UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
TATHIANE KELLER TORQUATO VICCO

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE REALIDADE AUMENTADA PARA ESTIMULAR A CAMINHADA EM IDOSOS SEDENTÁRIOS

Mogi das Cruzes, SP

2023

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
TATHIANE KELLER TORQUATO VICCO

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE REALIDADE AUMENTADA PARA ESTIMULAR A CAMINHADA EM IDOSOS SEDENTÁRIOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Mogi das Cruzes como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica.
Área de concentração: Informática Biomédica Engenharia Clínica

Orientadora: Prof. Dra. Silvia Regina Matos da Silva Boschi

Mogi das Cruzes, SP

2023

FINANCIAMENTO



Ficha catalográfica
Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Vicco, Tathiane Keller Torquato
V631d Desenvolvimento de um jogo de realidade aumentada para estimular caminhada em idosos sedentários / Tathiane Keller Torquato Vicco. -- Mogi das Cruzes, SP: Universidade de Mogi das Cruzes, 2023.
69 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) -- Universidade de Mogi das Cruzes, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Silvia Regina Matos da Silva Boschi.
Inclui bibliografia.

1.Desempenho físico funcional 2. Terapia de exposição à realidade virtual/métodos 4. Idoso 5. Caminhada/tendências I. Boschi, Silvia Regina Matos da Silva II. Universidade de Mogi das Cruzes III. Título

CDD 613.0438

Elaborada por Maria Cristina Alves Silva Xavier – CRB-8/10077

ATAS

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA DA UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES

Às quatorze horas do dia três de fevereiro de dois mil e vinte e três, pela Universidade de Mogi das Cruzes, realizou-se a defesa de dissertação intitulada "DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE REALIDADE AUMENTADA PARA ESTIMULAR A CAMINHADA EM IDOSOS SEDENTÁRIOS" para obtenção do grau de mestre pelo(a) candidato(a) **Tathiane Keller Torquato Vicco.** Tendo sido o número de créditos alcançados pelo(a) mesmo(a) no total de 48 (quarenta e oito), a saber: 24 unidades de crédito em disciplinas de pós-graduação e 24 unidades de crédito no preparo da dissertação, o(a) aluno(a) perfaz assim os requisitos para obtenção do grau de mestre. A comissão examinadora estava constituída dos senhores professores doutores: Silvia Regina Matos da Silva Boschi, e Alessandro Pereira da Silva, da Universidade de Mogi das Cruzes, e Leandro Lazzareschi, do Centro Universitário São Camilo, sob a presidência da primeira, como orientadora da dissertação. A sessão pública da defesa de dissertação foi aberta pela senhora presidenta da comissão que apresentou o(a) candidato(a). Em seguida o(a) candidato(a) realizou uma apresentação oral da dissertação. Ao final da apresentação da dissertação, seguiram-se as arguições pelos membros da comissão examinadora. A seguir a comissão, em sessão secreta, conforme julgamento discriminado por cada membro, considerou o(a) candidato(a)

Aprovada por Unanimidade

(aprovado(a) /reprovado(a)) (unanimidade/maioria)

Mogi das Cruzes, 03 de fevereiro de 2023.

Comissão Examinadora	Julgamento
LEANDRO LAZZARESCHI:14199032843 — Assinado de forma digital por LEANDRO LAZZARESCHI:14199032843 Dados: 2023.02.03 16:59:46 -03'00'	Aprovada
Prof. Dr. Leandro Lazzareschi	(aprovado(a)/reprovado(a))
Assinado de forma digital por Alessandro Pereira da Silva Dados: 2023.02.06 14:42:48 -03'00'	Aprovada
Prof. Dr. Alessandro Pereira da Silva	(aprovado(a)/reprovado(a))
Silvia Regina Matos da Silva Boschi — Assinado de forma digital por Silvia Regina Matos da Silva Boschi Dados: 2023.02.06 16:42:55 -02'00'	Aprovada
Profª Drª Silvia Regina Matos da Silva Boschi	(aprovado(a)/reprovado(a))

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho ao meu marido, pois devido ao seu apoio e sua paciência consegui ter forças para concluir essa etapa muito importante em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço esse trabalho primeiramente a Deus, pela minha vida, e por me ajudar a vencer todos os obstáculos ao longo dessa trajetória.

Ao meu marido, meus pais, minha madrasta, meus irmãos, minha cunhada e meu sobrinho que sempre estiveram comigo durante essa caminhada.

A minha orientadora Silvia, pelas correções, ensinamentos e paciência para que eu pudesse desempenhar esse processo da minha formação.

Aos meus colegas e colaboradores Yasmin Fernandes Moniz e Bruno Toshio G. Gunji, pelas tardes de pesquisas e desenvolvimento desse projeto.

Aos meus alunos, que me ensinam dia a dia e confiam em meu trabalho e me deixam entrar em suas casas para nossas aulas.

A minha tia Nilce Helena Nascimento, por acreditar no meu potencial de dar mais esse passo na minha carreira profissional e estudantil.

A todos os professores que me auxiliaram e me guiaram para que eu melhorasse meu aprendizado.

EPIGRAFE

"Envelhecer é uma dádiva que deve ser encarada não como uma perda de habilidades, mas como uma oportunidade para transmitir os conhecimentos adquiridos ao longo da vida"! (Autor desconhecido).

RESUMO

O sedentarismo é definido como a falta de atividade física . Sendo assim, a prática de exercícios é essencial para auxiliar na prevenção e no controle de doenças coronarianas, diabetes tipo 2, câncer e hipertensão. Um indivíduo considerado ativo é aquele que faz de 150 a 300 minutos de atividade aeróbica moderada a vigorosa por semana para todos os adultos, incluindo quem vive com doenças crônicas ou incapacidade, e uma média de 60 minutos por dia para crianças e adolescentes. Os jogos de realidade virtual têm ajudado muito nesse sentido, contribuindo para que crianças, jovens, adultos tenham uma forma mais prazerosa de realizar atividadesfísicas diariamente e de buscarem um estilo de vida mais ativo e saudável. O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver um jogo de realidade aumentada para estimular a caminhada em idosos sedentários. A proposta do jogo foi de treinar o movimento da caminhada e marcha através de um jogo com um dispositivo com tecnologia *mobile* móvel, onde foram utilizados os recursos da câmera para que o indivíduo consiga acessar as fases do mesmo, capturando objetos. O jogo tem cinco fases onde o usuário caminha em um ambiente praiano (fictício) com o objetivo de coletar objetos perdidos enquanto se mantem ativo. Foram feitas avaliações da usabilidade do jogo com 4 profissionais de Educação Física e Fisioterapeutas através da Escala de usabilidade que contém 10 questões onde o *score* final da escala é classificado como: pior imaginável, pobre, mediano, bom, excelente e melhor imaginável. Também foi realizada a validação do jogo através dos testes de *software* (caixa preta e caixa branca). Para a análise dos resultados, as variáveis numéricas foram expressas por meio de média e desvio padrão. Já as variáveis categóricas, foram expressas em frequência absoluta e relativa. Os resultados obtidos na escala de usabilidade foram considerados como melhor imaginável, na análise de questões especificas para cada item, tem-se que o componente Eficiência, Facilidade de memorização e Satisfação apresentaram a melhor classificação pelos especialistas (93,75), facilidade de aprendizagem (87,50) e minimização dos erros (81,25), já na escala *Game Flow*, apenas o domínio objetivos obtive uma média superior a 4. Os demais domínios que tiveram melhores medias dizem respeito concentração, desafios, habilidades, controle e *feeback* com uma pontuação superior a 3. Assim o jogo "Passos de verão" consegue estimular idosos sedentários a realizarem caminhadas num ambiente controlado de realidade virtual.

Palavras-chave: caminhada; jogo; idosos; sedentarismo; realidade aumentada.

ABSTRACT

Sedentarism is defined as a lack of physical activity, therefore, exercises are paramount to prevent and control diseases, such as heart disease, type 2 diabetes, cancer and hypertension. An activce adult is someone who does about 150 to 300 minutes of moderate to vigorous aerobic activity per week, including those with chronic illness or disability, while for children and teenagers, the average exercise time in order to be considered active is about 60 minutes everday. In this regard, virtual reality games have helped significantly children, young people and adults to achieve a more pleasurable way of performing daily physical activities and to pursue a more active and healthy lifestyle. The aim of this research was to develop an augmented reality game to stimulate walking in sedentary elderly people. The purpose of the game was to encourage the movement of walking and gait by means of a sensorized game using a cell phone, which the camera resources were used so that the individual can capture the objects besides access the phases of the game. Thus, the game has five stages that the user will walk in a beach environment (fictional) in order to collect lost objects while staying active. Usability evaluation of the game were made with five Physical Education professionals and Physiotherapists through the Usability Scale that contains 10 questions and the final score of the scale was classified as: worst imaginable, poor, average, good, excellent and best imaginable. The game was also validated through software tests (black box and white box) and for the analysis of the results, numerical variables were expressed as mean and standard deviation. Meanwhile, categorical variables were expressed in absolute and relative frequency. The usability scale results were considered the best imaginable by the analysis of specific questions for each item and the component Efficiency, Ease of memorization and Satisfaction showed the best classification by the specialists (93.75), ease of learning (87.50) and minimization of errors (81.25), whilst the Game Flow scale, only the objective domain obtained an average greater than 4. Also, other domains with better averages were concentration, challenges, skills, control and feedback with a score greater than 3. Thus, the game "*Passos de Verão*" is able to stimulate and control sedentary elderly people to take walks in a virtual reality environment.

Keywords: walk; game; elderly; sedentary lifestyle; augmented reality.

Sumário

1 INTRODUÇÃO 11

1.1 MOTIVAÇÃO 15

1.2 OBJETIVOS 16

1.2.1 Objetivo geral 16

1.2.2 Objetivos Específicos 16

2 ESTADO DA ARTE 17

2.1 QUADRO SÍNTESE 25

3 MATERIAIS E MÉTODOS 26

3.1 PROPOSTA DO JOGO 26

3.2 PROGRAMAS E MATERIAIS UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO JOGO 26

3.3 FORMATO E DESIGN DO JOGO 27

3.4 PROTOCOLO DOS CARDS 28

3.5 FASES DO JOGO 32

3.6 PROPOSTA DE PROTOCOLO DO JOGO 33

3.7 ESCOLHA DE MELODIAS E SONS 34

3.8 PROTÓTIPO DAS TELAS 34

3.9 MECÂNICA DO JOGO 36

3.10 PRÉ TESTE 36

3.11 TESTE PILOTO 37

3.12 AVALIAÇÃO DO PRODUTO 38

3.13 TESTE DE VALIDAÇÃO 39

3.14 ASPECTOS ÉTICOS 40

3.15 PLANO DE ANÁLISE DE DADOS 40

4 RESULTADOS 40

4.1 JOGO DESENVOLVIDO 40

4.2 AVALIAÇÃO DO PRODUTO 49

4.3 AVALIAÇÕES CAIXA BRANCA E CAIXA PRETA..... 52

5 DISCUSSÃO 54

6 CONCLUSÃO..... 56

TRABALHOS FUTUROS 57

REFERÊNCIAS..... 58

ANEXO 2: QUESTIONÁRIO GAME FLOW 63

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ilustração Jogo Tai Chi 17
Figura 2. Ilustração de Exergame 18
Figura 3. Ilustração Wii Fit Nintendo ® 18
Figura 4. Plataforma de marcha com vídeo games 19
Figura 5. Capturas de tela do Pokémon Go 20
Figura 6. Protocolo de jogo de Dança 20
Figura 7. Ilustração treinamento com vídeo game 21
Figura 8. Ilustração Exergame. 22
Figura 9. Ilustração de RA 23
Figura 10. Exemplo de exergames 24
Figura 11. Imagens dos cards das imagens selecionadas para confecção 29
Figura 12. Diagrama de blocos que define as fases do jogo 33
Figura 13. Protótipo da tela 1 34
Figura 14. Protótipo da tela 2 35
Figura 15. Protótipo da tela 3 35
Figura 16. Protótipo da tela 4 36
Figura 17. Testes leitura imagens 37
Figura 18. Tela inicial do jogo 41
Figura 19. Segunda tela do jogo desenvolvido 42
Figura 20. Telas de cadastro 43
Figura 21. Telas a, b e c que irão aparecer antes das fases do jogo 44
Figura 22. Telas instruções do jogo 46
Figura 23. Tela das fases 47
Figura 24. Imagem da tela de coleta de cards visualizada na tela do celular 48
Figura 25. Ilustração dos cards confeccionados em madeira 49
Figura 26. Classificação geral de usabilidade do jogo 49
Figura 27. Média do escore de cada questão 50
Figura 28. Médias de cada domínio obtidos da escala Game Flow 51
Figura 29. Teste caixa branca 52
Figura 30. Teste caixa preta 53

1 INTRODUÇÃO

Atividade física é um componente importante na vida diária do indivíduo por promover benefícios psíquicos, físicos e cognitivos à saúde, em todas as fases da vida, podendo ser praticada em forma de desporto ou lazer. A prática regular de atividade física auxilia a perda de peso corporal por promover a redução ou, manutenção da gordura corporal e conservação ou aumento da massa magra, o que contribui de forma positiva na diminuição de doenças (CARLUCCHI *et al.*, 2013).

MCNAUGHTON SA, CRAWFORD D, BALL K, SALMON J. (2012) explica ainda que hábitos saudáveis, como a nutrição, bem estar físico e o controle psicossocial são os principais determinantes da saúde e qualidade de vida em adultos mais velhos, além de somente a atividade física em si. É necessária uma compreensão dos determinantes modificáveis da nutrição e dos comportamentos de atividade física entre os idosos para levar em conta o contexto específico da fase de vida, a fim de desenvolver intervenções eficazes para promover a saúde e o bem-estar, auxiliando na prevenção de doenças crônicas e a melhorar a qualidade de vida.

> *"Ser fisicamente ativo é fundamental para a saúde e o bem-estar e pode adicionar anos à vida e vida aos anos", disse o diretor-geral da Organização Mundial da Saúde, Tedros Adhanom Ghebreyesus. "Cada movimento conta, especialmente depois das restrições da pandemia de COVID-19. Todos devem se manter ativos, com segurança e criatividade"* (GUIA DE ATIVIDADE FISICA PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA, 2021). guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf (saude.gov.br)

A Organização Mundial da Saúde (OMS), lançou em 2020 novas diretrizes sobre atividade física e comportamentos sedentários, em um momento onde grande número da população estava dentro das suas casas por conta do COVID19. Essas diretrizes recomendam pelo menos 150 a 300 minutos de atividade aeróbica moderada a vigorosa por semana para todos os adultos, incluindo quem vive com doenças crônicas ou incapacidade, e uma média de 60 minutos por dia para crianças e adolescentes. Estatísticas da OMS mostram que um em cada quatro adultos e quatro em cada cinco adolescentes não praticam atividade física suficiente.

Conforme Questionário Internacional de Atividade Física (OMS,

1998) a Classificação do Nível de Atividade Física (IPAQ), cita a atividade física de moderada a vigorosa como:

MUITO ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de: a) VIGOROSA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão.

b) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + MODERADA e/ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão.

ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de: a) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão; ou

b) MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão; ou

c) Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

A atividade física regular é fundamental para auxiliar na prevenção e no controle de doenças como cardíacas, diabetes tipo 2 e câncer, bem como para reduzir os sintomas de depressão e ansiedade, reduzir o declínio cognitivo, melhorar a memória e exercitar a saúde do cérebro (Diretrizes da OMS, 2020).

O envelhecimento humano pode ser compreendido por um marco de alterações morfofuncionais, corroborando num processo de desestruturação orgânica de modo inconvertível e contínuo (ANSAI, 2014). O processo de envelhecimento engloba múltiplos fatores tais como a hereditariedade, fatores externos relacionados ao meio ambiente e hábitos de vida, atividade ocupacional (principalmente, relacionados ao trabalho), a própria idade, tipo de alimentação, entre outros aspectos, porém, todos, relacionados ao contexto social ao qual o idoso está inserido (ACMS, 2009).

Com o processo natural de envelhecimento grandes alterações acontecem no organismo do indivíduo sendo que o desequilíbrio postural se constitui como um dos principais fatores limitantes na vida do idoso. As quedas, decorrentes da perda de equilíbrio, fazem com que a autonomia social diminua, já que restringem progressivamente a realização das atividades de vida diária (AVDs), trazendo dependência, imobilidade corporal, receio de cair novamente, despesas com tratamento de saúde, dentre outras consequências (RUWER, ROSSI e SIMON, 2005).

Arocha, (2019) explica que o sedentarismo está ligado a inatividade física e uma ampla gama de doenças crônicas e mortes. Sabe se que, ser

nativo não é saudável, mais que quase um terço da população mundial está inativa hoje, mostrando assim um grande problema da saúde pública.

FERRETTI, F., LUNARDI, D., BRUSCHI, L. (2013) cita o fator quedas dentro da inatividade física em idosos que é definida como "um evento não intencional que tem como resultado a mudança de posição do indivíduo para um nível mais baixo em relação à sua posição inicial". A preocupação dos pesquisadores dessa área se constitui em um sério problema de saúde pública no Brasil, já que cerca de 30% dos indivíduos com idade maior ou igual há 65 anos apresentam relato de queda anualmente, havendo aumento desse percentual para 51% nos indivíduos com mais de 85 anos. Existem algumas constatações que devem ser levadas em consideração quando se fala em idoso e queda, uma delas é que os idosos caem mais em seu próprio lar do que na rua ou em outros ambientes. Mais de 70% das quedas ocorrem no interior da residência, sendo que as pessoas que vivem sozinhas apresentam maior risco.

Além disso, de acordo com Barbosa (2001), os estudos têm demonstrado que a ocorrência de quedas em idosos está diretamente ligada ao grau de incapacidade funcional, pois quanto mais debilitados, mais sedentários são estes indivíduos e, portanto, funcionalmente mais dependente, o que gera um aumento na quantidade de quedas daqueles que deambulam. Por esse motivo, há uma grande necessidade de estimular e preconizar a atividade física, sendo importante a atuação de um Profissional de Educação Física, assim como de todos os trabalhadores do campo da saúde, para o desenvolvimento, manutenção e/ou resgate do equilíbrio, com o objetivo de possibilitar a prevenção das sequelas ocasionadas pela sua perda, diminuindo a dependência na realização das AVDs e consequentes problemas de saúde, proporcionando maior qualidade de vida para essa população.

Estimativas globais indicam que 27,5% dos adultos, incluindo os idosos e 81% dos adolescentes não atendem às recomendações da OMS de 2010 para atividade física, com quase nenhuma melhora observada durante a última década. A OMS, ainda recomenda que os idosos realizem 150 minutos de atividade física na semana com intensidade moderada ou 75 minutos de atividade física vigorosa ou 300 minutos de atividade suave, incluindo as AVDs e de deslocamentos. Levando em conta o acima, os

programas de atividade física devem propor exercícios destinados a melhorar o equilíbrio e força muscular dos membros inferiores, capacidades que permitem aos idosos ser mais estável na prevenção da ambulação quedas e o aparecimento de fatores associados com deficiência (Diretrizes da OMS).

Segundo Rossi *et al.,* (2014) a capacidade funcional pode ser definida como o potencial que os idosos apresentam para decidir e atuar em suas vidas de forma independente, no seu cotidiano e a incapacidade funcional refere-se à dificuldade ou necessidade de ajuda para o indivíduo executar tarefas no seu dia-a-dia, abrangendo dois tipos de atividades: Atividades Básicas de Vida Diária (ABVD) e Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVD). A avaliação da capacidade funcional na população idosa é bastante útil para previsão da incapacidade, dependência, hospitalização, institucionalização, morbidade e mortalidade, sendo um aspeto potencialmente vital para o controlo dos custos com cuidados de saúde. Rikli e Jones (1999), validaram uma bateria de teste funcionais para idosos que consiste em seis itens que avaliam parâmetros associados a independência funcional nesta faixa etária.

A utilização de jogos de realidade aumentada (RA) e de realidade virtual (RV), tem crescido muito no cotidiano de crianças, adolescentes e adultos, com isso a educação física vem utilizando desses recursos para criar ferramentas que contribuam de alguma forma mais prazerosa de realizar atividades físicas (CROCETTA, 2015).

Os jogos nesse contexto têm auxiliado muito para que essa área de atuação seja reconhecida na promoção da saúde e promovendo um estilo de vida ativo, implantando rotinas desde sua avaliação até sua prescrição. Os jogos e as brincadeiras mudaram muito tanto na estrutura, tempo e espaço, fazendo com que o sistema virtual pudesse interagir com as pessoas independentes dos lugares ou ambientes em que elas estivessem localizadas. Caminhar é um método simples e intuitivo de interação nesse ambiente e fornecer a um jogador essa capacidade de experimentar um ambiente de jogo caminhando nele, melhoraria a interação no ambiente virtual (LIU *et al.*, 2021).

1.1 MOTIVAÇÃO

Alguns estudos recentes avaliaram o uso de jogos para melhora da funcionalidade de idosos, adultos e crianças (SCHÄTTIN *et al.,* 2016; DUCLOS, 2012; BARANOWSKI,2019;
ADCOCK, 2020). Bem como a verificação de seus efeitos na marcha, equilíbrio, cognição, melhora das atividades dupla tarefa, melhora de força muscular, dentre outros parâmetros (ADCOCK *et al*., 2020).

Khanmohammadi *et al.,* (2022) observaram melhora em vários aspectos motores quando associado jogos e o processo de reabilitação motora. Os principais jogos/plataformas utilizadas foram da categoria *exergames*, que são jogos pautados na promoção da atividade física. Nestes estudos utilizou se prioritariamente o *Nintendo WI, Xbox* e *Wii Fit.*

Embora os estudos mostraram resultados promissores o fator logístico, deve ser levado em consideração, tendo em visto que os sistemas têm custos agregados e por vezes não são de todo acessíveis, interessantes para serem adquiridos principalmente pela população idosa. Outro fator limitante desses protocolos é que nenhum desses protocolos permitem mobilidade do usuário em um ambiente convencional, no qual pudesse explorar o ambiente e suas irregularidades com fator de feedback. A ideia de criar um jogo para essa finalidade surgiu através do pensamento que todos os indivíduos possam ter mais qualidade e mobilidade diária a partir do momento em que os mesmos possam ter esse acesso até mesmo dentro d as suas casas. O público idoso e sedentário cresce diariamente e junto com isso patologias como diabetes e hipertensão, além do uso excessivo dos programas de saúde do governo e particulares em hospitais, UBS, etc.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

- Desenvolver um jogo de realidade aumentada, para estimular a caminhada de idosos sedentários.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a usabilidade do jogo com profissionais de Educação Física e Fisioterapia;
- Validar o jogo através dos testes de *software*.

2 ESTADO DA ARTE

Neste capítulo serão abordados alguns jogos para idosos que objetivavam a melhora do controle motor para uma marcha mais efetiva e melhora da inatividade física.

As bases de dados utilizadas para extração de artigos foram, *Pub med, Scielo e Lilacs*, foram utilizados os descritores (bem como seus respectivos sinônimos): *gait* (marcha), *older* (idoso) e *game* (jogo), aos descritores foi utilizado o operador booleano *AND*. Foram incluídos artigos de quaisquer idiomas que abordassem a temática supracitada. Como critério de exclusão adotou se: artigos não indexados, artigos incompletos, artigos de revisão, estudos com intervenção farmacológica, estudos de caso e estudos com data de publicação superior a dez anos. Os artigos foram descritos a seguir quanto suas principais características e achados.

O objetivo do estudo de Adcock *et al.,* (2020) foi determinar a usabilidade de um *exergame* multicomponente recém-desenvolvido e explorar seus efeitos nas funções físicas, cognitivas e avaliar atividade cortical (Figura 1). O *exergame* multicomponente incluiu treinamento de força e equilíbrio com exercícios inspirados no Tai Chi e dança. Participaram do estudo 21 idosos saudáveis e independentes. O treinamento mostrou influenciar positivamente as funções físicas e cognitivas. A usabilidade do sistema foi classificada como alta com uma pontuação média de 75/100. A velocidade da marcha na condição de dupla tarefa, a força muscular dos membros inferiores e os tempos de reação em uma tarefa cognitiva (atenção dividida) apresentaram melhorias significativas ($p < 0,05$).

Figura 1. Ilustração Jogo Tai Chi



Fonte: Adcock *et al.,* (2020)

Schättin *et al.*, (2016) realizaram um estudo com objetivo de comparar o treinamento convencional de equilíbrio com o exercício físico baseado em videogame (Figura 2). Participaram deste estudo vinte e sete participantes (idade média de 79,2 ± 7,3 anos) foram aleatoriamente designados para um dos dois grupos. Todos os participantes completaram 24 sessões de treinamentos, com frequência de 30 minutos, 3 vezes na semana. Houve melhora da memória de trabalho e aspectos cognitivos da atenção. Além disso, os parâmetros espaço-temporais da marcha melhoraram principalmente no grupo *exergame* sob condições de dupla tarefa.

Figura 2. Ilustração de Exergame



Fonte: Scattin *et al.*, (2016)

Na pesquisa de Duclos, (2012) foi analisado o efeito do vídeo *game Wii Fit* da *Nintendo*® (Figura 3) sobre o equilíbrio e a marcha de idosos saudáveis. Participaram 10 idosos, de ambos os sexos (4 homens e 6 mulheres), com idade média de 66 (±4,4) anos, os quais foram distribuídos de forma aleatória em dois grupos: grupo experimental (GE) e grupo controle (GC). O protocolo consistiu de 10 sessões, com duração de 30 minutos cada. Os resultados mostraram um aumento no tempo de apoio unipodal e uma redução no tempo de execução do Teste de *Timed Up and Go* do grupo que realizou o treino de equilíbrio com o *Wii Fit* da *Nintendo*® (GE), porém não houve diferença quando comparado com o grupo controle.

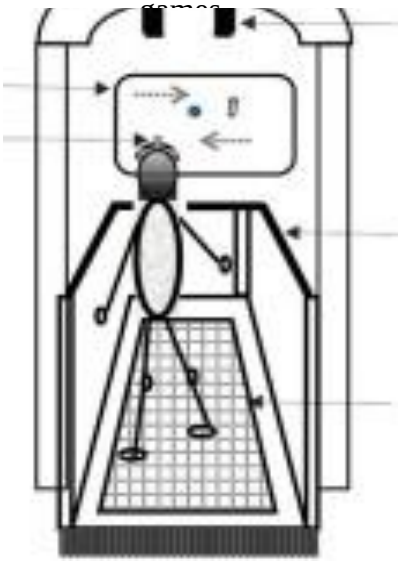
Figura 3. Ilustração Wii Fit Nintendo ®



Fonte: Duclos *et al.*, (2012)

No estudo de Szturm *et al.,* (2017) foi utilizada uma plataforma de marcha associada com vídeo *games* para o treinamento de idosos saudáveis (Figura 4). O objetivo foi avaliar a efetividade nas funções dupla e simples tarefa, com a participação de 20 idosos saudáveis. Os resultados demonstraram melhora significativa na performance da marcha e da capacidade visuo-espacial cognitiva.

Figura 4. Plataforma de marcha com vídeo



Fonte: Szturm *et al.,* (2017)

Baranowski *et al.,* (2020) avaliaram os fatores relacionados as brincadeiras do *exergame* Pokémon GO (P.G) (Figura 5) e o que poderia trazer de benefícios para a saúde. Sabe se que um grande número de pessoas fez uso desse jogo, porém era uma proporção relativamente pequena se comparado das populações relevantes. O jogo relativamente era usado através de um celular, onde o usuário teria que procurar (caçar) P.G em diversos ambientes.

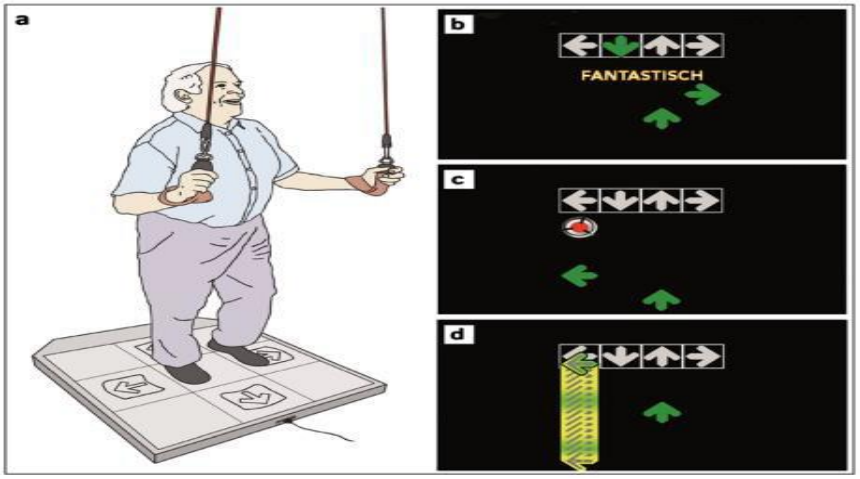
Figura 5. Capturas de tela do Pokémon Go



Fonte: Baranowski *et al.,* (2020)

No estudo de Pichierre *et al*., (2012) foi investigado os diferentes efeitos de um protocolo com jogo de dança (Figura 6) em parâmetros físicos e psicológicos em idosos. Participaram deste estudo 31 idosos, sendo estes locados em dois grupos: Grupo controle e Grupo intervenção com jogo de dança. O protocolo durou 22 semanas. Foi verificado que a velocidade da marcha e a capacidade dupla tarefa foi superior no grupo intervenção.

Figura 6. Protocolo de jogo de Dança



Fonte: Pichierre *et al.*, (2012)

A pesquisa desenvolvida por Nicholson *et al*., (2015) teve por objetivo determinar a efetividade de um treino de equilíbrio com o uso do Nintendo® *Wii Fit* em idosos. Foram recrutados 41 idosos para participar do protocolo durante 6 semanas. Os idosos foram locados

em dois grupos, um com a intervenção da *game*terapia e o outro na condição controle. Os resultados deste estudo revelaram que o Grupo Intervenção teve melhora significativa no teste *Time up to Go,* no equilíbrio unipodal, velocidade da marcha quando comparado ao grupo controle. E os participantes também demonstraram adesão e engajamento durante o protocolo com o jogo.

No estudo de Khanmohammadi *et al.,* (2022) objetivou-se investigar o efeito de um treinamento com vídeo *game* (Figura 7) e um treinamento dupla-tarefa para inicialização da marcha como indicador da deficiência do equilíbrio em idosos. Participaram do estudo 66 idosos que foram locados em dois grupos: grupo jogo e grupo treino dupla-tarefa. Houve melhora significativa na fase antecipatória da marcha em ambos os grupos. Ambos os treinamentos foram eficazes, porém o treinamento com jogo foi mais efetivo na fase locomotora.

Figura 7. Ilustração treinamento com vídeo game



Fonte traduzida: Khanmohammadi *et al.,* (2022)
Intervenção de treinamento 18 sessões a 30-min.

Alghamdi *et al*., (2021) realizaram uma pesquisa com objetivo de determinar a associação da performance em um vídeo *game* e a atenção visual, equilíbrio e mobilidade em um grupo de idosos. Foram usados 4 jogos interativos do Xbox 360. Foi verificado que a atenção visual tem uma correlação significativamente positiva com os jogos do *Xbox*, assim como a mobilidade e o equilíbrio.

Mussato, Brandalize e Brandalize (2012) avaliaram efeito do vídeo *game Wii Fit* na marcha e equilíbrio de idosos. Participaram deste protocolo 10 idosos e houve uma melhora no tempo de apoio unipodal e uma redução do tempo de execução do teste *Time Up To Go* no grupo que foi exposto a *gameterapia,* porém a diferença entre grupos não foi estatisticamente

significativa.

Swanenburg *et al.,* (2018), avaliaram o uso de *exergames* para promover a melhora relativa da função e cognição relacionada a reabilitação. Foi utilizado um *exergame* no qual o voluntário deveria responder rapidamente as pistas visuais fornecidas pelo sistema (Figura 8). Participaram deste estudo 10 idosos. Houve uma melhora significativa da acuidade visual e no desempenho da marcha.

Figura 8. Ilustração Exergame.



Fonte: Swanenburg *et al.,* (2018)

Realidade virtual (RV) é uma tecnologia que coloca o usuário em um ambiente 3D através de telas vestíveis na forma de fones de ouvido VR, enquanto a realidade aumentada (RA) relacionada usa elementos de RV e os sobrepõe ao ambiente do mundo real na forma de um vídeo ao vivo exibido na tela de um dispositivo eletrônico. A RV é um conceito que vem se desenvolvendo nos últimos 50 anos, enquanto a RA é um conceito relativamente novo (Figura 9). Os dois proporcionam uma experiência para os usuários que envolva seus sentidos visuais e auditivos, criando uma ilusão. A imersão depende da tecnologia utilizada; pode ser um dispositivo montado na cabeça, projeção côncava ou 3D, ou vídeo onde o usuário é o protagonista. A presença e a interação estão relacionadas à percepção individual de estar conectado ao ambiente e à capacidade de agir dentro do ambiente e receber feedback e reação. VR e AR são tecnologias digitais que permitem a automação e podem ser usadas em campos onde tarefas repetitivas precisam ser executadas e muitas vezes aperfeiçoadas (YEUNG *et al.,* 2021).

Figura 9. Ilustração de RA



Fonte: educatech.pt

Conhecidos na literatura como Exergames (EXG) que, por definição, é a combinação do exercício físico com o *game*, permite que a fascinação pelos games seja tão aproveitada quanto a prática de exercício físico, conforme afirmam Sinclair *et al.*, (2007). Esse tipo de interação recebeu maior atenção de uma área da computação conhecida como *Human Computer Interaction*. Em 2006, foi desenvolvido o *Nintendo Wii Sports*, possibilitando ao usuário ter a experiência do movimento de diversos esportes, como golfe, boxe, tênis, boliche, baseball, arco e flecha, além do Wii Fit, que permite praticar yoga, skate e snowboard. Games, como Eye Toy, do Play Station, também permitiam essa interação e, portanto, podem ser classificados como EXG.

Um *exergame* de grande sucesso foi o *Dance Revolution* (DDR), criado em 1998. Segundo Hämäläinen e colaboradores (2005), sua fórmula "mágica" inclui nada mais que dança, *game* e música. Recentemente, em 2006, foi desenvolvido o *Nintendo Wii Sports*, possibilitando ao usuário ter a experiência do movimento de diversos esportes, como golfe, boxe, tênis, boliche, *baseball*, arco e flecha, além do *Wii Fit*, que permite praticar *yoga*, *skate* e *snowboard*. O game em estudo utiliza acelerômetros, dentro dos controles (*wii remote*), para mensurar os movimentos da mão do usuário em três dimensões, ampliando os aspectos de interação humana e imersão em um game (Fitz-Walter *et. al.*, 2008). Outros *games*, como *Eye Toy*, do *Play Station*, também permitem essa interação e, portanto, podem ser classificados como EXG.

Figura 10. Exemplo de exergames



Fonte: thehomefit.com

2.1 QUADRO SÍNTESE

O Quadro abaixo apresenta os dados referentes aos autores e ano, características dos dispositivos e público-alvo dos principais estudos descritos no estado da arte

AUTOR E ANO	CARACTERÍTICAS DO DISPOSITIVO	PUBLÍCO ALVO
Adcock *et al.,* (2020)	Jogo multicomponente com movimentos do Tai Chi	Para idosos saudáveis e independentes
Schättin *et al.,* (2016)	Treinamento convencional de equilíbrio	Treinamento de equilíbrio em idosos
Duclos, (2012)	Tempo unipodal e tempo do Teste de *Timed Up to Go*	Equilíbrio e marcha em idosos saudáveis
Szturm *et al.,* (2017)	Plataforma de marcha associada a vídeo *game*	Treinamento dupla e simples tarefa em idosos
Baranowski *et al.,* (2020)	*Exergame* Pokémon GO	Jogo de celular para todos os públicos.
Pichierre *et al*., (2012)	Jogos para efeitos físicos e psicológicos	Jogo de dança para idosos
Nicholson *et al*., (2015)	Efetividade com treinamento de equilíbrio	Velocidade e marcha em idosos.
Khanmohammadi *et al.,* (2022)	Efeito de treinamento dupla tarefa em vídeo *game*	Marcha e equilíbrio em idosos.
Alghamdi *et al*., (2021)	performance em um vídeo *game* e a atenção visual.	Equilíbrio e mobilidade em idosos.
Mussato, Brandalize e Brandalize (2012)	Efeitos do vídeo *game* Wi Fit	Marcha e equilíbrio em idosos.
Swanenburg *et al.,* (2018)	Avaliação de *exergame* para função cognitiva	Reabilitação em idosos
YEUNG *et al.,* 2021.	Realidade virtual e realidade aumentada	Direcionado para todos os públicos.
Sinclair *et al*., (2007)	*Exergame* de dança para diversos movimentos no esportes	Direcionado para idosos e escolas.
Hämäläinen e colaboradores (2005)	Exergame de dança, música e interação humana e imersão.	Público em geral, experiência do movimento de diversos esportes
Vicco, T. (2023)	Jogo de caminhada com realidade aumentada	Estimular caminhada em idosos sedentários.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse capitulo será descrito quais foram os Hardwares necessários para o desenvolvimento do jogo;

Quais foram as propostas do jogo e quais foram os programas e materiais para o desenvolvimento;

Quais são os formatos e designes utilizados para confecção do jogo, assim como o protocolo dos cards e a criação das fases do jogo.

3.1 PROPOSTA DO JOGO

O objetivo do jogo será de treinar o movimento da caminhada e marcha através de um jogo com um dispositivo com tecnologia *mobile* móvel, através da realidade 2D e 3D. O jogo irá funcionar através de um aparelho móvel (celular), onde serão utilizados os recursos da câmera para que o indivíduo consiga acessar as fases do mesmo, capturando objetos, onde o indivíduo estará realizando os movimentos de caminhada para que consiga atingir os objetivos.

3.2 PROGRAMAS E MATERIAIS UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO JOGO

Para o desenvolvimento do jogo proposto foram utilizados um computador com hardware mínimo para funcionamento, o modelo utilizado foi o DESKTOP – 505POOV, processador Intel (R) Core (TM), 3.60GHz e sistema operacional de 64 bits, processador baseado em x64 para realizar os downloads dos programas necessários (ver mais detalhes em programas para o desenvolvimento).

Para os protótipos foram usados um *tablet* e uma caneta *touch screen*, *web cam* convencional (HD 1080p com microfone alta definição), conectada a um dispositivo móvel (celular sistema *Android* a partir do 10.1, processador *octacor*e, mínimo 2Gb de *Ram* e memória disponível de no mínimo 150MB.

Os programas utilizados para o desenvolvimento do jogo foram*: Unity, Microsoft Power Point, Paint 3D, ZapSplast* e Vulforia.

O programa *Unity* foi utilizado para a construção do jogo propriamente dito, todas as interações, funcionalidades bem como detalhes da disposição deste jogo. Se trata de uma plataforma de desenvolvimento 3D em tempo real (*Unity Technologies*). A escolha deste programa levou em consideração a familiaridade e conhecimento prévio com esta ferramenta pelos desenvolvedores envolvidos neste projeto.

O *software Microsoft Power Point* é um programa utilizado para criação/edição e exibição de apresentações gráficas, originalmente escrito para o sistema operacional Windows (*microsoft.com*). Foi utilizado para construção do *story board e* para esquematização das ideias para cada tela que iria compor o jogo.

O *Paint 3D* é um **aplicativo de desenhos desenvolvido pela *Microsoft.*** Trata-se de uma grande atualização do clássico *Paint*, e foi criado para fazer parte do suíte do Windows *(microsoftpaint3d*.com). O aplicativo foi baixado em um *tablet* e foi utilizado para desenhar e colorir os modelos prévios que foram esboçados manualmente para ícones e demais formas que seriam utilizadas no jogo.

O *ZapSplat* é uma biblioteca de músicas gratuitas de efeitos sonoros e *royalty free* que mais crescem, com milhares de sons profissionais e gratuitos para baixar instantaneamente em formato de arquivo mp3 ou *wav (zapsplat.com).* Foi utilizada para baixar os efeitos sonoros do jogo.

Vuforia aplicativo que transforma uma imagem em um objeto modificado no *Unity* para uma realidade aumentada, conexão em tempo real entre o mundo físico e o digital (ptc.com).

3.3 FORMATO E DESIGN DO JOGO

O jogo foi nomeado *Passos de Verão* é um jogo controlado com dispositivo móvel com sistema operacional *Android*. A proposta deste jogo é estimular a caminhada para idosos sedentários. O jogo é composto por 5 fases, onde o usuário terá que capturar cards (objetos) perdidos. Ao passar pelas 5 fases do jogo, o usuário terá realizado 20 minutos de caminhada diária que é a quantidade mínima para o indivíduo ter uma vida fisicamente ativa (Vide Fases do jogo).

A interface lúdica do jogo é um ambiente praiano no qual o usuário deve coletar objetos que foram perdidos. Para construção deste jogo foram confeccionados cards que serão fixados de forma aleatória pelo ambiente.

O conceito deste modo de jogo é que o usuário com a câmera do celular integrada ao jogo capture os objetos alvos que são necessários. A disposição dos cards será ao redor do ambiente para que ao iniciar a partida o usuário deva se deslocar próximo ao card proposto e consiga capturar o objeto.

Foi escolhido um ambiente de entretenimento e relaxamento como uma forma de mimetizar um contexto de diversão e possibilidade de atividade física, o que por hipótese poderia favorecer uma maior adesão ao jogo, como no caso dos jogos do *Nintendo Wi Fi* que além das temáticas criam ambientes esportivos para a interfase.

Foram selecionadas imagens típicas da experiência na praia para serem os objetos-alvo e foram selecionadas diferentes imagens de *background* para cada um dos níveis de dificuldade.

3.4 PROTOCOLO DOS CARDS

Os cards são imagens que serão capturadas durante o jogo. Essas imagens são de objetos que o usuário levou para praia (ambiente fictício do jogo). As imagens utilizadas estão disponíveis no banco de dados de imagens do site *Pixabay*, e foram impressas em papel fotográfico auto colante e fixadas em um suporte de madeira mdf no tamanho 18x13 cm. O Pixabay é uma comunidade que compartilha imagens, vídeos e músicas isentas de royalties. Todas as imagens disponíveis no Pixabay têm certificação CC0 (Creative Commons 0), ou seja, esse tipo de licença permite que as imagens possam ser usadas. Todo o conteúdo é liberado sob a Licença Pixabay, o que os torna seguros de usar sem pedir permissão ou dar crédito a alguém (PIXABAY, 2022).

Esses cards ficarão dispostos dentro do ambiente controlado do jogo, com uma distância de 1,5 m entre eles, o usuário precisará capturar essas imagens dentro do tempo proposto de cada fase do jogo. Essas imagens serão capturadas através da câmera do celular. A cada fase do jogo o número de cards aumenta e a proposta é que o usuário possa capturar o máximo de cards que conseguir dentro do tempo proposto, não existindo mínimo e nem máximo de cards. Apenas fazendo com que o usuário fique mais tempo ativo realizando movimentos de caminhada.

Na Figura 11 estão listados todos os objetos alvos do jogo.

Figura 11. Imagens dos cards das imagens selecionadas para confecção

	CHAVE DE CASA
	BÓIA
	BOLA
	CELULAR

	PORÇÃO DE CAMARÃO
	CHINELO
	LIMONADA
	SORVETE
	CADEIRA

	CASTELO DE AREIA

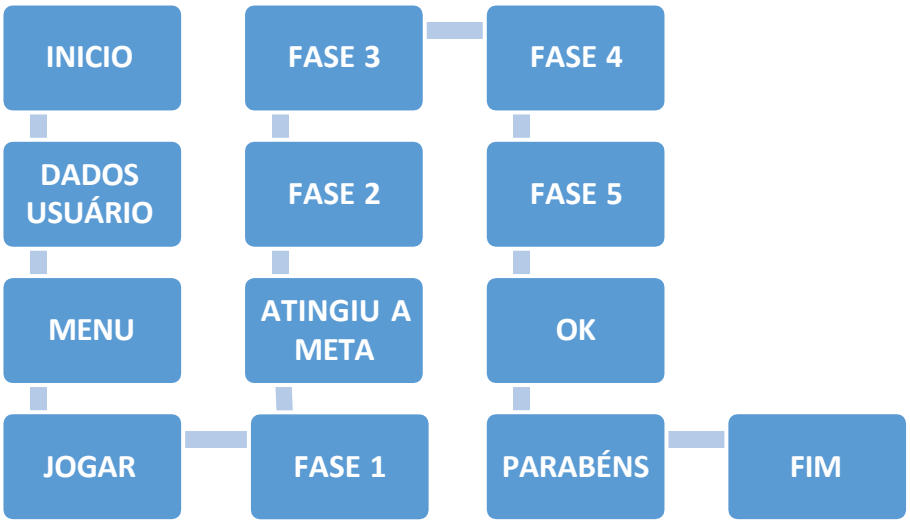
3.5 FASES DO JOGO

A história do jogo acontece em um ambiente praiano, o usuário deseja ir fazer atividades em outros locais da praia, entretanto o mesmo precisa encontrar seus pertences perdidos antes de ir. Ao longo das fases os objetos perdidos precisam ser encontrados para passar de uma fase para outra, o usuário deve conseguir capturar o máximo de itens que conseguir, respeitando apenas o tempo de cada fase.

O jogo terá um total de cinco fases (Figura 12), onde a primeira fase terá um tempo de 3 minutos e o usuário pode repetir a fase caso necessário, dentro do tempo proposto o mesmo poderá capturar o máximo de cards que conseguir, realizando o movimento de caminhada e encontrando as imagens dispostas no local do jogo, após concluir e registrar a fase, poderá ir para a segunda fase. A segunda fase terá um tempo de 3 minutos e dentro do tempo proposto o mesmo poderá capturar o máximo de cards que conseguir, realizando o movimento de caminhada e encontrando as imagens dispostas no local do jogo, após concluir e registrar a fase, ou após concluir poderá ir para a terceira fase. A terceira fase terá 4 minutos, dentro do tempo proposto o mesmo poderá capturar o máximo de cards que conseguir, realizando o movimento de caminhada e encontrando as imagens dispostas no local do jogo, após concluir e registrar a fase, poderá ir para a quarta fase. A quarta fase terá 5 minutos, dentro do tempo proposto o mesmo poderá capturar o máximo de cards que conseguir, realizando o movimento de caminhada e encontrando as imagens dispostas no local do jogo, após concluir e registrar a fase, poderá ir para a quinta e última fase. A quinta fase terá 6 minutos, dentro do tempo proposto o mesmo poderá capturar o máximo de cards que conseguir, realizando o movimento de caminhada e encontrando as imagens dispostas no local do jogo, após concluir e registrar a fase, a tela irá dar uma mensagem de parabéns e na sequência fim. O tempo de cada fase foi baseado em uma média de atividade física diária/semanal que um indivíduo precisa para se manter ativo, que é de 150 a 300 minutos semanais e dividido em cada fase.

Na mudança de cada fase é adicionado cards diferentes para ser capturado, onde na primeira fase tem 4 cards, na segunda fase 5 cards, na terceira fase 6 cards, na quarta fase 7 cards e na quinta fase 10 cards.

Figura 12. Diagrama de blocos que define as fases do jogo



3.6 PROPOSTA DE PROTOCOLO DO JOGO

O jogo deverá ser realizado em um ambiente controlado e acompanhado por uma pessoa habilitada da área da saúde. O ambiente será preparado, onde o usuário terá o máximo de segurança. Serão tirados tapetes ou qualquer outro objeto que possa interferir na qualidade e segurança durante o jogo. Será usado uma cadeira com encosto e sem braços, com 4 pés fixos e estará em uma superfície plana e não escorregadia para auxiliar o movimento da marcha para os usuários que tiverem alguma dificuldade, o usuário irá utilizar a cadeira apenas no primeiro momento até a primeira fase.

Os cards ficarão dispostos no ambiente, onde o usuário terá que procurá-los no momento de cada fase do jogo. Serão necessários realizar movimentos de membros inferiores para a caminhada, trabalhando e estimulando a marcha e caminhada desse jogador. O mesmo poderá fazer movimentos em linha reta ou mudando de direção, sempre prestando a atenção no ambiente e não somente no ambiente virtual (jogo).

Quando localizado um card o jogador irá direcionar o celular para aquela imagem, onde será identificado a captura e pontuado.

O jogo terá um total de cinco fases, onde a primeira fase terá 3 minutos e o usuário pode repetir caso não consiga alcançar a meta ou após concluído poderá ir para a segunda fase. A segunda fase terá 3 minutos e se concluída irá para a terceira fase que terá quatro minutos e se concluída irá para a quarta fase que terá cinco minutos e se concluída irá para a quinta fase que

terá seis minutos. Após a conclusão das cinco fases a tela irá dar uma mensagem de parabéns e na sequencia fim (vide Fases do jogo).

A colocação dos cards podem ser ajustadas para as necessidades e logística do ambiente, porém para esse teste inicial foi desenvolvido um protocolo para sua aplicação, sendo abordado na subseção “procedimentos”.

Essas informações serão registradas no momento de cada fase e ficarão salvas com o nome que o usuário colocou no início e serão armazenadas no bloco de notas do celular utilizado.

3.7 ESCOLHA DE MELODIAS E SONS

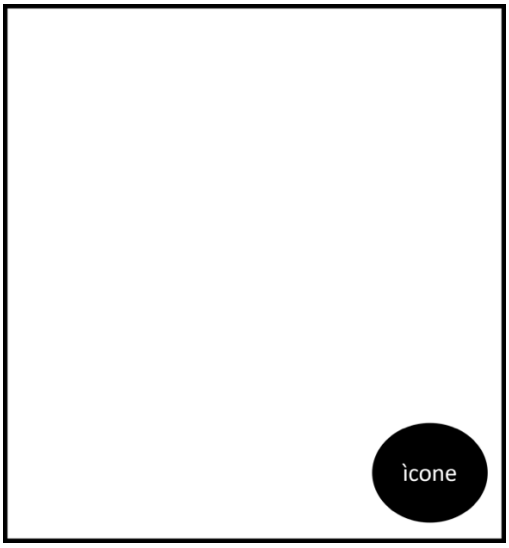
Os sons e melodias que foram utilizados nessa criação foram extraídos do site/aplicativo *Zapsplat*. Os sons abaixo foram salvos em mp3 e colocados no jogo.

- Ícone inicial: clique no botão da interface do usuário 3 (efeitos sonoros de botão);
- Música de fundo: ondas oceânicas, praia tropical (efeitos sonoros natureza);

3.8 PROTÓTIPO DAS TELAS

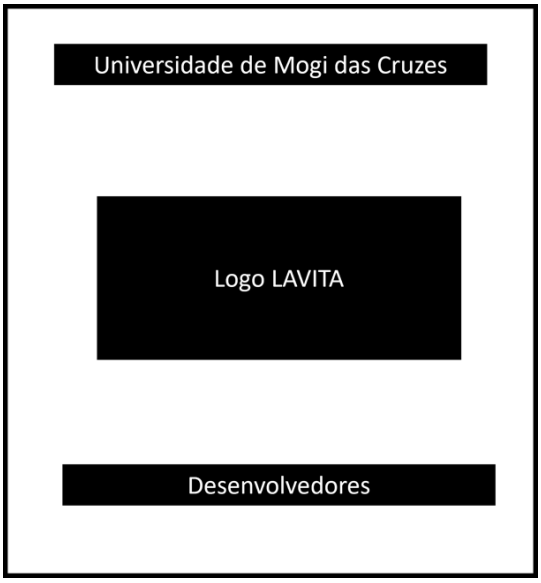
O Protótipo da Tela 1 é representada por um ícone, onde o usuário pode clicar, dando início as outras telas que o levarão a mais informações sobre o projeto e o jogo em si (Figura 13

Figura 13. Protótipo da tela 1



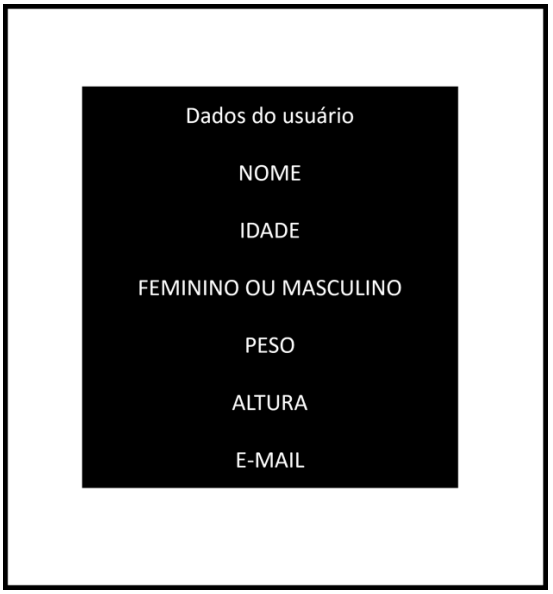
O protótipo da tela 2 tem as informações da universidade onde está sendo realizado o mestrado, o logo do laboratório e os nomes dos desenvolvedores que tiveram participação na criação desse projeto (Figura 14).

Figura 14. Protótipo da tela 2



O protótipo da tela 3 será alimentada pelo usuário, para que o mesmo possa jogar. Nessa tela é importante colocar pelo menos o primeiro nome para o registro das informações, a idade e se é do sexo masculino ou feminino peso, altura e o e-mail (Figura 15).

Figura 15. Protótipo da tela 3



O protótipo da tela 4 mostra opções onde pode ser iniciado o jogo, verificar as instruções de como jogar e classificação que nada mais é que a pontuação do jogador após o termino de todas as fases do jogo, pontuação e os registros das fases (Figura 16)

Figura 16. Protótipo da tela 4



3.9 MECÂNICA DO JOGO

Funciona com a câmera captando a imagem e identificando o objeto para coletar, se a imagem é a correta para coletar conforme aponta na tela, o usuário aperta no botão coletar que aparece na tela.

A imagem sendo correta dentro do objetivo do jogo, serão adicionados pontos, caso contrário é descontado do tempo decorrente e total, que é mostrado através de um cronômetro na tela da fase do jogo.

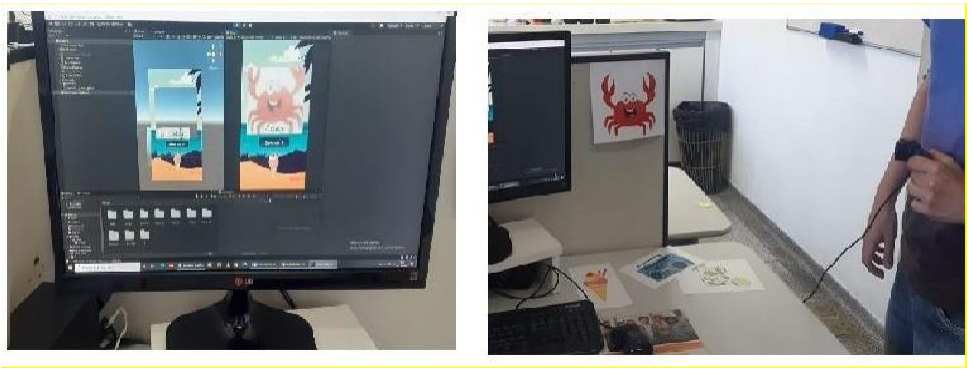
3.10 PRÉ TESTE

Foi realizado um pré teste para verificar se os periféricos funcionariam e foi realizado com o auxílio de uma *webcam* convencional, conectada a um dispositivo móvel celular, uma imagem (caranguejo do aplicativo Pinterest) no programa que gera conteúdo de realidade aumentada, conexão em tempo real entre o mundo físico e o digital, onde o *avatar* fazia movimentos de caminhada dentro de um percurso determinado. A imagem que foi utilizada

estava armazenada no banco de dados, a partir disso a câmera capta essa imagem onde irá mostrar um objeto que foi programado no *Unity*.

A *web cam* foi direcionada para a imagem impressa, quando essa imagem era compatível com a armazenada no banco de dados do *Unity*, aparecia um ícone com a descrição coletar, onde poderia clicar para capturar, logo na sequência a interface do jogo mudava para a próxima imagem a ser coletada.

Figura 17. Testes leitura imagens



Na Figura 17 encontra se imagens com a webcam realizando teste da coleta dos cards e a interface do jogo mostrando na tela e ilustrando a informação de coletar.

3.11 TESTE PILOTO

Foi realizado um teste piloto para determinar qual seria a quantidade de cards coletados por fase. O teste foi realizado com a própria pesquisadora (especialista da área e ativa fisicamente), onde foram utilizados 2 cards inicialmente, com uma distância de 3 metros entre eles (Tabela 1).

Tabela 1. Teste piloto

Tentativa 1	Coletou 39 cards	Em 3 minutos
Tentativa 2	Coletou 41 cards	Em 3 minutos
Tentativa 3	Coletou 38 cards	Em 3 minutos
Tentativa 4	Coletou 45 cards	Em 3 minutos
Tentativa 5	Coletou 52 cards	Em 3 minutos

A média de coleta de cards foi de 43 cards coletados a cada 3 minutos. Pensando em indivíduos sedentários para esse jogo, pode-se colocar uma média de 21 cards (50% da média) para 3 minutos em uma distância de 1,5 m de um card para o outro. Com base que o

comportamento sedentário é definido como o modo que o indivíduo leva a vida, destinando maior parte do tempo em atividades sentadas ou deitadas (MIELKE, 2012), foi determinado que o idoso sedentário conseguisse coletar 50% desses cards no jogo.

O tempo do jogo pode variar de 20 a 30 minutos (soma total do tempo das fases), onde o indivíduo terá um mínimo de tempo ativo durante a caminhada, seguindo a vertente de um mínimo de atividade semanal (OMS, 2020) podendo jogar todos os dias.

3.12 AVALIAÇÃO DO PRODUTO

Para avaliação da usabilidade foram convidados 4 profissionais da área da saúde (Educadores Físicos e Fisioterapeutas), para realizar a avaliação do produto desenvolvido nesse estudo. O profissional teve acesso ao jogo, onde inicialmente foi explicado as suas funções e como pode ser utilizado e depois o mesmo pode utiliza-lo. Em seguida ele foi convidado a responder a escala *System Usability Scale* (SUS) (Anexo 1) e ao questionário *GameFlow* (Anexo 2).

A escala *System Usability Scale* (SUS) é uma ferramenta já validada e consolidada para avaliar a usabilidade de sistemas (SAURO, 2009). Ela é composta por 10 questões que são respondidas de acordo com o nível de concordância. As respostas possíveis para as afirmativas são “discordo totalmente”, “discordo parcialmente”, “não sei”, “concordo parcialmente” e “concordo plenamente”. Após o preenchimento por todos os voluntários da escala SUS é quantificado a pontuação de acordo com logica especifica: para as questões impares do questionário a nota obtida em cada um dos itens é decrescida do valor de um em cada item, e cada um dos itens já operados são somados. Para as questões pares é estabelecido o valor cinco em cada um dos itens, sendo decrescido o valor da nota de cada item. Após o somatório total de questões pares e impares aos resultados, o valor obtido é multiplicado por 2,5, obtendo assim o score final.

Após obtido o score final da escala SUS o jogo avaliado é classificado como: “pior imaginável”, “pobre”, “mediano”, “bom”, “excelente” e ou “melhor imaginável”, na Tabela 2 são expostos os valores de classificação.

Tabela 2. Classificação do sistema pela escala SUS.

Pontuação	Classificação
0 – 25	Pior imaginável

Pontuação	Classificação
21 – 38,5	Pobre
39 – 52,5	Mediano
53 – 73,5	Bom
74 – 85,5	Excelente
86 – 100	Melhor imaginável

Com o questionário de usabilidade também é possível verificar os componentes de qualidade indicados por Nielsen (2000) através das questões do questionário, ou seja: facilidade de aprendizagem: questões 3, 4, 7 e 10; eficiência: questões 5, 6 e 8; facilidade de memorização: questão 2; minimização dos erros: questão 6; e satisfação: questões 1, 4, 9 (TENÓRIO *et al.*, 2011).

Segundo Sweetser e Wyeth, 2005 o questionário *GameFlow* é um modelo amplamente validado na literatura apresentando resultados consistentes no processo de avaliação de jogos, por conseguinte, vem sendo utilizado com base para vários estudos no desenvolvimento de modelos de avaliação nos mais variados gêneros de jogos digitais, tais como, o *EGameFlow* (FU *et al.*, 2009) para jogos educativos. O uso do *GameFlow* se justifica por ser um modelo validado e consolidado, aplicável a todos os gêneros e plataformas de jogos. É uma escala de avaliação de jogos pautada em 8 domínios: sendo concentração (4 questões), desafio (3 questões), habilidades (7 questões), controle (5 questões), objetivos claros (2 questões), feedback (3 questões), imersão (3 questões).

3.13 TESTE DE VALIDAÇÃO

Pressman (1995) define o teste de caixa branca como um método de projeto de casos de testes voltado a testar a estrutura interna do software. O teste de caixa branca, ao contrário de teste de caixa preta, se preocupa em como o código fonte foi construído e a lógica de programação utilizada no desenvolvimento dos métodos. O teste é totalmente realizado na estrutura interna do software (INTHURN, 2001).

Segundo Inthurn (2001), o teste de caixa preta consiste em verificar na interface do software se todas as funcionalidades estão operando corretamente. Este teste é aplicado com a finalidade de encontrar: funções incorretas ou ausentes, erros de interface, erros nas estruturas de dados ou no acesso ao banco de dados, erros de desempenho e, ainda, erros de inicialização e término.

3.14 ASPECTOS ÉTICOS

Para avaliação da usabilidade do produto final dessa pesquisa, foi realizado a consulta de opinião com especialistas na área da Educação Física e Fisioterapia. Segundo o art. 1, parágrafo único da resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde não serão registradas e nem avaliadas pelo CEP/CONEP: *"pesquisa de opinião pública com participantes não identificados". De acordo com o Art. 2, item XIV da resolução 510/16, pesquisa de opinião pública consiste em "consulta verbal ou escrita de caráter pontual, realizada por meio de metodologia específica, através da qual o participante, é convidado a expressar sua preferência, avaliação ou o sentido que atribui a temas, atuação de pessoas e organizações, ou a produtos e serviços; sem a possibilidade de identificação do participante".*

3.15 PLANO DE ANÁLISE DE DADOS

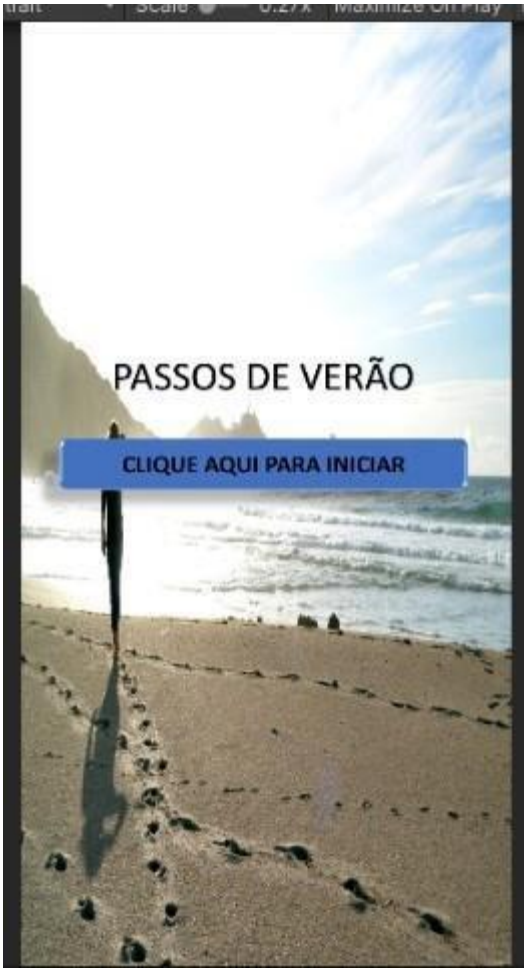
Para a análise dos resultados, as variáveis numéricas foram expressas por meio de média e desvio padrão. Já as variáveis categóricas, foram expressas em frequência absoluta e relativa.

4 RESULTADOS

4.1 JOGO DESENVOLVIDO

A primeira tela do jogo desenvolvido que será exibida ao usuário é a tela com o nome do jogo, onde poderá clicar no logo para iniciar o jogo (Figura 18).

Figura 18. Tela inicial do jogo



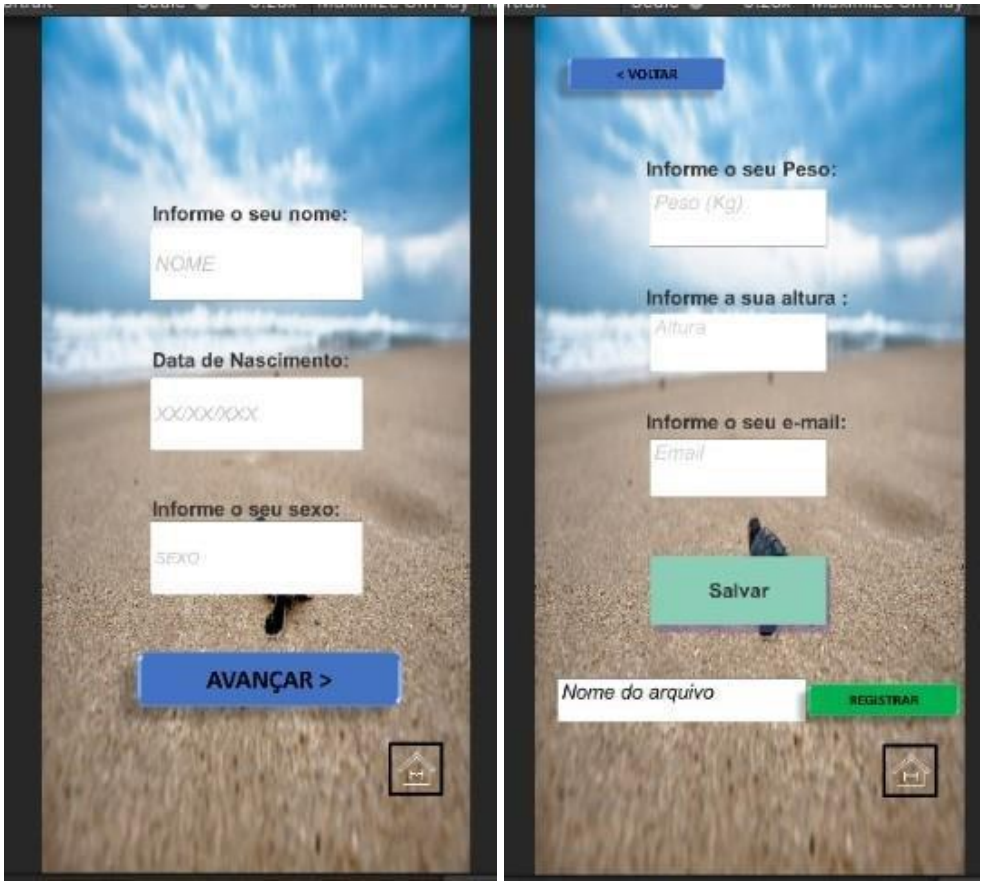
A segunda tela que será exibida é onde o usuário pode clicar para ir para a primeira fase do jogo e também onde ficarão dispostas as informações das instruções do jogo e os registros que ficarão armazenados (Figura 19).

Figura 19. Segunda tela do jogo desenvolvido



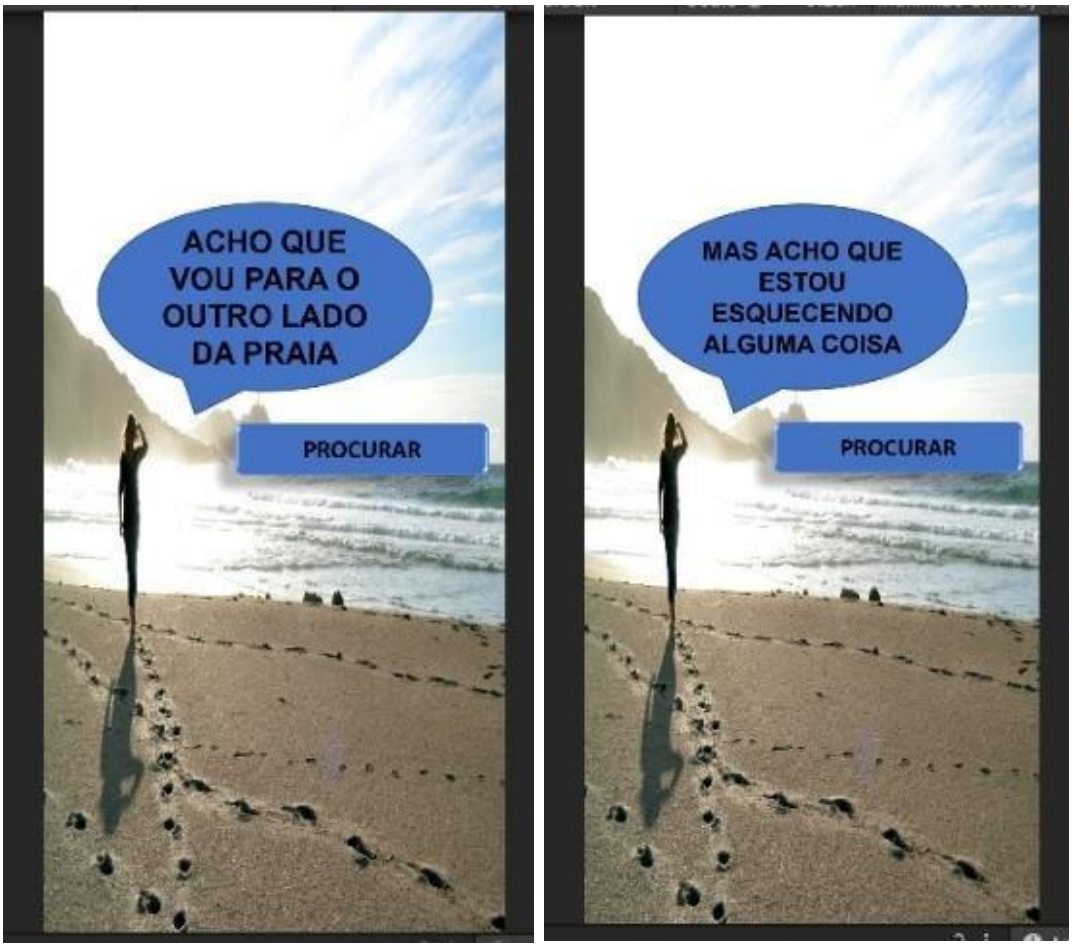
A terceira tela se trata do cadastro do usuário, onde deverá ser colocado o nome, idade, sexo feminino ou masculino, peso e altura, além de um e-mail valido. Após os dados preenchidos ele será salvo (botão salvar) e logo na sequencia deve se colocar um nome para o arquivo e registrar, que serão salvas as informações (Figura 20).

Figura 20. Telas de cadastro



Na Figura 21 encontram-se telas com textos para o usuário que irão aparecer antes do jogo.

Figura 21. Telas a, b e c que irão aparecer antes das fases do jogo





Serão exibidas também telas com as instruções do jogo para o usuário (Figura 22).

Figura 22. Telas instruções do jogo



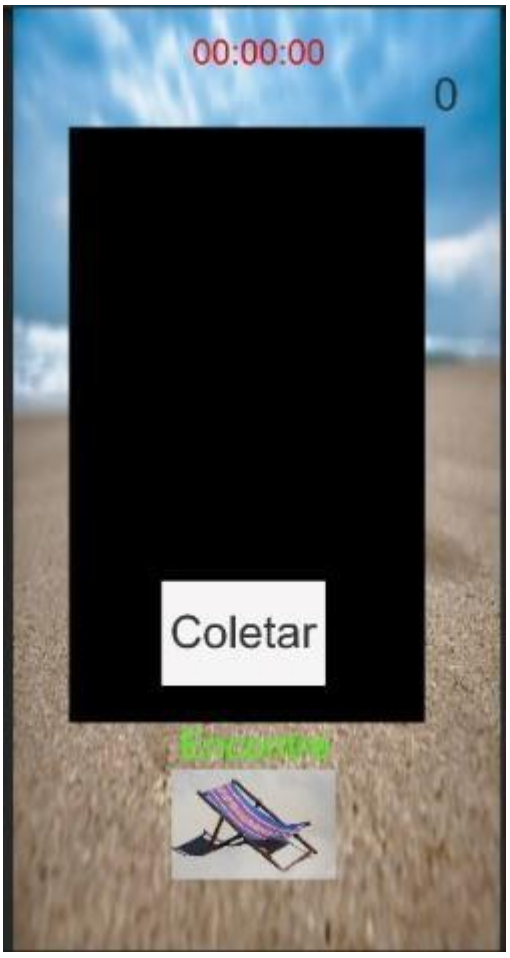
Na Figura 23 tem-se a tela com as fases do jogo (fases de 1 a 5) na sua devida sequência.

Figura 23. Tela das fases



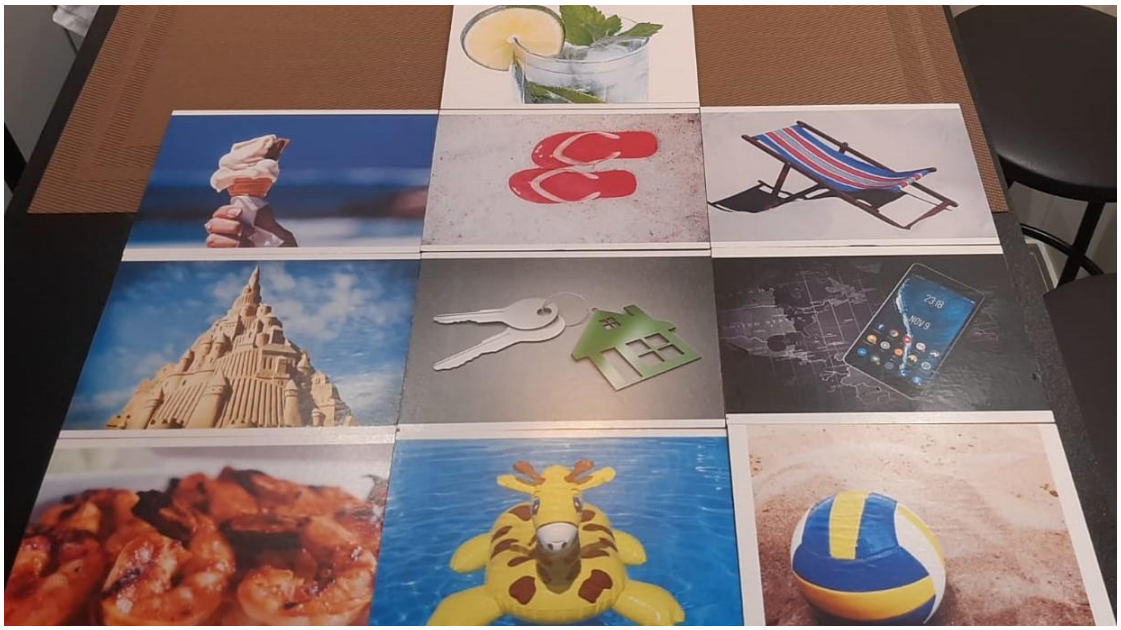
Na Figura 24 mostra a tela já no celular, onde pode-se visualizar no campo superior o tempo total de execução da etapa do jogo. No centro da tela encontra-se a área de captura dos cards (objetos alvos) que estão dispostos no ambiente onde o jogo está sendo realizado. Na margem inferior aparece o *card* que deve ser procurado e coletado no ambiente. No canto inferior apresenta o tempo total de todas as 5 etapas do jogo.

Figura 24. Imagem da tela de coleta de cards visualizada



Na Figura 25, tem-se as imagens confeccionadas em madeira.

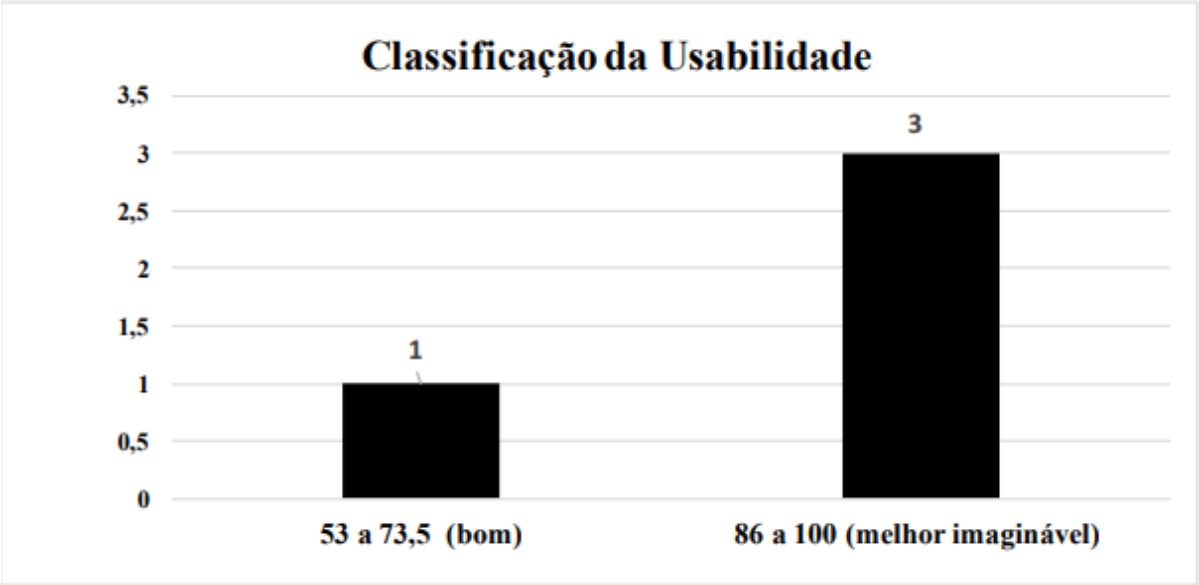
Figura 25. Ilustração dos cards confeccionados em madeira



4.2 AVALIAÇÃO DO PRODUTO

A avaliação do produto foi feita por 3 educadores físicos e um fisioterapeuta. Na Figura 26 encontra-se os dados quanto a classificação de usabilidade alcançada pelo jogo segundo a opinião dos profissionais, onde 3 (75%) classificaram como melhor imaginável e 1 (25%) como bom. A média da classificação foi de 88,8 pontos se enquadrando em melhor imaginável.

Figura 26. Classificação geral de usabilidade do jogo



A Figura 27, mostra a análise dos resultados de cada questão, onde apenas as questões 1, 4 e 6 (81,25 - excelente), obtiveram um escore abaixo de 86 que de acordo com a classificação é considerado melhor imaginável.

Figura 27. *Média do escore de cada questão*



Quanto a avaliação dos componentes de qualidade obtidos a partir da análise de questões especificas para cada item, tem-se que o componente Eficiência, Facilidade de memorização e Satisfação apresentaram a melhor classificação pelos especialistas (93,75), facilidade de aprendizagem (87,50) e minimização dos erros (81,25) (Tabela 3).

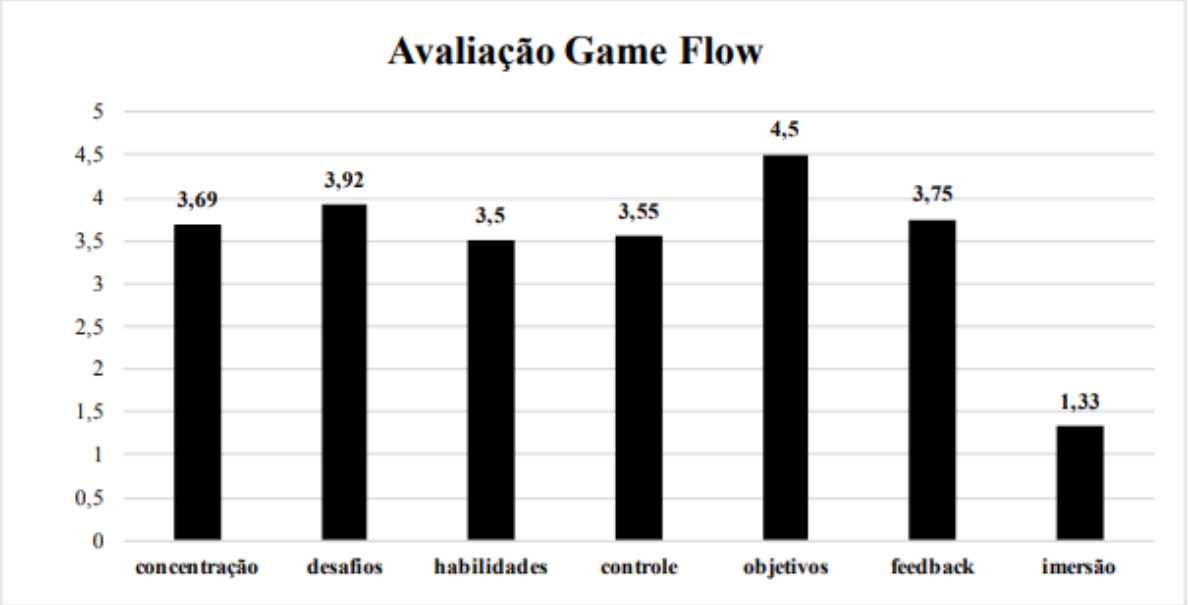
Tabela 3: Escore e classificação dos componentes de qualidade

Componente de qualidade	Escore	Classificação
Facilidade de aprendizagem	87,50	Melhor imaginável
Eficiência	93,75	Melhor imaginável
Facilidade de memorização	93,75	Melhor imaginável
Minimização dos erros	81,25	Excelente
Satisfação	93,75	Melhor imaginável

Em relação a avaliação do questionário *Game Flow*, apenas o domínio objetivos obtive uma média superior a 4. Os demais domínios que tiveram melhores medias dizem respeito concentração, desafios, habilidades, controle e *feeback* com uma pontuação superior a 3. O

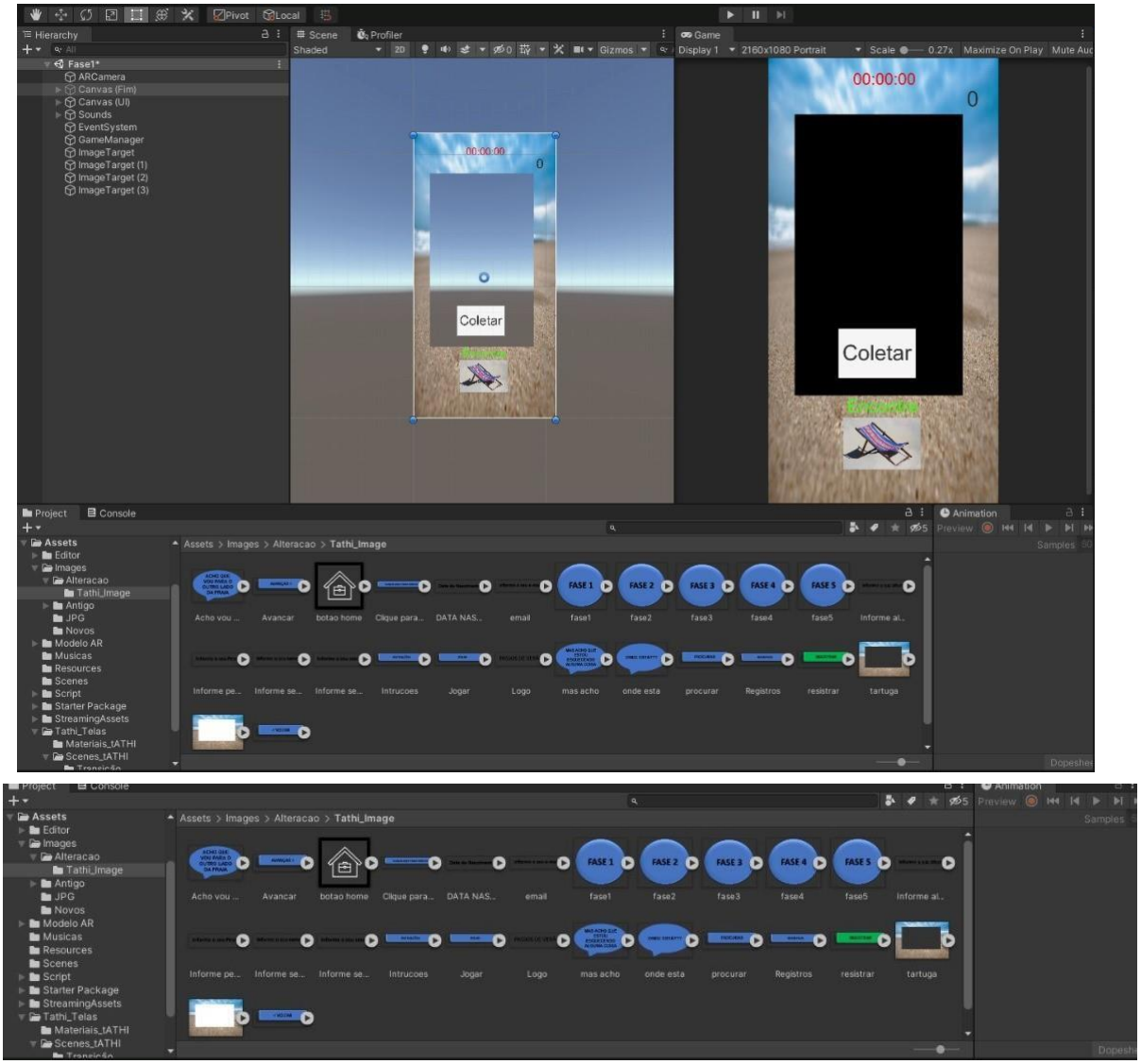
domínio com menor média foi imersão com 1,33 pontos, o fato do jogo não possibilitar uma imersão durante o seu uso pode ser um dado positivo pois isso não irá gerar distração ao usuário durante a sua utilização (Figura 28).

Figura 28. Médias de cada domínio obtidos da escala Game Flow



4.3 AVALIAÇÕES CAIXA BRANCA E CAIXA PRETA

Figura 29. Teste caixa branca



Conforme mostrado na (Figura 29), foi verificado que não ocorreu inconsistências nas avaliações dos testes de caixa branca. Esse painel é um depurador de erros que notifica ao desenvolvedor nos casos onde ocorra algum problema interno (script), que são condições que definem a finalidade e funções de objetos em cena.

Figura 30. Teste caixa preta

AÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8
BOTAO INICIAL	SIM							
JOGAR		SIM						
INSTRUÇÕES			SIM					
REGISTROS				SIM				
PROCURAR					SIM			
CAPTURAR						SIM		
REGISTRAR FASE							SIM	
FIM								SIM
COMPORTAMENTO ESPERADO	Iniciou o jogo?	Fase selecionada?	Botão de voltar?	Solicitar os dados?	Leitura dos cards?	Mudou próximo card?	Salvou as fases?	Jogo finalizou?

O teste de caixa preta (Figura 30) não apresentou nenhuma irregularidade para cada ícone da interface do jogo.

5 DISCUSSÃO

Os jogos e as brincadeiras mudaram muito em relação de estrutura, tempo e espaço. Isso fez com que o sistema virtual pudesse interagir com as pessoas independentes dos lugares ou ambientes em que elas estivessem localizadas. Caminhar é um método simples e intuitivo de interação nesse ambiente e fornecer a um jogador essa capacidade de experimentar um ambiente de jogo caminhando nele, melhora a interação no ambiente virtual (LIU *et al.,* 2021).

Foi desenvolvido um jogo para estimular a caminhada em idosos sedentários, através de um aplicativo onde o usuário pudesse fazer caminhadas de no mínimo 30 minutos diariamente, utilizando apenas um celular. Na literatura existe alguns trabalhos e aplicativos que fazem uso de outros *exergames* como, XBOX e Nintendo *Wii* (ALGHAMDI *et al*., 2021; ADCOCK *et al.,* 2020), porém tratam-se se de jogos de outras modalidades esportivas. O jogo elaborado nesse estudo "**Passos de Verão"** é um jogo que tem a finalidade de manter o indivíduo ativo realizando movimentos de caminhada, estimulando assim o usuário a se movimentar, utilizando os membros inferiores (MMII) utilizando como estimulo um aparelho celular.

Alguns estudos como o de Schättin *et al.,* (2016) tem o objetivo de comparar o treinamento convencional de equilíbrio com o exercício físico baseado em videogame, onde idosos praticaram atividades 3 vezes na semana. Houve melhora da memória de trabalho e aspectos cognitivos da atenção, porém não se trata de um periférico de fácil acesso, como acontece com o uso do celular no "Passos de Verão", que pode ser jogado todos os dias, realizando apenas o movimento de marcha e caminhada, estimulando assim uma vida ativa e fortalecendo os (MMII).

No trabalho de Baranowski *et al.,* (2020) foram avaliados os fatores relacionados as brincadeiras do *exergame* Pokémon GO (P.G) e o que poderia trazer de benefícios para a saúde. Sabe se que um grande número de pessoas fez uso desse jogo, porém a imersão do jogo não era de forma controlada, como funciona no 'Passos de verão" .

Analisando a escala de usabilidade que avalia um produto de pior imaginável a melhor imaginável (SAURO, 2009), foi verificado que de acordo com os dados obtidos na avaliação do jogo apenas as questões 1, 4 e 6 (81,25 - excelente), obtiveram um escore abaixo de 86 que de acordo com a classificação é considerado melhor imaginável. Isso demonstra que os especialistas concordam que o jogo desenvolvido pode ser utilizado de forma adequada em todos os aspectos.

A avaliação dos componentes de qualidade obtidos a partir da análise de questões especificas para cada item, que avaliou a eficiência, facilidade de memorização e satisfação apresentaram a melhor classificação pelos especialistas.

Na avaliação do questionário *Game Flow*, apenas o domínio objetivos, obteve uma média superior a 4. Os demais domínios que tiveram melhores médias dizem respeito concentração, desafios, habilidades, controle e *feeback* com uma pontuação superior a 3. O único domínio com média de imersão com 1,33 mostra como o usuário não precisa ficar todo o tempo do jogo imerso, essa foi a ideia inicial para que o usuário ficasse atento no ambiente onde o jogo estava sendo realizado, evitando assim acidentes e interferindo assim na qualidade no momento de jogar.

6 CONCLUSÃO

Através dessa pesquisa foi possível desenvolver um jogo de realidade aumentada com a finalidade de estimular idosos sedentários a realizarem caminhadas num ambiente controlado. O jogo apresenta um cenário de um ambiente de praia onde os jogadores precisam encontrar e capturar os objetos dispostos no ambiente, o que poderá motiva-los a realizar a caminhada ao longo das fases do jogo. Os especialistas avaliaram a usabilidade do produto de forma positiva onde a média da classificação foi de 88,8 pontos considerando melhor imaginável. Seguindo essa classificação considero que esse jogo tem uma linha de tendência dizendo que pode ser aplicado como uma nova ferramenta terapêutica para idosos.

TRABALHOS FUTUROS

Avaliar a utilização do jogo desenvolvido por idosos sedentários;

Realizar ajustes na interface do jogo a partir da utilização do mesmo pelo público alvo;

Avaliar a utilização do jogo por indivíduos sedentários e crianças.

REFERÊNCIAS

ADCOCK, M.; SONDER, F.; SCHATTIN, A.; GENNARO, F.; BRUIN, E. A usability study of a multicomponent video game-based training for older adults, l. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 17, n. 3, 2020. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6955093/pdf/11556_2019_Article_233.pdf. Acesso em: 23/09/21.

ALGHAMDI, M.; VALLIS, L. A.; LEAT, S. J. The association between visual attention and body movement-controlled video games, balance and mobility in older adults. **BMC Geriatrics** n. 21 p. 405, 2021.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM) et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, 2009

ANSAI, J. et al. Revisão de dois instrumentos clínicos de avaliação para predizer risco de quedas em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 177–189, 2014.

BARANOWSKI, T.; LYONS, E.J. Efeitos do Pokémon GO na atividade física e nos resultados psicológicos e sociais: uma revisão sistemática . **J. Clin. Med**. V. 10 n. 9, 2021.

BARANOWSKI, T.; LYONS, E.J. Revisão de escopo de Pokémon Go: Avaliação Abrangente de Aumento Realidade para Mudança de Atividade Física. **Games for Health Journal: Research, Development, and Clinical Applications,** v. 9, n. 2, p. 71-84, 2020.

BARBOSA, Bruno Rossi et al. Avaliação da capacidade funcional dos idosos e fatores associados à incapacidade. **Ciência & Saúde Coletiva [online].** v. 19, n. 08, 2014 https://doi.org/10.1590/1413-81232014198.06322013;

BRUIN, E.; NADINE, P; LISA, R., GENNARO, F. Playing Exergames facilitates Central Drive to the Ankle Dorsiflexors During Gait in older adults; a Quasi-Experimental Investigation. **Front. Aging Neurosci**. V. 11 p. 263, 2019.

CAMARGO, E. ANEZ, C. 2020, Diretrizes da OMS para atividade física e comportamento sedentário, **Organização Mundial da Saúde**; p. 6-7, 2020.

CARLUCCHI, E. M. D. S., *et. al,* Obesidade e sedentarismo: fatores de risco para doença cardiovascular. **Comun. ciênc. saúde**, p. 375-384, 2013.

CROCETTA, T. B., OLIVEIRA, S. R. de., LIZ, C. M. de., Virtual and augmented reality Technologies in Human Performace. **Fisioter. Mov**., n. 28 p. 4, 2015 https://doi.org/10.1590/0103- 5150.028.004.ar01

DUCLOS, C.; MIÉVILLE, C.; GAGNON, D. LECLERC, C. Dynamic stability requirements during gait and standing exergames on the wii fit system in the elderly. **Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation,** Journal of NeuroEngineering and

Rehabilitation, n. 9 p.28, 2012.

FERRETTI, F., LUNARDI, D., BRUSCHI, L. - Causas e consequências de quedas de idosos em domicílio - **Fisioter. Mov., Curitiba**, v. 26, n. 4, p. página 753-762, set./dez. 2013

FRITZ-WALTER, Z.; JONES, S. e TJONFROMNEGORO, D. - Detecting gesture force peaks for intuitive interaction. Em: **Proceedings of the 5th Australasian Conference on Interactive Entertainment**. p. 475-483, 2008

FU, F. L.; SU, R. C.; YU, S. C.; Egameflow: a scale to measure learners' enjoyment of e-learning games**. Computers & education**, v. 52, n. 1, p. 101-112, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia de Atividade Física para a População Brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. *E-book*. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf. Acesso em: 23/09/21.

HEDLEY, A.; OGDEN, C.; JOHNSON, C.; CARROLL, M.; CURTIN, L. e FLEGAL, K. - Overweight and obesity among US children, adolescents and adults. *JAMA*, v. 291, p. 2847-2850, 2004
https://doi.org/10.1590/1413-81232014198.06322013

HUIMIN, L., ZHIQUAN, W., ANGSHUMAN, M., CHRISTOS, M. -Virtual reality game level layout design for real environment constraints. **Graphics and Visual Computing 4**, 200020, 2021

J. ILDEFONZO AROCHA RODULFO, Sedentarismo, la enfermedad del siglo XXI - **Clínica e Investigación en Arteriosclerosis**, v. 31, n. 5, p. 233-240. https://doi.org/10.1016/j.artere.2019.04.001

KHANMOHAMMADI, R.; GHOLAMREZA, O.; SAEED, T.; MOHAMMAD, R.H.; HOSSEIN, B.; MARZIEYH, N. The effect of video game-based training on postural control during gait initiation in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial, **Disability and Rehabilitation**, v. 44, n. 18, p. 5109-5116, 2022

KUBICKI, A. Functional assessment in older adults: Should we use timed up and go or gait speed test? **Neuroscience Letters** n. 577 p. 89–94, 2014.

LIU, Z.Y., SHAIKH, Z. & GAZIZOVA, F. - Using the Concept of Game-Based Learning in Education. International Journal of Emerging Technologies in Learning, v. 15 n.(14), p. 53-64.

Kassel, Germany: **International Journal of Emerging Technology in Learning,** 2020 - Recuperado em 02/03/21 de: https://www.learntechlib.org/p/217589/

MATSUDO, S.; ARAUJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L. C.; BRAGGION, G. – Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutividade no Brasil - **Centro de estudos do**

Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul- CELAFlSCS & Programa Agita São Paulo, 1998.

MCNAUGHTON SA, CRAWFORD D, BALL K, SALMON J. Entendendo os determinantes da nutrição, atividade física e qualidade de vida entre adultos mais velhos: o estudo Bem- estar, Comer e Exercitar para uma Vida Longa (WELL). **Saúde Qual Resultados de Vida**.
09/12 v. 12; n. 10 p.109. DOI: 10.1186/1477-7525-10-109.

MULLER, F.F.; GIBBS, M.R. e VETERE, F. - Taxonomy of Exertion Games. Em: **Proceedings of OZCHI, Australasian Computer Human Interaction Conference**. Melbourne, Australia. p. 263-266, 2008 .

MUSSATO R., BRANDALIZE D., BRANDALIZE, M. Nintendo Wii® e seu efeito no equilíbrio e capacidade funcional de idosos saudáveis**, R. bras. Ci. e Mov**. v. 20 (2) p. 68:75, 2012.

MUSSATO R., BRANDALIZE D., BRANDALIZE, M. Nintendo Wii® e seu efeito no equilíbrio e capacidade funcional de idosos saudáveis**, R. bras. Ci. e Mov**. v. 20 (2) p. 68:75, 2012.

NICHOLSON, P.; MCKEAN, M.; LOWE, J.; FAWCETT, C.; BURKETT, B. Six Weeks of Unsupervised Nintendo Wii Fit Gaming is Effective at Improving Balance in Independent Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 23, p. 153-158, 2015.

PICHIERRI, G. , BRUIN, K. - A cognitive-motor intervention using a dance video game to enhance foot placement accuracy and gait under dual task conditions in older adults: a randomized controlled trial - **BMC Geriatrics** n. 12 p. 74, 2012.

RIKLI, R., & JONES, C. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity** , v.7, p. 129-161, 1999 https://doi.org/10.1123/japa.7.2.129.

ROYA, K.; GHOLAMREZA, O.; SAEED, T.; MOHAMMAD, R. H.; HOSSEIN, B., MARZIEYH, N. The effect of video game-based training on postural control during gait initiation in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial**, Disability and Rehabilitation**, 2021.

RUWER, S. L., ROSSI, A. G., & SIMON, L. F. – Equilíbrio no idoso. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, 71, **Revista Bras. Otorrinolaring**, p.71 n. 3. https://doi.org/10.1590/S0034-72992005000300006

SAURO, J. Measuring usability with the System Usability Scale (SUS). 2009. Disponível em: https://measuringu.com/sus/. Acesso em: 30/04/22.

SCHÄTTIN, A.; ARNER, R.; GENNARO, F.; BRUIN, E. Adaptations of Prefrontal Brain Activity, Executive Functions, and Gait in Healthy Elderly Following Exergame and Balance Training: A Randomized-Controlled Study. **Front. Aging Neurosci**. v. 8 p. 278, 2016.

SINCLAIR, J.; HINGSTON, P. e MASEK, M. - Considerations for the design of exergames. Em: **Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia.** p. 289-296, 2007.

SWANENBURG, J.; WILD, K.; STRAUMANN, D. E; BRUIN, E. Exergaming in a moving virtual World Train vestibular Functions and Gait; a Proof-of-Concept-Study With Older Adults**, Front. Physiol.** v. 9 p. 988, 2018.

SWEETSER, P. WYETH, P. Gameflow: A Model for Evaluating Player Enjoyment In Games. **Computers In Entertainment** (Cie), v. 3, n. 3, p. 1-24, 2005.

SZTURM, T.J.; SAKHALKAR, V. S.; KANITKAR, A.; NANKA, M. Computerized Dual- Task Testing of Gait and Visuospatial Cognitive Functions; Test-Retest Reliability and Validity. **Front. Hum. Neurosci**. v. 11 p.105, 2017.

TENÓRIO, J. M.; SDEPANIAN, V. L.; PISA, I. T.; COHRS F. M.; MARIN H. F. Desenvolvimento e Avaliação de um Protocolo Eletrônico para Atendimento e Monitoramento do Paciente com Doença Celíaca. **Rev. Inform. Teór. Aplic.** v.2 n. 17 p. 10- 20, 2011.

VAGHETTI. C., BOTELHO. S., Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de *Exergames* Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, **Ciências & Cognição** v. 15 (1) p. 076-088, 2010.

Yeung AWK, TOSEVSKA A, KLAGER E, EIBENSTEINER F, LAXAR D, - Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada em Medicina: Análise da Literatura Científica. **J Med Internet Res**. n. 10 p. 23(2), 2021. DOI: 10.2196/25499. PMID: 33565986; PMCID: PMC7904394.

ANEXO 1 – Questionário Escala SUS

Tabela 1. Questionário System Usability Scale traduzido para o português

Item	Item correspondente em português
1	Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência
2	Eu acho o sistema desnecessariamente complexo
3	Eu achei o sistema fácil de usar.
4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
5	Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.
6	Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.
7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.
8	Eu achei o sistema atrapalhado de usar.
9	Eu me senti confiante ao usar o sistema.
10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

ANEXO 2: QUESTIONÁRIO GAME FLOW

Concentração

C1. Fiquei atento durante o jogo?

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

C2. Houve algo que atraiu minha atenção no jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

C3. Não me senti sobrecarregado pelos desafios do jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

C4. Minhas habilidades foram suficientes para jogar.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

Desafios

D1. Me senti motivado a chegar ao objetivo no menor tempo possível.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

D2. Jogaria o jogo novamente.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

D3. Enquanto jogava percebi diferentes níveis de desafio no jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

Habilidades do Jogador

H1. Foi fácil entender os controles do jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

H2. Foi divertido aprender sobre os controles do jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

H3. Durante o jogo percebi um aumento da demanda de minhas habilidades

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

H4. Fiquei satisfeito com o jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

H5. Foi fácil entender as mecânicas e objetivos do jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

Controle

C1. Sempre tive controle sobre as minhas interações no jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

C2. Os menus respondiam de forma satisfatória.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

C3. Minhas ações determinaram a progressão do jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

C4. Estive no controle das minhas ações, e pude criar estratégia(s) para controlar o jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

Objetivo

O1. Percebi o objetivo principal do jogo logo no início.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

O2. Percebi que havia objetivos intermediários ao meio do jogo

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

Feedback

F1. Tive respostas imediatas sobre as minhas ações no jogo enquanto jogava.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

F2. Minha velocidade no jogo e tempo estavam sempre visíveis.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

Imersão

I1. Fiquei envolvido no jogo.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○

I2. Me senti envolvido com o jogo, a ponto de perder a consciência do que estava acontecendo ao meu redor enquanto jogava.

1- Discordo Plenamente	2- Discordo Parcialmente	3- Não sei	4- Concordo Parcialmente	5- Concordo Plenamente
○	○	○	○	○