

## Acessibilidade em jogos para dispositivos móveis

### Ampliando as possibilidades do jogo “Desafio do Carteiro”

Mateus Belli    Adriana Gomes Alves  
LDI – Laboratório de Design de Interação  
UNIVALI - Universidade do Vale do Itajaí  
Itajaí, Brasil  
mateusbelli@edu.univali.br, adriana.alves@univali.br

**Resumo-** Aborda-se nesse artigo a pesquisa em tecnologias assistivas digitais, notadamente jogos digitais acessíveis para dispositivos móveis. O objetivo é realizar o redesign de interação e a reimplementação do jogo digital educativo “Desafio do Carteiro” – desenvolvido originalmente para interação com o Microsoft Kinect. A metodologia exploratória de caráter aplicado, se pauta numa pesquisa interdisciplinar que envolve as áreas de design de interação e de desenvolvimento de produtos de software. Como resultado disponibilizou-se uma nova versão do jogo de forma mais acessível e apresentam-se contribuições para as pesquisas na área de tecnologias assistivas digitais.

**Palavras-chaves-** Tecnologias assistivas; jogos acessíveis; design de interação.

**Abstract-** This paper presents research on digital assistive technologies, notably accessible digital games to mobile devices. The aim is to perform the redesign of interaction and reimplement of the digital educational game "Postman's Challenge" - originally developed for interaction with Microsoft Kinect. The applied exploratory methodology is based on interdisciplinary research that involves the areas of interaction design and software product development. As a result, a new version of the game was created with more accessibility and contributions to the researches in the area of digital assistive technologies are presented.

**Keywords-** Assistive technologies; accessible games; interaction design.

#### I. INTRODUÇÃO

Estima-se que cerca de um bilhão de pessoas ao redor do mundo apresentam alguma deficiência, sendo esta a maior minoria do mundo [1]. Só no Brasil, Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 23,9% da população brasileira apresentam algum tipo de deficiência, podendo ser visual, auditiva, motora, mental ou intelectual [2]. Esse número equivale a 45,6 milhões de deficientes no Brasil [3]. Mesmo em vista de tais dados, a grande maioria dos jogos digitais apresentam poucos, ou nenhum, recursos pensados para deficientes.

Mesmo a área de jogos digitais sendo ampla e desenvolvida, o investimento em jogos acessíveis é pequeno devido ao pouco retorno financeiro para as empresas. Desenvolver um jogo acessível não é uma tarefa trivial já que, em sua maioria, os jogos apresentam apelo visual, sonoro e requerem ampla coordenação motora junto com uma alta carga cognitiva [4].

Acessibilidade é definida como uma extensão de um produto, ambiente ou sistema que elimina barreiras e permite o uso igual dos componentes e serviços para uma diversa população de indivíduos [5].

Acessibilidade digital tem como conceito fazer com que um aplicativo ou um site, com todos os seus dados e suas funções, esteja disponível para todos os usuários, não importando o como eles interagem com este ou quais dificuldades o usuário pode apresentar. Diferentemente de sites e aplicativos, jogos digitais representam um ambiente dinâmico com uma usabilidade diferenciada, fazendo com que fique ainda mais difícil a implementação e soluções genéricas de acessibilidade, então, soluções customizadas são necessárias [2].

Nessa perspectiva, pesquisas na área de jogos digitais acessíveis vêm sendo desenvolvidas, envolvendo uma equipe interdisciplinar que inclui pesquisadores e acadêmicos das áreas e computação, educação e design de jogos. As pesquisas visam a promover a inclusão escolar de crianças com deficiências nas redes municipais de ensino da região. Dentre os produtos desenvolvidos, o jogo digital “Desafio do Carteiro” [6], promove a aprendizagem de conceitos e a acessibilidade por meio da interação natural utilizando o Microsoft Kinect.

O jogo “Desafio do Carteiro” foi submetido a avaliação, a qual foi realizada em duas escolas das redes de ensino de Itajaí e Balneário Camboriú – Santa Catarina. As avaliações revelaram o seu potencial pedagógico e acessível. Inúmeras habilidades podem ser desenvolvidas com as crianças, como atenção, memória e raciocínio [4]. Entretanto, os testes nas escolas revelaram alguns problemas que dificultam o uso efetivo do jogo, dentre eles destacam-se o custo alto de aquisição dos equipamentos, muitas vezes proibitivos para algumas escolas, a dificuldade em adquirir os equipamentos, já que o Microsoft Kinect foi descontinuado, e o espaço físico necessário para jogar, que restringe a aplicações com grupos, ocasionando filas de espera.

Os problemas revelados motivaram a pesquisa para a adaptação do jogo “Desafio do Carteiro” para dispositivos móveis, os quais têm se tornado populares e com custos reduzidos. Outro ponto positivo do redesign é de que os celulares não exigem um espaço físico específico para seu uso. Entretanto, considerando a natureza do jogo, que deve ser acessível para os alunos com deficiência, compreendeu-se a necessidade de investigar a acessibilidade em jogos para dispositivos móveis.

Este artigo apresenta os resultados desta pesquisa, que visou o redesign e reimplementação do jogo “Desafio do Carteiro”, com objetivo de ampliar as possibilidades de uso

das tecnologias como recurso pedagógico, promovendo a inclusão escolar de crianças com deficiências. Desta forma, na seção II é descrita a metodologia da pesquisa, na seção III é apresentado o jogo digital “Desafio do Carteiro” – objeto de estudo da pesquisa; na seção IV os conceitos que fundamentam a pesquisa, na seção V o redesign do jogo para a plataforma mobile, considerando os aspectos de acessibilidade e; por fim, na seção VI as considerações finais dessa pesquisa.

## II. METODOLOGIA

A pesquisa de caráter exploratório, visa compreender os conceitos e recomendações de acessibilidade em jogos digitais, notadamente em dispositivos de interface tátil. Para tanto, pautou-se nos estudos dos referenciais teóricos e trabalhos correlatos na área de acessibilidade em jogos para dispositivos móveis. Considerando o caráter aplicado da pesquisa, o estudo prezou pelo desenvolvimento de um jogo digital educativo, numa abordagem de inclusão escolar de estudantes com deficiência. A metodologia da pesquisa consiste em quatro etapas, e seus principais produtos, que podem ser observados na Fig. 1 e descritos a seguir.

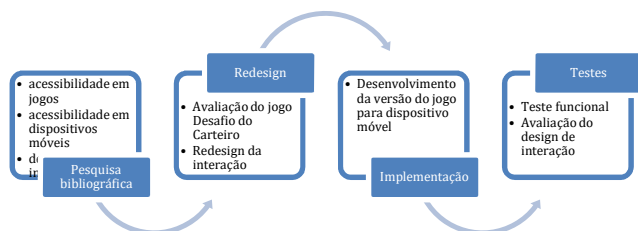


Figura 1. Metodologia e produtos do projeto

A primeira etapa refere-se a pesquisa bibliográfica e o levantamento das recomendações de acessibilidade para jogos digitais, especialmente para dispositivos móveis e os conceitos e técnicas de design de interação. Nesta etapa foram consultados livros, teses e dissertações na área, bem como sites de organizações que trabalham com definições de usabilidade e acessibilidade, como o W3C [7]. O resultado foi a compilação das informações e o material teórico necessário para a segunda etapa do projeto.

A segunda etapa consistiu em analisar o jogo “Desafio do Carteiro” e definir um novo design de interação para o mesmo, com vistas a utilizá-lo em dispositivos móveis (telas táteis).

A terceira etapa abrangeu a implementação da nova versão do jogo digital, adotando os critérios de acessibilidade estudados e o novo design de interação.

A quarta etapa da pesquisa consistirá na avaliação do jogo desenvolvido, visando validar as recomendações de acessibilidade, bem como identificar e descrever outras possíveis recomendações. Desta forma serão realizados testes com professores e alunos.

## III. JOGO “DESAFIO DO CARTEIRO”

O jogo “Desafio do Carteiro” é uma aventura interativa em que o jogador é colocado no papel de um carteiro que deve entregar suas cartas e encomendas. E, para isso, o jogador passa por vários cenários como escola, lanchonete, corpo de bombeiros e parque. Esse jogo tem como objetivo auxiliar no desenvolvimento de habilidades cognitivas e

motoras do jogador, como a memória, raciocínio lógico, noção espacial e coordenação [4].

O jogo foi desenvolvido na abordagem do design universal, com o intuito de promover a inclusão de todos estudantes, independentemente de suas deficiências. O design universal refere-se ao conceito de projetar os produtos de forma a serem utilizados pelo maior número de pessoas possível, independentemente de suas características físicas, idade, e condições sociais. Caracteriza-se por não necessitar de adaptações ou design especializado, ou seja, as pessoas utilizam o mesmo produto ou construção [7].

Os controles do jogo não são feitos a partir de um controle comum, mas a partir de poses realizadas pelo jogador, que são capturadas pelo Microsoft Kinect e traduzidas pelo jogo como um movimento. Dessa forma o jogo vem com o intuito de oferecer uma experiência interativa, por meio de interfaces naturais entre o jogador e o ambiente do jogo [9]. Cada pose representa uma ação do jogo. Como o jogo procura simplificar ao máximo as funções do jogador, existem apenas quatro poses: cima, baixo, selecionar e pause. Dois exemplos dessas poses são mostrados na Fig. 2: pause e para cima.

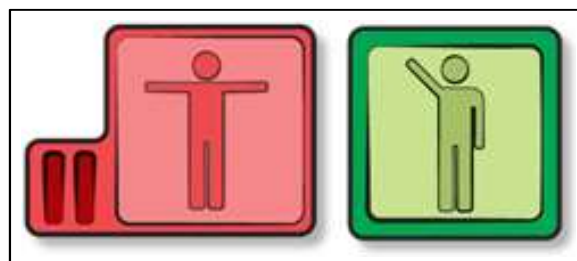


Figura 2. Exemplo de poses do jogo

No momento em que o jogador realiza uma pose válida, o Kinect a identifica e passa o comando relacionado para o jogo, que traduz a pose em uma ação (como o pressionar de um botão em um jogo qualquer), fazendo com que o personagem realize um movimento, no jogo, correspondente a pose.

No jogo existem dois modelos de fases. A primeira fase, apresentada na Fig. 3, tem como objetivo ensinar conceitos de classificação. Ela pede para o usuário distinguir entre elementos bons e ruins, ou seja, que podem lhe fazer bem ou mal, encontrados em parques. Para isso, um objeto aleatório aparece na tela, por exemplo: hambúrguer ou garrafa de água os quais o jogador poderia se alimentar, portanto bons, ou uma poça d'água ou garrafa quebrada, com os quais poderia se machucar, portanto, ruins. O jogador tem que dar o comando de pegar quando ele julgar que esse objeto é bom, e deixa-lo passar caso contrário. Quando um objeto ruim for pego ou quando deixar passar um bom, o usuário perderá vida e quando um objeto bom for pego, irá recuperar vida. A fase se completa quando o jogador pegar o objeto carta (que é circulado na Fig. 3 e mostrado na Fig. 4) ou quando a sua vida chegar em zero. Se o jogador perder toda a sua vida o jogo termina e volta para a seleção de fases.



Figura 3. Fase da praça na versão Kinect

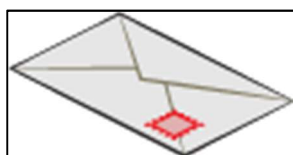


Figura 4. Carta

No canto inferior esquerdo da Fig. 3 é apresentado o comando (pose) que o jogador tem que fazer para pegar o objeto. Quando o jogador realizar essa pose, o personagem se move automaticamente até a posição do objeto e o pega. No canto superior esquerdo é mostrada a barra de vida e de pontos. Quanto mais objetos corretos o jogador pegar, maior a quantidade de pontos que ele irá ganhar. Esta interação visa simplificar a ação do jogador, não exigindo uma coordenação motora avançada para deslocar o personagem no cenário.

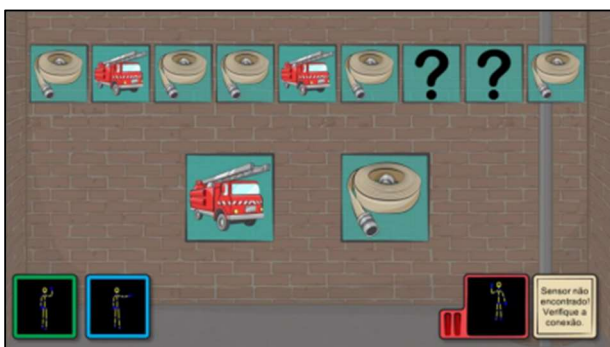


Figura 5. Fase de sequenciação na versão Kinect

A segunda fase, apresentada na Fig. 5, é ativada quando o jogador coleta uma carta, na primeira fase. Esta se baseia em completar uma sequência, ensinando conceitos de lógica e sequenciação. É dada uma sequência incompleta de imagens e o jogador deve completá-la com as imagens fornecidas pelo jogo. O jogador realiza uma pose para passar entre as peças (pose circulada de azul) e outra para selecionar a peça e à colocar sequência (pose circulada em verde). Caso o jogador erre a sequência, uma tela de fim de jogo é apresentada, dando a opção de recomeçar a fase, ou voltar para o menu principal. O cenário da fase e seus objetos remetem a um local da cidade, no exemplo, o corpo de bombeiros. Esse tem por intenção que o jogador pense acerca do local onde deverá ser entregue a carta encontrada. Ao completar o desafio, uma animação da carta sendo

entregue no destino é apresentada ao jogador, e o jogo dá prosseguimento com novos desafios.

Na Fig. 6 é apresentado o fluxograma simplificado da sequência do jogo. Como é possível observar, o jogo entra em repetição entre a praça e o desafio. Essa repetição foi feita de maneira proposital para que seja possível fixar da melhor maneira possível os conteúdos de cada fase. Em cada jogo, esse ciclo se repete três vezes, uma para cada desafio: bombeiro, escola e lanchonete. A fase da praça é sempre a mesma, aumentando a dificuldade e o tempo que a carta demora para aparecer.

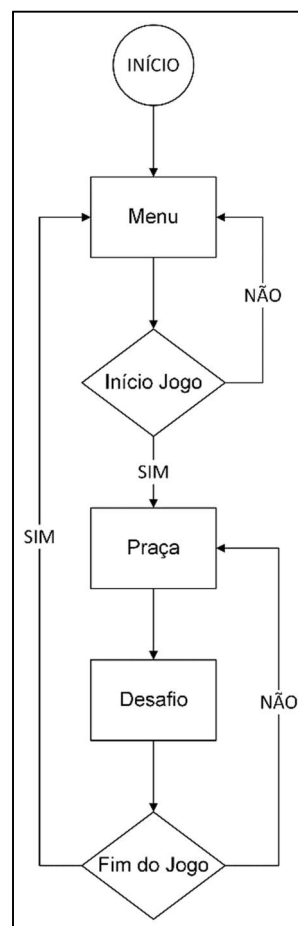


Figura 6. Fluxograma simplificado do funcionamento do jogo

IV. ACESSIBILIDADE EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

A ISO 9999:2007 [10] define tecnologia assistiva como sendo qualquer produto (incluindo recursos, equipamentos, instrumentos, tecnologia e software) especialmente produzido ou geralmente disponível para prevenir, compensar, monitorizar, aliviar ou neutralizar deficiências, limitações na atividade e restrições na participação. É utilizada para definir recursos e serviços que contribuam para mobilidade, aprendizagem, comunicação e ampliação das habilidades funcionais, os quais viabilizam a inclusão de pessoas com deficiências ou necessidades especiais e consequente promoção de vida independente [9] [11].

O projeto “Desenvolvimento de Soluções em Interação para Jogos Digitais Acessíveis” teve como objetivo criar e desenvolver novas tecnologias assistivas, mais precisamente, a criação de jogos digitais educacionais acessíveis usando as interfaces naturais, que geralmente não

são tão convencionais (i.e. Microsoft Kinect) [4]. Um dos produtos criados com esse projeto foi o jogo “Desafio do Carteiro”. Tendo uma temática urbana, tem como objetivo resolver problemas para promover o aprendizado de habilidades como memória, raciocínio lógico, noção espacial e coordenação motora [13]. O jogo pode ser adotado em diversas disciplinas, como matemática, língua portuguesa, geografia, história e educação física. Sua proposta não se limita às crianças com deficiência e sua inclusão, mas propõe atividades que podem ser usufruídas por todas as crianças em processo de alfabetização.

A tradução dos comandos usados inicialmente, na versão de Kinect, para os novos, desenvolvidos para telas táteis, teve que ser feito de maneira que não alterasse o cerne do jogo, porém, lhe imprimisse nas novas mecânicas presentes nas interfaces táteis que não eram possíveis por causa da característica presente no Kinect.

As telas táteis, ou touch, são telas sensíveis ao toque, cuja interação se dá por meio de ações dinâmicas dos dedos sobre a superfície da tela. Esta interação permite possibilidades diferentes de interagir com o conteúdo digital, quando comparadas a teclado, mouse e ao Kinect. Porém, assim como esses últimos, a interação necessita ser adequada para atender uma gama de usuários com deficiências, sejam estas visuais, auditivas, motoras ou cognitivas. Araújo et al [13], por exemplo, avaliam diversos jogos para dispositivos móveis cuja interação se dá principalmente através do áudio, e a acessibilidade é voltada a deficientes visuais.

Implementar acessibilidade em jogos móveis envolve uma série de questões mais específicas. Deve-se considerar que os dispositivos móveis disponibilizam mais liberdade para que o jogo seja jogado em qualquer lugar, mas essas características implicam em mais limitações nas interações com jogadores com deficiências [13].

Ao pensar na possibilidade do desenvolvimento do jogo “Desafio do Carteiro” para dispositivos móveis, é fundamental adequar o design de interação do usuário para telas táteis e observar recomendações de acessibilidade para esta plataforma. O design de interação “significa criar experiências de usuário que melhorem e ampliem a maneira como as pessoas trabalham, se comunicam e interagem” [14]. Para tanto, requer um processo que envolve o estabelecimento dos requisitos de interação, criar as alternativas de design, prototipar e avaliar.

A W3C (World Wide Web Consortium) define diretrizes para serem aplicadas a aplicativos de dispositivos móveis. O consórcio divide a acessibilidade para dispositivos móveis em: percepção, operabilidade, entendimento e robustez. Com relação a percepção do que está sendo mostrado, a quantidade de informação na tela deve ser pequena, e a informação importante para cada fase deve aparecer em tamanho grande. O tamanho grande da informação também se encaixa na operabilidade, já que essas devem ser grandes e espaçadas umas das outras para que a interação com elas seja facilitada. Outro ponto é que gestos devem ser simples e fáceis de realizar. Movimentos como o *swipe* (arrastar o dedo, na tela, de uma parte a outra sem tirar o dedo) pode ser uma mecânica comum, mas para pessoas com deficiências físicas ou cognitivas, realizar esse movimento ininterruptamente pode ser desgastante e difícil. Para o melhor entendimento da interface, componentes com funções semelhantes devem apresentar os mesmos símbolos

e objetos de interação precisam ser destacados. E para a robustez, os textos presentes no aplicativo devem ser grandes e o uso de teclado virtual evitado [15].

Araújo et al [13] destacam o uso de diretrizes recomendadas na literatura, como a “Accessibility in Games” da IGDA - Internacional Game Developers Association e a “A Practical Guide to Game Accessibility (Includification)” da The AbleGames Foundation para estabelecer critérios de acessibilidade aos jogos digitais. Entre as recomendações podem-se citar o uso de textos alternativos para fornecer informações a conteúdo não textual, adaptabilidade para adequar a interfaces móveis, facilidade de configuração para permitir o ajuste e simplificação dos controles, dentre outras.

Moura [16] definiu um conjunto de diretrizes para jogos em dispositivos móveis, que visam apoiar o desenvolvimento e avaliação de jogos acessíveis para estes equipamentos. As diretrizes baseiam-se em quatro princípios propostos pelo W3C, a saber: perceptível, operável, compreensível e robusto. Para cada princípio são apresentadas diversas diretrizes as quais por sua vez dividem-se em recomendações para o desenvolvimento do jogo.

Sena et al. [2] desenvolvem um trabalho focado em deficientes visuais, apresentando as principais características que um jogo deve ter para abranger a maior parte dos problemas. No trabalho, são citadas recomendações com relação ao tamanho, estilo e a cor dos textos presentes no jogo, inserção de modo de alto contraste e, principalmente, a utilização de texto falado, para guiar os jogadores. Segundo os autores, existem muitos programas que fazem essa função de texto para fala para os usuários da internet, mas essa tecnologia ainda não entrou no mundo dos jogos [2]. A utilização dessa técnica é essencial, pois não ajuda apenas as pessoas que tem dificuldade na visão, mas pessoas que são completamente cegas, sendo uma solução muito abrangente.

Balaji e Kuppusamy [17] realizam um estudo de caso em aplicativos de celular governamentais presentes na Índia. Utilizando como base o W3C, o estudo identificou vários erros presentes nas aplicações, e sugeriu modificações para que pessoas com deficiência consigam utilizar os aplicativos com mínimas barreiras. Esta pesquisa se assemelha a esta aqui apresentada, visto que busca identificar problemas no design dos aplicativos e dar sugestões para alterações, entretanto, nossa pesquisa vai além, reimplementado o jogo a partir de seu redesign.

Estas pesquisas visam a especificação de orientações para a produção de jogos digitais acessíveis, oferecendo aos designers e desenvolvedores importantes recomendações para a criação de jogos que possam ser utilizados por pessoas com deficiências. No projeto de redesign do jogo “Desafio do Carteiro”, busca-se o aprofundamento desses conceitos, o planejamento e aplicação de processos e técnicas de design de interação com vistas a alcançar os objetivos propostos para a pesquisa.

## V. REDESIGN DO JOGO

O redesign do jogo foi realizado com base nos conceitos estudados nas seções anteriores e seguindo as orientações dos trabalhos relacionados.

O principal ponto no redesign do jogo foi adaptá-lo de forma em que todos os usuários pudessem jogar. Pensar no

design universal torna o projeto complexo, pois o jogo deve ser adequado às diferentes habilidades dos usuários, independentemente de sua deficiência. Assim, não deve oferecer comandos muito complexos que dificultem os usuários com deficiência e ao mesmo tempo não se tornar simples demais para outros jogadores.

A complexidade dos comandos do jogo e o retorno que o jogo dá ao jogador foram os principais pontos do redesign. Como a versão inicial do jogo foi feita para Kinect, como se pode observar nas Fig. 3 e Fig. 5 as poses possíveis de serem realizadas nos cantos inferiores da tela, os controles tiveram que ser completamente repensados para a nova versão. Os novos comandos não poderiam ser muito complexos, já que eles teriam que abranger o máximo de usuários possíveis, e a resposta do jogo para o usuário tem que ser clara e simples.

Primeiramente foram encontrados os problemas do jogo original, e posteriormente, feito o redesign das fases. O redesign do jogo foi dividido em duas etapas, sendo a primeira a adaptação dos controles e dos menus que são presentes em todas as fases (menus de pausa e menu inicial) e posteriormente a adaptação das fases separadamente, alterando as mecânicas específicas de cada fase.

#### A. Problemas encontrados

Além de realizar o redesign do jogo para telas táteis foi feita uma análise do jogo, com base na literatura, para encontrar problemas de acessibilidade e outras melhorias que o jogo poderia sofrer. Muitos dos problemas encontrados nos trabalhos correlatos, como menus pequenos e falta de um guia para o aplicativo, também foram identificados no jogo, e este trabalho procurou adequar.

O primeiro ponto na análise refere-se ao tamanho da tela e a distribuição dos objetos no cenário. Como o jogo original foi concebido para ser jogado no Microsoft Kinect, ele foi desenvolvido pensando em telas de televisores ou projetores. Ao passar para celulares, que apresentam uma tela reduzida em comparação a esses aparelhos, foi necessário garantir que todos os elementos de gameplay se mantivessem visíveis para os usuários e não se misturassem com o cenário.

Um segundo problema identificado foi a inexistência de um retorno sonoro para os jogadores, tampouco uma narração sobre o que deve ser feito. Assim, jogadores que apresentem problemas visuais ou de percepção não conseguem ter conhecimento da situação de seu jogo.

Outro problema encontrado foi a inexistência de tutoriais que explicassem as fases para os usuários. A fase abre e não é explicado como se jogar, em nenhum momento, e em nenhum menu, a maneira de como joga-las.

Com os problemas encontrados é possível realizar o redesign do jogo de maneira a procurar encaixá-lo dentro do *design* universal e aplicar os conceitos de acessibilidade.

#### B. Redesign das mecânicas gerais

Um ponto muito importante para o desenvolvimento do projeto, seguindo o design universal, foi idealizar como a jogabilidade de cada fase é transmitida ao jogador. Como foi elencado em [18], uma explicação sucinta dificulta a interpretação dos usuários. Para jogadores com deficiência intelectual ou dislexia, por exemplo, uma explicação de simples entendimento e bem detalhada é essencial para a compreensão, uma vez que entender o que se deve fazer é, muitas vezes, o maior problema para essas pessoas. A

mensagem deve ser clara e mostrada de uma maneira em que tanto deficientes visuais quanto os deficientes auditivos consigam entender o que tem que ser feito. Então, foram criados tutoriais que são mostrados ao jogador tanto na forma de texto como na forma de áudio, com frases diretas e explicativas, passando os comandos ao jogador e falando em que cada fase consiste.

Para cada botão do menu, foi adicionado um áudio que tem como objetivo passar a função do botão para o jogador. Com o botão de áudio, os jogadores com deficiência visual podem se localizar de maneira mais intuitiva. Entretanto, pessoas completamente cegas não conseguem utilizar do jogo de maneira autônoma, já que não conseguem localizar os botões. Durante o tempo de desenvolvimento, não foi possível inserir comandos de voz no jogo. Essa seria a maneira ideal de permitir que pessoas cegas consigam usufruir do jogo.

Em todas as fases também é encontrado o botão de pausa, apresentado na Fig. 7. Nesse botão, além da opção de parar o tempo do jogo, encontra-se a opção de acesso aos tutoriais criados em cada fase.

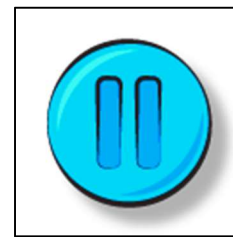


Figura 7. Botão de pausa

#### C. Redesign das mecânicas de fase

As mecânicas específicas de cada fase foram alteradas para se adequar as telas táteis, porém mantendo-se as funcionalidades do jogo. O redesign da fase da praça (Fig. 3) consistiu em definir como o usuário iria selecionar o objeto no mapa e como o jogo retorna as informações para o jogador.

Para o usuário interagir com o jogo, na fase da praça, e selecionar os objetos que ele decide pegar, deve-se tocar na região ao redor do objeto. Quando essa região é tocada, o personagem vai em direção ao objeto e o pega. Foi a solução lógica que reduzia a complexidade e mantinha a fase fiel ao jogo original. Sempre que um objeto novo aparece na tela, é narrado qual é o objeto. Para as interações de certo e errado, o jogo emite um sinal sonoro. Um sinal diferente é emitido quando a fase é concluída ou fracassada, para a diferenciação. Dessa maneira, pessoas com baixa visão podem jogar de forma satisfatória. Juntamente com a narração, o objeto aparece em destaque na tela para facilitar a visualização.

Um problema enfrentado nessa fase foi adequar o jogo para pessoas cegas. Ainda persistem as dificuldades para este público-alvo, uma vez que o jogo é visual e fica difícil para o cego selecionar o objeto, ainda que o áudio lhe diga o que é. Uma solução que se sugere é utilizar comando de voz, entretanto esta não foi implementada nesta versão do jogo.

A Fig. 8 mostra a fase da praça depois das modificações realizadas. É possível observar o botão de pausa na parte inferior direita da tela. Outro aspecto é a remoção dos



comandos do Kinect, deixando a tela mais limpa, e permitindo que o usuário se concentre mais no jogo e menos na interface.

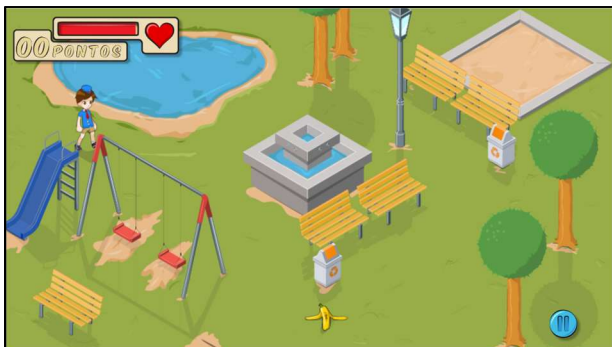


Figura 8. Fase 1 refeita para interfaces táteis

Já para a segunda fase (Fig. 9), os problemas encontrados foram passar para o jogador a sequência que deve ser realizada, os objetos que ele pode selecionar para completar a sequência, o objetivo da fase e a troca dos controles do Kinect para a tela de toque. Ao contrário da fase anterior, essa fase tem mais informações a serem passadas para o usuário, esse retorno deve ser feito de maneira a ser menos intrusiva possível, para não atrapalhar o raciocínio e nem fique repetitivo.

Primeiramente, com relação a jogabilidade, as poses foram substituídas por tocar no objeto que completa a sequência. Uma das opções cogitadas para ser utilizada nessa fase foi o uso da mecânica de arrastar o objeto (*swipe*) para a posição da sequência que o jogador desejaria. Entretanto, utilizar essa mecânica dificultaria a interação para alguns jogadores com deficiências motoras ou cognitivas, mesmo que esses utilizassem *mouthstick* (cabo que um lado é colocado na boca e o outro lado pode ser usado em interfaces sensíveis ao toque). O *swipe* pode ser uma mecânica aparentemente simples, mas se torna muito complexa para pessoas com deficiências físicas. O ato de manter a tela sendo pressionada é complicado para pessoas com fraqueza na mão ou com tremedeiras, por exemplo. Dessa forma, para manter a interação mais simples, o jogador deve apenas tocar no objeto para este ser adicionado à sequência.

Para auxiliar no reconhecimento da sequência dos itens, foi criado um botão que narra a sequência, baseando-se em [18]-[20]. Os botões selecionáveis receberam o mesmo tratamento dos objetos da sequência principal. Aos espaços, na sequência principal, que ainda não tinham sido preenchidos com algum objeto, foi dada a fala “faltando”. Assim, o jogador pode saber quais elementos ainda não foram colocados e quantos faltam. Novamente a implementação de comandos de voz seria ideal para as pessoas cegas. A Fig. 9 apresenta a tela do jogo refeita, apresentando o desafio da lanchonete. A Fig. 10 destaca o botão de narração do jogo.

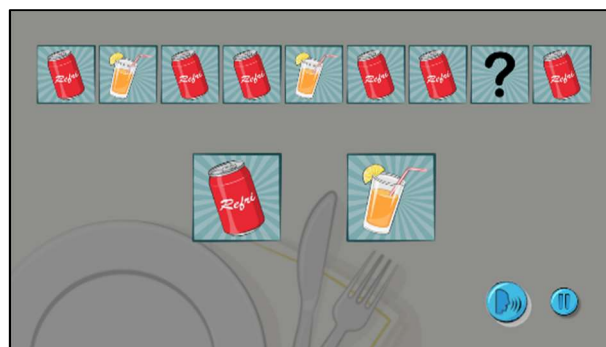


Figura 9. Fase 2 refeita para interfaces táteis



Figura 10. Botão de narração do jogo

O jogo foi submetido a avaliação em uma feira cultural na Universidade do Vale do Itajaí. Durante a avaliação, qualquer pessoa poderia jogar, sendo ela deficiente ou não. A idade dos jogadores variou de 5 a 65 anos.

A avaliação teve um resultado positivo, com os jogadores facilmente entendendo a mecânica e conseguindo jogar. A próxima etapa de avaliação será com estudantes com diferentes deficiências, para avaliar as decisões de design adotadas no projeto.

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou identificar e solucionar problemas de acessibilidade em jogos digitais voltados para o *design* universal, objetivando criar um ambiente assistivo de maneira em que a maior parte dos jogadores pudessem interagir de forma autônoma, independentemente de suas deficiências. Para isso, buscaram-se recomendações na literatura, com foco em trabalhos relacionados com o desenvolvimento e análise de aplicativos para celulares. Foram utilizadas as recomendações da W3C como principal fonte para aplicar as novas mecânicas do jogo.

Persistem ainda os desafios em atender tão ampla gama de usuários, em especial aqueles com deficiência visual (cegueira total), pois esses necessitam que o jogo seja completamente narrado e possuam controle por voz, conforme recomenda [13]. Para os outros tipos de deficiências, seguindo os estudos feitos em [13], e aplicando as teorias estudadas por [13], [18] e [20], foi possível a criação de um jogo que se encaixe com grande parte das principais deficiências presentes hoje.

Apesar de tratar-se de um estudo de caso dirigido ao jogo “Desafio do carteiro”, acredita-se que as soluções e desafios aqui apresentados possam contribuir para o desenvolvimento de jogos digitais acessíveis, facilitando o acesso a um público-alvo diversificado e ampliando as possibilidades de acesso aos meios culturais de pessoas com deficiências, em especial no contexto escolar.

Como trabalhos futuros a este são pautados o desenvolvimento de mecânicas de jogo próprias para pessoas com cegueira, já que este trabalho conseguiu apenas redefinir as mecânicas para jogadores com baixa visão, o desenvolvimento de um ambiente para pessoas daltônicas, a criação de vídeos explicativos como tutorial de fase e a criação de novas fases.

Como produto dessa pesquisa, o jogo pode ser encontrado para baixar para celulares Android na Play Store, para versões Android 4.4 ou superiores.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de bolsas do Art. 170 da Constituição do Estado de Santa Catarina pelo financiamento da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- [1] F. Khan, B. Amartya, B. Avirmed, Y. K. YI, B. Shirmen, N. Tsegmid, G. Abbott e M. P. Galea, “World health organization global disability action plan: the mongolian perspective,” *Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 50, pp. 358-366, 2018.
- [2] M. C. Sena, P. R. H. d. O. Bastos, H. R. Marques e G. Silva, “Reflexões sobre o direito à educação da pessoa com deficiência,” *Multitemas*, vol. 23, nº 55, pp. 213-227, set./dez. 2018.
- [3] L. N. Leal e C. Thomé, “Brasil tem 45,6 milhões de deficientes,” *Estadão*, 29 Julho 2012. [Online]. Available: <https://www.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-tem-45-6-milhoes-de-deficientes,893424>. [Acesso em 2017 Abril 01].
- [4] A. G. Alves, K. D. P. Cathcart e M. A. S. d. Santos, “Projeto de um jogo digital educativo acessível: um trabalho interdisciplinar na criação do jogo “Desafio do carteiro”,” *Computer on the Beach*, p. 11, Maio 2017.
- [5] R. J. Kettler, S. N. Elliott, P. A. Beddow e A. Kur, “Accessible Instruction and Testing Today,” em *Handbook of Accessible Instruction and Testing Practices*, Cham, Springer International Publishing, 2018, pp. 1-16.
- [6] A. E. F. Schmidt, A. G. Alves e R. C. L. Hostins, *Desenvolvimento de soluções em interação para jogos digitais acessíveis*, Itajaí: UNIVALI, 2013.
- [7] W3C, “Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and Other W3C/WAI Guidelines Apply to Mobile,” 26 Fevereiro 2015. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/mobile-accessibility-mapping/>. [Acesso em 26 Junho 26].
- [8] Centre for Excellence in Universal Design, “What is Universal Design,” 2014. [Online]. Available: <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/>. [Acesso em 05 2019 2019].
- [9] G. G. d. Rosa, L. C. Perussolo, A. G. Alves e A. E. F. Schmidt, “Técnicas de desenvolvimento de jogos digitais: Jogo “O desafio do carteiro”,” *Simpósio de Informática - SIRC*, pp. 62-66, Setembro 2015.
- [10] International Organization for Standardization, “Assistive products for person with disability - Classification and terminology,” ISO, Vernier, 2007.
- [11] International Organization for Standardization, “Assistive products for person with disability - Classification and terminology,” ISO, Vernier, 2016.
- [12] J. Cook e S. Hussey, *Assistive Technologies: Principles and Practices*, Mosby: Year Book, 1995.
- [13] A. G. Alves, K. D. P. Cathcart e M. A. S. d. Santos, “Jogo digital acessível ‘Desafio do Carteiro’: possibilidades de elaboração conceitual em diferentes áreas do conhecimento,” em *Currículo, Inclusão e Educação Escolar*, Braga, 2017.
- [14] M. C. C. e. a. Araújo, “Um Estudo das Recomendações de Acessibilidade para Audiogames Móveis,” *SBGames*, pp. 610-617, Novembro 2015.
- [15] Y. Rogers, H. Sharp e J. Preece, *Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador*, John Wiley & Sons Ltd, 2013.
- [16] E. J. R. Moura, “Diretrizes de Acessibilidade para Jogos em Dispositivos Móveis, M. S. Thesis,” *Alegrete*, 2015.
- [17] V. Balaji e K. S. Kuppasamy, “Accessibility Analysis of e-governance Oriented Mobile Applications,” *International Conference on Accessibility to Digital World*, p. 4, 16-18 Dezembro 2016.
- [18] A. G. Alves, R. C. L. Hostins, M. A. Santos, B. C. Frisoni, M. Cipriani, P. Bianchini e G. F. Moreira, “Jogos digitais inclusivos: “Com o Dino todos podem jogar”,” *Computer on the Beach*, pp. 204-213, 2014.
- [19] Accessible Tech, “Are touch screens accessible,” *Accessible Tech*, [Online]. Available: [http://accessibletech.org/access\\_articles/products/touchScreens.php](http://accessibletech.org/access_articles/products/touchScreens.php). [Acesso em 2017 julho 3].
- [20] E. F. Torres, A. A. Mazzoni e J. B. d. M. Alves, “A acessibilidade à informação no espaço digital,” *Ciência da Informação*, vol. 31, nº 3, pp. 83-91, 2002.
- [21] UNRIC, “Alguns Factos e Números sobre as Pessoas com Deficiência,” UNRIC, [Online]. Available: <https://www.unric.org/pt/pessoas-com-deficiencia/5459>. [Acesso em 2017 Abril 01].