



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

CAMILA PERIN DE CARVALHO

STANMAT: UM JOGO INCLUSIVO PARA DEFICIENTES VISUAIS

PAU DOS FERROS – RN

2019

CAMILA PERIN DE CARVALHO

STANMAT: UM JOGO INCLUSIVO PARA DEFICIENTES VISUAIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Tecnologia da Informação do Departamento
de Engenharias e Tecnologia da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
como requisito parcial à obtenção do grau
de Bacharel em Tecnologia da Informação.

Orientadora: Profa. Dra. Laysa Mabel de
Oliveira Fontes

PAU DOS FERROS – RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C331s Carvalho, Camila Perin de.
StanMat: Um jogo inclusivo para deficientes
visuais / Camila Perin de Carvalho. - 2019.
45 f. : il.

Orientadora: Laysa Mabel de Oliveira Fontes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Tecnologia da
Informação, 2019.

1. Jogos digitais. 2. Deficiência visual. 3.
Jogos inclusivos. I. Fontes, Laysa Mabel de
Oliveira, orient. II. Título.

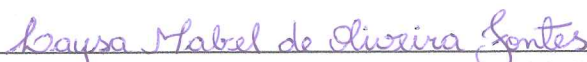
CAMILA PERIN DE CARVALHO

STANMAT: UM JOGO INCLUSIVO PARA DEFICIENTES VISUAIS

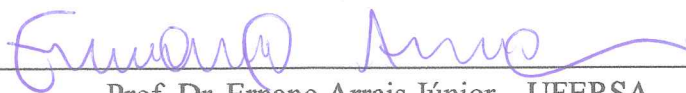
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Tecnologia da Informação do Departamento de Engenharias e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Tecnologia da Informação.

Aprovada em: 13/03/2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof.ª. Dra. Laysa Mabel de Oliveira Fontes – UFERSA
Presidente



Prof. Dr. Ernano Arrais Júnior – UFERSA
Membro Examinador



Prof.ª. Dra. Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima – UFERSA
Membro Examinador

Dedico este trabalho a minha mãe Sonia, ao meu pai Paulino e ao meu irmão Cassiano.

E a todos os professores que se dedicam a arte de ensinar.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sonia e Paulino, pela educação e dedicação.

Ao meu irmão Cassiano, pelo apoio.

Ao meu namorado Rafael, pelo incentivo.

A Professora Laysa Mabel, pela sua orientação, apoio e empenho para realização deste trabalho.

A todos os professores por me proporcionarem conhecimento e por me guiarem durante todo meu desenvolvimento como indivíduo.

Aos meus amigos e colegas, pelo apoio e incentivo.

E para todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Utilizar o jogo na educação infantil significa transportar para o campo de ensino-aprendizagem condições para maximizar a construção do conhecimento, introduzindo as propriedades do lúdico, do prazer da capacidade de iniciação e ação ativa e motivadora”.

Tizuko Morchida Kishimoto

RESUMO

Atualmente, ainda percebe-se uma escassez de jogos destinados às pessoas com deficiência visual e os que são propostos são muito simples, consistindo basicamente em som, sem interface gráfica, o que não contribui para a inclusão social dos deficientes visuais. Conforme constatado na literatura, pessoas com deficiência visual apresentam maior dificuldade na disciplina de matemática, em razão da maior parte do conteúdo dessa matéria precisar de recursos visuais para ser compreendido. Diante dessa problemática, este trabalho propõe um jogo inclusivo para o ensino-aprendizagem das quatro operações básicas da matemática, objetivando proporcionar ambientes eficientes tanto de inclusão social quanto para o desenvolvimento educacional de pessoas com deficiência visual. A construção deste trabalho baseou-se em diários de bordos, oriundos das oficinas realizadas na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de Pau dos Ferros. Foram realizados estudos sobre deficiência visual, jogos digitais, jogos inclusivos, jogos sérios e técnicas adaptativas e sonoras, com o intuito de construir ideias, conhecimento e saberes para servirem como base para o desenvolvimento do jogo proposto. Como resultado deste trabalho, tem-se o “StanMat”, um jogo que segue a perspectiva de jogos sérios, isto é, que buscam transmitir conhecimento ou habilidade ao jogador.

Palavras-chave: Jogos digitais. Deficiência visual. Jogos inclusivos.

ABSTRACT

Currently, there is still a shortage of games for the visually impaired and those that are proposed are very simple, consisting basically of sound, with no graphic interface, which does not contribute to the social inclusion of the visually impaired. As noted in the literature, people with visual impairment present greater difficulty in the discipline of mathematics, because most of the content of this subject needs visual resources to be understood. Faced with this problem, this work proposes an inclusive game for teaching-learning of the four basic operations of mathematics, aiming to provide efficient environments for both social inclusion and educational development of people with visual impairment. The construction of this work was based on diaries of borders, originating from the workshops held in the Association of Parents and Friends of the Exceptional (APAE) of Pau dos Ferros. Studies were carried out on visual impairment, digital games, inclusive games, serious games and adaptive and sonic techniques, with the purpose of building ideas, knowledge and knowledge to serve as a basis for the development of the proposed game. As a result of this work, we have the "StanMat", a game that follows the perspective of serious games, that is, that seek to impart knowledge or skill to the player.

Keywords: Digital games. Visual impairment. Inclusive games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão geral do funcionamento do jogo.....	32
Figura 2 – Visão geral do ModuloJogar.....	33
Figura 3 – Tela de <i>login</i>	33
Figura 4 – Tela de cadastro.....	34
Figura 5 – Tela de recuperação de senha.....	35
Figura 6 – Tela de listagem de jogadores.....	35
Figura 7 – Tela de cadastro de jogador.....	36
Figura 8 – Tela de introdução.....	36
Figura 9 – Tela principal.....	37
Figura 10 – Tela de <i>ranking</i>	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos e definição de deficiência visual.....	16
Quadro 2 – Classificação da deficiência visual.....	17
Quadro 3 – Jogos inclusivos utilizados.....	25
Quadro 4 - Jogos não inclusivos utilizados.....	26
Quadro 5 – Percepções sobre as oficinas.....	28
Quadro 6 – Requisitos funcionais.....	29
Quadro 7 – Requisitos não funcionais.....	30

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
BBE	<i>Blinds, Basic Education</i>
BEM	<i>Blinds, Education and Mathematics</i>
HRTF	<i>Head-Related Transfer Function</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
MATHVIS	<i>Mathematics for Visually Impaired Students</i>
RF	Requisito Funcional
RNF	Requisito Não Funcional
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Base de Dados
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	12
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	12
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
1.4 OBJETIVOS.....	15
1.4.1 Objetivo Geral.....	15
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL.....	16
2.2 JOGOS DIGITAIS.....	17
2.3 JOGOS SÉRIOS.....	18
2.4 JOGOS INCLUSIVOS.....	18
2.5 TÉCNICAS DE ADAPTABILIDADE.....	19
2.6 TÉCNICAS SONORAS.....	20
2.7 TRABALHOS RELACIONADOS.....	21
3 METODOLOGIA.....	24
3.1 PESQUISA-INTERVENÇÃO COMO MODO DE PESQUISA.....	24
3.2 OFICINAS.....	24
3.3 SONDAGEM BIBLIOGRÁFICA.....	26
4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO STANMAT.....	28
4.1 CONTEXTUALIZANDO AS OFICINAS.....	28
4.2 ELICITAÇÃO DE REQUISITOS.....	29
4.3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS.....	31
4.4 VISÃO GERAL DO STANMAT.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma visão geral deste trabalho e está organizado da seguinte forma: a Seção 1.1 apresenta uma contextualização; a Seção 1.2 apresenta a problematização; a Seção 1.3 explicita os argumentos que justificam o desenvolvimento deste trabalho; a Seção 1.4 apresenta os objetivos; e, por fim, a Seção 1.5 apresenta a organização deste trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A inclusão está proporcionando um aumento no número de alunos com alguma deficiência nas escolas (SARMENTO; SANTOS; SARMENTO, 2017). De acordo o Ministério da Educação, em 1998, cerca de 200 mil pessoas estavam matriculadas na educação básica, sendo apenas 13 % em classes comuns, já em 2014, eram quase 900 mil matrículas, sendo 79 % delas em turmas comuns (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015).

Segundo dados do Censo Escolar da Educação Básica 2017, o índice de inclusão de pessoas com deficiência em classes regulares passou de 85,5 % em 2013 para 90,9 % em 2017 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2017).

Dentre os diversos tipos de deficiência, tem-se a visual. Segundo Gil (2000), a expressão “deficiência visual” se refere ao espectro que vai da cegueira até a visão subnormal. Já Kyrillos (2005), denomina esta condição especial como a perda, por algum motivo, total ou parcial da visão, limitando o desempenho normal.

Pessoas com deficiência visual necessitam de um contexto educacional com um olhar apurado para suas especificidades, de modo a contemplar e estimular suas habilidades e sentidos remanescentes (SANTANA et al., 2017).

Desta forma, verifica-se a necessidade de conhecer novos recursos e de tomar ações específicas, objetivando proporcionar ambientes eficientes tanto de inclusão social quanto de desenvolvimento educacional para pessoas com deficiência visual.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

A proliferação de dispositivos móveis, como *tablets*, *notebooks* e *smartphones*, criou oportunidades de inovação para a indústria de entretenimento, como, por exemplo, os jogos (OLIVEIRA et al., 2015).

O mercado de jogos é dinâmico e, por isso, necessita inovar rapidamente. As pessoas com deficiência visual, por representar apenas uma pequena fatia do mercado, acabam sendo desconsideradas na produção de jogos (BERNARDO et al., 2016).

Os jogos destinados às pessoas com deficiências visuais são denominados de *Audio Games* e possuem como principal recurso o áudio (MATSUO; MIURA, 2016). Atualmente, ainda percebe-se uma escassez de jogos destinados às pessoas com deficiência visual e os que são propostos são muito simples, consistindo basicamente em som, sem interface gráfica, o que não contribui para a inclusão social dos deficientes visuais (BERNARDO et al., 2016).

Segundo a Lei nº 9.394 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Capítulo V, Art. 59, Parágrafo I, a Educação Especial deve proporcionar a integração e inclusão, de modo que possuam recursos educacionais, técnicas, métodos e organizações especiais para atender às suas necessidades (BRASIL, 1996).

O Decreto 3.298, de 20 de dezembro de 1999, garante acessibilidade de pessoas com deficiências à educação, à cultura, ao lazer e ao esporte (BRASIL, 1999). Não englobar estas pessoas no mercado de jogos é privar elas deste direito, o que se constitui como um problema que precisa ser resolvido.

Neste sentido, emerge a questão central de pesquisa deste trabalho, que busca responder: **É possível desenvolver um jogo que contribua com o ensino-aprendizagem das operações básicas da matemática e promova a inclusão social de pessoas com deficiência visual?**

1.3 JUSTIFICATIVA

A utilização de jogos digitais pode fortalecer o ensino-aprendizagem em relação aos métodos tradicionais, proporcionando o conhecimento através da brincadeira e permitindo a autonomia e reflexão dos conteúdos abordados (SANTANA et al., 2017).

Essa estratégia tem ganhado destaque, pois os jogos educativos apresentam características importantes para a evolução do processo de ensino-aprendizagem, independente da faixa etária do público, do conteúdo trabalhado e do grau de escolaridade em questão, propiciando um desenvolvimento integral e dinâmico nas áreas cognitiva, afetiva, linguística, social, moral e motora, além de contribuir para a construção da autonomia, criticidade, criatividade, responsabilidade e cooperação (MORATORI, 2003; SANTANA et al., 2017).

Para Monsalve (2014), os jogos surgem como propostas para o ensino, já que fornecem aspectos práticos que o ensino tradicional, de aulas expositivas, não provê. Ainda de acordo com Monsalve (2014), os jogos conseguem promover aspectos intelectuais e recreativos dos alunos envolvidos, podendo fornecer uma estrutura para a socialização, cooperação e competitividade.

Segundo Sarmiento, Santos e Sarmiento (2017), os jogos são ferramentas que auxiliam o desenvolvimento cognitivo e motor do indivíduo, proporcionam diversão, interação e noções de estratégias, motivam o indivíduo a buscar estratégias dentre as regras para obter bons resultados.

De acordo com Monte (2014), os jogos tendem a manter a atenção dos jogadores e, com isso, a aprendizagem sucede de modo fluído. Os jogos também estabelecem um ambiente de cooperação entre os indivíduos que estejam envolvidos nesse círculo, favorecendo o desenvolvimento da coordenação motora e cognitiva.

Diante das opiniões expostas, corrobora-se que os jogos educativos são instrumentos importantes para o contexto educacional de pessoas com deficiência visual. Portanto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo inclusivo, denominado de StanMat, para o ensino das operações básicas da matemática (adição, subtração, multiplicação e divisão), objetivando proporcionar ambientes eficientes tanto de inclusão social quanto para desenvolvimento educacional de pessoas com deficiência visual. O jogo proposto neste trabalho foi desenvolvido utilizando as ferramentas descritas na Seção 4.3.

Como mencionado anteriormente, o jogo proposto abordará conceitos básicos da matemática. Essa temática foi definida a partir de uma necessidade constatada na literatura, onde afirma-se que pessoas com deficiência visual apresentam maior dificuldade na disciplina de matemática, em razão da maior parte do conteúdo dessa matéria precisar de recursos visuais para ser compreendido (FERREIRA; CAVACO, 2014; SONG et al, 2011).

Espera-se que o jogo convide o usuário à experiência de interação social com o meio em que está inserido e que o auxilie no processo de desenvolvimento educacional. Além disso, espera-se que o jogo seja atrativo para todas as crianças, adolescentes e, se possível, para adultos, e não só para o público deficiente visual, já que o fato de alguém jogar sozinho não significa inclusão. Portanto, se este objetivo for alcançado, teremos, além da inclusão de pessoas com deficiência visual na sociedade, um interesse próprio da sociedade em participar do dia-a-dia de pessoas com deficiência visual.

1.4 OBJETIVOS

A Subseção 1.4.1 define o objetivo geral deste trabalho e a Subseção 1.4.2 apresenta os objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um jogo sério que contribua com o ensino-aprendizagem de conceitos básicos da matemática e promova a inclusão social de pessoas com deficiência visual.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos expostos a seguir foram estabelecidos para alcançar o objetivo geral do trabalho.

- Levantar um arcabouço teórico para adquirir a base e direcionamento necessários para todo o desenvolvimento intelectual deste trabalho, incluindo as técnicas e ferramentas a serem utilizadas;
- Realizar oficinas com um jovem que possui deficiência visual e frequenta a APAE (Associação dos Pais e Amigos Excepcionais) de Pau dos Ferros/RN, a fim de entender suas necessidades;
- Realizar oficinas com os demais jovens que frequentam a APAE de Pau dos Ferros/RN, a fim de entender os recursos necessários para a inclusão social;
- Definir os requisitos do jogo;
- Desenvolver um jogo inclusivo para deficientes visuais com foco no ensino-aprendizagem de conceitos básicos da matemática.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica utilizada para o desenvolvimento deste trabalho; o Capítulo 3 descreve a metodologia empregada neste trabalho; o Capítulo 4 apresenta a solução proposta; e, por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo descreve a base teórica que fundamenta a elaboração deste trabalho, estando organizado da seguinte forma: a Seção 2.1 apresenta uma contextualização sobre deficiência visual; a Seção 2.2 descreve os conceitos sobre jogos digitais; a Seção 2.3 apresenta uma contextualização sobre jogos sérios; a Seção 2.4 descreve conceitos no campo de jogos inclusivos; a Seção 2.5 apresenta técnicas de adaptabilidade; a Seção 2.6 apresenta técnicas sonoras; e, por fim, a Seção 2.7 apresenta os trabalhos correlatos com o objeto de pesquisa.

2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL

De acordo com *World Health Organization* (1980 *apud* OLIVEIRA, 2015), a deficiência visual caracteriza-se pela perda parcial ou total da visão, que pode ser congênita ou adquirida. Segundo os autores, a deficiência visual divide-se em dois grupos: (i) baixa visão: é caracterizada pelo comprometimento da função dos olhos; e (ii) cegueira: é caracterizada pela pouca capacidade de enxergar ou a perda total da visão. O Quadro 1 apresenta descrições sobre os tipos de deficiência visual.

Quadro 1 – Tipos e definição de deficiência visual

Tipo	Descrição
Baixa visão	Caracterizada pelo comprometimento da função visual dos olhos, mesmo após tratamento ou correção. Pessoas com baixa visão podem ler textos com letras ampliadas.
Cegueira	Quando há perda total da visão ou pouca capacidade de enxergar, fazendo com que a pessoa precise de tecnologia assistiva para ler e escrever.

Fonte: Autoria própria

Bernardo et al. (2016) também divide a deficiência visual em dois grupos: (i) baixa visão; e (ii) cegueira; sendo cada um desses grupos divididos em dois subgrupos, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Classificação da deficiência visual

Tipo	Classificação
Deficiência visual moderada	Baixa Visão
Deficiência visual grave	
Cegueira (incapacidade de realizar tarefas rotineiras)	Cegueira
Cegueira total (perda completa da visão)	

Fonte: Autoria própria

2.2 JOGOS DIGITAIS

O primeiro jogo *multiplayer* com um *display* gráfico animado foi proposto em 1958, por William Higinbotham, que teve a ideia de criar um jogo interativo a partir de osciloscópio. O jogo consistia em rebater uma bola em uma linha horizontal na parte inferior do osciloscópio, simulando uma partida de tênis. O jogo era controlado por controles analógicos e possuía diversas limitações (FERREIRA, 2018).

O jogo criado por William Higinbotham surpreendeu a todos, já que nada semelhante havia sido criado até aquele momento, tornando-se uma atração divertida. Após três anos dessa invenção, em 1961, Steve Russel e Wiitanen's criaram um jogo que consistia em mover uma nave espacial e emitir tiros, simulando uma guerra espacial (FERREIRA, 2018).

O jogo de Steve Russel e Wiitanen's inspirou o desenvolvimento dos jogos eletrônicos das décadas de 60 e 70, servindo como base para o primeiro jogo eletrônico comercial. Produzido em 1971, o *Galaxy Game* também serviu de inspiração para Nolan Bushnell e Ted Dabney desenvolverem o *Computer Space*, considerado o primeiro jogo amplamente difundido. Entretanto, ambos foram um fracasso devido a complexidade para a interação, necessitando a leitura de um complexo manual de instruções (FERREIRA, 2018).

Mesmo com o fracasso do *Computer Space*, seus criadores não desistiram de criar jogos, sendo que, em 1972, criaram a Atari Inc., que viria a ser uma das principais empresas de videogames das décadas de 70 e 80 (FERREIRA, 2018).

Os jogos digitais, conhecidos atualmente, surgiram em 1977 nos Estados Unidos, quando foi lançado o Atari 2600, pela Atari Inc. (MONTE, 2014).

O jogo digital é uma ação lúdica formada por movimento, mudanças, alternância, sucessão, associação, separação e decisão, com o intuito de alcançar algum objetivo ou desejo do jogador (RODRIGUES, 2016). Eles permitem um novo tipo de interação na experiência dos jovens com as máquinas, permitindo o envolvimento e produção de percepções e emoções

no jogador (MONTE, 2014).

2.3 JOGOS SÉRIOS

De acordo com El-Ghouli e Khoukhi (2016), os jogos sérios são sistemas que combinam uma intenção séria do tipo educativa, informativa, comunicativa, marketing e ideológica, ou seja, os jogos sérios desviam dos jogos que tem como único objetivo o entretenimento. Ainda segundo os autores, esses tipos de jogos são utilizados para treinamento de militares, de funcionários, dentre outros.

Já para Marshall et al (2015), o jogo sério é um termo utilizado para designar jogos de não-entretenimento, que vem ganhando lugar nas escolas, na área militar e na saúde. Os autores afirmam que os jogos sérios tiveram sucesso nos treinamentos para militares, para ensinar história, matemática, português nas escola e também para as reabilitações nos centros de saúdes.

Para Zyda (2005), um jogo sério é como um concurso mental, jogado a partir de um computador e de acordo com regras específicas, que utiliza do entretenimento para promover os objetivos governamentais, corporativos de treinamento, educação, saúde, políticas públicas e comunicação estratégica. Ainda segundo a autora, os jogos sérios apresentam ações que educam ou instruem, transmitindo assim conhecimento ou habilidade.

2.4 JOGOS INCLUSIVOS

Segundo Macêdo et al. (2017), a inclusão se dá ao ultrapassar a barreira educativa, que, de alguma forma, dificulta a aprendizagem, escolhendo e gerindo recursos que beneficiem a todos. Os jogos computacionais colaboram com a inclusão social do indivíduo que apresenta deficiência visual. A utilização do reconhecimento de voz, junto com a síntese de voz, facilita e incentiva a interação do público com deficiência visual, bem como aumenta o seu grau de inclusão.

De acordo com Sobral et al. (2017), os jogos digitais são ferramentas altamente recomendáveis para o ensino e a inclusão social e digital dos alunos com deficiência visual, devendo ser atrativo para todos os públicos. Segundo os autores, pode-se explorar os recursos utilitários e lúdicos em um jogo eletrônico, de modo a oportunizar também a inclusão digital dos deficientes visuais. Os autores apresentam o DOSVOX, uma plataforma de inclusão

social para deficientes visuais, que dispõe de 20 jogos de simples manuseio.

De acordo com Santana et al. (2017), jogos que visam a inclusão digital das pessoas com deficiência visual necessitam de recurso que sintetize toda a informação necessária para a interação com aquele ambiente. Ainda segundo os autores, o jogo deve apresentar uma harmonia entre os elementos de interfaces gráficas e a utilização de efeitos sonoros, melhorando assim a inclusão sociodigital.

Ferreira e Cavaco (2014) denotam que a utilização de áudio possibilita a participação dos deficientes visuais, mas com a utilização de interface gráfica, mesmo que seja simples, contribui para a inclusão dos outros membros da sociedade.

2.5 TÉCNICAS DE ADAPTABILIDADE

Na literatura, são abordadas diferentes técnicas de adaptabilidade que visam criar um ambiente favorável para o jogador, não sendo um jogo difícil demais e nem fácil demais.

De acordo com Lopes et al. (2017), os jogos adaptativos são jogos que ajustam dinamicamente seu conteúdo ou mecanismo para melhor atender às necessidades, preferências ou objetivos de cada usuário. Segundo os mesmos autores, adaptar dinamicamente o conteúdo do jogo para responder às ações do usuário, pode torná-los mais pessoais e, com isso, pode-se atrair um maior público e tornar o jogo menos frustrante.

Ainda segundo Lopes et al. (2017), a experiência adaptativa deve ser definida pelos *designers*, por esses serem mais preparados para criar as experiências adaptativas. Sendo assim, os *designers* do jogo declaram as regras de adaptação, porém, para que as regras sejam construídas, são necessários dois outros recursos: (i) perfil de habilidade: consiste em uma sequência de valores de habilidades do usuário, cada uma indicando um nível de proficiência, medido através da habilidade; e (ii) descrição de conteúdo: consiste em um conjunto de características quantitativas que indicam como os elementos específicos devem ser criados. Os *designers* criam um perfil de habilidade e associam a alguma descrição de conteúdo, criando assim as regras de adaptação. Com a regra de adaptação, o jogo ainda não apresenta adaptabilidade, para isso, precisa-se do algoritmo de recuperação que descobre quais regras são melhores para serem aplicadas para um usuário em um determinado momento de jogo. Assim, o conteúdo especificado pela regra é recuperado e aplicado no jogo.

De acordo com Prince e Davis (2008), os jogos educacionais adaptativos são discretos na quantidade de adaptatividade que eles incorporam. Segundo os mesmos autores, existem

duas vertentes sobre a adaptabilidade: (i) *IMS Simple Sequencing*: consiste em uma hierarquia de árvore, onde os usuários são guiados através de rotas particulares pelos sub-nós e folhas da árvore, através do uso marcações XML; e (ii) Hipermissão adaptativa: consiste em três modelos: (1) modelo de domínio: retrata o material que pode ser exposto para o usuário de forma que o sistema compreenda para definir como adaptá-lo; (2) modelo do usuário: verifica o que o usuário fez no passado a fim de determinar suas preferências e necessidades futuras; e (3) modelo de adaptação: fornece as regras para relacionar as informações do modelo de usuário ao modelo de domínio e permite que o mecanismo de adaptação crie experiências únicas para um usuário.

Segundo Prince e Davis (2008), os mecanismos de adaptabilidade devem ser construídos com o pensamento de criar uma total adaptabilidade, que visa em determinar o que o sistema deve adaptar, quando deve adaptar e como adaptá-lo. Ainda segundo o autor, armazenar detalhes sobre a interação do usuário potencializa a sua experiência, por gerar mais dados aos quais o mecanismo possa se adaptar.

2.6 TÉCNICAS SONORAS

De acordo com Cowan e Kapralos (2013), a geração de som espacial, isto é, a modelagem da propagação do som enquanto está dentro de um ambiente é difícil, tecnicamente desafiadora e dispendiosa em termos computacionais.

De acordo com Cullen et al. (2016), os diferentes sons e efeitos auditivos (atenuação de amplitude e atenuação de frequência) combinados com diferentes sincronizações audiovisuais, afeta a percepção de profundidade que o objeto apresenta em relação ao usuário. Segundo os autores, os efeitos sonoros tentam imitar o mundo real, quanto mais perto o objeto maior seria a amplitude e a frequência e, quando mais longe, atenua-se a amplitude e a frequência.

Segundo Mehra et al. (2015), o áudio espacial envolve a geração apropriada de sinais sonoros para o ouvido do ouvinte, dando-lhe a impressão de que o som está sendo da direção pretendida, podendo ajudar o usuário a localizar os objetos e fontes sonoras no jogo. Essa técnica influencia no desempenho de navegação nos jogos. De acordo com os mesmos autores, os efeitos de dispersão sonora são representados usando o HRTF (*Head-Related Transfer Function*, ou traduzindo, função de transferência relacionado à cabeça). As medições para calcular HRTF são realizadas em ambientes controlados. A integração de HRTFs em

técnicas baseadas em ondas para gerar áudio espacial requerem a decomposição de ondas, que são técnicas computacionalmente caras. Algumas técnicas baseadas em onda, para evitar os dispendiosos cálculos necessários para integrar a HRTF, recorreram aos modelos de diretividade de ouvintes mais simples, baseados em uma cabeça esférica e uma função de cardioide. O método mais utilizado para fornecer áudio espacial é por meio dos fones de ouvidos.

De acordo com Ferreira e Cavaco (2014), o áudio espacial 2D é usado para ajudar na navegação pelas cenas. A intensidade desses sons variam de acordo com a distância do personagem em relação às fontes sonoras. Sendo assim, a intensidade dos sons muda dependendo se o personagem aproxima-se ou afasta-se da fonte de som. Além disso, os sons são reproduzidos com mais intensidade no canal esquerdo ou direito dependendo da localização da fonte sonora em relação ao personagem, criando assim, uma sensação de áudio especializado 2D, isto é, a fonte de som é à direita, à esquerda, à frente ou atrás do personagem.

2.7 TRABALHOS RELACIONADOS

O desenvolvimento de jogos para auxiliar os deficientes visuais no ensino-aprendizagem da matemática tem sido uma temática discutida na literatura acadêmica, como os exemplos discutidos a seguir.

Segundo Ferreira e Cavaco (2014), pessoas com deficiência visual tendem a não escolher cursos superiores das ciências exatas ou engenharias por causa das dificuldades que são sentidas no âmbito escolar na disciplina de matemática. Diante dessa problemática, os autores propuseram um jogo de perguntas e respostas para auxiliar adolescentes com deficiência visual na aprendizagem de matemática. De acordo com os autores, o jogo é destinado para jovens do ensino médio, podendo ser adaptado para o fundamental.

Macêdo et al. (2017) criaram uma nova versão do *software* BEM (*Blinds, Education and Mathematics*), que visa a inclusão sociodigital das pessoas com deficiência visual e o auxílio na compreensão da matemática básica. O trabalho tem como objetivo ensinar as operações básicas da matemática (adição, subtração, multiplicação e divisão) para qualquer pessoa, permitindo a inclusão social e digital das pessoas com deficiência visual. Esta ferramenta em sua primeira versão possuía apenas o recurso de síntese de voz. Já na versão atual, foi acoplado ao sistema o recurso de reconhecimento de voz para facilitar a interação

entre as pessoas com deficiência visual e o sistema.

Song et al. (2011) construíram dois jogos voltados para o aprendizado da matemática e percepção espacial para pessoas com deficiência visual. Segundo os autores, crianças e adolescentes que apresentam algum grau de deficiência visual tendem a ter maior dificuldade na área de exatas. Por isso, os autores enfatizaram a matemática nesses jogos.

Souza (2014) projetou um jogo de matemática para ser um recurso suplementar as aulas de matemática do primeiro ano ensino fundamental I, ou seja, para auxiliar as crianças deficientes visuais, bem como, os professores na realização de tarefas de matemática. O jogo foi desenvolvido dentro do Dosvox (DOSVOX, 2018) e consiste em perguntas simples que são apresentadas na tela e reproduzidas sonoramente. Além disso, pode-se fazer alterações no jogo, aumentando a complexidade ou mudando o foco das perguntas.

Silva (2009) desenvolveu um jogo, o CityVox, que foca no ensino de conceitos básicos de geometria para os alunos com deficiência visual do 8º e 9º ano. Este jogo consiste em um tabuleiro com vinte casas, onde, em cada casa, uma pergunta de múltipla escolha sobre geometria é apresentada ao jogador. Conforme o avanço das casas, o sistema apresenta uma pergunta com grau de dificuldade maior e, caso o jogador erre uma pergunta, o sistema manda ele retornar algumas casas no tabuleiro. Caso o usuário acerte, o sistema informa quantas casas ele deve andar e, por fim, caso o usuário acerte uma pergunta desafio, o sistema permite o salto de várias casas como prêmio. No final do jogo, é gerado um pequeno relatório com os acertos e comentários sobre os erros. O jogo utiliza imagens e descrições sonoras.

Soysa et al. (2010) construiu o MATHVIS (*Mathematics for Visually Impaired Students*), um jogo sobre matemática e voltado para deficientes visuais, que consiste em três níveis. Em cada nível, perguntas diferentes são apresentadas e o aluno possui três chances de responder corretamente a pergunta. O jogo funciona através da emissão de instruções de voz.

Embora o presente trabalho esteja no mesmo campo de pesquisa que os trabalhos supracitados, este apresenta uma perspectiva complementar. O StanMat é um jogo adaptativo que visa proporcionar a cada indivíduo, seja ele deficiente visual ou não, uma interação única, criando um ambiente lúdico e favorável para que o indivíduo consiga aprender as quatro operações básicas da matemática. O StanMat trata-se de um jogo de perguntas e desafios associados a elas, divididas em níveis de dificuldade. A cada nova fase, o jogo apresenta uma explicação didática sobre a operação e exemplos práticos de seu funcionamento. Além disso, o jogo possui um personagem guia, o Stan, e um sistema de ranqueamento, para gerar o espírito de competitividade entre os jogadores, bem como um sistema recompensas, ou seja,

uma forma de dar *feedbacks* ao usuário sobre o desempenho e também incentivar a sua total participação.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta as etapas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa, estando organizado da seguinte forma: a Seção 3.1 apresenta uma uma visão geral da pesquisa-intervenção como modo de pesquisa; a Seção 3.2 apresenta uma contextualização sobre as oficinas; e, por fim, a Seção 3.3 descreve a sondagem bibliográfica.

3.1 PESQUISA-INTERVENÇÃO COMO MODO DE PESQUISA

No final do século XX, grande parte das pesquisas estavam atreladas à busca da verdade objetiva, da quantificação do caráter universal e das explicações lógicas, onde o investigador ficava distante do objeto a ser pesquisado a fim de não interferir nos resultados com seus valores e concepções (GALVÃO; GALVÃO, 2017). Pensadores dessa época questionavam este método de pesquisa, onde só tinha a possibilidade de descobrir algo já existente. Com isso, suplantou-se a concepção desse tipo de pesquisa, pois pesquisar também é intervir e criar novos conhecimentos. A pesquisa-ação marca a era das pesquisas qualitativas baseadas no aprofundamento do mundo dos significados e das relações humanas (PAULON; ROMAGNOLI, 2010).

A pesquisa-intervenção surgiu na França, na década de 60, a partir de uma crítica a pesquisa-ação (GALVÃO; GALVÃO, 2017). De acordo com Galvão e Galvão (2017), a pesquisa-intervenção infere saber, ouvir e conviver com o diferente; onde os passos, reações e falas devem ser registrados, mostrando-se processos importantes da coleta de dados. Segundo os mesmos autores, a opção pela pesquisa-intervenção ocorre quando percebe-se a oportunidade que ela oferece em atuar diretamente no campo de pesquisa, proporcionando grande potencial de análise.

Portanto, utilizou-se a pesquisa-intervenção para coleta de dados, já que esse tipo de pesquisa é marcado pelos encontros e tem como base a experimentação, pois a investigação cria relação entre o observador e o investigado, permitindo transformações (MARASCHIN, 2004 apud MONTE, 2014).

3.2 OFICINAS

As oficinas foram realizadas na APAE de Pau de Ferros e tiveram como objetivo a coleta de dados para elicitare os requisitos referentes ao jogo proposto. Durante todo o

processo das oficinas, foram gerados diários de bordos, onde foram anotados os detalhes acontecidos durante as oficinas, incluindo: (i) o comportamento dos participantes antes, durante e depois da interação com os jogos; (ii) a forma de interação com os jogos; (iii) as dificuldades que tiveram nos jogos; e (iv) as características dos jogos que os participantes aprovaram e/ou reprovaram.

As oficinas foram realizadas com todos os participantes da APAE de Pau dos Ferros, mas foi dada uma ênfase a um dos participantes, por ele apresentar deficiência visual, sendo este o domínio do jogo proposto.

Tais oficinas foram realizadas entre os meses de setembro a novembro de 2018. Ao total, foram realizadas 7 oficinas, de duração entre 30 a 90 min. Os participantes tiveram livre arbítrio durante as oficinas, isto é: (i) eles podiam escolher se queriam jogar ou não; (ii) se optassem em jogar, podiam escolher o jogo de sua preferência; e (iii) podiam ou não permanecer nas oficinas.

Os critérios utilizados para a seleção dos jogos, utilizados durante as oficinas, foram: (i) ser *software* livre; (ii) apresentar recursos sonoros suficientes para que pessoas com deficiência visual consigam interagir com o jogo, ou seja, ser um *Audio Game*; (iii) ter o idioma em português; (iv) estar disponível para *download* ou *online*; e (v) ser possível de executar. O Quadro 3 apresenta os jogos (inclusivos) utilizados e suas respectivas descrições.

Quadro 3 – Jogos inclusivos utilizados

Nome	Sistema operacional	Descrição	Link para download
Administrador Acessível	Android	Aprendizagem das operações básicas de matemática	Disponível na Play Store
BBE	Windows	Exercitar componentes curriculares, o raciocínio lógico e até mesmo a percepção de espaço e memorização (conhecimento gerais).	https://drive.google.com/drive/folders/1mQYo8bMKIYTztL_SZG4cf1mJvw1xis8Q
O menino curioso	Windows	Oito mini jogos diferentes (português, matemática, lógica).	http://www.acessibilidadeemfoco.com/jogos.html

Fonte: Autoria própria

Outros jogos também foram utilizados pelos outros participantes das oficinas, porém não apresentavam os padrões necessários para a inclusão de todos os indivíduos, pois os jogos não apresentavam recursos sonoros suficientes para que uma pessoa com deficiência visual conseguisse interagir com o jogo. No Quadro 4, são apresentados os outros jogos (não inclusivos) que foram utilizados nas oficinas.

Quadro 4 - Jogos não inclusivos utilizados

Nome	Descrição	Link para download
Chapeuzinho e o enigma da floresta	Jogo de completar frases (português).	http://www.brincandocomarie.com.br/chapeuzinho-enigma/
Ârie memória	Jogo da memória.	http://www.brincandocomarie.com.br/arie-memoria/
Brincando com ârie 1	Jogo de agrupar as palavras, jogo de caça-palavra e jogo de contar, somar e subtrair (português e matemática).	http://www.brincandocomarie.com.br/arie-2/
Brincando com Ârie 2	Jogo de colorir, jogo da memória, jogo das frutas e jogo dos caminhos (alfabetização).	http://www.brincandocomarie.com.br/arie-1/
Ârie opostos	Jogo de associar palavras às imagens.	http://www.brincandocomarie.com.br/arie-opostos/
De Blob	Jogo de pintar a cidade com um alienígena em forma redonda, mostrando a física do movimento.	https://de-blob.en.softonic.com/#app-softonic-review

Fonte: Autoria própria

3.3 SONDAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

A sondagem bibliográfica para esta pesquisa foi realizada, principalmente, no *IEEE Xplore Digital Library*. Para isto, foram utilizadas as seguintes palavras-chave nas buscas: (i) *digital games*; (ii) *audio games*; e (iii) *visual impairment*.

A seleção dos trabalhos seguiu os seguintes critérios:

1. Desenvolvimento de jogos para pessoas com deficiência visual;
2. Utilização de ferramentas ou técnicas para o desenvolvimento de *audio games*.

4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO STANMAT

Este capítulo apresenta o processo de desenvolvimento do jogo proposto neste trabalho, estando organizado da seguinte forma: a Seção 4.1 apresenta uma contextualização das oficinas; a Seção 4.2 apresenta a elicitación dos requisitos do jogo; a Seção 4.3 descreve as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do jogo; e, por fim, a Seção 4.4 apresenta a visão geral do jogo proposto neste trabalho.

4.1 CONTEXTUALIZANDO AS OFICINAS

As oficinas que foram realizadas em parceria com a APAE de Pau dos Ferros mostraram uma nova realidade comum tanto para oicineiro quanto para os ofcinandos. Os participantes pediam ajuda quando não conseguiam completar uma parte ou não sabiam uma adivinhação, ou mesmo mostravam, com entusiasmo, que haviam conseguido completar um desafio ou mostravam para os outros colegas o que havia aprendido durante a oficina.

Diversos estilos de jogos foram utilizados durante as oficinas, para determinar quais destes forneciam melhor experiência ao usuário. Neste contexto, o Quadro 5 apresenta alguns elementos que foram percebidos durante as oficinas com jogos digitais.

Quadro 5 – Percepções sobre as oficinas

Ações percebidas nas oficinas realizadas		Elementos que devem estar presentes no jogo
Conduta	➤ Cada participante tem um nível diferente de conhecimento; ➤ Podem perder o interesse se o jogo ficar em um único nível de dificuldade; ➤ Atenção pode estar mais direcionada a jogos que apresentem cenários lúdicos; ➤ Atenção pode estar mais direcionada a jogos que apresentem músicas; ➤ Atenção pode estar mais direcionada a jogos que apresentem textos.	➤ Jogo que se adapte a cada usuário e que adeque-se ao nível de desenvolvimento do usuário; ➤ Cenários temáticos; ➤ Música; ➤ Utilização de textos.
Emoções	➤ Os participantes apresentam alegria na interação com o jogo,	➤ Recompensas, ou seja, modo de dar <i>feedbacks</i> ao usuário sobre seu

	quando completam corretamente o objetivo.	desempenho e incentivar a participação do usuário.
--	---	--

Fonte: Autoria própria

4.2 ELICITAÇÃO DE REQUISITOS

Para determinar corretamente as funcionalidades de um produto de *software*, é necessário manter o olhar no usuário final e no ambiente que ele está inserido. Visto que o nosso usuário final é principalmente crianças e jovens, e, se possível, para adultos, que possuem deficiência visual, as oficinas foram as tecnologias sociais utilizadas para compreender os requisitos necessários ao jogo proposto neste trabalho, pois permitiam um contato direto e frequente com o usuário.

A partir dos diários de bordos das oficinas, foi possível elicitar os requisitos funcionais e não funcionais. O Quadro 6 apresenta os requisitos funcionais do jogo.

Quadro 6 – Requisitos funcionais

ID	Requisito	Descrição
RF01	Exibir tela inicial	Ao iniciar, o sistema deve exibir uma tela com desenhos lúdicos, campo de login e senha, botão para iniciar sessão, botão de cadastrar e de recuperar senha, podendo ser identificados com o uso do teclado do computador e recurso de áudio.
RF02	Cadastrar usuário	O sistema deve permitir cadastrar usuários por meio do preenchimento dos campos: nome completo, nome de usuário, senha, confirmação de senha e nome da instituição, <i>checkbox</i> de vínculo com instituição e botão de requisição de cadastro e de cancelar operação, podendo ser identificados com o uso do teclado do computador e recurso de áudio.
RF03	Recuperar senha	O sistema deve permitir que o usuário recupere sua senha por meio do preenchimento dos campos: nome completo, nome de usuário, senha e confirmação de senha, e botão de requisição de cadastro e de cancelar operação, podendo ser identificados com o uso do teclado do computador e recurso de áudio.
RF04	Sair	O sistema deve permitir sair do jogo a qualquer momento.
RF05	Tela cadastro e lista de jogador	Após a tela inicial, caso o <i>checkbox</i> do cadastro possuir o valor verdadeiro, será apresentado ao usuário uma tela com

		um botão para cadastrar novo usuário, onde ao clicar neste botão abrirá uma janela <i>pop-up</i> , como um campo de nome de jogador e com um botão para salvar jogador e também é apresentada uma lista selecionável com o nome de todos os jogadores cadastrado no sistema.
RF06	Exibir introdução	Após a tela inicial ou a tela de cadastro ou lista de jogador, o sistema deve apresentar uma tela de introdução ao jogo, onde serão exibidos conceitos básicos da matemática por meio de diversos elementos, sonoros e visuais, como também um botão para pular essa fase.
RF07	Exibir tela principal	Após a introdução, o sistema deve exibir uma tela contendo diversos elementos gráficos, textuais e sonoros, que caracterizam o cenário de execução do jogo.
RF08	Personagem	O dinossauro Stan será o guia para esse jogo e também poderá ser controlado pelo jogador.
RF09	Controle	O sistema deve permitir que os usuário controle o dinossauro pelo teclado do computador e navegue pelo sistema por meio do teclado e/ou do mouse do computador.
RF10	<i>Feedback</i>	O sistema deve exibir ao jogador <i>feedbacks</i> ao acertar (parabenizando) e ao errar (dando a resposta correta).
RF11	Exibir <i>ranking</i>	O sistema deve exibir ao jogador uma lista com a pontuação e colocação de todos os jogadores cadastrado no sistema.
RF12	Exibir pontuação	O sistema deve exibir a pontuação do jogador na tela principal do sistema.

Fonte: Autoria própria

O Quadro 7 apresenta os requisitos não funcionais do jogo proposto neste trabalho.

Quadro 7 – Requisitos não funcionais

ID	Requisito	Descrição
RNF01	Adaptação dinâmica	O sistema deve oferecer a cada usuário uma experiência satisfatória por meio da adaptação gerada a partir da análise de dados históricos de cada usuário.
RNF02	Salvar informações	O sistema deve salvar os dados do usuário enquanto está jogando, dados esses que serão usadas na adaptação do sistema.
RNF03	Utilizar efeito sonoro	O sistema deve oferecer um áudio espacial 2D como efeito sonoro.

RNF04	Leitura	O sistema não deve exigir conhecimento de leitura, devendo ser possível jogar com base nos áudios e nas formas que são apresentadas.
RNF05	Matemática	O sistema não deve exigir conhecimento das operações básicas da matemática, visando criar um ambiente capaz de qualquer um aprender as operações do zero.
RNF06	Cenário	O jogo deve ser ambientado na temática da matemática.
RNF07	Linguagem de programação	O sistema deve ser desenvolvido a partir da linguagem de programação GDScript.
RNF08	Banco de dados	O sistema deve armazenar os dados no banco de dados relacional gerenciado pelo SQLite.

Fonte: Autoria própria

4.3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Durante o desenvolvimento utilizou-se diversas ferramentas. Como ambiente de desenvolvimento, utilizou-se a Godot (GODOT DOCS, 2018), que é um motor gratuito e de código aberto. A linguagem de programação utilizada ficou delimitada pelo motor utilizado, onde optou-se pela GDScript (GODOT DOCS, 2018), por apresentar uma quantidade maior de recursos disponíveis. Para o armazenamento de dados, utilizou-se o SQLite (SQLITE, 2019), a partir de um *plugin* externo para o Godot. As edições das imagens foram feitas utilizando o GIMP (GIMP, 2019). Por fim, utilizou-se a ferramenta Astah (ASTAH, 2019) para a geração dos diagramas de atividades.

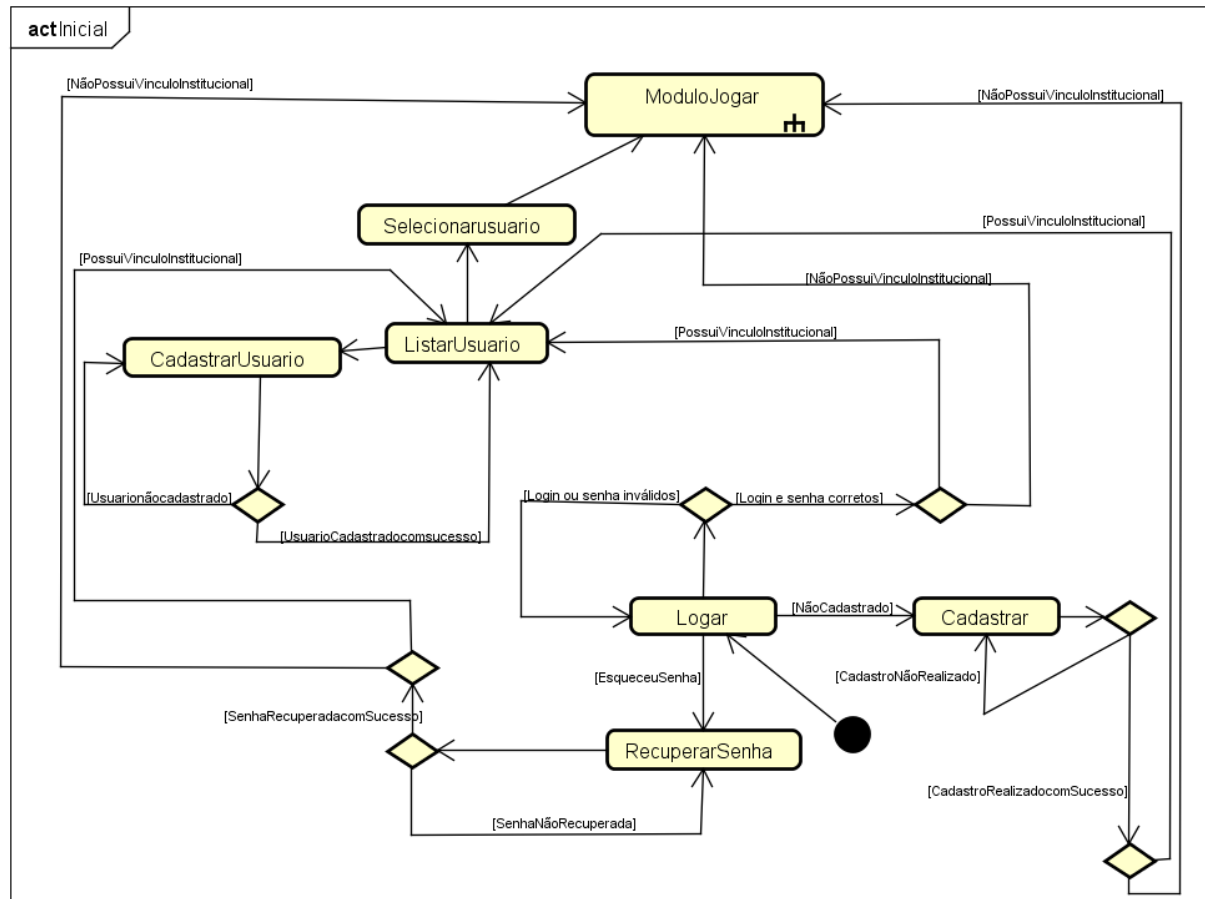
4.4 VISÃO GERAL DO STANMAT

O jogo desenvolvido foi nomeado de “StanMat”. O nome foi derivado do nome do personagem guia (Stan), como também das três primeiras letras da palavra matemática, trazendo referência ao assunto abordado pelo jogo. O objetivo do StanMat é criar um ambiente propício para a aprendizagem das quatro operações básicas da matemática (adição, subtração, multiplicação e divisão). Ao iniciar o ambiente do jogo, o próprio jogador ou algum funcionário, pode realizar o cadastro. Esse cadastro é necessário para que as informações (nível, pontuação, ativação/desativação do áudio e da música etc.) do jogador sejam armazenadas.

O jogador terá sua experiência baseada em informações sobre seu desempenho,

armazenadas em uma base de dados, sendo carregadas a medida em que o jogador utiliza o jogo. A Figura 1 apresenta uma visão geral do funcionamento do jogo.

Figura 1 – Visão geral do funcionamento do jogo



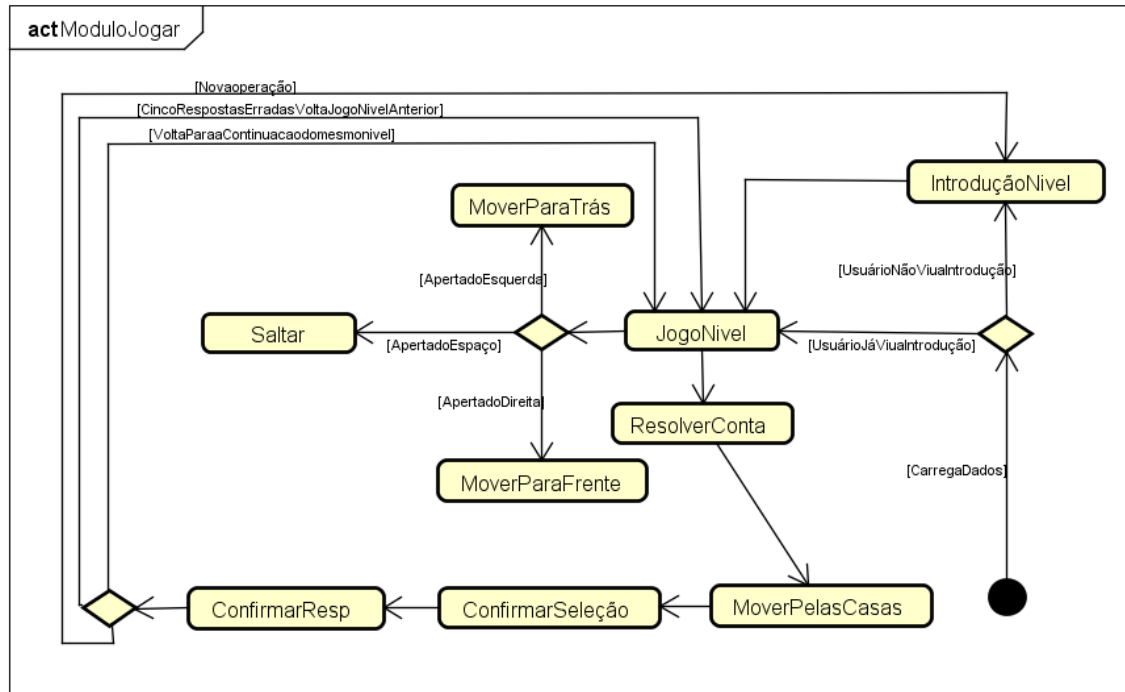
Fonte: Autoria própria

O detalhamento do ‘ModuloJogar’, ilustrado na Figura 1, é apresentado na Figura 2. Este detalhamento consiste em nove possíveis ações. O primeiro fluxo de controle do ‘ModuloJogar’ consiste em carregar os dados do jogador, presentes no banco de dados, e, a partir disso, verificar se o jogador já visualizou a introdução do nível a qual ele está inserido. Quando visualizado, o jogador é direcionado para a ação ‘JogoNivel’, onde o jogador pode exercer a movimentação pelo sistema, bem como responder as questões de matemática, referentes as quatro operações básicas.

A cada nova operação matemática que é inserida no contexto do jogo, é apresentada ao jogador uma introdução sobre a referente operação. A adaptabilidade do jogo ocorre a partir dos acertos e erros do jogador em cada operação, como também da sua escolha pela presença ou não de áudios e músicas, utilizando-se como base a hipermídia adaptativa (PRINCE;

DAVIS, 2008).

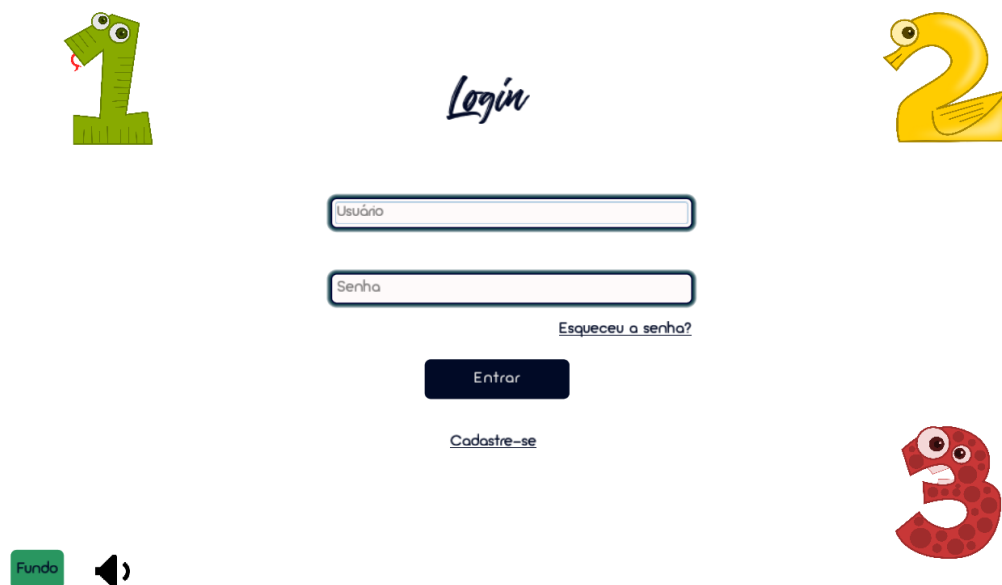
Figura 2 – Visão geral do ModuloJogar



Fonte: Autoria própria

O fluxo do jogo começa a partir da tela de *login*. A Figura 3 apresenta a tela inicial do jogo.

Figura 3 – Tela de *login*



Fonte: Autoria própria

Caso o jogador ainda não esteja cadastrado, ele deve selecionar a opção ‘Cadastre-se’, ilustrada na Figura 3. A Figura 4 apresenta a tela de cadastro.

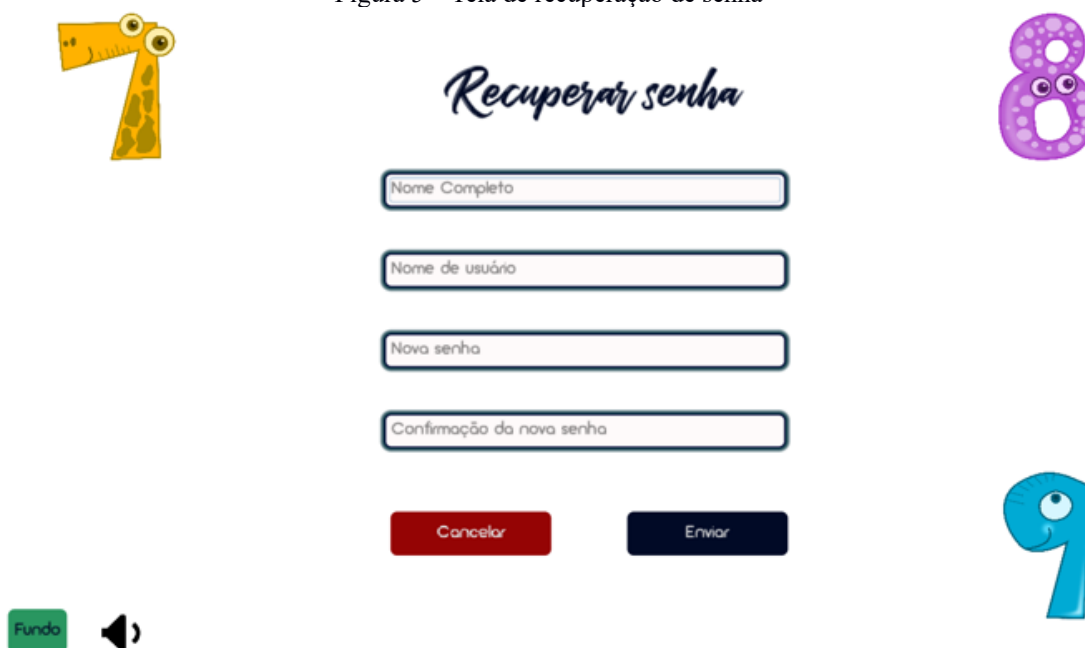
Figura 4 – Tela de cadastro

Fonte: Autoria própria

Conforme observado na Figura 4, a tela de cadastro é composta por informações básicas do usuário, isto é, nome completo, nome de usuário, senha e confirmação de senha. Também utiliza-se do *checkbox* ‘Funcionário de Instituição’ para verificar se o usuário ao qual irá se cadastrar é funcionário da instituição. Os funcionários da instituição são as pessoas que irão gerenciar o cadastro e jogo dos demais indivíduos dessa instituição. Caso algum campo fique vazio ou o nome de usuário já exista no sistema ou a senha e confirmação de senha não coincidam, o sistema emite uma mensagem reportando o erro.

Caso o usuário tenha esquecido sua senha, ele pode recuperá-la, selecionando a opção ‘Esqueceu a senha?’, ilustrada na Figura 3. A Figura 5 apresenta a tela de recuperação de senha.

Figura 5 – Tela de recuperação de senha



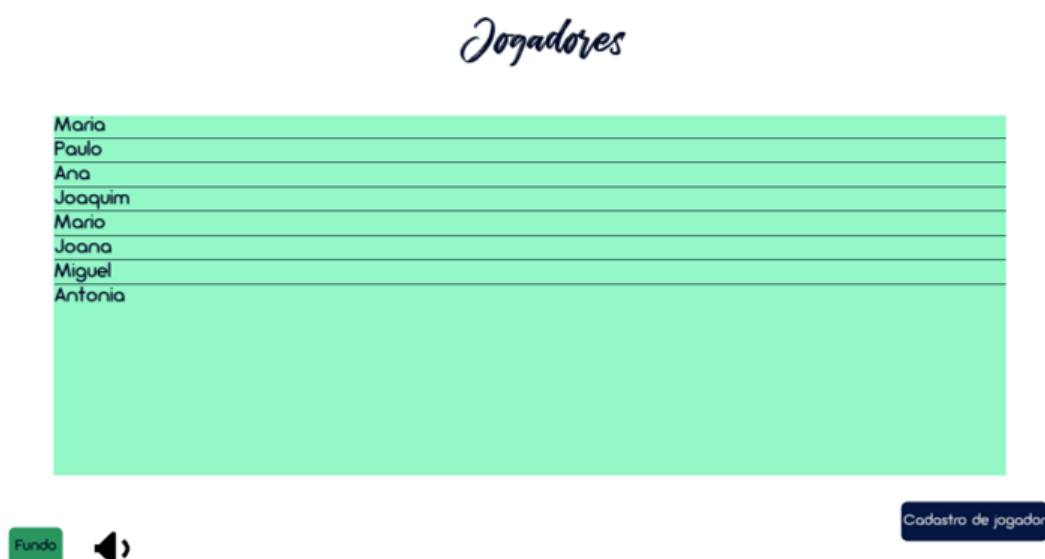
A tela de recuperação de senha apresenta o título "Recuperar senha" em uma fonte cursiva. Abaixo do título, há quatro campos de entrada para texto: "Nome Completo", "Nome de usuário", "Nova senha" e "Confirmação da nova senha". Na base da tela, existem dois botões: "Cancelar" em um retângulo vermelho e "Enviar" em um retângulo azul escuro. À esquerda da interface, há um ícone de uma tecla amarela com olhos e um botão verde rotulado "Fundo" com um ícone de alto-falante. À direita, há um número "8" roxo com olhos e um número "9" azul com olhos.

Fonte: Autoria própria

A recuperação da senha utiliza as informações de nome completo e nome de usuário. Como o nome de usuário é único, o sistema verifica se o nome completo informado está em conformidade com o informado no cadastro e, caso esteja, a alteração da senha é efetivada. Caso contrário o sistema emite uma mensagem reportando o erro.

A tela de listar usuário, ilustrada na Figura 6, é fornecida apenas para os funcionários da instituição. Nessa tela é apresentada uma lista clicável, com todos os jogadores cadastrados no sistema.

Figura 6 – Tela de listagem de jogadores



A tela de listagem de jogadores exibe o título "Jogadores" em uma fonte cursiva. Abaixo do título, há uma lista de nomes de jogadores em um fundo verde claro. Os nomes são: Maria, Paulo, Ana, Joaquim, Mario, Joana, Miguel e Antonia. Na base da tela, há um botão verde rotulado "Fundo" com um ícone de alto-falante e um botão azul rotulado "Cadastro de jogador".

Jogadores
Maria
Paulo
Ana
Joaquim
Mario
Joana
Miguel
Antonia

Fonte: Autoria própria

Caso deseje-se cadastrar um novo jogador a partir da tela de listagem de jogadores, ilustrada na Figura 6, deve-se pressionar o botão ‘Cadastro de jogador’. A Figura 7 apresenta a tela de cadastro de jogador.

Figura 7 – Tela de cadastro de jogador



Fonte: Autoria própria

Para cadastrar um jogador, é necessário informar apenas um nome de usuário que não seja cadastrado no sistema. Com isso, diminui-se o número de informações e também facilita o acesso aos diversos usuários.

Na primeira vez em que o jogador entrar no sistema, ele será transferido para a tela de introdução, ilustrada na Figura 8.

Figura 8 – Tela de introdução

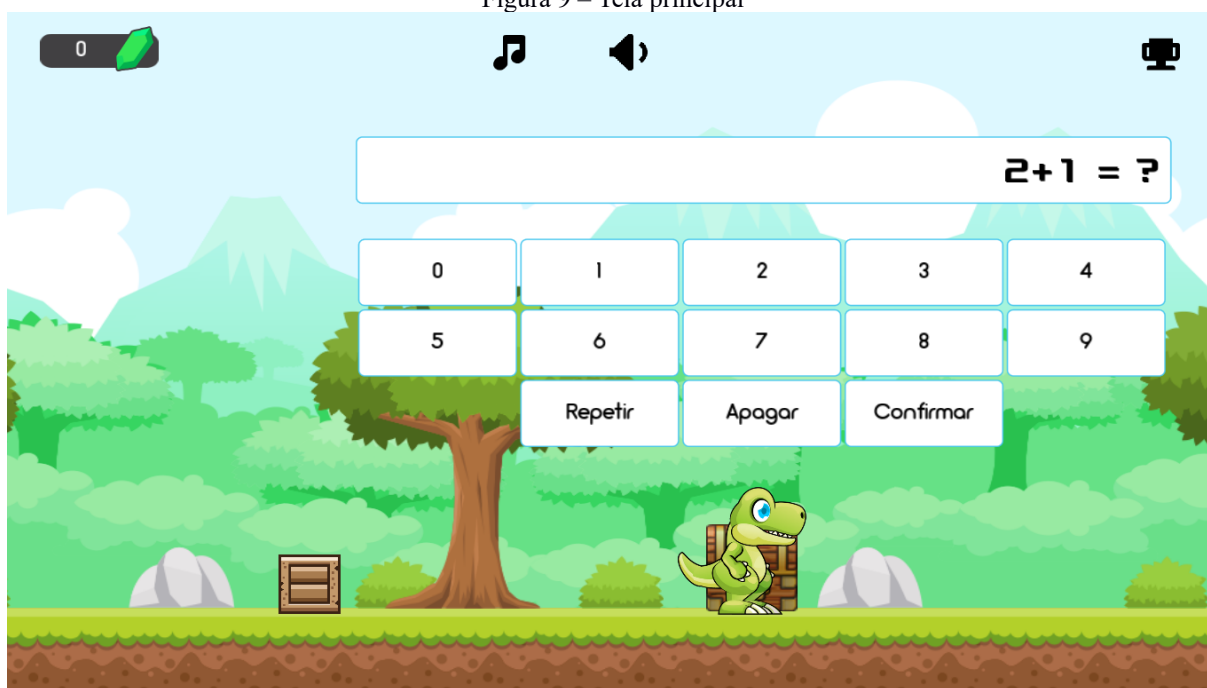


Fonte: Autoria própria

O jogo disponibiliza quatro possíveis introduções, uma para cada operação básica da matemática (adição, subtração, divisão e multiplicação). As introduções servem para nortear o indivíduo em relação às operações básicas da matemática, possibilitando assim as resoluções das perguntas que serão apresentadas nas fases do jogo.

Em seguida, o usuário será transferido para a tela principal, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Tela principal



Fonte: Autoria própria

Conforme observado na Figura 9, no canto superior esquerdo é apresentada a pontuação do indivíduo naquele exato momento. O usuário deve controlar os movimentos do guia Stan, isto é, deve direcioná-lo aos baús, onde encontram-se as perguntas. A ideia é que o usuário consiga abrir os baús, responder as perguntas e, caso as acerte, recolher os tesouros que estão dentro deles.

Existem quatro tipos de obstáculos: (i) caixa pequena e caixa grande, que são obstáculos estáticos e que visam apenas que o Stan salte-as; (ii) espeto, que também é um obstáculo estático e possui o mesmo objetivo das caixas, isto é, visa que o Stan salte-o, com a diferença que, caso o Stan não consiga saltá-lo, ele perderá um cristal; e, por fim, (iii) o cabeça de abóbora, que é um obstáculo que se move e cujo objetivo também é induzir o Stan a saltá-lo.

Por fim, o jogo também disponibiliza uma tela com o *ranking* dos jogadores. O *ranking* é apresentado de maneira decrescente, com todos os usuários que se encontram no banco de

dados. A colocação do indivíduo que está jogando é diferenciada das demais por meio de uma tonalidade exclusiva, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Tela de *ranking*



Colocação	Pontuação
1º	7
2º	6
3º	3
4º	1
5º	1
6º	1
7º	0
8º	0
9º	0
10º	0
11º	0
12º	0
13º	0
14º	0
15º	0
16º	-1

Fonte: Autoria própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho abordou a proposta de desenvolvimento de um jogo inclusivo para deficientes visuais. Nele, foram apresentados os conceitos de deficiência visual, jogos digitais, jogos sérios e jogos inclusivos, como também foram apresentadas as principais técnicas sonoras e de adaptabilidade. A busca pela inclusão digital das pessoas com deficiência visual tem sido um ponto positivo, visto que a incorporação dos jogos digitais cria um ambiente que favorece a aprendizagem.

As oficinas realizadas na APAE de Pau dos Ferros tiveram grande importância para o desenvolvimento do jogo, pois possibilitaram que os requisitos fossem especificados de tal forma a atender as necessidades de seus usuários finais, bem como características desejadas por eles.

O jogo proposto, denominado de StanMat, é um jogo adaptativo que visa proporcionar a cada indivíduo, seja ele deficiente visual ou não, uma interação única, criando um ambiente lúdico e favorável para que o indivíduo consiga aprender as quatro operações básicas da matemática.

Dessa forma, esses resultados respondem a questão central deste trabalho, cuja conclusão é:

- Sim, foi possível desenvolver um jogo sério capaz de contribuir com o ensino-aprendizagem de conceitos básicos da matemática e com a inclusão social de pessoas com deficiência visual.

Espera-se que o jogo proposto seja atrativo para todas as crianças, adolescentes e, se possível, para adultos, e não só para o público deficiente visual, já que um de seus objetivos é promover a inclusão social.

Como trabalhos futuros, pretende-se validar o jogo na APAE de Pau dos Ferros, com o objetivo de comprovar sua eficácia, bem como coletar o *feedback* dos participantes, visando aplicar melhorias, e, principalmente, atestar a conclusão da questão central deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASTAH. **Astah**. 2019. Disponível em: <<http://astah.net/download>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BERNARDO, C. G. et al. Multimodality by Electronic Games as Assistive Technology for Visual Disabilities. In: **International Conference on Technology and Innovation in Sports, Health and Wellbeing** (TISHW), 1., 2016, Vila Real. IEEE, 2016.

BRASIL. Constituição (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília.

BRASIL. Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Brasília.

COWAN, B.; KAPRALOS, B. GPU-based acoustical occlusion modeling for virtual environments and games. In: **IEEE International Games Innovation Conference (IGIC)**, 3., 2013. IEEE, 2014.

CULLEN, B. et al. Sound and stereoscopic 3D: Examining the effects of sound on depth perception in stereoscopic 3D. In: **International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)**, 7., 2016, Calcídica. IEEE, 2016.

EL-GHOULI, L.; KHOUKHI, F. Contributions of serious games on adaptive learning systems. In: **International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA)**, 11., 2016, Mohammedia. IEEE, 2016.

FERREIRA, A. R. **Exergames e saúde mental: uma pesquisa-intervenção em um CAPS da cidade de Maceió**. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió - AL, 2018.

FERREIRA, F.; CAVACO, S. Mathematics for all: a Game-Based Learning Environment for Visually Impaired Students. In: **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings**, 18., 2014, Madri. IEEE, 2014.

GALVÃO, E. F. C.; GALVÃO, J. B. Pesquisa Intervenção e Análise Institucional: alguns apontamentos no âmbito da pesquisa qualitativa. In: GUIMARES, J. L. C., SILVA, R. E. (2017). **Revista Ciências da Sociedade**. Pará, p. 54 - 67.

GIL, M. Deficiência visual. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.

GIMP. **Gimp gnu image manipulation program**. 2019. Disponível em: <<https://www.gimp.org/>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

GODOT DOCS. **Godot Docs-3.0 branch**. 2018. Disponível em: <<https://docs.godotengine.org/en/3.0/>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

KYRILLOS, M. H. M. **O Deficiente Visual: Considerações acerca da Prática da Educação Física Escolar na Educação Inclusiva**. Monografia do Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” em Educação Inclusiva, 2005.

LOPES, R. et al. **Authoring Adaptive Game World Generation (2017)**. In: TOGELIUS, J. **IEEE Transactions on Games**. p. 42 – 55.

MACÊDO, R. S. et al. **Blinds, Education and Mathematics: objeto de aprendizagem sobre as operações básicas da matemática com o uso dos recursos de síntese e reconhecimento de voz**. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) 2017, 6., 2017, Recife. **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, Sobrau: Anais do SBIE, 2017. p. 445 - 455

MARSHALL, J. B. et al. **Serious 3D Gaming Research for the Vision Impaired**. In: **International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)**, 17., 2015, Boston. IEEE, 2015. p. 468 - 471.

MATSUO, M.; MIURA, T. **ShadowRine: Accessible Game for Blind Users, and Accessible Action RPG for Visually Impaired Gamers**. In: **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics**, 2016, Budapest. SMC 2016, 2016, 2826 - 2827.

MEHRA, R. et al. **WAVE: Interactive Wave-based Sound Propagation for Virtual Environments (2015)**. In: FLORIANI, L. D. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, p. 434 – 442.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Censo Escolar da Educação Básica 2017**. 2017. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/caderno_de_instrucoes/caderno_de_instrucoes_censo_escolar_2017_v.2.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Dados do censo escolar indicam aumento de matrículas de alunos com deficiência**. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/educacao-e-ciencia/2015/03/dados-do-censo-escolar-indicam-aumento-de-matriculas-de-alunos-com-deficiencia>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

MONSALVE, E. S. **Uma abordagem para transparência pedagógica usando**

aprendizagem baseada em jogos. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ. 2014.

MONTE, W. S. **Oficinando com jovens:** análise de processos de atenção na experiência com jogos digitais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró - RN, 2014.

MORATORI, P. C. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?** Trabalho de conclusão da disciplina de Introdução a Informática na Educação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2003.

OLIVEIRA, P. A. et al. Virtual Stage: an Immersive Musical Game for People with Visual Impairment. In: **Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment**, 14., 2015, Piauí. p. 135-141

PAULON, S. M., ROMAGNOLI, R. C. Pesquisa-intervenção e cartografia: melindres e meandros metodológicos. In: ABBAD, G. (2010). **Estudo pesquisa em psicologia**. p. 85 -102.

PRINCE, R.; DAVIS, H.C. The Scope of Adaptive Digital Games for Education. In: **IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning**, 2., 2008, Banff. IEEE, 2008.

DOSVOX. **Projeto Dosvox**. 2018. Disponível em : <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

RODRIGUES, A. R. **Desenvolvimento de um jogo adaptativo para crianças e jovens autistas.** Monografia (Bacharel em Ciência da computação). Graduação em Bacharel em Ciência da computação , Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró - RN, 2016.

SANTANA, K. C. et al. Blinds, Basic Education: jogo digital inclusivo para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem das pessoas com deficiência visual. In: **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)**. Recife, 2017.

SARMENTO, C. V. S.; SANTOS, E. V. O.; SARMENTO, C. F. S. Jogos matemáticos no processo de ensino e aprendizagem de alunos deficientes visuais. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, n. 000105, 2017. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/jogos-matematicos-no-processo-de-ensino-e-aprendizagem-de-alunos-deficientes-visuais>>. Acesso em: 09 nov. 2018.

SILVA, L. F. **Geometria e cegos** - Um jogo computacional no processo de aprendizagem de trigonometria. Monografia (Tecnologias da Informação Aplicadas à Educação). Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Tecnologias da Informação Aplicadas à Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2009.

SOBRAL, F. et al. A Utilização de Role Playing Games Digitais como Ferramenta Complementar no Processo de Aprendizagem de Crianças Deficientes Visuais. In: **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)**. Recife, 2017.

SONG, D. et al. Toward designing mobile games for visually challenged children. In: **International Conference on e-Education, Entertainment and e-Management**, 15., 2011, Mali. IEEE, 2011. p. 234 - 238

SOUZA, H. T. **MiniMatecaVox**: aplicativo de ensino matemático para crianças deficientes visuais em fase de alfabetização. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas - SP, 2014.

SOYSA, L. et al. Enhancing learning for Visually Impaired with technology: MATHVIS. In: **International Conference on Technology for Education**, 4., 2010, Mumbai. p. 228 – 229.
SQLITE. **What is SQLite?**. 2019. Disponível em: <<https://www.sqlite.org/index.html>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

SQLITE. **What is SQLite?**. 2019. Disponível em<<https://www.sqlite.org/index.html>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. In: HELAL, S. (2005). **Computer**, p. 25- 32.