
INTRODUÇÃO

A aplicação e o estudo do Design para suprir as necessidades gerais das pessoas, incluindo os indivíduos com deficiência, bem como suas necessidades específicas, apoia-se no campo do Design Inclusivo e Design Universal, também denominado como “Design For All”, que tiveram origens diferentes, mas têm o mesmo objetivo: desenvolver produtos, ambientes e sistemas em resposta à diversidade da população, suas habilidades e suas limitações. Para responder a essa demanda, torna-se fundamental conhecer a funcionalidade do usuário ao qual se propõe o produto, o que explica a importância da interdisciplinaridade, a participação do usuário e de sua família. A troca de experiência entre designers e ergonômicos, técnicos em reabilitação, seus clientes e familiares já

era defendida por Story, Mueller e Mace (1998), que reconheceram esse aspecto como gerador de aprendizado e experiência para criar produtos e ambientes funcionais, seguros, atrativos e utilizáveis por uma maior gama de usuários.

O Conceito de Tecnologia Assistiva (TA)- utilizado no Brasil atualmente- apresentado na Lei Brasileira de inclusão (LBI) (BRASIL, 2015), foi elaborado pelo Comitê de Ajudas Técnicas (BRASIL, 2009, p. 9):

Tecnologia assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Conforme Cook e Polgar (2015), o processo em TA se baseia no modelo Human Activity Assistive Technology Model (HAAT), ilustrado pela figura 1.

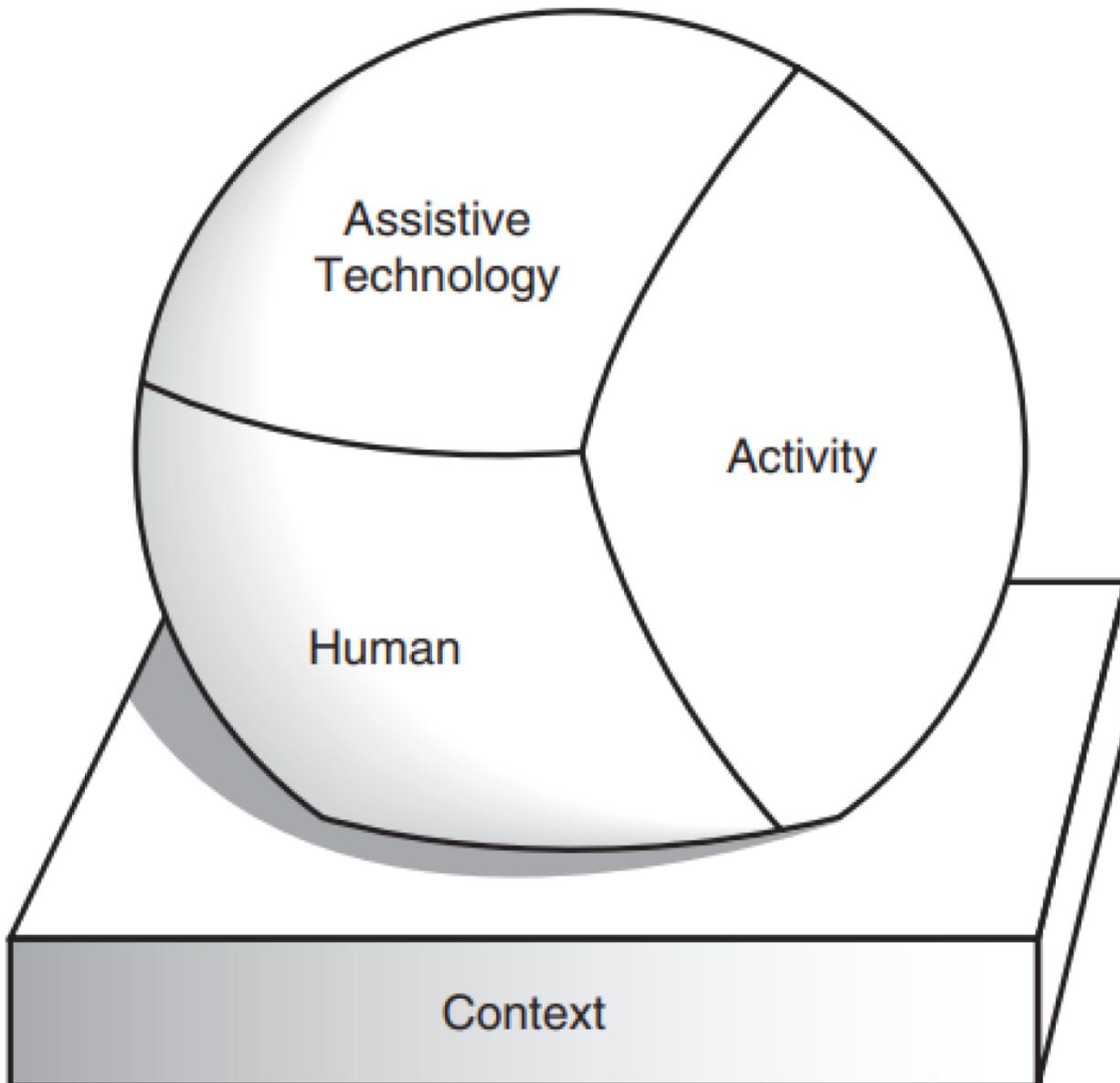


Figura 1.
Modelo HAAT. Fonte:
COOK; POLGAR (2015).

A figura 1 mostra a tríade TA- pessoa (humano) e atividade- que repousa sobre determinado contexto, onde todas essas variáveis devem ser consideradas. As aplicações principais do modelo HAAT são: (1) pesquisa e desenvolvimento de produto; (2) estudos de usabilidade de produtos; (3) avaliação do cliente; e (4) avaliação de resultados, que pode incluir resultados individuais e coletivos do uso de TA (COOK; POLGAR, 2015).

A partir dessa compreensão, pode-se dizer que a pesquisa teve como principais delimitações:

- » Quanto à aplicação em Tecnologia Assistiva: estudo de usabilidade de produtos.
- » Quanto à Tecnologia Assistiva: adaptações de lápis.
- » Quanto à atividade: escrita/desenho/ grafomotricidade.
- » Quanto ao humano (usuários): crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral Discinética.
- » Quanto ao contexto: escolar.

A pesquisa apresentada neste capítulo teve como objetivo propor um modelo de avaliação de usabilidade para seleção e projeto de adaptações de lápis para crianças e adolescentes com paralisia cerebral discinética. O estudo de usabilidade contemplou 2 canetas com diâmetros diferentes e 5 adaptações de lápis comercializadas no Brasil, com 5 usuários (crianças e adolescentes com paralisia cerebral discinética), em contexto laboratorial (MARCELINO *et al.*, 2018).

O QUE É USABILIDADE DE PRODUTOS?

O termo usabilidade se refere aos atributos de um produto que o tornam mais fácil para ser usado de forma eficaz, eficiente e com satisfação, de acordo com a NBR ISO 9241:11 (ABNT, 2011). Em concordância com Jordan (1998), essa norma explica que a eficácia e a eficiência se referem ao desempenho do usuário, sendo que a primeira corresponde ao alcance do objetivo para o qual o produto foi projetado; e a segunda, implica cumprir o objetivo com vantagens somadas a isso, por exemplo, com menor esforço e por menos tempo. A satisfação corresponde ao prazer no uso do produto, bem como a aceitação e o conforto.

Projetistas e pesquisadores têm almejado a usabilidade na criação de sistemas e produtos, cujo foco é o usuário. Merino *et al.* (2012) citam que a relação entre o contexto de uso, a tarefa (atividade) e o usuário se fundamenta na Ergonomia, que considera a realidade e o contexto como essenciais à compreensão da atividade real. Segundo

os autores, o design vem incorporando fatores humanos (ergonomia) no desenvolvimento de produtos, especificamente em projetos de usabilidade.

No sentido de compreender a relação entre as variáveis, conhecer a tarefa é essencial para identificar a função do produto e entender para o que ele foi projetado.

ADAPTAÇÕES DE LÁPIS E GRAFOMOTRICIDADE

A grafomotricidade é uma função que permite traçar uma mensagem em um determinado espaço, por meio de movimentos combinados do braço e da mão em conexão com todo o corpo. O repertório gráfico da criança, que se inicia com garatuja e desenho, em um longo caminho até a escrita, é desenvolvido a partir do controle progressivo dos movimentos do braço, com os quais se dará a preensão da ferramenta para o grafismo (BOSCAINI, 1998).

A preensão do lápis (pega do lápis) diz respeito ao modo como os indivíduos pegam o lápis, a caneta ou qualquer outra ferramenta para fazer a atividade gráfica, e ela depende da capacidade manual que, conforme Meyerhof (1994), desenvolve-se, gradativamente, através dos sistemas sensorio-motores até atingir a precisão necessária.

Apesar da preensão manual se desenvolver e se refinar muito cedo, nos primeiros anos de vida, existem, até mesmo na população adulta, muitas variações da pega do lápis, como apontado por Schneck e

Henderson (1990). O tipo de pega do lápis que seu usuário vai fazer depende dos músculos que ele vai utilizar, e o seu desempenho dependerá disto. Conforme Schweltnus *et al.* (2012), com o tripé dinâmico- também conhecido como pinça tripode-, o controle distal do movimento permite que os músculos tenham uma pressão consistente no lápis e, portanto, minimiza a tensão muscular.

A preensão do lápis pode ser facilitada ou possibilitada por produtos, seja pelas próprias canetas e lápis com design diferenciado (ex.: triangular, canetas ergonômicas), ou por um produto que se acopla à caneta ou ao lápis, denominadas, muito comumente no Brasil, de adaptações de lápis.

Em um levantamento desses produtos, realizado entre os anos de 2015 e 2018, em *sites* comerciais e na literatura científica, pôde-se desenvolver um banco com 27 modelos de adaptações de lápis comercializadas com configurações bastante diversificadas, tanto para preensões mais grossas (palmar) como mais refinadas (trípode, por exemplo). Na revisão da literatura científica, que se concentrou na produção nacional, com o objetivo de identificar as adaptações de lápis que estão sendo estudadas no Brasil, percebeu-se quão raro é o uso de adaptações comercializadas, que são mais comuns as “gambiarras”, ou seja, adaptações confeccionadas com material de baixo custo individualizadas (para um usuário específico). Nesta revisão, foram encontrados 17 artigos, porém nenhum deles abordara a avaliação de usabilidade desse tipo de produto.

CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL DISCINÉTICA

A definição da faixa etária do público-alvo da pesquisa se deu com base na plasticidade neuronal. Segundo Guaresi (2014), a idade é um dos fatores que interferem na plasticidade neuronal, pois o aprendizado é favorecido da infância até a adolescência, devido à grande disponibilidade de células nervosas. O autor indica a estimulação da escrita e das habilidades necessárias para seu desenvolvimento, porque geram aprendizado, levando-se em conta a premissa de que o cérebro irá se modificar mediante as experiências do indivíduo. Assim, a inserção de uma adaptação de lápis- que direcione a pega mais adequada ao usuário- precisa ser feita o mais precocemente possível.

Quanto à deficiência da população estudada, é consequente à Paralisia Cerebral (PC), um complexo de sinais e sintomas que abrange desordens com comprometimento dos movimentos, causadas por lesões ou anomalias do cérebro, antes, durante ou depois do nascimento (BALADI; CASTRO; MORAIS FILHO, 2007). A prevalência de casos de PC- em países em desenvolvimento- como no Brasil, é estimada em 7 por 1.000 nascidos vivos (TARRAN *et al.*, 2015).

O quadro clínico da PC pode variar muito, em relação a características como movimento, sensopercepção e cognição, o que interfere na funcionalidade dos acometidos. Esta variação depende da localização e da extensão da lesão cerebral (GAUZZI; FONSECA, 2004). Quanto maior a extensão da lesão, que pode ser denominada de lesão difusa, maior o déficit no desenvolvimento do indivíduo.

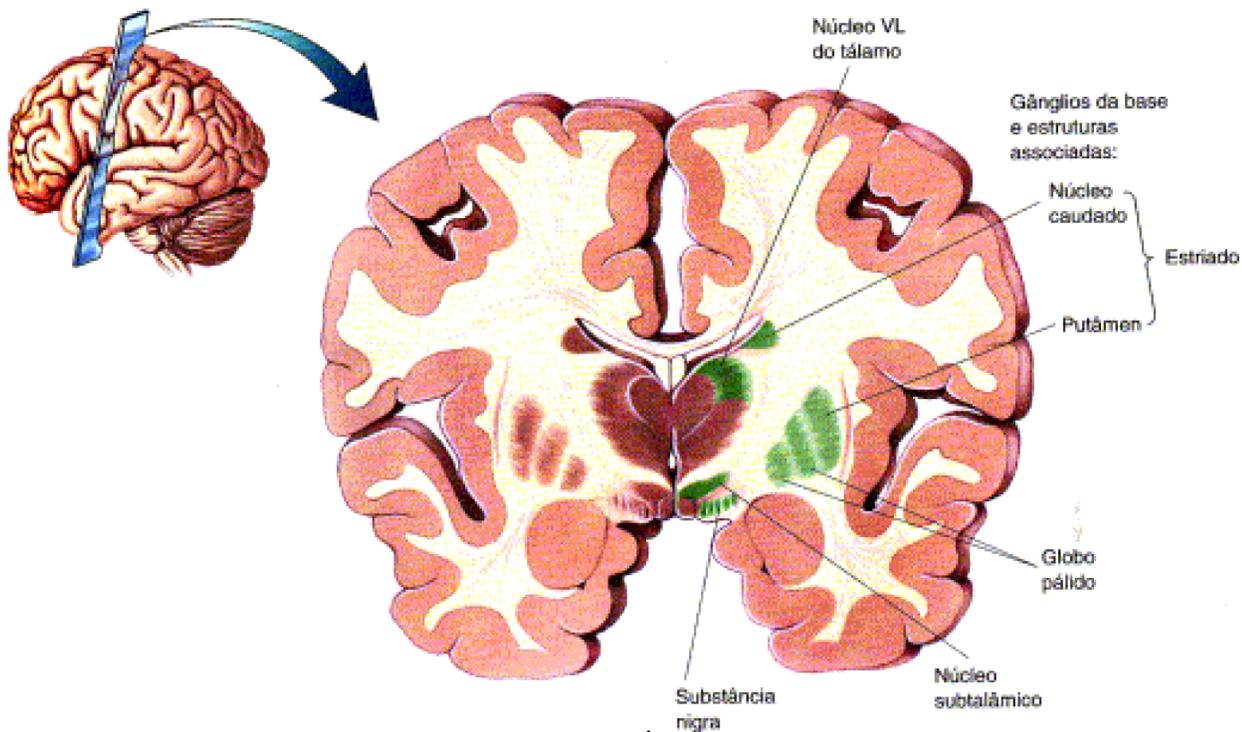
Assim, de acordo com a localização da alteração motora no corpo, a PC é classificada em hemiplégica (metade direita ou esquerda do corpo), diplégica (comprometimento bem maior em membros inferiores do que em membros superiores) e quadriplégica (membros superiores e inferiores). Já em relação ao tipo de alteração motora em: espástica, discinética, atáxica, hipotônica e mista (GAUZZI; FONSECA, 2004). A descrição a seguir se limitará ao tipo de PC dos participantes da pesquisa, Paralisia Cerebral Discinética, cujo CID-10 é o G80.3, pela Classificação Internacional de Doenças (CID-10) (OMS, 1997).

Figura 2.

Núcleos (gânglios) da base. Fonte: Disponível em: <<http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso3.asp>>. Acesso em 29 set. 2020.

Nesta pesquisa, foram incluídas crianças e adolescentes com a PC discinética (G 80.3), também denominada “atetose” por Krigger (2006). O termo “atetose” vem do grego, e significa “postura sem fixação”. Porém, outros autores colocam a atetose (ou coreoatetose) como um tipo de discinesia, diferenciando-o da distonia (GAUZZI; FONSECA, 2004; ROSENBAUM *et al.*, 2007; BALADI; CASTRO; MORAIS FILHO, 2007).

A PC extrapiramidal ou discinética ocorre em 9 a 22% dos casos de PC, pela lesão dos núcleos da base, que são formados por agrupamentos de corpos celulares neuronais localizados em meio ao centro branco, nas profundezas do telencéfalo, coberto pelo córtex cerebral (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002) (figura 2).



A PC extrapiramidal tem como característica principal a presença de movimentos involuntários e pode ser causada por uma icterícia grave ou asfixia. Os indivíduos que têm a seqüela possuem fala disártrica, tônus muscular⁰¹ variável (alto e baixo). As deformidades⁰², que são comuns nos outros tipos de PC- especialmente o espástico- são raras nos discinéticos, visto que não ocorre restrição na amplitude de movimento articular, mas, pelo contrário, as articulações têm movimentos muito amplos. A dificuldade maior, assim, é a falta de inibição do movimento, o qual ocorre independente da vontade do indivíduo (BALADI; CASTRO; MORAIS FILHO, 2007; TARRAN *et al.*, 2015).

.....
01 O tônus muscular se observa pela resistência que os músculos oferecem quando são estirados durante a movimentação passiva dos segmentos de um membro (TARRAN *et al.*, 2015).

02 “Deformidades são defeitos na forma, no contorno e nas partes de área do corpo causados por estresse mecânico” (VIOLANTE JÚNIOR; BITTENCOURT; MOREIRA, 2015, p. 71). Elas são conseqüentes à alteração do tônus muscular, diminuição da força muscular e mau posicionamento (TARRAN *et al.*, 2015).

EM SÍNTESE, QUAL É JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO OBJETO DE ESTUDO?

Na escola, é onde se desenvolve a vida produtiva da criança e do adolescente, principal espaço para sua inclusão social e a atividade de escrita é uma das mais importantes neste contexto, pré-requisito para o desenvolvimento de muitas outras habilidades;

Crianças e adolescentes com paralisia cerebral discinética (PCDi) almejam melhorar seu desempenho na escrita, pois têm boa condição cognitiva, porém, devido à sua deficiência motora, frustram-se por não conseguirem ter boa preensão do lápis, e para que sejam capazes de desempenhá-las, elas precisam ter acesso à tecnologia assistiva adequada;

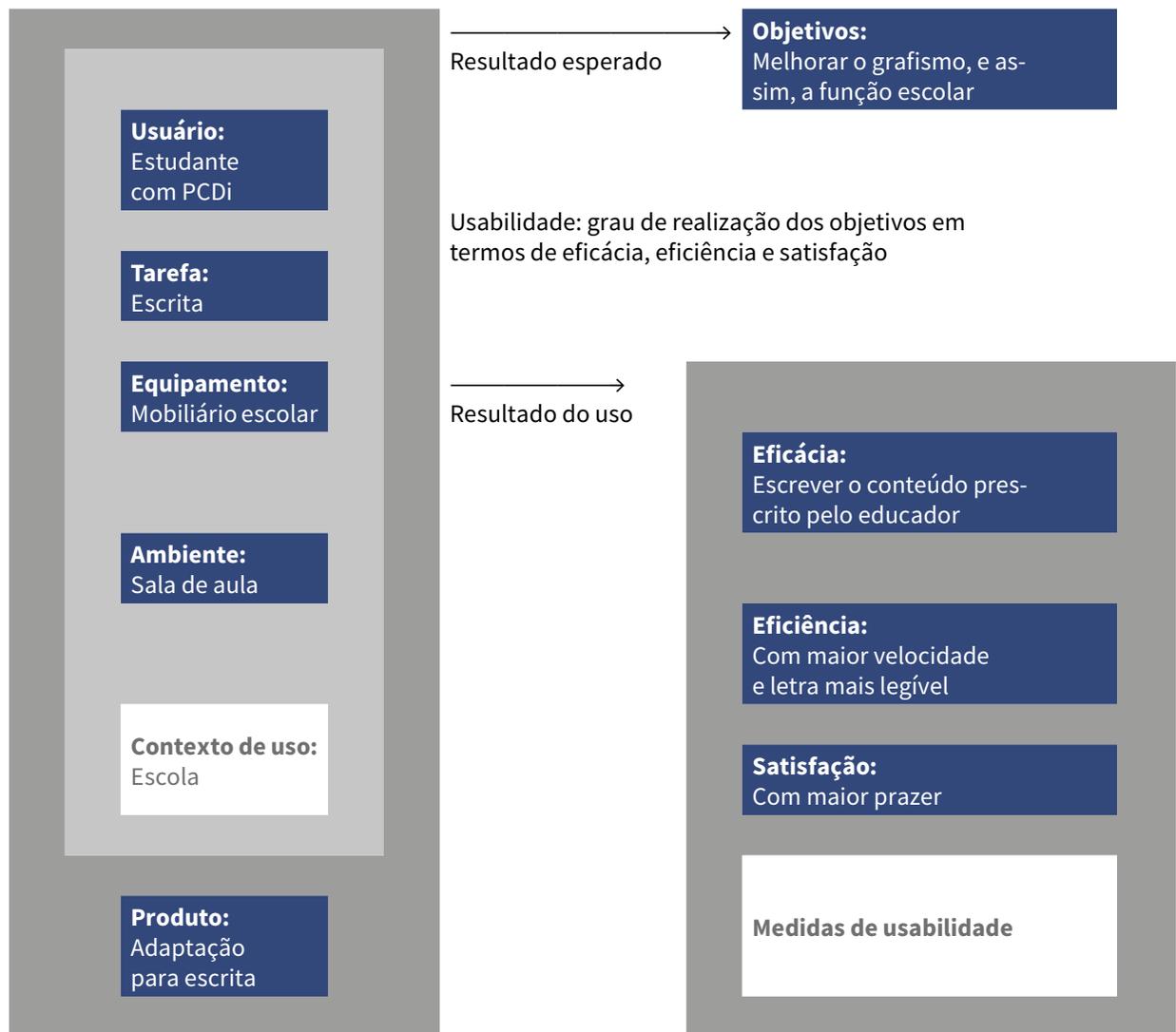
Para facilitar a preensão da ferramenta da escrita (giz de cera, lápis ou caneta), existem as adaptações de lápis. Porém, a problemática nesse âmbito é que nem todos os alunos com PCDi, matriculados em escolas, têm acesso às adaptações de lápis, por vários motivos, dentre eles: falta de recursos financeiros, falta de conhecimento dos profissionais da educação, ou simplesmente porque adaptações de lápis são pouco

comercializadas no Brasil e a maioria dos produtos industrializados são importados, chegando ao Brasil com custo muito alto;

Um outro problema é quando usuários têm acesso a algum modelo de adaptação de lápis, seja comercializado ou desenvolvido artesanalmente, muitas vezes, ele não é adequado ao usuário. Assim, é comum no ambiente escolar, o uso indiscriminado de adaptações de lápis, sem se considerar as características dos usuários e as possibilidades de variação na configuração do produto.

A partir do exposto, percebe-se que a avaliação da usabilidade de adaptações de lápis- centrada no usuário- mostra-se fundamental, especialmente por causa da escassez de estudos que descrevem as métricas de tal avaliação. Nessa intenção, foi desenvolvido o protocolo para respaldar a seleção do produto ideal para o usuário e, neste contexto, foi proposta também uma técnica de avaliação grafomotora, que pode ser utilizada para avaliação do desempenho do usuário no uso de adaptações de lápis, o que caracterizou a inovação do estudo.

A figura 3 apresenta a situação do objeto da pesquisa, com base no modelo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2011).



O objeto de estudo parte de um problema de ergonomia, que ocorre “quando um aspecto da interface está em desacordo com as características dos usuários e com a maneira pela qual ele realiza a atividade” (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2015, p.242).

Figura 3. Modelo conceitual da Usabilidade segundo a NBR ISO 9241:11: componentes de usabilidade. Fonte: ABNT (2011).

PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Quanto ao desenho da pesquisa realizada, caracterizou-se como estudo de campo, transversal, descritivo, analítico e correlacional, de natureza quantitativa e qualitativa. A coleta de dados foi realizada em Escolas Municipais da Cidade do Recife-PE, onde foi desenvolvido o levantamento de participantes e traçado seu perfil motor e funcional escolar, e no Departamento de Terapia Ocupacional da UFPE, em que foram realizadas as avaliações da usabilidade dos produtos com os participantes, devido à necessidade de um espaço físico mais controlado.

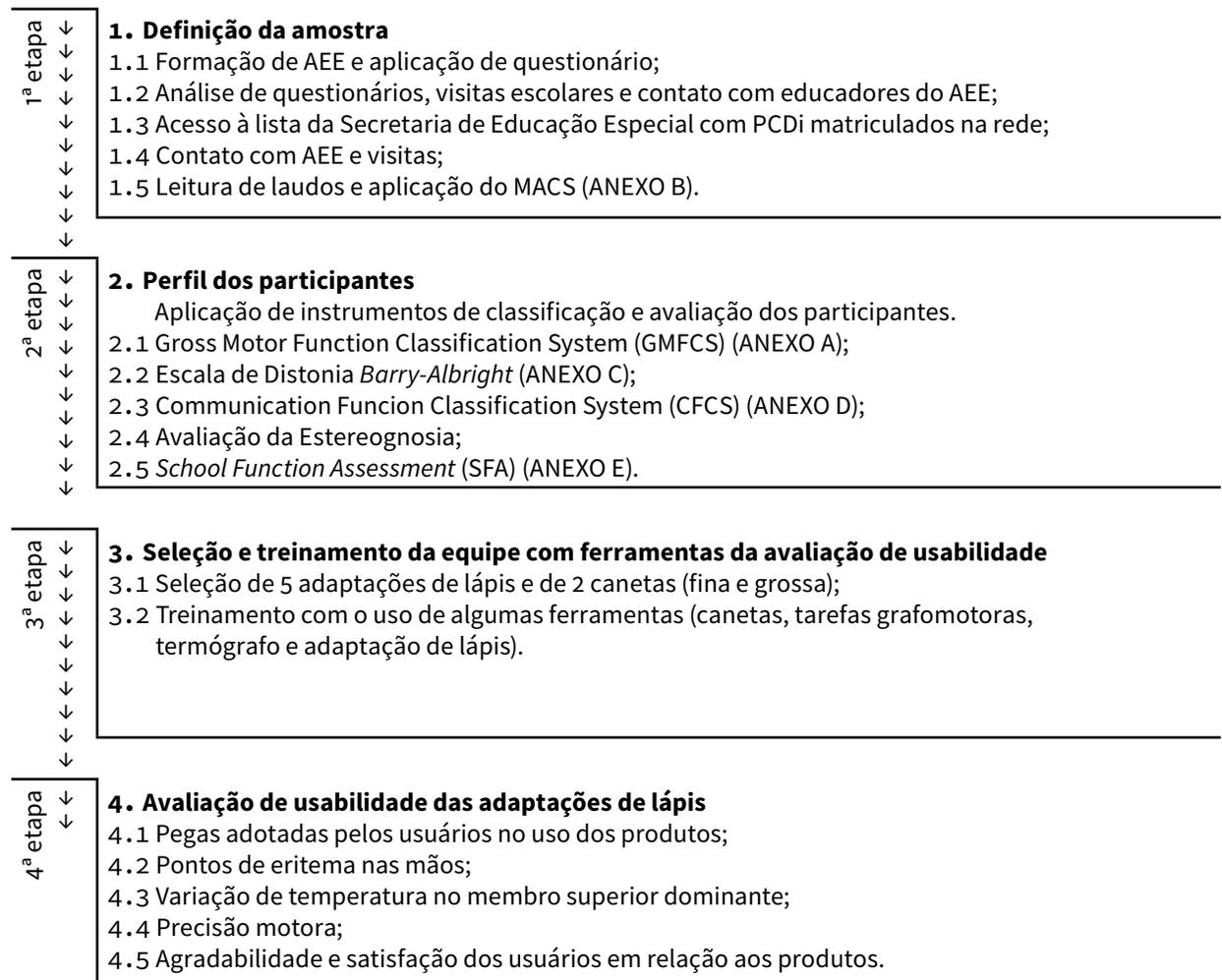
A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP), do Centro de Ciências da Saúde da UFPE, cujo projeto foi aprovado sob CAAE 59576816.0.0000.5208. O projeto foi elaborado de acordo com a Resolução de N°. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CSN/MS). Todos os voluntários somente foram inseridos na pesquisa após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) para responsáveis, no caso das crianças, e Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE), no caso dos adolescentes.

Foram selecionados 5 participantes, entre crianças e adolescentes, com idades de 9 a 14 anos, que responderam aos critérios de inclusão e exclusão, com PCDi (CID G 80.3), com classificação de função manual nos níveis I e II do Manual Ability Classification System (MACS), cujos níveis representam menor comprometimento na função manual. Catecati *et al.* (2011) defendem que 5 é o número mínimo de usuários que devem ser avaliados em testes para medição de desempenho, tendo como respaldo os estudos de Nielsen (1993) e Soken *et al.* (1993).

O levantamento desses participantes se deu a partir de um questionário respondido por profissionais do Atendimento Educacional Especializado (AEE), de escolas municipais do Recife-PE, durante uma formação que a pesquisadora forneceu, bem como por visitas escolares e outras ações apresentadas no fluxograma a seguir (figura 4). Neste podem ser visualizadas todas as etapas da pesquisa, desde a definição da amostra até a coleta de dados propriamente dita, que ocorreu na 4ª etapa com a Avaliação de usabilidade das adaptações de lápis.

Figura 4.

Fluxograma da coleta de dados. Fonte: Marcelino (2018).



Na segunda etapa, foram aplicadas avaliações para traçar o perfil funcional dos participantes, referentes à função motora grossa, distonia, comunicação, estereognosia (reconhecimento de objetos predeterminados pelo tato, sem o auxílio da visão) e função escolar. Esse perfil ajuda a se entender a funcionalidade dos participantes. Os instrumentos GMFCS (HIRATUKA; MATSUKURA; PFEIFER, 2010) e CFCS (GUEDES-GRANZOTTI *et al.*, 2016), assim como o MACS (SILVA; PFEIFER; FUNAYAMA, 2010) são usados para classificar, respectivamente, as funções motora grossa, de comunicação e manual, em 5 níveis, em que o nível I representa o menor comprometimento e, o nível V, o maior comprometimento funcional.

Como resultado, os participantes (P) com o grau mais elevado de distonia, P1 e P5, também apresentavam maior comprometimento da função motora ampla e manual. Quanto ao resultado do CFCS, apenas P3 tinha uma comunicação fluente, o que é raro na PC. Todos os participantes tinham uma boa cognição, o que é fundamental no processo de comunicação. O nível de comunicação funcional dos participantes facilitou o desenvolvimento de todas as etapas da pesquisa, especialmente na avaliação da agradabilidade e satisfação no uso dos produtos estudados. No quesito estereognosia, todos os

participantes demonstraram que tinham essa função preservada, o que é importante para evitar viés de pesquisa pela interferência dessa função na pega do lápis. O quadro 1 resume as informações mais importantes.

Usuários	MACS	GMFCS	Oraliza? CFCS	Idade	Sexo
P1	II	IV	Não, III	10a 3m	Feminino
P2	I	II	Sim, com dificuldade, II	10a 8m	Feminino
P3	I	II	Sim, I	14a 11m	Masculino
P4	I	II	Sim, com dificuldade, II	14a 1m	Masculino
P5	II	V	Sim, com dificuldade, II	13 a	Feminino

Quanto à terceira etapa, após as pesquisas de literatura e de mercado e a definição do nível do MACS, que seria priorizado para incluir os usuários, foram utilizados os seguintes critérios para a seleção dos dispositivos:

- » Adaptações de lápis comercializadas no Brasil por empresas especialistas em tecnologia assistiva;
- » A configuração do produto deveria direcionar a preensão do usuário para a pega em tripé dinâmico;
- » Os produtos deveriam ser divididos em dois grupos, fixos e não fixos à mão do usuário.

A característica de fixação ao membro teve apoio na experiência clínica da pesquisadora e na literatura, no estudo de Nakao, Sakamoto e Yano (2013), os quais identificaram que os usuários com movimentos involuntários têm dificuldade para manter o dispositivo no lugar, de manter a preensão

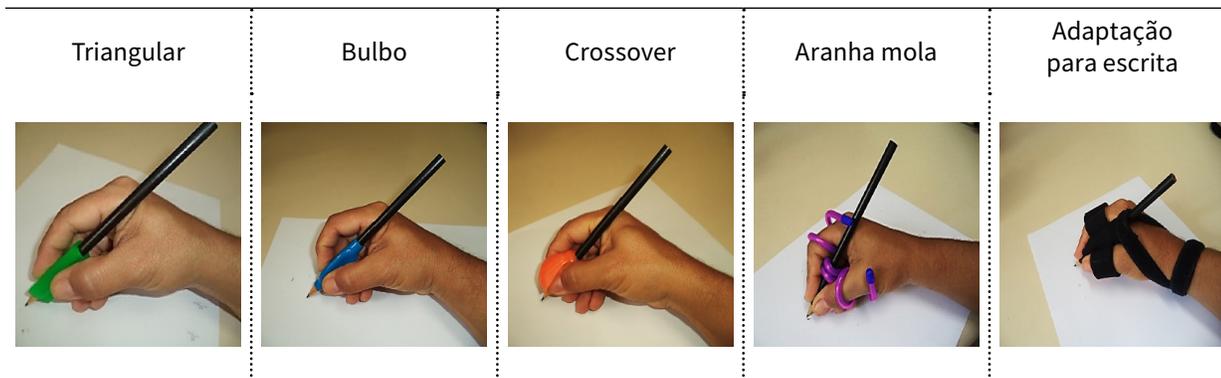
Quadro 1.
Características dos participantes da pesquisa. Fonte: Marcelino (2018).

Figura 5.

Adaptações de lápis selecionadas para a pesquisa. Fonte: Marcelino (2018).

do dispositivo, bem como de re-agarramento (quando cai de sua mão, agarrá-lo novamente). Pela variação na habilidade motora, alguns usuários não necessitam de que a adaptação seja fixada ao membro, tendo facilidade em manusear o produto. Conforme Lida e Guimarães (2016), no estudo de ferramentas manuais, há de se considerar as diferentes formas de pega.

Diante dos critérios, foram selecionadas as seguintes adaptações de lápis, apresentadas na figura 5.



Na quarta etapa, a avaliação de usabilidade contemplou, além das adaptações acima apresentadas, 2 canetas com diâmetros diferentes- denominadas de fina e grossa- para identificar o comportamento de preensão dos usuários, visto que a literatura mostra ser comum o aumento da espessura do lápis, pelo argumento de que melhora a precisão motora.

Destarte, foi desenvolvido um protocolo para a avaliação de usabilidade das adaptações de lápis, cujas questões, métricas e instrumentos utilizados no estudo são apresentados no quadro 2. As avaliações realizadas

foram de desempenho- precisão motora, por meio da aplicação da Medida de Avaliação Grafomotora (MAG) e do Motor Accuracy Test (MAC); de conforto e risco à integridade da pele, pela análise da variação de temperatura (termografia) e coloração na superfície da pele do membro superior dominante (eritemas); de biomecânica, por meio da análise dos padrões posturais de pega do lápis; e da percepção do usuário sobre os produtos, por meio da análise da percepção estética de imagens (agradabilidade) e da satisfação após o uso dos produtos.

Quadro 2.

Métricas para a avaliação de usabilidade das adaptações de lápis.

Fonte: Marcelino (2018).

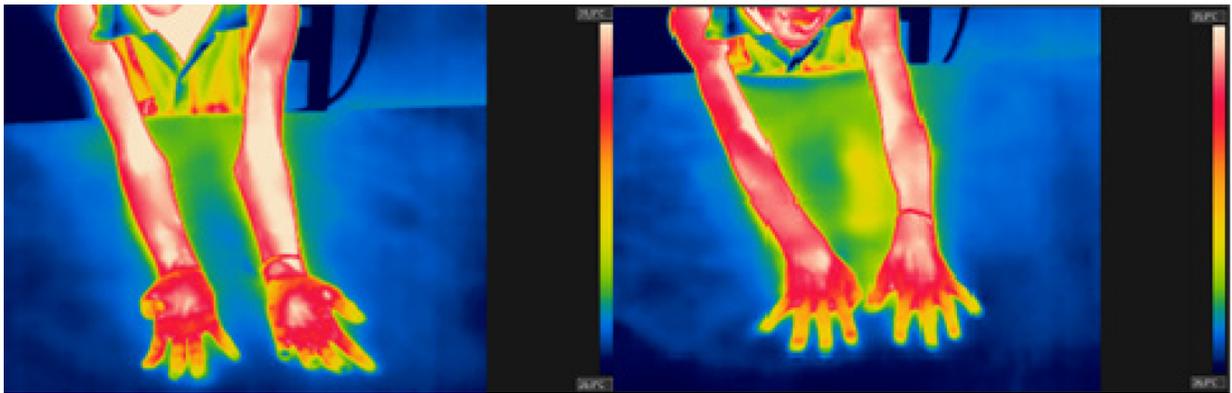
AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DOS PRODUTOS ASSISTIVOS			
	Pergunta	Instrumentos	Métricas
EFICÁCIA	Fez a tarefa grafomotora um menos desvio?	» Medida de avaliação grafomotora (MAG)	» Desvio do traçado
	Conseguiu usar o produto com a pega direcionada ou imposta por seu design?	» Diário de Campo » Câmera fotográfica	» Mudanças de pega durante o uso do produto, desviando do seu propósito » Contato entre seguimentos da mão e produto/caneta
EFICIÊNCIA	Fez a tarefa grafomotora com maior precisão motora (menos desvio x menos tempo)?	» Motor Accuracy (MAC) test	» Tempo de execução da tarefa x Desvio do traçado
	Fez a tarefa grafomotora com maior velocidade?	» MAG	» Comprimento do traçado / Tempo (= velocidade média)
	Fez as tarefas grafomotoras sem surgimento de eritema (com menor esforço físico)?	» Protocolo de registro do eritema	» Pontos vermelhos na mão e/ou antebraço após o uso do produto
	A temperatura da superfície da pele variou menos (menos esforço) após realizar as tarefas grafomotoras?	» Câmera termográfica	» Variação de temperatura em antebraço e mão dominante
SATISFAÇÃO	Se sentiu atraído pela imagem do produto?	» Imagens dos produtos » Escala de faces » Diário de Campo	» Face selecionada / Nível de agradabilidade » Ordem de preferência
	Gostou de utilizar o produto?	» Produtos » Escala de faces » Diário de Campo	» Face selecionada / Nível de satisfação » Ordem de preferência

A avaliação de usabilidade ocorreu em 7 encontros. No primeiro, foi realizada com a caneta fina com todos os 5 participantes (avaliações individuais) e, no último, com a caneta grossa. Do 2º ao 6º encontro, a ordem de uso das 5 adaptações de lápis foi alterada mediante sorteio para que a ordem fosse diferente entre os usuários.

Quanto à termografia, o protocolo se baseou em estudos desenvolvidos com seres humanos na área da Saúde (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003; OLIVEIRA; LIMA; ROLIM, 2012; ARAÚJO; LIMA; SOUZA, 2014). A avaliação da vermelhidão da pele antes e depois do uso dos produtos foi associada à termografia, cujas variáveis podem indicar alteração da circulação, conforme Boscneinen-Morrin, Davey e Conolly (2002). A pressão de alguns dispositivos assistivos sobre a mão podem causar compressão de vasos sanguíneos e, assim, redução da vascularização (COPPARD; LOHMAN, 2014). Ainda afirmam Da Luz *et al.* (2010) que a diminuição da vascularização tem relação com a diminuição da temperatura.

As imagens termográficas foram captadas pelo termovisor FLIR modelo T 460, adquirido no edital CNPq/MCTI/SECIS N° 20/2016 - TECNOLOGIA ASSISTIVA, em uma ação conjunta entre o Laboratório de Ergonomia e Design Universal (LABERGO Design) e o Laboratório de Tecnologia Assistiva e Terapia Ocupacional (LabTATO). Para o registro termográfico, os participantes foram sentados em uma cadeira, em frente a uma mesa. Os membros superiores foram apoiados sobre a mesa, com cotovelo

mais ou menos em 90° de flexão, tendo como referência o estudo de Brioschi *et al.* (2002). Foram realizados registros termográficos antes, durante e depois da execução das tarefas grafomotoras, totalizando 6 séries de imagens. A figura 6 mostra o posicionamento para a tomada de imagens antes e depois do uso dos produtos.



Com o uso de uma câmera fotográfica, as mãos dos participantes foram fotografadas de vários ângulos diferentes, durante a atividade grafomotora, e as imagens coletadas foram, posteriormente, comparadas com as encontradas no estudo de Schneck e Henderson (1990) representando os tipos de pega, e com as descritas por Tseng (1998). Uma análise de configuração dos produtos também foi realizada para relacionar os dados coletados com o design e a apreensão dos usuários.

A avaliação de precisão motora, o Motor Accuracy Test (MAc) foi fundamentada pelo Manual da Bateria de Testes Sensory Integration and Praxis Tests (SIPT) (AYRES, 1989), utilizado até os dias de hoje

Figura 6.

Imagem termográfica da face ventral e face dorsal do antebraço e mão.

Fonte: Marcelino (2018).

e referenciado pela Western Psychological Services (WPS), empresa que detém os direitos sobre a reprodução, adaptação e/ou tradução do SIPT. O segundo instrumento de avaliação da precisão motora utilizado, a Medida de Avaliação Grafomotora (MAG), foi desenvolvido na pesquisa, diante da escassez de avaliações com esse objetivo. Nas duas avaliações, o participante precisaria cobrir um desenho de referência, sendo que os desvios desse traçado foram posteriormente calculados por meio do uso de softwares.

Um diário de campo foi utilizado para registro de observação dos usuários. As notas foram norteadas por um roteiro que continha perguntas sobre a colocação da adaptação (tempo, ajustes e dificuldades), comportamento do usuário perante o dispositivo, posturas adotadas e movimentos involuntários.

Na avaliação estética dos produtos (por imagens das adaptações antes de vê-las presencialmente) e da satisfação após o uso, adotou-se o instrumento Escala de Faces, que continha 5 faces (carinhas) e funcionou como uma Escala de Likert. A Escala de Faces apresentou três informações que ajudaram os participantes a entenderem-na: variação da expressão facial, que correspondia à variação de sua denominação (não gostei nada, não gostei, gostei mais ou menos,

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DAS ADAPTAÇÕES DE LÁPIS

gostei pouco e gostei muito) e ainda à variação da cor (vermelha, laranja, amarela, verde clara e verde escura).

Para a análise dos dados quantitativos, foi construído um banco de dados na planilha eletrônica Microsoft Excel, a qual foi exportada para o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 18, em que foi realizada a análise. Para análise do nível de agradabilidade com a estética, satisfação, precisão motora e temperatura dos usuários antes, durante e após o experimento, foram calculadas as estatísticas média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartil, de acordo com a necessidade de cada avaliação. A normalidade das variáveis quantitativas do estudo foi avaliada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Foram aplicados os testes t de student, Analysis of Variance (ANOVA), Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, de acordo com a necessidade nas comparações. Ainda, na avaliação da correlação entre o tempo x área branca e tempo foi aplicado o teste de correlação de Pearson. Todas as conclusões foram tiradas considerando o nível de significância de 5%.

Quanto à **eficácia**, pela métrica de “menor desvio do traçado” (ao cobrir o desenho), melhores resultados foram obtidos com a adaptação triangular, seguida da adaptação para escrita. Na métrica “adequação entre a pega e o design do produto na maior parte do tempo”, foram mais eficazes a adaptação aranha mola, adaptação para escrita e adaptação crossover. Assim, a adaptação para escrita ganhou destaque na avaliação da eficácia.

Quanto à **eficiência**, a métrica “ausência ou menor quantidade de eritemas com menor variação de temperatura”, a adaptação triangular se apresentou eficiente com três usuários; já na métrica “variação de temperatura da superfície da pele”, destacaram-se a adaptação para escrita e a triangular. Na métrica “precisão motora (MAc) (menor desvio do traçado x menor tempo)”, evidenciaram-se novamente a adaptação para escrita e a triangular. Pela velocidade do traçado dos usuários, obtida pela MAG, demonstraram maior eficiência a adaptação triangular e a bulbo.

A **satisfação**, pela escala de faces e ordem de preferência, foi obtida especialmente pela adaptação para escrita e a bulbo.

Quanto à apreensão dos lápis pelos usuários, estas eram mais atípicas e já bem estabelecidas na atividade de escrita, o que pode ser justificado pela faixa etária. Pegas mais refinadas foram direcionadas pelas adaptações fixas: aranha mola e adaptação para escrita.

Eritemas foram detectados após o uso de todos os produtos, mesmo os que tinham uma configuração de baixa complexidade e dispunham de um material confortável, porém, alguns eritemas foram atribuídos à forma e ao material dos produtos. Quando pontos de eritema foram relacionados aos dados termográficos, a adaptação que gerou maior variação de temperatura foi a aranha mola.

O estudo mostrou que pode haver uma variação significativa de temperatura da superfície da pele com o uso de adaptações de lápis, pois foram percebidas variações térmicas bruscas em algumas regiões, no uso dos produtos, especialmente nas digitais (provavelmente por causa da tarefa-escrita), com aumento de até 6,5° e redução de até 6,8°. Isso ratificou a importância da termografia nos estudos de usabilidade de produtos dessa natureza.

Em relação ao discurso dos usuários e à sua avaliação estética, todos os elementos configurativos das adaptações de lápis: cor, material, forma e superfície, apareceram, sendo que as características valoradas como positivas e prazerosas variaram entre os usuários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de avaliação da usabilidade de adaptações de lápis- desenvolvido e aplicado- apresentou potencial para subsidiar a seleção e o projeto desses produtos. Com base nas diretrizes projetuais resultantes da pesquisa, que apontaram lacunas no projeto dos produtos estudados, foi possível projetar dois modelos de adaptações de lápis, posteriormente, através do projeto aprovado pelo CNPq. Estas adaptações se encontram em fase de registro de patentes.

Alguns aspectos que foram considerados para o desenvolvimento de novos produtos, resultantes da avaliação de usabilidade foram: formas - minimizar ou evitar quinvas vivas, pois causaram pontos de pressão;

dimensões - estar atento ao diâmetro da área de encaixe do lápis ou caneta para não restringir muito a seleção dessa ferramenta por sua espessura, bem como ao diâmetro para encaixes dos dedos do usuário; cores - disponibilizar o produto em cores variadas ou, pelo menos, cor neutra e cor viva; superfície - prestar atenção ao equilíbrio na textura, visto que a lisa, apesar de parecer confortável, pelo baixo atrito, aumentou a pressão do usuário para manter a pega do produto e isso causou pontos de pressão.

Uma característica importante no processo de desenvolvimento do estudo, que repercutiu positivamente no seu produto final, foi a interdisciplinaridade, pois pela formação dos envolvidos na pesquisa, das áreas de Design, Terapia Ocupacional, Engenharia mecânica, Arquitetura e Educação, e esta troca de saberes foi essencial na área da Tecnologia Assistiva, contemplada pela pesquisa.

Como estudos futuros, recomenda-se:

- » ampliação da instrumentação tecnológica para a avaliação de usabilidade, para gerar outras métricas, com equipamentos como o *X-sens*, eletromiógrafo, *eye tracking* e de mapeamento de pressão;
- » estudos longitudinais, que além de avaliação da usabilidade envolvam treino e monitoramento de uso dos produtos assistivos;
- » ampliação do número de participantes;
- » testes com o instrumento desenvolvido MAG para estabelecimento de parâmetros;
- » estudos termográficos com crianças com desenvolvimento típico na realização da atividade de escrita para que se possa ter parâmetros para uso em pesquisas futuras.

Por fim, espera-se que esta pesquisa possa inspirar pesquisadores das diversas áreas do conhecimento, para o desenvolvimento de produtos que promovam a inclusão de pessoas com deficiência às atividades do cotidiano, em especial, à educação.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - pelo apoio financeiro, mediado pelo processo de número 442475/2016-0. Nossos agradecimentos também aos participantes do estudo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.C.; LIMA, R.C.F.; SOUZA, R.M.C.R. **Uso de imagens termográficas para classificação de anormalidades de mama baseado em variáveis simbólicas intervalares**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Programa de Pós- Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9241-11**: Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual. Parte 11: orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro, 2011. 26 p.

AYRES, A.J. **Sensory Integration and Praxis Tests**. Los Angeles: Western Psychological Services, 1989.

BALADI, A.B.P.T.; CASTRO, N.M.D.; MORAIS FILHO, M.C. Paralisia Cerebral. In: FERNANDES, A.C. et al. (Org.). **AACD Medicina e Reabilitação**: princípios e práticas. São Paulo: Artes Médicas, 2007. cap. 2.

BEAR, M.F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências** – Desvendando o Sistema Nervoso. 2. Ed, Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

BOSCAINI, F. **Psicomotricidade e Grafismo**: da grafomotricidade à escrita. Rio de Janeiro: Editora Viveiros de Castro, 1998.

BOSCNHEINEN-MORRIN, J.; DAVEY, V.; CONNOLLY, W.B. **A Mão**: Bases da Terapia. 2.ed. Barueri: Manole, 2002.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. Brasília: **CORDE**, 2009. 138 p. Disponível em: <http://www.galvaofilho.net/livro-tecnologia-assistiva_CAT.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.

BRASIL, Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Dispõe sobre a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. **República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 jul. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Acesso em: 30 set.. 2020.

BRIOSCHI, et al. Termografia infravermelha computadorizada: uma nova ferramenta na quantificação da resposta fisioterapêutica. **Fisioterapia em Movimento**, Paraná, v.14, n.2, p.43-46. 2002.

BRIOSCHI, M.L.; MACEDO, J.F.; MACEDO, R.A.C. Termometria cutânea: novos conceitos, **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 2, n. 2, p. 151-160. 2003.

CATECATI, T. et al. Métodos para a avaliação da usabilidade no design de produtos. **DAPesquisa: Revista de Investigação em Artes**, Florianópolis, v.8, n. 8, p. 564-581. 2011.

COOK. A.M.; POLGAR, J.M.; autora emérito: HUSSEY, S.M. **Assistive technologies: principles and practice**. 4th ed.USA: Elsevier, 2015.

COPPARD, B.M.; LOHMAN, H. **Introduction to Orthotics: a Clinical Reasoning e Problem-Solving Approach**. 4. ed. USA: Elsevier, 2014.

CYBIS, W.; BETIOL, A.H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Novatec editora Ltda.,2015.

DA LUZ et al. Adaptação à prótese híbrida de extremidade superior: estudo termográfico de um caso. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.17, n.2, p.173-7, abr/jun. 2010.

GUARESI, R. Repercussões de descobertas neurocientíficas ao ensino da escrita. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 41, p. 51-62, jan./jun. 2014.

GAUZZI, L.D.V.; FONSECA, L.F. Classificação da Paralisia Cerebral. In:

- LIMA, C.L.F.A.; FONSECA, L.F. (Org.). **Paralisia Cerebral:** neurologia, ortopedia, reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 37-44.
- GUEDES-GRANZOTTI R.B. et al. Adaptação transcultural do Communication Function Classification System para indivíduos com paralisia cerebral. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v.18, n.4, p.1020-1028, jul./ago. 2016.
- HIRATUKA, E.; MATSUKURA, T.S.; L. I., PFEIFER. Adaptação transcultural para o Brasil do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS). **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.14, n.6, nov./dez, 2010.
- IIDA, I; GUIMARÃES, L.B.M. **Ergonomia:** projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016.
- MARCELINO, J.F.Q. **Avaliação da usabilidade de adaptações de lápis para a grafomotricidade de crianças e adolescentes com paralisia cerebral discinética.** 2018. Tese (Doutorado em Design)- Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- MERINO, G. et al. Usability in Product Design - The importance and need for systematic assessment models in product development - USA-Design Model (U-D). **Work**, v.41, n. supplement 1, p. 1045-1052. 2012.
- MEYERHOF, Pessia Grywac. O desenvolvimento normal da preensão. **Journal of Human Growth and Development**, São Paulo, v. 4, n. 2, p.30-34, 1994.
- NAKAO, T.; SAKAMOTO, R.; YANO, K. Drawing Assist System Considering Nonperiodic Involuntary Movements. In: SYMPOSIUM ON ANALYSIS, DESIGN AND EVALUATION OF HUMAN-MACHINE SYSTEMS, IFAC, 12, 2013. Las Vegas. **Anais...**United States: Wright State University, 2013. p.260-265.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering.** San Diego (CA): Academic Press, 1993.
- OLIVEIRA, M.M.; LIMA, R.C.F.; ROLIM, T.L. **Desenvolvimento de protocolo e construção de um aparato mecânico para padronização da aquisição de imagens termográficas de mama.** 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)-Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, 2012.
- OMS. Organização Mundial da Saúde. **CID-10 Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde.** 10ª rev. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1997. vol.1.
- ROSENBAUM, P. et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 49, n. 2, p. 8-14. 2007.
- SCHNECK, C.M.; HENDERSON, A. Descriptive analysis of the developmental progression of grip position for pencil and crayon control in nondysfunctional children. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 44, n. 10, p. 893-900, oct. 1990.
- SCHWELLNUS, H. et al. Effect of pencil grasp

on the speed and legibility of handwriting after a 10-minute copy task in Grade 4 children. **Australian Occupational Therapy Journal**, v. 59, n.3, p. 180–187, jun. 2012.

SILVA, D. B. R.; PFEIFER, L. I.; FUNAYAMA, C. A. R. **Manual Ability Classification System: Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos**. 2010. Disponível em: <http://www.macs.nu/files/MACS_Portuguese-Brazil_2010.pdf>. Acesso em: 30 set.. 2020.

SOKEN et al. **Methods for Evaluating Usability** (Section 5B), Honeywell. 1993

STORY, M.F.; MUELLER, J. L.; MACE, R. L. **The Universal Design File: Designing for People of All Ages and Abilities**. Revised Edition. North Carolina State Univ., Raleigh. Center for Universal Design, 1998. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED460554.pdf>. Acesso em 30 set. 2020.

TARRAN, A.B.P. et al. Paralisia Cerebral. In: FERNANDES, A.C. et al. **Reabilitação**. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2015. cap.3.

TSENG, M. H. Development of pencil grip position in preschool children. **Occupational Therapy Journal of Research**, v. 18, n. 4, p. 207–224, oct. 1998.

