogo III



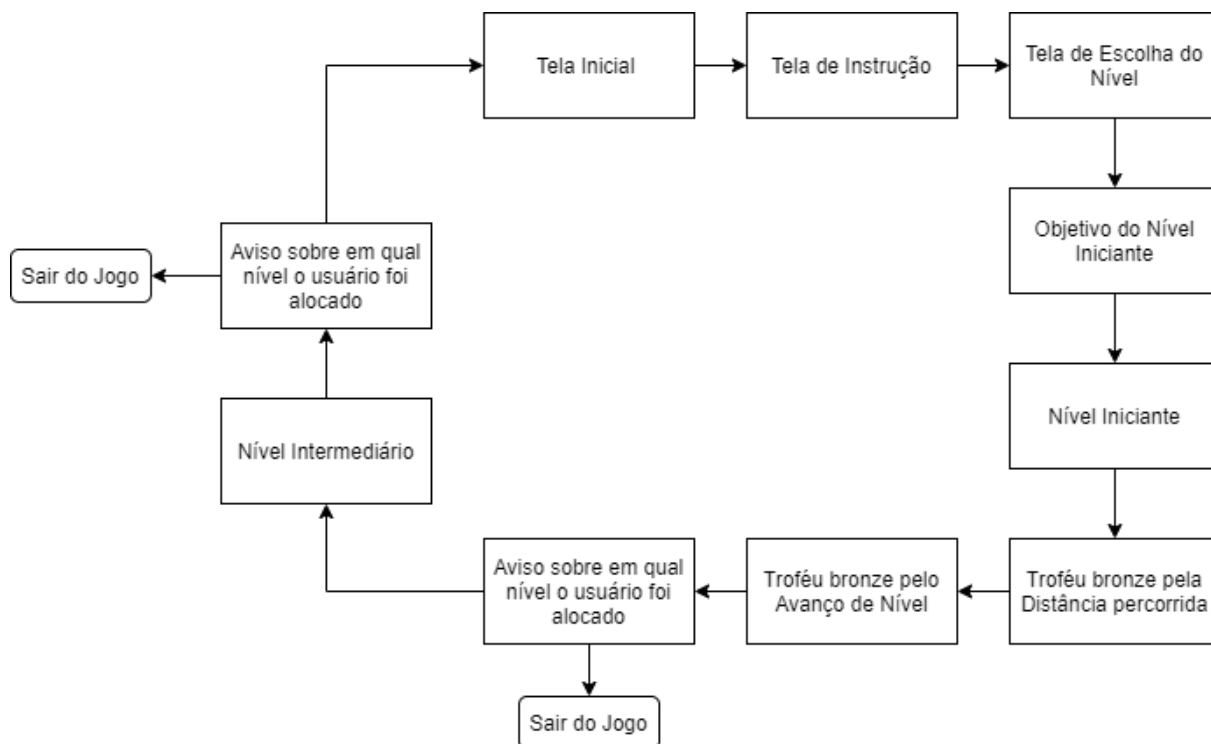
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade IV:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Encaminhado para o nível intermediário, usuário não atinge 500 metros em 420 segundos, permanecendo no nível atual.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar e inicia o nível intermediário, não atingindo o objetivo proposto, dentro do tempo. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 2).

Figura 2 - Esquematisação da sequência de telas nas possibilidades de jogo da IV e V



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade V:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Encaminhado para o nível intermediário, usuário atinge 500 metros em mais de 420 segundos, permanecendo no nível atual.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar e inicia o nível intermediário, não atingindo o objetivo proposto, ultrapassando o tempo. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 2).

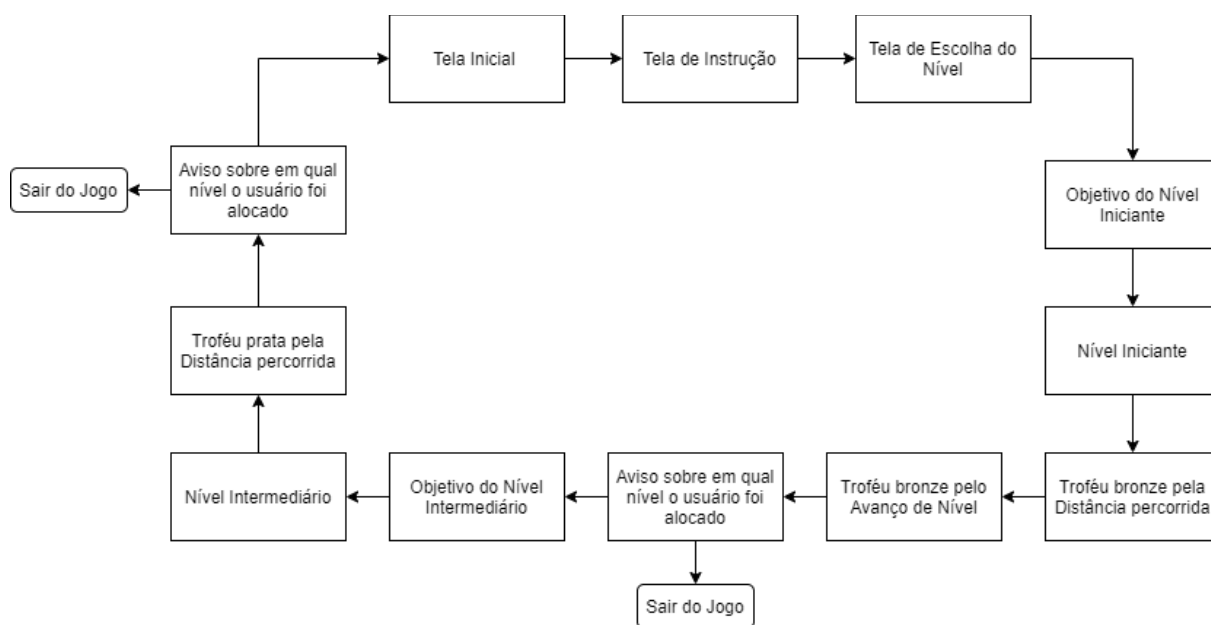
- Possibilidade VI:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos, e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Encaminhado para o nível intermediário, usuário atinge 500 metros em 420 segundos; mas apresenta nível de esforço “cansativo” ou “muito cansativo”, com BORG igual ou maior que 14, regredindo para o nível anterior.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar, e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, porém, com

índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de prata por distância percorrida. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (regredindo um nível). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 3).

Figura 3 - Esquematização da sequência de telas nas possibilidades de jogo da VI e VII



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade VII:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Encaminhado para o nível intermediário, usuário atinge 500 metros em 420 segundos; contudo, apresenta nível de esforço “médio”, BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, não avançando de nível.

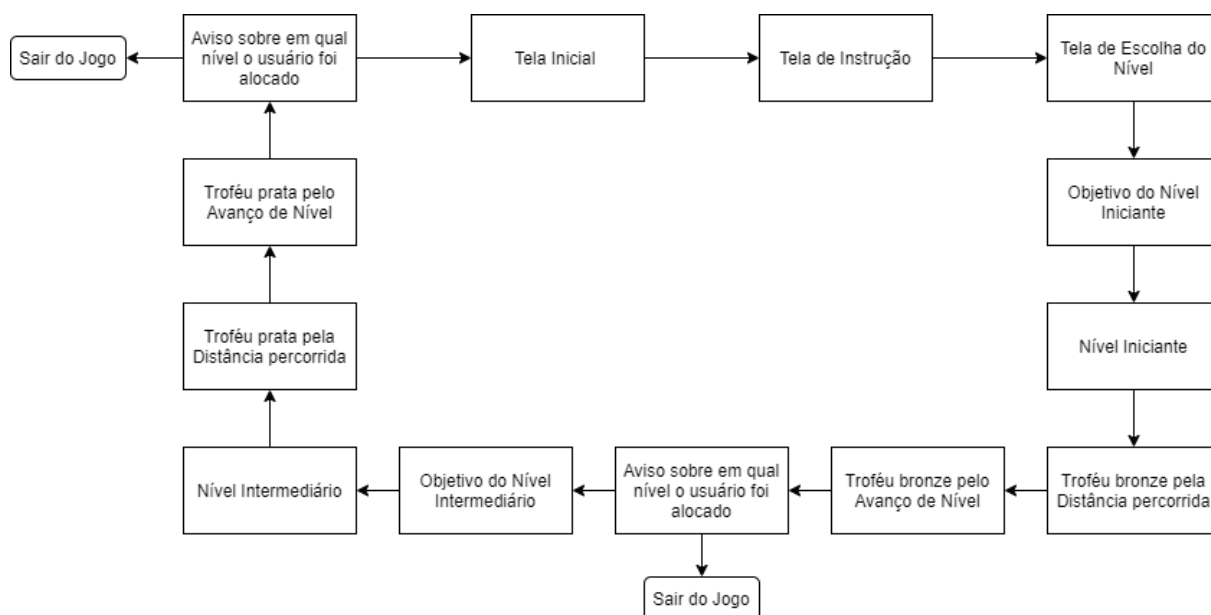
Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar, e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, porém, com

índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de prata por distância percorrida. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (permanecendo no nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 3).

- Possibilidade VIII:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Usuário atinge 500 metros em 420 segundos; porém, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar, e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Ele ganha troféu de prata por distância percorrida, e troféu de prata por superação de nível. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 4).

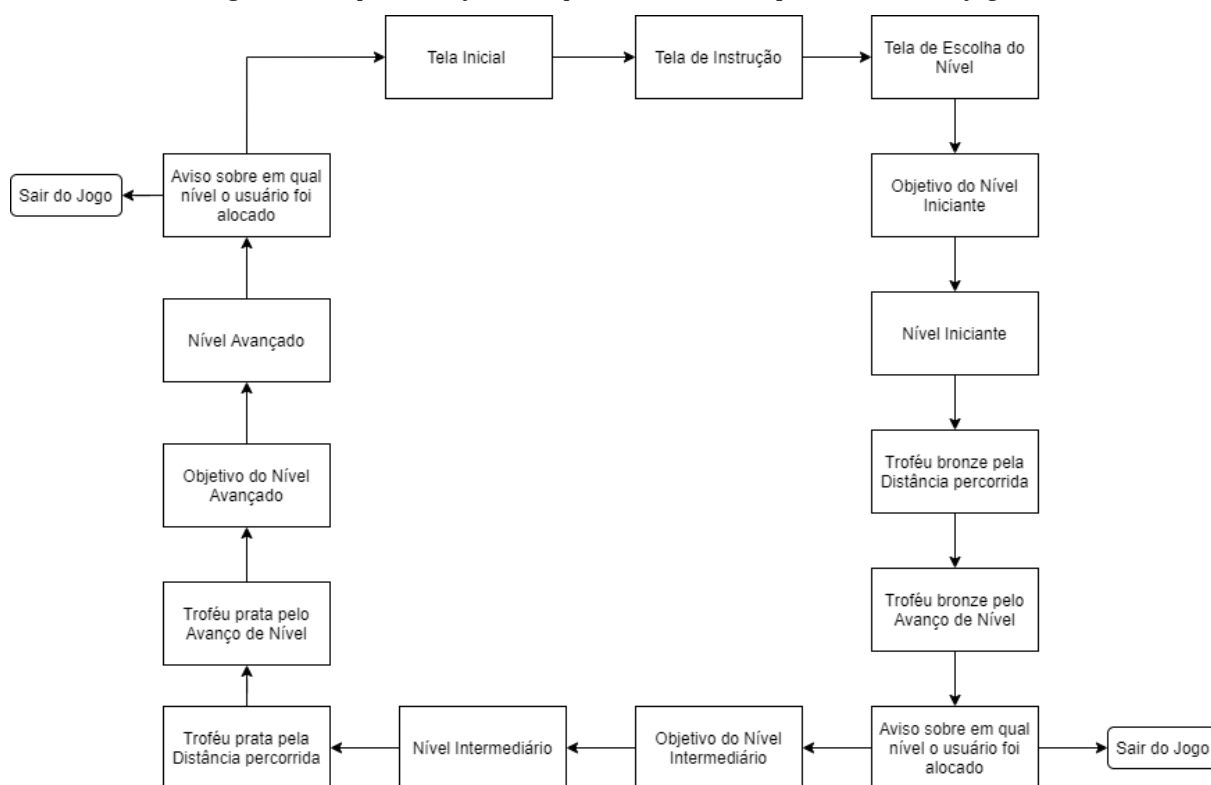


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade IX:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Encaminhada para o nível intermediário, usuário atinge 500 metros em 420 segundos; porém, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário não atinge 850 metros em 480 segundos, não cumprindo objetivo do nível avançado, permanecendo no nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar, e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, não atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, permanecendo no mesmo nível (Figura 5).

Figura 5 - Esquematisação da sequência de telas nas possibilidades de jogo da IX e X

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade X:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Encaminhada para o nível intermediário, usuário atinge 500 metros em 420 segundos; porém, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário atinge 850 metros em mais de 480 segundos, não cumprindo objetivo do nível avançado, permanecendo no nível.

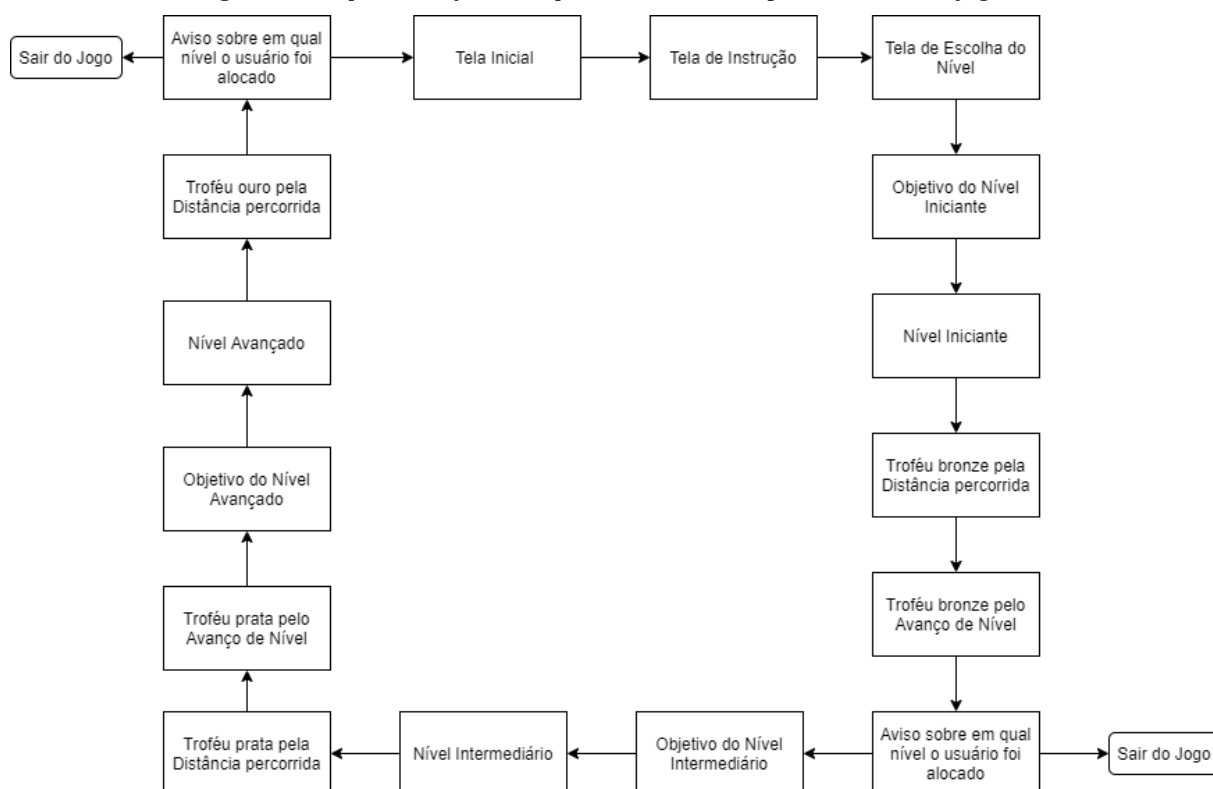
Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de

BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, não atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, permanecendo no mesmo nível (Figura 5).

- Possibilidade XI:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Usuário atinge 500 metros em 420 segundos, porém, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário atinge 850 metros em 480 segundos; porém, apresenta nível de esforço “cansativo” ou “muito cansativo”, com BORG igual ou maior que 14, regredindo para o nível anterior.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar, e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, atingindo o objetivo baseado na distância e tempo; porém, com índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de ouro por distância percorrida. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (regredindo para intermediário) (Figura 6).

Figura 6 - Esquematisação da sequência de telas nas possibilidades de jogo da XI e XII

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade XII:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Encaminhada para o nível intermediário, Usuário atinge 500 metros em 420 segundos; todavia, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário atinge 850 metros em 480 segundos, porém, apresenta nível de esforço “médio”, continuando no nível avançado.

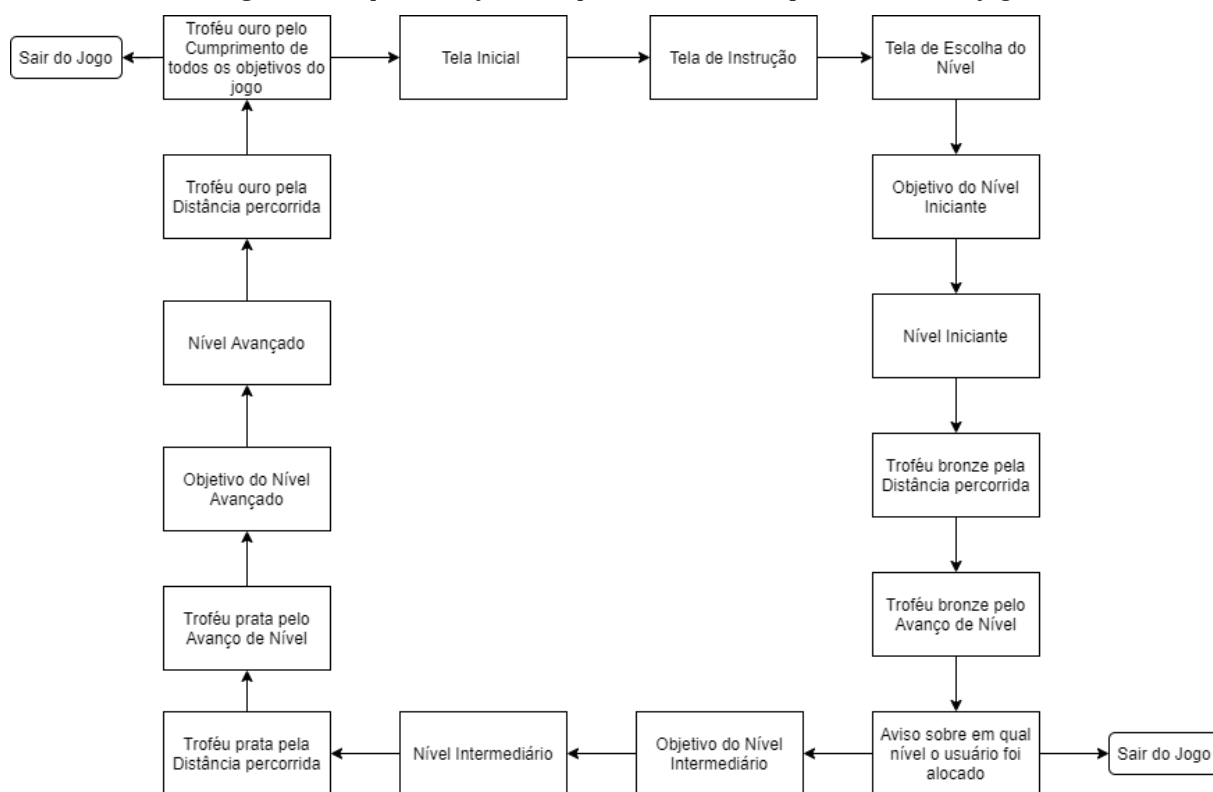
Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a tela que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de

BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, porém, com índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de ouro por distância percorrida. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (permanecendo no mesmo nível) (Figura 6).

- Possibilidade XIII:

Usuário indica começar no nível iniciante, atinge 300 metros em 360 segundos e apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, superando o nível iniciante. Usuário atinge 500 metros em 420 segundos; no entanto, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário atinge 850 metros em 480 segundos, usuário atinge 850 metros em 480 segundos, porém, apresenta nível de esforço “fácil” ou “muito fácil”, com índice de BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, cumprindo o objetivo final do jogo.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível iniciante, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo, com um índice de BORG adequado para evolução de nível. Baseado em seu desempenho, ele ganha o troféu de bronze de distância percorrida e o troféu de bronze por superação de nível. É realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo. Opta por continuar e inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, porém, com índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de ouro por distância percorrida. Ganha troféu por superar o nível avançado, cumprindo o objetivo final do jogo. (Figura 7).

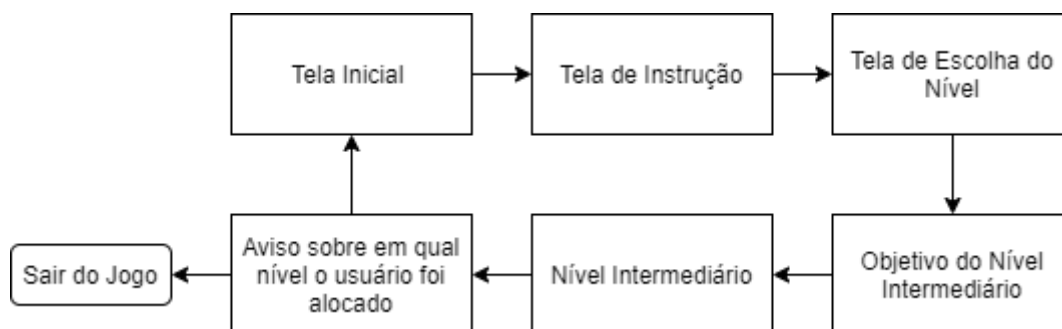
Figura 7 - Esquematisação da sequência de telas nas possibilidades de jogo da XIII

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade XIV:

Usuário indica começar no nível intermediário, não atinge 500 metros em 420 segundos, não avançando de nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível intermediário, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, não atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo. Baseado no seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a tela que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo (Figura 8).

Figura 8 - Esquematização da sequência de telas nas possibilidades de jogo da XIV e XV

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade XV:

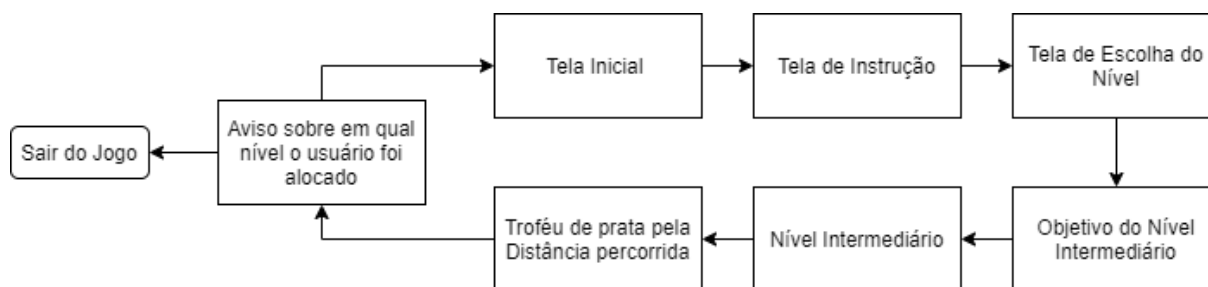
Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em mais de 420 segundos, não avançando de nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível intermediário, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, não atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo. Baseado no seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a tela que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo (Figura 8).

- Possibilidade XVI:

Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em 420 segundos; entretanto, apresenta nível de esforço “cansativo” ou “muito cansativo”, apresentando BORG igual ou maior que 14, regredindo para o nível anterior.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível intermediário, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, porém, com índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de prata por distância percorrida. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a tela que informa em que nível do jogo ele foi alocado (regredindo um nível). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 9).

Figura 9 - Esquematização da sequência de telas nas possibilidades de jogo da XVI e XVII

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade XVII:

Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em 420 segundos, mas apresenta nível de esforço “médio”; porém, apresenta BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, não avançando de nível.

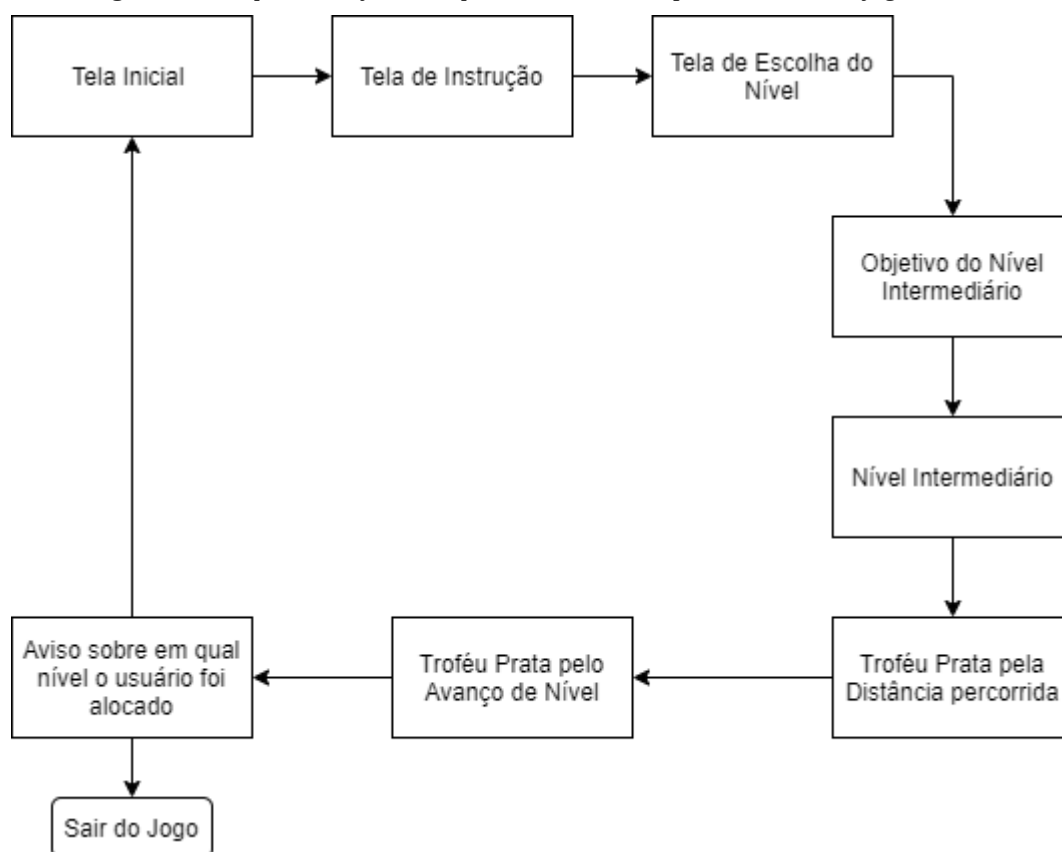
Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível intermediário, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, porém, com índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de prata por distância percorrida. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a tela que informa em que nível do jogo ele foi alocado (permanecendo no nível intermediário). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 9).

- Possibilidade XVIII:

Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em 420 segundos; no entanto, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário não atinge 850 metros em 480 segundos, não cumprindo objetivo do nível avançado, permanecendo no nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível intermediário, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Inicia o nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Ele ganha troféu de prata por distância percorrida, e troféu de prata por superação de nível. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a tela que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo (Figura 10).

Figura 10 - Esquematização da sequência de telas nas possibilidades de jogo da XVIII

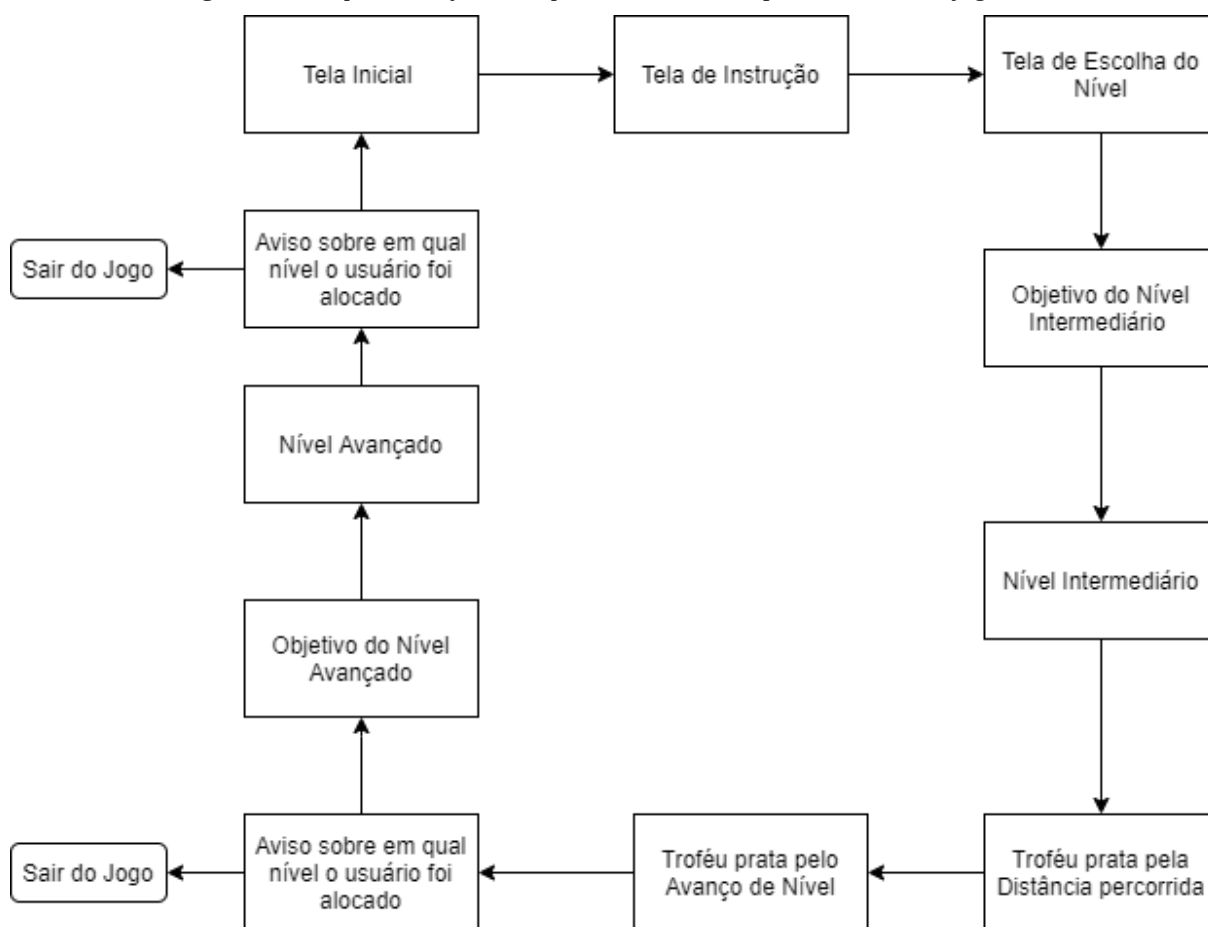


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade XIX:

Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em 420 segundos; todavia, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário não atinge 850 metros em 480 segundos, não cumprindo objetivo do nível avançado, permanecendo no nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta por iniciar no nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, não atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, permanecendo no mesmo nível (Figura 11).

Figura 11 - Esquematisação da sequência de telas nas possibilidades de jogo da XIX e XX

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade XX:

Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em 420 segundos; contudo, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário atinge 850 metros em 480 segundos, porém, apresenta nível de esforço “cansativo” ou “muito cansativo”, com BORG igual ou maior que 14, regredindo para o nível anterior.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, atingindo os objetivos de distância e tempo, porém, com índice de BORG inadequado, regredindo para o nível intermediário (Figura 11).

- Possibilidade XXI:

Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em 420 segundos; no entanto, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário atinge 850 metros em 480 segundos, porém, apresenta nível de esforço “médio”, continuando no nível avançado.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, porém, com índice de BORG inadequado. Ele ganha troféu de ouro por distância percorrida. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado.

- Possibilidade XXII:

Usuário indica começar no nível intermediário, atinge 500 metros em 420 segundos; porém, apresenta nível de esforço acima de “muito fácil” ou “fácil”, apresentando BORG abaixo de 10, avançando de nível. Usuário atinge 850 metros em 480 segundos, usuário atinge 850 metros em 480 segundos, porém, apresenta nível de esforço “fácil” ou “muito fácil”, com índice de BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, cumprindo o objetivo final do jogo.

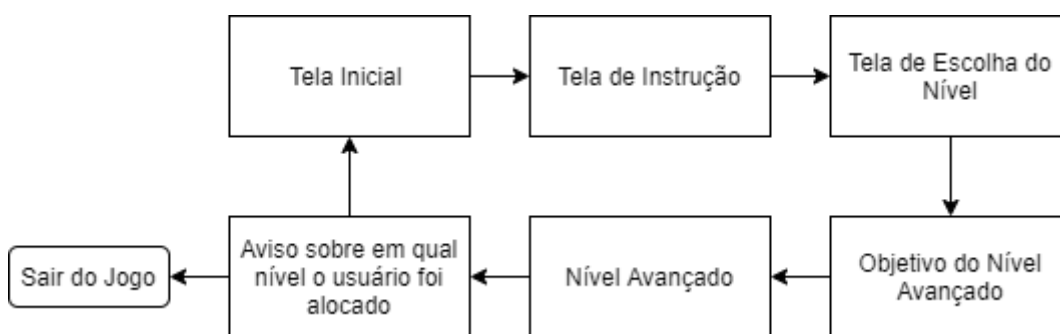
Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta por iniciar no nível intermediário, atingindo o objetivo proposto, com índice de BORG adequado. Baseado em seu desempenho, é realizado um novo balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado (nível avançado). Lá ele pode optar por iniciar no novo ou sair do jogo. Ele inicia o nível avançado, atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, porém, com índice de BORG adequado. Ele ganha troféu de ouro por distância percorrida e troféu de ouro por superação de nível, cumprindo o objetivo final do jogo.

- Possibilidade XXIII:

Usuário indica começar no nível avançado, não atinge 850 metros em 480 segundos, não avançando de nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível avançado, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, não atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo. Baseado no seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo (Figura 12).

Figura 12 - Esquematisação da sequência de telas nas possibilidades de jogo da XXIII e XXIV



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

- Possibilidade XXIV:

Usuário indica começar no nível avançado, atinge 850 metros em mais de 480 segundos, não avançando de nível.

Ele inicia na tela principal, seguindo para a tela de instruções e para a tela de seleção de nível. Opta pelo nível avançado, sendo encaminhado para a tela de objetivos do nível escolhido. Segue para o início do nível, não atingindo o objetivo proposto ao finalizar o tempo. Baseado no seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade e encaminhado para a cena que informa em que nível do jogo ele foi alocado. Lá ele pode optar por iniciar novamente, ou sair do jogo (Figura 12).

- Possibilidade XXV:

Usuário indica começar no nível avançado, atinge 850 metros em 480 segundos; entretanto, apresenta nível de esforço “cansativo” ou “muito cansativo”, apresentando BORG igual ou maior que 14, regredindo para o nível anterior.

Ele inicia o nível avançado, atingindo os objetivos de distância e tempo, porém, com índice de BORG inadequado. Ganha troféu de ouro por distância percorrida e,

baseado no seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade, que regrida o usuário para o nível intermediário.

- Possibilidade XXVI:

Usuário indica começar no nível avançado, atinge 850 metros em 480 segundos, porém, apresenta nível de esforço “médio”, apresentando BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, não superando os objetivos do jogo.

Ele inicia o nível avançado, atingindo os objetivos de distância e tempo, porém, com índice de BORG inadequado. Ganha troféu de ouro por distância percorrida e, baseado no seu desempenho, é realizado o balanceamento do nível de dificuldade, mantendo o usuário no nível avançado.

- Possibilidade XXVII:

Usuário atinge 850 metros em 480 segundos; porém, apresenta nível de esforço “fácil” ou “muito fácil”, com índice de BORG em um intervalo igual a 10 até menor que 14, cumprindo o objetivo final do jogo.

Ele inicia no nível avançado, atingindo o objetivo baseado na distância e tempo, porém, com índice de BORG adequado. Ele ganha troféu de ouro por distância percorrida e troféu de ouro por superação de nível, cumprindo o objetivo final do jogo.