

Acessibilidade e Tecnologias Assistivas: a proposta de um controlador de jogos digitais para pessoas com paralisia cerebral

Ariadna Thalia da Silva Oliveira
Centro de Ciência e Tecnologia
Universidade Federal de Campina Grande, Design
Campina Grande, Brasil
ariadna.thalia.s.oliveira@gmail.com

Daniel Leite Costa
Centro de Ensino Superior e Desenvolvimento
UniFacisa, Jogos Digitais
Campina Grande, Brasil
daniel.leite.costa@gmail.com

Resumo — Este artigo descreve o processo de Design de um controlador de jogos digitais com foco em acessibilidade para pessoas com paralisia cerebral. Foi utilizada a metodologia de projeto de Lobach [1], com algumas adaptações, de acordo com as necessidades específicas do projeto. Também foram realizadas pesquisas de campo, de mercado, de cor e forma, além de análises ergonômicas. Ferramentas da metodologia visual também foram necessárias durante o processo criativo, para, por fim, chegar a um produto que atende às necessidades do público-alvo.

Palavras-chave — Tecnologia Assistiva, paralisia cerebral, jogos digitais, acessibilidade

I. INTRODUÇÃO

Existem no Brasil mais de 13 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência motora [2]. A deficiência motora corresponde a uma disfunção, de carácter congénito ou adquirido, que afeta a motricidade dos indivíduos. A Paralisia Cerebral (PC), causa mais comum de deficiência física grave na infância, afeta cerca de duas crianças a cada 1.000 nascidos vivos em todo o mundo [3]. No Brasil, os dados estimam cerca de 30 a 40 mil novos casos por ano [4].

Além das dificuldades para acessar e explorar o ambiente a sua volta devido às limitações motoras e aos possíveis distúrbios sensoriais, perceptivos, cognitivos, de comunicação e comportamentais, a criança com paralisia cerebral ainda enfrenta problemas para participar do meio social, resultando em baixa autoestima e isolamento do indivíduo. Sabe-se que é durante os estágios iniciais de desenvolvimento da criança com paralisia cerebral, que habilidades fundamentais são desenvolvidas. Assim, é crucial dar às crianças uma oportunidade de interagir com o ambiente a sua volta para um desenvolvimento integral.

É reconhecido que a Tecnologia Assistiva (TA) pode melhorar a acessibilidade e as capacidades funcionais limitadas pela paralisia; concretamente, a interação entre o indivíduo e o computador é considerado uma maneira interessante de capacitá-lo [5]. Uma das áreas onde surgem muitas inovações é a dos jogos digitais, e muitos *games* já são utilizados como ferramentas de ensino eficientes, que com dinamismo e ludicidade, prendem a atenção das crianças e estimulam habilidades cognitivas. O *Nintendo® Wii* (NW) tem sido utilizado como terapia complementar de reabilitação em pessoas com paralisia cerebral do tipo diparesia espástica,

e pode ser útil para potencializar a função motora grosseira em crianças com comprometimento moderado e equilíbrio em pessoas com disfunção leve [6]. Entretanto, o ato de jogar ainda se torna difícil, ou até impossível, para indivíduos com paralisia cerebral, já que, em decorrência dos problemas motores, utilizar controles, *joypads* (dispositivo controlador para jogos digitais), botões e manches é uma tarefa complexa e cansativa.

Os jogos digitais podem melhorar as relações sociais da criança com paralisia, além de promover diversão, aprendizado e qualidade de vida para esses indivíduos. No entanto, em diversas plataformas, o controle para jogos é necessário para possibilitar a interação com o jogo digital; e esses dispositivos, em sua grande maioria, não são projetados para indivíduos que possuem limitações físicas das mais diversas naturezas. Algumas iniciativas para ampliar a acessibilidade dos controles de jogos digitais já foram desenvolvidas, trazendo soluções que visam facilitar o acesso da pessoa com deficiência ao computador, como mouses e teclados adaptados, mas as poucas alternativas disponíveis no Brasil ainda não são ideais para jogar ou são complexas de utilizar.

Diante desses fatos, o presente artigo tem como objetivo apresentar o processo de design e desenvolvimento de um controle de jogos digitais para computadores com foco em acessibilidade, que possibilite a interação das pessoas com paralisia cerebral com o meio digital, bem como melhorar a autonomia e consequentemente a autoestima desses indivíduos. O produto foi desenvolvido com base em pesquisas e entrevistas para identificação das limitações motoras dessas pessoas, de comparações e análises de outros controles já existentes e de observações sobre as dificuldades e desconfortos das pessoas durante o uso desses produtos.

II. A PARALISIA CEREBRAL

De acordo com o Ministério da Saúde [7], a paralisia cerebral consiste em um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento do movimento e da postura causados por um distúrbio não progressivo que ocorre durante o desenvolvimento do feto ou da criança nos seus primeiros anos de vida, podendo contribuir ou causar limitações no perfil de funcionalidade da pessoa.

A desordem motora na paralisia cerebral pode ser acompanhada por distúrbios sensoriais, perceptivos,

cognitivos, de comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários [8]. Em alguns casos, esses distúrbios não existem, e a desordem motora pode ser minimizada com a utilização de Tecnologia Assistiva adequada à pessoa com paralisia cerebral.

As pessoas com paralisia cerebral podem ser classificadas de acordo com a característica clínica mais dominante, a saber: espástico, discinético e atáxico [9]. A paralisia cerebral espástica caracteriza-se pela presença de tônus muscular elevado. A discinética se caracteriza por movimentos atípicos e involuntários, sendo ocasionada por uma lesão do sistema extrapiramidal (rede neural localizado na medula espinhal). Já a paralisia atáxica se caracteriza por uma sensação de desequilíbrio e falta de percepção de profundidade, e é ocasionada por uma disfunção no cerebelo [9].

Indivíduos com paralisia cerebral possuem dificuldade em executar tarefas que envolvem tanto a coordenação motora grossa quanto a fina, sendo a fina ainda mais complexa de ser executada, pois necessita de pequenos músculos desenvolvidos: músculos da mão, da palma e dos dedos. Essas habilidades determinam como são realizados movimentos específicos e controlados: escrever, usar uma chave, pressionar um botão, entre outros, o que pode limitar uma série de tarefas cotidianas.

Além disso, ao não conseguirem desempenhar atividades simples, como utilizar um controlador para jogos, as crianças com paralisia cerebral podem adquirir problemas psicológicos, em decorrência do sentimento de exclusão. Assim, é de extrema importância que estas crianças tenham oportunidades de explorar o ambiente que as cercam e objetos/brinquedos que possibilitem o desenvolvimento dessas habilidades de forma lúdica e prazerosa.

Tecnologias Assistivas são recursos e serviços que visam promover a autonomia da pessoa com deficiência, minimizando os problemas e as dificuldades decorrentes dessa condição de saúde. Tais tecnologias são parte integrante do cuidado à pessoa com paralisia cerebral [7]. De acordo com a definição do Comitê Brasileiro de Tecnologia Assistiva, instituído pela Secretaria Especial dos Direitos Humanos, a TA consiste em uma área do conhecimento que reúne produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam promover a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência, incapacidades físicas ou mobilidade reduzida, [10].

As grandes inovações nos jogos digitais, focadas na Tecnologia Assistiva, tem auxiliado na reabilitação e aprendizagem de crianças com diversas deficiências motoras. “As tecnologias digitais (TDs) têm impulsionado mudanças e transformações significativas, vinculadas aos processos de ensinar e de aprender, fazendo surgir novas teorias que ampliam a compreensão, até então existente, sobre como se dá a aprendizagem. (...) A tecnologia de *games* pode auxiliar significativamente, despertando o interesse, a curiosidade, propiciando o desenvolvimento dos conhecimentos, de habilidades e de competências de forma instigante e prazerosa” [11].

III. CONTROLADORES PARA JOGOS DIGITAIS

Os jogos digitais, principalmente aqueles com foco educacional, podem ajudar na construção da inteligência de forma natural e divertida. Grassi [12] afirma que “jogar faz parte da vida do homem e tem como função propiciar à assimilação da realidade, expressão do pensamento, a facilitação do desenvolvimento e da aprendizagem, a elaboração de sentimentos, e a criação de teorias”. No entanto, as interfaces convencionais de computadores e jogos digitais, e.g., mouses, teclados ou *joypads*, são difíceis de controlar por pessoas com deficiências cognitivas e físicas, diminuindo assim as oportunidades de acesso ao computador e aos jogos digitais para esses indivíduos [5].

Um controlador de jogo é um dispositivo de entrada, ou periférico utilizado para controlar um jogo digital. O termo *joystick* (manípulo eletrônico) também é bastante difundido e transformou-se em um sinônimo para controladores de jogos digitais, embora não seja adequado para a maior parte dos controles encontrados no mercado. Outro termo de uso comum é *gamepad*, também conhecido como *joypad*, um tipo de controlador de jogo para videogames segurado com as duas mãos, sendo uma implementação de um *joystick* em controles com botões. Ao longo dos anos, os controladores se tornaram mais ergonômicos, eliminando as quinas vivas a fim de trazer mais conforto para o usuário; o analógico e outros botões também foram adicionados, daí o surgimento do *joypad*, para facilitar a jogabilidade e ampliar as possibilidades entrada de dados no jogo digital.

Neste sentido, a popularização do *joypad* se deu por aspectos como conforto, variabilidade de entradas (e.g. botões, gatilhos e alavancas), ergonomia e precisão no processo de *gameplay*. O *joypad* geralmente possui um conjunto de botões de ação acionados com a mão direita e um direcional comandado pelo polegar esquerdo, portanto não pode ser utilizado com facilidade por pessoas com deficiências motoras [13]. Por ser o tipo de controle mais utilizado em consoles e também no computador, ele será o mais abordado nas pesquisas para o desenvolvimento deste projeto.

Os botões mais utilizados no *joypad* são aqueles responsáveis pela movimentação e pelas ações do jogador, porém os botões de movimentação em seta diminuem a precisão do usuário em alguns jogos. Os botões superiores (gatilhos) dificultam o uso por pessoas com paralisia cerebral, devido à rigidez muscular que dificulta a abertura das mãos, e também pela falta de coordenação muscular, que por vezes impede o usuário de pressionar os botões com um único dedo.

O controle é a interface que integra o jogador ao mundo virtual do jogo digital. Servindo, assim, como uma extensão do corpo, possibilitando uma experiência mais fluida e ações mais naturais. Porém, se o desenho do controle é inadequado ou até mesmo causar dores, toda a experiência do jogador será prejudicada. Para uma pessoa com deficiência isso é ainda mais delicado. A fim de entender melhor as dificuldades durante o uso deste produto, inicialmente foram selecionados 3 dos *joypads* mais populares no mercado, a saber: (I) *Playstation 2*; (II) *XBOX* e (III) *Playstation IV*. Uma síntese das características dos controles está apresentada no Quadro I.

QUADRO I. ANÁLISE DOS CONTROLES



	Playstation 2	Xbox	Playstation 4
Dimensões	230 x 150 x 28 mm	154 X 105 X 61,3 mm	162 x 98 x 52 mm
Peso	170 g	277g	210g
Botões	4 botões direcionais, 4 botões de ação, 2 analógicos, 2 gatilhos, 2 botões superiores, 1 botão Start, 1 botão Select e 1 Botão de ativação dos analógicos.	Botão direcional, 4 botões de ação, 2 analógicos, 2 gatilhos, 2 botões superiores, botão Start, botão Back e botão Home.	Botão OPTIONS, botão PS, botão SHARE, 2 botões analógicos, botão do Touchpad, 4 botões de ação, 4 botões direcionais, 2 gatilhos e 2 botões superiores.
Cores	Preto	Preto e branco	Preto
Formas básicas	Retângulos, Círculos e esferas.	Retângulos, Círculos e esferas.	Retângulos, Círculos e esferas
Pontos positivos	Leve, boa pega.	Boa pega, disposição dos botões é confortável para jogar. Conexão com fones de ouvido.	Touchpad de 2 pontos, sensor de movimentos e alto-falante mono integrado. Botões de fácil clique.
Pontos negativos	Controle frágil, botões direcionais são rígidos.	Pilhas	Bateria do joypad dura pouco.

Fonte: Elaborada pelos Autores

Após essa primeira etapa de avaliação, foi necessário realizar uma análise de pegas e manejos dos controles, para posteriormente verificar se uma pessoa com paralisia cerebral também executa a ação da mesma forma que um indivíduo que não possui nenhuma limitação. Observou-se que a pega e o manejo não apresenta grande variação de um controle para o outro, apenas a localização dos botões e a área de contato dos dedos muda. A Fig. 1 apresenta uma representação/síntese da análise.

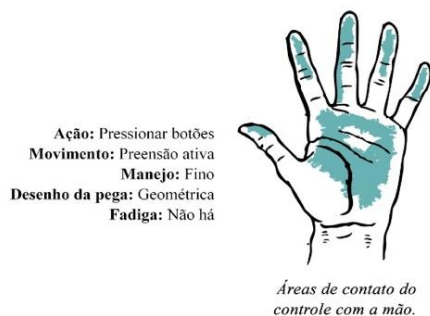


Fig. 1. Pegas e Manejos dos Controles Populares. Fonte: Elaborada pelos Autores.

A partir da análise dos controles, pode-se observar que a pega e disposição dos botões são fundamentais para uma jogabilidade adequada, principalmente depois de várias horas jogando. Todos os *joy pads* analisados possuem uma boa pega e distribuição dos botões, com destaque para o controle de XBOX, que apresentou um conjunto ergonômico mais confortável.

A cor da carenagem é sempre neutra, para não dificultar a visualização dos botões coloridos, nem incomodar o usuário após muito tempo utilizando o periférico. Os controles são curvos, suas pegas são cilíndricas e arredondadas, e o corpo é modelado para encaixar confortavelmente na mão. Os botões são agrupados por função e as suas formas e grafismos também ajudam a diferenciar suas funções.

Após as análises dos controles, 4 crianças com paralisia cerebral foram convidadas a manusear os 3 *joy pads* da forma que acharam mais confortável, e interagir com o jogo *Animaniacs*, lançado em 1993 para a plataforma *Super Nintendo*, durante 10 (dez) minutos. O teste possibilitou identificar as necessidades das crianças e definir melhor suas limitações para o escopo do projeto. A escolha do jogo utilizado na pesquisa se deu pela simplicidade dos comandos necessários para jogar, precisando apenas de dois botões de ação e do direcional de movimentação para progredir no *game*, além da estética agradável para o público infantil e pela liberdade de movimentação dentro do jogo. A partir do teste, observou-se que todas as crianças possuem limitações mais acentuadas em um dos braços, e devido a rigidez muscular acabaram utilizando esse membro com pouca ou nenhuma frequência durante o jogo, por esse motivo a maioria delas jogaram com apenas uma das mãos. Mesmo não sendo uma tarefa cansativa, todos optaram por apoiar o controle em alguma superfície, pois não conseguiram jogar e segurar o controle ao mesmo tempo. Também foi observado que, para pressionar botões próximos a lateral do corpo onde as limitações são mais acentuadas, utilizaram a pega de contato com a mão aberta, já que não conseguiam alcançar o botão da forma convencional com a preensão ativa. Notou-se no decorrer do teste, que o desempenho no jogo independe da idade da criança, mas sim da quantidade de estímulo que ela recebeu nos seus primeiros anos de vida. As crianças que frequentaram a fisioterapia mais cedo e por mais tempo sentiram mais facilidade ao jogar.

Observou-se também que, devido às limitações causadas pela paralisia cerebral, jogos que exigem uma habilidade motora superior dificultam ainda mais a utilização do *joy pad*. Por isso, o desenvolvimento do produto será focado para jogos que não necessitam de reflexos muito rápidos e utilizam uma quantidade menor de botões e ações em sua *gameplay*. O Quadro II e a Fig. 2 apresentam os dados coletados durante as observações analíticas.

QUADRO II. USABILIDADE DOS PRODUTOS POR CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

	Observações	Dificuldade durante o jogo
Usuário 1 (9 anos de idade)	Maior limitação no braço esquerdo, possui experiência com jogos digitais e já utilizou um <i>joy pad</i> (XBOX). Preferência pelo XBOX.	Média

Usuário 2 (15 anos de idade)	Maior limitação no braço direito, possui experiência com jogos digitais e já utilizou um <i>joypad</i> . preferência pelo PS2 (pega mais confortável).	Muito baixa
Usuário 3 (7 anos de idade)	Maior limitação no braço esquerdo, possui experiência com jogos digitais e já utilizou um <i>joypad</i> (XBOX e Wii), preferência pelo XBOX.	Baixa
Usuário 4 (12 anos de idade)	Limitação em ambos os braços (especialmente no direito), não possui experiência com jogos digitais, desempenho melhor com o PS2 (controle mais leve).	Alta

Fonte: Elaborada pelos Autores.



Fig. 2. Usabilidade por Crianças com Paralisia Cerebral. Fonte: Elaborada pelos Autores.

IV. SOLUÇÕES COM FOCO NA TECNOLOGIA ASSISTIVA

No mercado já existem algumas soluções, nem todas específicas para jogos digitais, mas que visam viabilizar e facilitar o acesso de pessoas com paralisia cerebral e outras deficiências motoras ao computador.

A. Controle Adaptativo para Xbox

A *Microsoft* desenvolveu um controle adaptativo para XBOX (ver Fig. 3), com seu design focado em acessibilidade e em atender às necessidades da comunidade *gamer* com deficiência. Ele conta com uma estrutura grande, lisa, que pode ser acomodada no colo do jogador ou sobre alguma superfície, apoiando-se em quatro pés emborrachados. Os botões utilizados requerem menos força, menor precisão e contam com uma superfície maior. Na parte traseira, há encaixes compatíveis para outros botões sobressalentes, que podem ser posicionados em outros locais e acionados com a cabeça, boca ou outras partes do corpo.

O controle desenvolvido pela *Microsoft* busca viabilizar o ato de jogar para o máximo de pessoas possíveis, porém, devido a sua grande abrangência, o dispositivo se torna complexo de instalar e programar, além de possuir um alto preço no mercado, principalmente para a realidade brasileira.



Fig. 3. Controle Adaptativo para XBOX. Fonte: Microsoft (2020).

B. TiX - Teclado Inteligente Multifuncional

O TiX (ver Fig. 4) é um teclado que visa proporcionar autonomia para pessoas com qualquer limitação motora que desejam utilizar um computador. De acordo com o manual de instruções do produto, o TiX apresenta nove teclas combinatórias para a digitação, um botão para repetir a última ação e o botão de deletar. Cada tecla é sensível ao toque e tem um ícone e uma cor diferente.



Fig. 4. Teclado TiX. Fonte: TiX.Life (2020).

C. Acionadores de Pressão

Botões que são acionados com uma pequena pressão da mão, pé ou qualquer outra parte do corpo, ativando a função designada no computador. Os acionadores (ver Fig. 5) devem ser programados para executar ações específicas, são conectados com plugue padrão P2 (para conexão com mouses acessíveis) e possuem três furos na base para fixação em suportes.



Fig. 5. Acionadores de Pressão. Fonte: clik.com.br (2020).

D. Big Ball - Mouse Estacionário de Esfera

O Big Ball (ver Fig. 6) é um mouse óptico que apresenta cinco teclas coloridas em baixo relevo: clique, trava do clique, duplo-clique, trava de rolagento (*scroll*) e tecla direita.

Possui uma esfera azul com 7 cm de diâmetro, para maior conforto e precisão nos movimentos e LEDs indicativos de clique, duplo clique, trava do clique e trava de rolagento (*scroll*). Permite a conexão de dois acionadores externos para executar em paralelo as funções das teclas esquerda e direita do mouse convencional.



Fig. 6. Big Ball. Fonte: clik.com.br (2020).

E. Bigtrack Trackball - Mouse Estacionário de Esfera

O Bigtrack (ver Fig. 7) é um mouse especial com esfera de 7 cm de diâmetro, que possibilita o movimento do cursor na tela exigindo menor necessidade de controle motor fino por parte do usuário.

Possui 2 botões grandes com funções equivalentes às teclas esquerda e direita do mouse convencional. Também permite a conexão de dois acionadores externos para executar em paralelo as funções dos botões azuis (teclas esquerda e direita do mouse convencional).



Fig. 7. BigTrack Trackball. Fonte: clik.com.br (2020).

F. Orbitrack - Mouse por Toque

Diferente de outros dispositivos apontadores, o Orbitrack (ver Fig. 8) não necessita dos movimentos das mãos e dos pulsos, mas apenas do toque de um dedo. Através do anel de controle, sensível ao toque, permite que o usuário controle a velocidade e a direção do cursor com precisão.

Além disso, o Orbitrack possui quatro níveis de velocidade do cursor e permite armazenar os ajustes pessoais para que o computador carregue sempre que for reiniciado.



Fig. 8. Orbitrack. Fonte: clik.com.br (2020).

V. ANÁLISE DAS DOS PRODUTOS

A fim de entender melhor quais os pontos negativos e positivos dos produtos apresentados, uma análise sincrônica foi elaborada, comparando aspectos físicos do produto, funcionalidade, inovação e adequação ao usuário.

Após a análise, constatou-se que acionadores de pressão são ótimas soluções para posicionar botões de formas diferentes, de acordo com as necessidades do usuário. A opção de personalização dos botões de acordo com os gostos pessoais do usuário também é uma solução interessante.

O feedback sonoro, visual ou tátil são importantes para que o usuário tenha certeza que uma ação foi executada, e botões grandes e sensíveis diminuem o esforço necessário para jogar. Além disso, as cores e formas podem auxiliar na diferenciação das funções dos botões, principalmente para pessoas com a visão afetada pela paralisia cerebral.

VI. PARÂMETROS ERGONÔMICOS

A fim de desenvolver o projeto de modo adequado, aspectos técnicos sobre os produtos analisados precisam ser considerados. Dentre estes aspectos, pode-se pontuar: a organização e dimensionamento dos botões e manches, dimensionamento mínimo e máximo do produto, rebaixos, relevos, inclinações, elementos visuais e sonoros que podem ser implementados no produto.

A. Dimensões do Controle

Para definir as dimensões do controlador a ser desenvolvido, observou-se as dimensões dos controles convencionais e as soluções com foco em Tecnologia Assistiva. De acordo com as análises, os controles convencionais têm no mínimo 15 cm de comprimento, 10 cm de altura e 1,5 cm de largura, portanto, o produto projetado não deve ser menor que esta dimensão. Já nas soluções com foco em TA, após observar as análises, concluiu-se que o produto não deve possuir mais que 26 cm de comprimento, 26 cm de altura e 3 cm de largura, para garantir que o controle não seja muito robusto, pesado e de difícil transporte e manuseio.

B. Botões

O botão é uma ótima solução para diversos tipos de ativações, pois ele requer pouca força para ser ativado e, dependendo das suas dimensões e sensibilidade, permite que o usuário o ative sem necessariamente usar os dedos.

Para definir as características dos botões para o controlador que será desenvolvido, os resultados da análise sincrônica dos produtos com foco na Tecnologia Assistiva foram somados a estudos sobre posicionamento e agrupamento de elementos. “Para cada situação, há um controle mais adequado. E, entre os controles do mesmo tipo, há variações de tamanhos, resistência, textura e outras características que podem influir no seu desempenho” [14].

Todos os controladores de jogos existentes no mercado são projetados para que crianças e adultos consigam jogar de forma confortável. O controle desenvolvido também deve atender usuários de diversas idades, além de permitir que uma pessoa com paralisia cerebral jogue confortavelmente.

Para isso, os botões devem possuir uma área de contato suficiente para que o usuário os pressione com 1 ou mais dedos, ou até com a mão fechada, já que a paralisia cerebral enrijece os músculos, e em alguns casos, dificulta o abrir e fechar da mão. A expansão da área de contato dos botões também é importante devido a falta de coordenação muscular e a dificuldade com movimentos precisos, que pode ocasionar em erros durante o jogo, ao pressionar outros botões acidentalmente.

Em estudos realizados pela Dra. Lia Buarque de Macedo Guimarães [15] ela aponta que botões de pressão para acionamento por mão aberta devem ter de 30 à 60 mm de diâmetro, para qualquer pessoa. Diante disso, foi realizado um teste com duas crianças com paralisia, onde elas deveriam pressionar 3 botões, com 30 mm, 45 mm e 60 mm (ver Fig. 9), a fim de identificar qual deles possibilita um maior conforto e também facilita a jogabilidade, pois botões muito grandes tendem a tornar as ações mais lentas.



Fig. 9. MockUp Criado para Realização do teste dos Botões. Fonte: Elaborada pelos Autores.

Constatou-se durante os testes, que os dois botões maiores atenderam aos objetivos, já o botão menor dificultou o uso das duas crianças. O botão maior é mais fácil de acertar, entretanto, tende a tornar as ações mais lentas, devido à sua extensão. Além disso, tende a ser grande demais para uma criança de 6 a 8 anos pressionar confortavelmente. O botão intermediário demonstrou ser a opção mais válida para botões de ação dentre os demais, pois permite que crianças e adultos com paralisia pressionem mais facilmente, além de não ocupar tanto espaço, permitindo que o controlador a ser projetado seja menor, consequentemente mais compacto e fácil de transportar (ver Fig. 10).

Após o teste, verificou-se também que botões de pressão, mesmo sendo sensíveis, ainda dificultam a usabilidade por pessoas com deficiências motoras, por isso os botões deverão ser sensíveis ao toque, trazendo assim mais conforto ao usuário. Observou-se também que, devido à dimensão dos botões, nem todas as funções existentes num controlador comum poderão ser implementadas no novo periférico, botões mais complexos de utilizar, como os gatilhos superiores, serão removidos da interface do produto, e poderão ser utilizados através de acionadores de pressão, conectados ao controle. Estes dispositivos serão propostos como periféricos ao produto final.



Fig. 10. Usuário Interagindo com o MockUp. Fonte: Elaborada pelos Autores.

C. Materiais e Processos

Um dos pontos mais importantes para o desenvolvimento de qualquer produto de industrializado, é sem dúvidas, a escolha do material adequado. Essa escolha define se o objeto cumprirá sua função, garantindo o conforto e segurança do usuário, além de atribuir características mecânicas, como resistência e durabilidade.

Para definir o material adequado, pesquisou-se os materiais mais utilizados em *joy pads* existentes no mercado. Observou-se que quase todos são compostos de Copolímero de Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS), com algumas peças em silicone ou polipropileno.

O ABS é uma boa opção para o novo produto, pois é amplamente utilizado por ser economicamente viável (preço relativamente baixo), leve e fácil de moldar. Possui boa resistência à impacto, à tração e à abrasão [16], podendo ser moldado por injeção ou extrusão, facilitando também o processo de fabricação. O silicone também permite o revestimento de partes do produto que devem ser antiderrapantes, além de ser mais confortável ao toque. Além disso, não traz, diretamente, malefícios para o meio ambiente, não contamina o solo, nem a água nem o ar.

VII. O PROJETO

No intuito de realizar o projeto de maneira guiada e assertiva, adotou-se o método de desenvolvimento de produtos de Lobach [1], adaptado para as necessidades desse projeto. As principais etapas do método mencionado foram:

- Levantamento de dados;
- Análise da necessidade;
- Análise estrutural;
- Análise do mercado;
- Análise da relação social homem-produto;

- Análise produtos similares;
- Análise de materiais e processos de fabricação;
- Alternativas de design;
- Desenvolvimento de soluções;
- Avaliação das soluções de design através de testes com o usuário;
- Definição da melhor solução;
- Incorporação de melhorias ao novo produto;
- Correções no produto;
- Produto final.

Para a criação das soluções, utilizou-se como método para o processo criativo a manipulação de formas geométricas. Tais formas foram identificadas nas análises realizadas anteriormente, onde observou-se que, círculos e retângulos estão presentes em todos os produtos. Segundo Wucius Wong [17], existem diversas maneiras de mesclar formas: separação, contato, superposição, interpenetração, união, subtração, interseção ou coincidência de formas. Utilizou-se a inter-relação de círculos e retângulos para gerar as formas base das alternativas, apresentadas na Fig. 11.

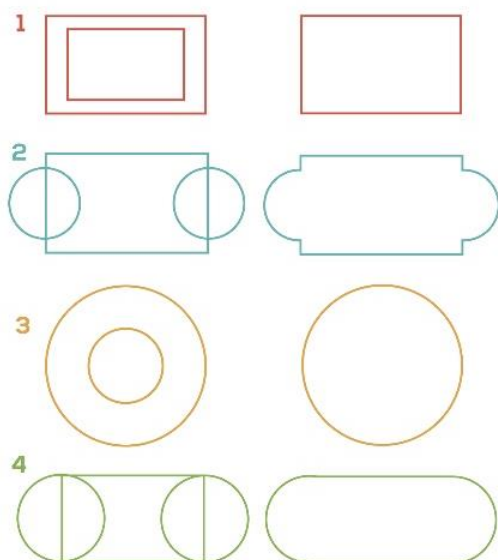


Fig. 11. Formas base para as Alternativas. Fonte: Elaborada pelos Autores.



Fig. 12. Alternativas geradas para o Produto. Fonte: Elaborada pelos Autores.

Para auxiliar a escolha da alternativa (ver Fig. 12) a ser desenvolvida, foram desenhados todos os conceitos em escala 1:1, para auxiliar no desenvolvimento de *mockups* em tamanho real (ver Fig. 13). A partir deles foi possível verificar se os dimensionamentos eram adequados aos parâmetros estabelecidos, e qual dos conceitos atendia melhor aos requisitos propostos.

Observou-se que deveria ser maior a área disponível para os botões de ação da alternativa 4, pois a distância entre eles e as suas distribuições no *mockup* dificultavam o uso. A organização desses botões foi alterada no *mockup*, em uma tentativa de encaixar adequadamente os botões no espaço disponível.

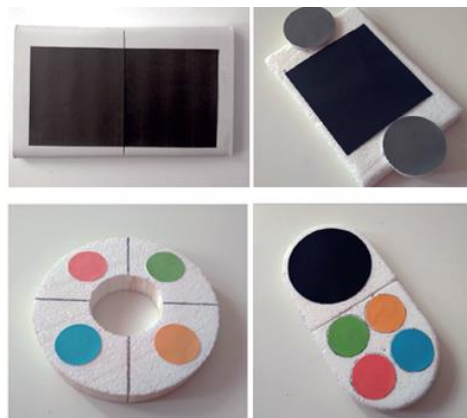


Fig. 13. MockUps das Alternativas. Fonte: Elaborada pelos Autores.

Inicialmente, os *mockups* seriam apresentados aos usuários para realizar a seleção da melhor alternativa, porém, eles demonstraram dificuldade em interagir com objetos que não possuem funcionalidade real. Então, para a seleção da alternativa, uma matriz de decisão foi construída, utilizando 5 critérios: versatilidade de uso, inovação, estética, facilidade de uso e adequação à jogos digitais.

QUADRO III. MATRIZ DE DECISÃO

Alternativas	1	2	3	4
Versatilidade de uso	5	4	3	3
Inovação	3	3	4	4
Estética	3	2	3	4
Facilidade de uso	4	4	5	5
Adequação à jogos	5	3	2	2
Total	20	16	17	18

Fonte: Elaborada pelos Autores

Utilizando uma escala de 1 a 5 pontos, constatou-se que a alternativa 1 apresenta melhores possibilidades de uso. Esse conceito apresenta tela sensível a toque que possibilita a livre distribuição de botões virtuais programáveis na interface gráfica, permitindo ao usuário jogar diversos tipos de jogos digitais, adequando-se não só ao tipo de game, mas também às limitações físicas do usuário, além de permitir a utilização

de botões sobressalentes (acionadores de pressão, gatilhos, manches, etc.).

A alternativa escolhida não caracteriza-se como *joypad*, pois não possui botões e manches físicos, nem poder ser segurado com as duas mãos, sendo uma proposta de controlador inovadora.

As alças na parte inferior do controle permitem que o produto seja encaixado em superfícies planas, como mesas e até paredes, impedindo o deslocamento indesejado do objeto, auxiliando também usuários com movimentos involuntários e falta de coordenação motora fina, já que, em algumas situações, acabam empurrando e até deixando cair os objetos que estão manipulando por não estarem presos à uma superfície.

O controle desenvolvido divide-se em dois, permitindo que o usuário posicione as partes como e onde desejar, mantendo as mesmas funcionalidades.

VIII. REFINAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

Após a seleção da alternativa, o produto passou por um refinamento a fim de melhorá-lo e solucionar possíveis problemas. A Fig. 14 apresenta o modelo 3D do produto com os refinamentos.



Fig. 14. Refinamento do Produto. Fonte: Elaborada pelos Autores.

A primeira modificação realizada foi nas alças inferiores, para fixação em superfícies planas, notou-se se que seriam pouco funcionais, pois não se adequam à espessura da maioria das mesas. Por isso, esse sistema foi modificado para dois suportes, que podem ser fixados em qualquer superfície, o controlador é encaixado nele e facilmente removido. Os suportes podem ser observados na Fig. 14, nas cores vermelho e azul.

O suporte conta com uma fita dupla face de alta aderência em sua base, permitindo que o usuário, com facilidade, fixe-o em paredes, mesas, ou outra superfície plana. Após fixar os suportes, o usuário (ou responsável) pode encaixar ou desencaixar o controlador quando quiser, deslizando-o lateralmente. Esse sistema possibilita que ambos os lados do controlador possam ser utilizados juntos ou separados, fixos ou soltos, sem risco de deslizamentos indesejados do produto, evitando também acidentes.

Também foram acrescentados 8 furos para possibilitar que o usuário fixe os suportes também com parafusos. Além disso, apoios de silicone foram adicionados nas extremidades dos controladores, tornando o manuseio ainda mais seguro durante o uso em uma superfície plana, como uma mesa.

A fim de certificar que o suporte funcionará como o desejado, protótipos em escala real foram produzidos através de impressão 3D (ver Fig. 15). Observou-se que o sistema de encaixe funciona corretamente, e que é passível de produção

em escala industrial. Vários testes foram realizados até atingir o resultado esperado.

Em seguida, refinou-se a forma geral da carenagem, tornando o produto mais agradável esteticamente. As bordas foram arredondadas, trazendo suavidade à forma e mais segurança durante o uso. As cores vermelho e azul foram utilizadas nos suportes e nas laterais internas dos controles, para ajudar a diferenciá-los. A tela também foi inclinada em 6°, para que, ao utilizar o controle sobre a mesa, o usuário não tenha dificuldades de enxergar os botões e evitando reflexos na tela.



Fig. 15. Protótipo do Suporte. Fonte: Elaborada pelos Autores.

Na área superior, 4 entradas P2 para acionadores de pressão, diferenciadas por letras em ordem alfabética, foram adicionadas, 2 em cada parte do controle, caso o espaço disponível na tela não seja suficiente para atender todas as necessidades do usuário. Duas saídas de áudio, uma para cada parte, também se encontram na área superior do produto.

O controle funcionará através de conexão via *Bluetooth*, utilizando uma antena que será conectada via *USB* no computador, semelhante à conectividade dos mouses sem fio.

IX. INTERFACE GRÁFICA

A interface é o meio que estabelece o contato entre o usuário e o produto. No caso do produto proposto, trata-se de uma interface gráfica que possibilita o usuário interagir com as suas respectivas funcionalidades.

É extremamente importante que seja bem planejada, pois a interface torna-se uma fonte de motivação para que o usuário utilize o produto. Se ela não for bem projetada, pode transformar-se em fator decisivo para a rejeição do controle.

A. Formas, cores e símbolos dos botões

Símbolos são utilizados há milhares de anos para superar algumas barreiras de comunicação entre povos diferentes, e também para facilitar o entendimento rápido de diversas informações. Iida [14] enfatiza que “vários estudos comparativos demonstraram a superioridade dos símbolos sobre as instruções verbais. Essa superioridade se traduz em maior facilidade de compreensão e maior rapidez das respostas”.

Ao considerar a semiologia e semiótica, um ícone é um signo visual que representa outro objeto por semelhança. Ele é um símbolo gráfico cuja visualização recupera, da memória de curto ou longo prazo, diversas lembranças.

Teiyu Goto foi um dos responsáveis pelo design do *Playstation*, também esteve envolvido nos projetos *PS2* e *PS3*. Foi ele quem desenhou os ícones em formas geométricas dos botões do controle do primeiro *Playstation*, depois de analisar o que cada um representa. Esta configuração está presente nos demais controles da *Sony* até hoje, por mais de 20 anos. O resultado pode-se ver ao longo da existência dos consoles, os jogadores assimilaram facilmente os formatos, que já possuem forte simbolismo para o público, indo muito além dos significados dos botões.

Assim, observa-se as vantagens de utilizar ícones para identificar as funções existentes apresentadas na interface. Com isso, diversos símbolos e seus significados foram analisados para identificar quais representam adequadamente as funções dos botões dispostos na tela.

As cores também são importantes para o melhor entendimento da interface do produto. Elas “são capazes de influenciar em nossas atitudes no ambiente em geral, além de atingirem um maior número de pessoas por não possuírem barreiras linguísticas” [18].

Cada cor possui seu significado, que varia de acordo com a cultura. Por isso, para este projeto foram observados os significados das cores com foco na cultura ocidental, em seguida foram relacionadas com os símbolos escolhidos anteriormente.

A partir dessas análises, a interface gráfica, apresentada na Fig. 16, foi elaborada, juntamente com uma identidade visual, incluindo o logotipo. O nome Ludpad foi pensando através da combinação de duas palavras: *ludere*, que significa jogar, em latim, e *pad*, vindo do termo *joypad*.



Fig. 16. Interface Gráfica. Fonte: Elaborada pelos Autores.

X. ACESSÓRIOS

Além das 4 entradas para acionadores de pressão, observou-se também a possibilidade de desenvolver outros acessórios, que não necessitem de conexões ou fios para funcionar. No mercado existem acessórios que são utilizados para melhorar a experiência em jogos mobile. Através de uma ventosa, o periférico é fixado sobre a tela, permitindo que o usuário utilize analógicos e botões físicos que facilitam a movimentação e precisão durante o jogo.

Utilizando o mesmo princípio de construção desses periféricos, duas opções de acessórios foram desenvolvidas para aumentar a acessibilidade do produto, auxiliando o usuário que não tem facilidade de jogar interagindo apenas com a tela. Os modelos 3D desses acessórios podem ser vistos na Fig. 17. Esses acessórios podem ser comercializados separadamente, em diversas cores e com um preço menor no mercado, substituindo os acionadores e manches externos, que custam bem mais.



Fig. 17. Acessórios Removíveis. Fonte: Elaborada pelos Autores.

Fabricados em silicone, ABS e aço, os acessórios possuem baixo custo de produção, similares podem ser comprados em sites de vendas online por R\$ 8,00 em média. As ventosas cumprem sua função e mantém o botão bem fixo na tela, além de possibilitar a fácil remoção do acessório. O acionamento é realizado através de um contato condutivo abaixo do botão.

Nesse projeto, o analógico foi revestido com silicone texturizado, similar aos analógicos do *Playstation*, para facilitar a pega e melhorar a aderência.

XI. PRODUTO FINAL

O produto foi apresentado como Trabalho de Conclusão do Curso de *Design*, na Universidade Federal de Campina Grande. Após o processo projetual, observa-se o quão importante são todos os métodos e ferramentas do *Design*, que permitem desenvolver um produto que atende as necessidades do usuário, levando mais conforto e inclusão para as pessoas com deficiência.

Um dos diferenciais do produto é que ele pode ser utilizado apoiado sobre uma mesa ou outra superfície plana, com o auxílio do suporte ele pode ser fixado, evitando que o produto se mova durante o uso. O suporte também possibilita que o produto seja fixado na parede ou em superfícies inclinadas com facilidade.

Os controles, Lud e Pad, podem ser utilizados juntos ou separados, sem necessidade de cabos para conectá-los, graças à conexão via *Bluetooth*. Eles também podem ser utilizados individualmente já que interface se adequa à apenas um dos controles quando ambos não estão ligados, tornando o produto mais compacto caso o usuário deseje. O resultado final do produto pode ser observado na Fig. 18.



Fig. 18. Produto Final. Fonte: Elaborada pelos Autores.

Os periféricos externos oferecem outras opções de jogabilidade (ver Fig. 19). Assim, acionadores de pressão e os acessórios que foram projetados, permitem que o usuário personalize o produto de acordo com suas necessidades, o que é importantíssimo para pessoas com paralisia cerebral em seus mais variados tipos de dificuldade de acessibilidade.



Fig. 19. Usuário Interagindo com o Produto. Fonte: Elaborada pelos Autores.

XII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi apresentar os resultados projetuais do *design* de um produto com foco na acessibilidade, que possibilita, às muitas pessoas que possuem paralisia cerebral, se divertirem através de jogos digitais. E encontrar uma solução criativa e prática para necessidades como essa são um desafio considerável, ao observar as diversas particularidades envolvidas.

É fato que a interação com os jogos digitais proporciona à pessoa com paralisia cerebral um meio de ultrapassar as suas limitações físicas, não só estimulando sua coordenação motora, mas permitindo que ela explore outros universos, que se divirta e faça novos amigos. Porém, é necessário que as empresas e indústrias, considerem as pessoas com limitações físicas como usuários em potencial. Os produtos com foco em acessibilidade são extremamente escassos, e é com o objetivo de quebrar essas e outras barreiras que o projeto LudPad surgiu. E, muito além do escopo mercadológico, é importante promover a acessibilidade de jogos digitais e de outros produtos como uma tarefa social, de inclusão dessas pessoas.

Após o processo projetual, observa-se que o resultado final do projeto foi satisfatório, principalmente após a aprovação do produto pelos pais de 2 dos usuários que participaram das pesquisas iniciais deste projeto. Esse *feedback* é de extrema importância para a realização de ajustes e melhorias no projeto. Porém, considera-se que o projeto ainda requer outros estudos mais aprofundados sobre ergonomia, viabilidade de produção e de tecnologia; no entanto, também é notável seu potencial de desenvolvimento enquanto solução para usuários com paralisia cerebral.

Recomenda-se o desenvolvimento de um protótipo, fabricado com os materiais escolhidos, que deve ser testado pelo público-alvo para validação do produto. Devido ao elevado preço de custo para produzir o controle e a interface, não foi possível realizar os testes finais com o usuário até o presente momento. Um processo iterativo de engenharia do

produto ainda se faz necessários, de modo a envolver engenheiros elétricos, de produção e cientistas da computação para tornar o produto plenamente viável em seus diversos aspectos.

REFERÊNCIAS

- [1] LÖBACH, B. Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais. 1ª ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.
- [2] Último Censo (2010) do IBGE revela 45,6 milhões de Pessoas com Deficiência no Brasil. Disponível em: <<http://www.acessibilidadeinclusiva.com.br/ultimocenso-2010-do-ibge-revela-456-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-nobrasil/>>. Acesso em 15 de abril de 2019.
- [3] O'SHEA, T. M. Diagnosis, treatment, and prevention of cerebral palsy. Philadelphia: Clinical Obstetrics and Gynecology, 2008. 816-828 p.
- [4] MANCINI, M. C.; FIÚZA, P.M.; REBELO, J.M.; MAGALHÃES, L.C.; COELHO, Z. et al. Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. 2002.
- [5] RAYA, R.; ROA, J. O.; ROCON, E.; CERES, R. & PONS, J. L. Wearable inertial mouse for children with physical and cognitive impairments: Sensors and Actuators. 2010.
- [6] TAVARES, C.N.; CARBONERO, F.C.; FINAMORE, P.S & KÓS, R.S. Uso do Nintendo® Wii para Reabilitação de Crianças com Paralisia Cerebral: Estudo de Caso. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013.
- [7] Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral: Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- [8] ROSENBAUM, P. et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Developmental Medicine and Child Neurology, 2007. 8-14 p.
- [9] CANS, C. et al. Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. Developmental Medicine and Child Neurology, [S.l.], v. 49, p. 35-38, Feb. 2007. Supplement 109.
- [10] BRASIL. SDHPR. Presidência da República. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Reunião do Comitê de Ajudas Técnica. Brasília: CORDE, 2007. Disponível em: <https://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/li_vro-tecnologia-assistiva.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2019.
- [11] FROSI & SCHLEMMER. Jogos Digitais no Contexto Escolar: desafios e possibilidades para a Prática Docente. Disponível em: <<http://www.sbgames.org/papers/sbgames10/culture/full/full13.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2019.
- [12] GRASSI, T. M. Oficinas Psicopedagógicas. 2ª ed. Curitiba: Ibpex, 2008. 98 p.
- [13] JULIA, Y. L.; GOYA, G. H.; BONFIM M. Y.; YONASHIRO L. C. Criação e desenvolvimento de um controlador de jogos eletrônicos: Um projeto inclusivo. São Paulo: SBGames, 2012.
- [14] IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. edição rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- [15] GUIMARÃES, L.B.M. Ergonomia de produto. 2ª ed. Porto Alegre: UFRGS; 2001. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/499_ergproduto.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2019.
- [16] Mais polímeros: Plástico abs e suas principais características. 2018. Disponível em: <<http://www.maispolimeros.com.br/2018/09/24/plastico-abs-e-suas-principaiscaracteristicas-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 27 de julho de 2019.
- [17] WONG, Wucius. Princípios de forma e desenho. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- [18] STAMATO, A.; STAFFA, G. VON ZEIDLER, J. A Influência das Cores na Construção Audiovisual. UNESP, São Paulo: Intercom, 2013.