

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE ARTES - CEART
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN - PPG DESIGN**

CAROLINA SAVIOLI MARQUES TAVARES

**DIRETRIZES PROJETUAIS PARA INTERFACES DE DISPOSITIVOS
TOUCHSCREEN VOLTADOS A USUÁRIOS COM PARALISIA CEREBRAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Design, da Universidade de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Orientador: Prof. Dr. Murilo Scoz.

**FLORIANÓPOLIS - SC
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Central/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Tavares, Carolina Savioli Marques
DIRETRIZES PROJETOAIS PARA INTERFACES DE
DISPOSITIVOS TOUCHSCREEN VOLTADOS A USUÁRIOS
COM PARALISIA CEREBRAL / Carolina Savioli Marques
Tavares. - 2019.
112 p.

Orientador: Murilo Scoz
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Artes, Programa de
Pós-Graduação em Design, Florianópolis, 2019.

1. Interfaces gráficas interativas. 2. Dispositivos
touchscreen. 3. Paralisia cerebral. 4. Disfunção motora. I.
Scoz, Murilo. II. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Artes, Programa de Pós-Graduação em Design. III.
Título.

CAROLINA SAVIOLI MARQUES TAVARES

**DIRETRIZES PROJETUAIS PARA INTERFACES DE DISPOSITIVOS
TOUCHSCREEN VOLTADOS A USUÁRIOS COM PARALISIA CEREBRAL**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Design do Centro de Artes (CEART), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design.

Banca Examinadora

Orientador: _____

Prof. Dr. Murilo Scoz / UDESC

Membro: _____

Profa. Dra. Gabriela Botelho Mager / UDESC

Membro: _____

Prof. Dr. Gilson Braviano / UFSC

Florianópolis, 15 de julho de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Renata e Flavio, que estão sempre ao meu lado, independente do momento, da situação ou da dificuldade. À minha irmã, Amanda, minha primeira referência feminina e acadêmica na vida e que sempre acreditou em mim. Vocês são meu porto seguro além de qualquer distância. Ao Rodrigo, meu companheiro de vida, que divide o amor, as rotinas, as companheiras caninas e a atuação no design comigo. Obrigada por me apoiar e motivar todos os dias.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Murilo Scoz, que me clareou os caminhos durante o mestrado e que sempre me surpreende com o conhecimento, a didática e a generosidade, sendo um professor e ser humano exemplar. O admiro cada vez mais. Tive sorte em tê-lo como orientador e agradeço muito pela confiança de me escolher como orientanda para desenvolvermos este trabalho tão relevante para nós. Que possamos continuar pesquisando juntos.

Por conexão dele, agradeço a todos os colegas que conheci no grupo de pesquisa NEST, em especial às Brunas, que foram companheiras nas escritas e nas experiências. Agradeço a todos os professores, funcionários e colegas do Programa de Pós Graduação em Design da UDESC pelo apoio e conhecimento compartilhados.

Aos meus amigos da universidade desde a graduação por todo o apoio e companheirismo durante o processo. Agradeço também aos meus amigos da Dialetto, que compreenderam a jornada de conciliar o trabalho ao mestrado e me apoiaram.

Sou grata à UDESC pelo acesso a educação pública de qualidade tanto em minha graduação quanto no mestrado. Ao Centro Catarinense de Reabilitação (CCR), pela parceria e disponibilidade ao longo destes dois anos. Espero que a pesquisa possa contribuir de alguma forma aos seus profissionais e às pessoas por eles atendidos.

Por fim, meu muito obrigada a você que se dedica à leitura deste trabalho e, assim, já demonstra apoio à pesquisa científica no país.

"People ignore design that ignores people."

Frank Chimero

RESUMO

Considerando o percentual significativo de indivíduos com deficiências resultantes do quadro de paralisia cerebral na população mundial, a presente pesquisa investigou processos de inclusão e acessibilidade para estes indivíduos, com foco nas possibilidades de interação digital por pessoas com acometimento motor. Ao verificar que estas disfunções são as mais comuns nos quadros de paralisia cerebral, investigou-se a correlação entre o conjunto de movimentos acionadores de dispositivos baseados em tecnologia *touchscreen* e as possibilidades gestuais de pessoas com distintos graus de acometimento motor. Nestes termos, no sentido do aprimoramento destes dispositivos para o público em questão, tomou-se que o nível de acometimento da motricidade dos membros superiores de pessoas com paralisia cerebral poderia ser usado na estruturação de grupos de gestos fundamentais possíveis em dispositivos *touchscreen* de acordo com seu grau de complexidade. Assim, a pesquisa objetivou elaborar recomendações para a construção de projetos de interfaces interativas em dispositivos *touchscreen*, no atendimento das especificidades dos diferentes níveis de comprometimento motor. Para tanto, realizou-se inicialmente um levantamento exploratório das variações gestuais nas plataformas *touchscreen* de diferentes desenvolvedores, o que gerou um inventário de gestos fundamentais possíveis em aparatos de tela sensível ao toque. Em seguida, o estudo identificou escalas de níveis de acometimento motor de pessoas com paralisia cerebral, considerando a motricidade de membros superiores (escala MACS). A partir destas duas variáveis, e mediante coleta de dados com terapeutas especializados em reabilitação motora, chegou-se ao mapeamento dos gestos possíveis em cada um dos cinco níveis da escala de motricidade, o que permitiu propor recomendações para projetos de interfaces gráficas interativas voltadas aos quadros da paralisia cerebral. Entre as recomendações, ressalta-se a importância de integrar os estímulos motores à finalidades diárias, lúdicas ou terapêuticas e promover graus progressivos de complexidade gestual ao longo da interação.

Palavras-chave: Interfaces gráficas interativas. Dispositivos *touchscreen*. Paralisia cerebral. Disfunção motora.

ABSTRACT

Considering the significant percentage of individuals with disabilities resulting from cerebral palsy in the world population, the present study investigated inclusion and accessibility processes for these individuals, focusing on the possibilities of digital interaction for people with motor dysfunction. When verifying that these dysfunctions are the most common in cerebral palsy, the correlation between the set of movements on devices based on touchscreen technology and the gestural possibilities of people with different degrees of motor impairment was investigated. Thus, in the sense of enhancing these devices for the public in question, it was assumed that the level of motor impairment of the upper limbs of people with cerebral palsy could be used to structure groups of possible fundamental gestures in touchscreen devices according to the degree of complexity. Therefore, the research aimed to develop recommendations for the construction of interactive interfaces projects on touchscreen devices, in order to meet the specific needs of the different levels of motor impairment. For that, an exploratory survey of the gestural variations on the touchscreen platforms of different developers was done, which generated an inventory of possible fundamental gestures in touchscreen devices. The study then identified scales of motor impairment of people with cerebral palsy, considering upper limb motricity (MACS scale). From these two variables, and through data collection with therapists specialized in motor rehabilitation, the mapping of the possible gestures for the five levels of the motor scale was possible, which allowed to propose recommendations for interactive graphic interfaces projects focused on the cerebral palsy conditions. Among the recommendations, the importance of integrating motor stimuli into daily, playful or therapeutic purposes and promoting progressive degrees of gestural complexity throughout the interaction is highlighted.

Keywords: Interactive graphical interfaces. Touchscreen devices. Cerebral palsy. Motor dysfunction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de TAs para acessibilidade ao computador	36
Figura 2 - Entrada do Centro Catarinense de Reabilitação	38
Figura 3 - Fluxograma de etapas do atendimento da Reabilitação Pediátrica no CCR	39
Figura 4 - Gráfico de relação entre idade e pontuação no teste GMFM-66, resultando nos níveis da escala GMFCS.....	44
Figura 5 - Ilustrações representativas dos gestos possíveis no sistema operacional iOS (Apple).....	57
Figura 6 - Uso de interface do aplicativo brasileiro Livox, de CAA	61
Figura 7 - Exemplo de captura dos vídeos utilizados no experimento, representando os gestos toque duplo e apertar	67
Figura 8 - Exemplo de ficha utilizada no experimento	68
Figura 9 - Detalhe das perguntas, escalas e legendas utilizadas nas faixas das fichas do experimento.....	69
Figura 10 - Gráfico das especialidades dos participantes.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Variáveis.....	26
Quadro 2 - Descrição dos tipos clínicos da paralisia cerebral	43
Quadro 3 - Níveis e descrições da escala MACS	45
Quadro 4 - Diferenças entre níveis da escala MACS.....	46
Quadro 5 - Aspectos desejáveis e indesejáveis da experiência do usuário	48
Quadro 6 - Gestos simples apresentados por Ribeiro (2014) para interação em dispositivos <i>touchscreen</i>	54
Quadro 7 - Gestos propostos por Saffer (2009) na interação em dispositivos <i>touchscreen</i> (Continua)	54
Quadro 8 - Gestos possíveis no sistema operacional iOS (Apple)	57
Quadro 9 - Gestos possíveis no sistema operacional Android (Google)	58
Quadro 10 - Relação final de gestos fundamentais utilizados nesta pesquisa (Continua).....	59
Quadro 11 - Compilação dos dados provenientes da entrevista prévia.....	72
Quadro 12 - Resumo de recomendações para projetos de interfaces para pessoas com PC.....	89
Quadro 13 - Resumo de recomendações para projetos de interfaces para pessoas com PC.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sinais clínicos de movimento e postura e percentual de ocorrências no diagnóstico precoce da paralisia cerebral	41
Tabela 2 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto toque	73
Tabela 3 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o toque.....	74
Tabela 4 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto toque duplo.....	74
Tabela 5 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto toque duplo	75
Tabela 6 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto toque longo.....	75
Tabela 7 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto toque longo	76
Tabela 8 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto deslizar	76
Tabela 9 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o deslizar	76
Tabela 10 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto rolagem	77
Tabela 11 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto rolagem.....	77
Tabela 12 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto traçado livre.....	78
Tabela 13 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto traçado livre	78
Tabela 14 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto apertar	79

Tabela 15 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto apertar	79
Tabela 16 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto espalhar	80
Tabela 17 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto espalhar	80
Tabela 18 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto rotacionar	80
Tabela 19 - Valores, média, mediana e desvio padrão das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto rotacionar	81
Tabela 20 - Dados sobre a facilidade ou dificuldade geral dos gestos	81
Tabela 21 - Médias referentes à a) Capacidade de realizar, b) Possibilidade de aperfeiçoamento dos gestos por níveis da escala MACS	83
Tabela 22 - Médias dos escores da capacidade de realizar por nível de cada terapeuta	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BFMF	<i>Bimanual Fine Motor Function</i>
CAA	Comunicação Aumentativa e Alternativa
CCR	Centro Catarinense de Reabilitação
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
DI	Design inclusivo
GMFCS	<i>Gross Motor Function Classification System</i>
GUI	<i>Graphical user interface</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MACS	<i>Manual Ability Classification System</i>
NUI	<i>Natural user interface</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PC	Paralisia cerebral
RBS	Revisão bibliográfica sistemática
SCPE	<i>Surveillance of Cerebral Palsy in Europe</i>
TA	Tecnologia assistiva
Udesc	Universidade do Estado de Santa Catarina
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 PROBLEMA	25
1.2 HIPÓTESE	25
1.3 OBJETIVOS	26
1.3.2 Objetivos Específicos	26
1.4 JUSTIFICATIVA	27
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	28
1.6 DELIMITAÇÃO E ADERÊNCIA AO PPG DESIGN	29
2. REFERENCIAL TEÓRICO	31
2.1. ACESSIBILIDADE	31
2.1.1 Design e inclusão.....	33
2.1.2 Tecnologias assistivas	34
2.1.3 Aproximações entre design e reabilitação motora	37
2.2. A PESSOA COM PARALISIA CEREBRAL.....	40
2.2.1 Classificações da paralisia cerebral.....	42
2.3. DESIGN DE INTERAÇÃO.....	46
2.3.1 Interação em dispositivos móveis.....	50
2.3.2 Gestos interativos em dispositivos <i>touchscreen</i>	51
2.3.3 Design de interfaces gráficas <i>touchscreen</i>	60
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	65
3.1 DEFINIÇÃO DE PARTICIPANTES	65
3.2 CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO	66
3.3 APLICAÇÃO DE PRÉ-TESTE.....	69
3.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS.....	70
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	71
4.1 LEVANTAMENTO SOBRE OS PARTICIPANTES.....	71
4.2 ANÁLISE INDIVIDUAL DOS GESTOS	73
4.2.1 Toque.....	73
4.2.2 Toque duplo.....	74
4.2.3 Toque longo.....	75
4.2.4 Deslizar.....	76
4.2.5 Rolagem	77

4.2.6 Traçado livre	77
4.2.7. Apertar	78
4.2.8 Espalhar.....	79
4.2.9 Rotacionar	80
4.3 PRINCIPAIS RESULTADOS.....	81
5. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO	87
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICES	99
APÊNDICE A – Roteiro para entrevista estruturada com terapeutas.....	99
APÊNDICE B – Resumo sobre a escala MACS	101
APÊNDICE C – Ficha exemplo do gesto “toque”	103
APÊNDICE D – Transcrição das entrevistas realizadas com terapeutas do CCR..	105

1 INTRODUÇÃO

Conforme censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado em 2010, aproximadamente 45 milhões de pessoas, ou 23,9% da população brasileira declara ter alguma deficiência, podendo ser visual, auditiva, motora, mental ou intelectual, em graus diversos de acometimento. Por se tratar de uma parcela significativa da população brasileira, é necessário analisar a maneira como esse variado e amplo público interage com os objetos cotidianos e compreende informações, sejam elas visuais ou textuais, principalmente no meio digital, de acesso cada vez mais comum. A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), pertencente ao grupo de classificações internacionais desenvolvida pela Organização Mundial de Saúde (OMS), define as deficiências como "problemas nas funções ou na estrutura do corpo, tais como, um desvio importante ou uma perda" (OMS, 2004, p. 13), englobando tanto as físicas quanto as psicológicas. Simões e Bispo (2006) destacam que as pessoas com deficiência são aquelas que, portanto, sofrem com um meio ambiente inadequado, sendo razão de exclusão e impedimento de participação social.

Em meio a este contexto, campos como o Design Inclusivo (DI), voltado à concepção de artefatos pautados pela inclusão social, têm se desenvolvido. Na busca pela adequação de produtos, serviços e ambientes a todos, independente de suas características pessoais, habilidades, perfil sócio-econômico ou faixa etária, o Design Inclusivo contribui, conseqüentemente, para a não discriminação e inclusão social de todas as pessoas. Assim, o DI reflete também na prática projetual ao focar em uma abordagem democrática, de respeito pelos direitos humanos e de defesa de condições para a igualdade de oportunidades (SIMÕES; BISPO, 2006). Desta forma, para tornar os diversos objetos do campo do design acessíveis, é de extrema importância o estudo e aprofundamento na área, objetivando disseminar as concepções referentes à inclusão de forma clara para ampla utilização na sociedade.

A acessibilidade contribui para a inclusão social, facilitando as relações humanas e potencializando a autonomia dos indivíduos. Com o passar do tempo, metodologias participativas, tecnologias assistivas e atividades estimuladoras podem minimizar as dificuldades enfrentadas pelas pessoas com deficiência, aproximando-nos cada vez mais de um ambiente tecnológico inclusivo, seja em ambientes de lazer, estudo ou trabalho. Levando em consideração que 7,5% das pessoas com deficiência

no Brasil são crianças de até 14 anos de idade (IBGE, 2010), é válido que esta reflexão se aproxime dos desafios do desenvolvimento de dispositivos técnicos mais acessíveis para este público específico, visando a melhoria de suas práticas cotidianas, bem como a qualificação dos processos de reabilitação.

Em meio às deficiências infantis, estima-se que a paralisia cerebral (PC) esteja presente em cerca de 2 a cada 1000 bebês nascidos vivos em países desenvolvidos, embora não exista um levantamento quantitativo preciso, sendo a causa mais frequente de deficiência motora na infância. Já em países subdesenvolvidos, como o Brasil, a estimativa chega a 7 em cada 1000 bebês (CIASCA; MOURA-RIBEIRO; TABAQUIM, 2006). A paralisia cerebral abrange um grupo de condições caracterizadas por alterações motoras permanentes decorrentes de lesão não-progressiva no encéfalo ainda imaturo, ocorrida antes, durante ou após o nascimento da criança (CAZEIRO; LÔMONACO, 2011).

Com o avanço da utilização dos dispositivos computacionais e da digitalização, a tecnologia se aproxima da população e passa a permear diferentes domínios das práticas cotidianas. Para as pessoas com deficiência, o uso destes artefatos digitais se dá por meio de adaptações e tecnologias assistivas, que são "recursos e serviços que visam promover a funcionalidade e a autonomia da pessoa com paralisia cerebral, minimizando os problemas e as dificuldades decorrentes dessa condição de saúde" (BRASIL, 2014, p. 45). Essas tecnologias assistivas compreendem uma vasta gama de soluções que facilitam as diversas atividades do público com deficiência, podendo ser adaptadas a partir de objetos já existentes, como os dispositivos *touchscreen*, ou concebidas exclusivamente para esse fim, como as pranchas de comunicação aumentativa e alternativa (CAA). Considerando os dispositivos móveis, a interação com aparelhos *touchscreen* é familiarizada com *smartphones* e *tablets*. Notando que as disfunções motoras são presentes na maioria dos casos de crianças com paralisia cerebral, vê-se possíveis dificuldades na interação com dispositivos *touchscreen*, pautados pelo manuseio fino, e uma oportunidade de estímulo para a movimentação dos membros superiores, mais precisamente, para as mãos. Ademais, são frequentes as aplicações destes dispositivos no processo de reabilitação, valendo-se do interesse do público infantil pelas novas tecnologias, adotadas como ferramentas de apoio para o processo terapêutico. Pelo exposto, torna-se relevante discutir as possibilidades de incorporação destas modalidades de artefatos, considerando as limitações de

movimento deste público, de modo a contribuir para o desenvolvimento de interfaces de aparelhos *touchscreen* mais eficientes e mais acessíveis.

1.1 PROBLEMA

Em meio ao cenário de desenvolvimento digital apresentado, observa-se a relevância da inclusão digital de todas as pessoas com deficiência e, ao mesmo tempo, nota-se os desafios da motricidade enfrentados por pessoas com paralisia cerebral no uso de dispositivos *touchscreen*. As dificuldades deste público na interação com os aparatos de tela sensível ao toque, dada a necessidade de execução de movimentos manuais finos, devem ser analisadas através de projetos gráficos que considerem as suas especificidades. A gradação de complexidade das configurações de mão e movimentos - pautados pelos gestos - nas interações em telas deveria acompanhar os níveis de capacidade motora dos indivíduos, de modo a facilitar seu manuseio e, até mesmo, auxiliar em seu desenvolvimento com estímulo motor.

Em meio às informações expostas anteriormente, chega-se no seguinte problema: considerando as diversas disfunções motoras dos membros superiores em quadros de paralisia cerebral, é possível estabelecer relações entre o grau das referidas disfunções e a capacidade de realizar diferentes gestos fundamentais na interação com dispositivos *touchscreen*?

1.2 HIPÓTESE

Desta forma, buscando melhorias na interação entre dispositivos *touchscreen* e pessoas com paralisia cerebral, formula-se a hipótese: se o nível de acometimento das disfunções motoras dos membros superiores de pessoas com paralisia cerebral se intensifica, então a capacidade de realizar e a possibilidade de aperfeiçoamento dos grupos de gestos fundamentais possíveis em dispositivos *touchscreen* se alteram de acordo com seu grau de complexidade. Observa-se, para tanto, as seguintes variáveis:

Quadro 1 – Variáveis

Variáveis antecedentes	Acesso a dispositivos <i>touchscreen</i> ; Nível de escolaridade; Classe econômica.
Variáveis de controle	Descrição da pessoa com paralisia cerebral; Classificação das disfunções motoras nos membros superiores; Cognição e intelecto preservados.
Variável independente	Nível de acometimento das disfunções motoras dos membros superiores de pessoas com paralisia cerebral.
Variável dependente	Grau de complexidade dos gestos fundamentais possíveis em dispositivos <i>touchscreen</i> .
Variáveis componentes	Capacidade de realizar Possibilidade de aperfeiçoamento

Fonte: desenvolvido pela autora, 2018.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

A partir do problema de pesquisa apontado anteriormente, este trabalho tem como objetivo geral a elaboração de recomendações para a construção de projetos de interfaces interativas em dispositivos *touchscreen* para pessoas com paralisia cerebral, a partir do grau das disfunções motoras.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento de métodos do design inclusivo;
- Identificar os níveis de disfunção motora em pessoas com paralisia cerebral;
- Mapear classificações para os gestos fundamentais possíveis em dispositivos *touchscreen*;
- Correlacionar os gestos fundamentais possíveis com os níveis de acometimento motor, de acordo com a escala MACS, em pessoas com paralisia cerebral.

1.4 JUSTIFICATIVA

Considerando o avanço tecnológico e a crescente disseminação de dispositivos móveis, como *smartphones*, *laptops* e *tablets*, que podem apresentar interação por toque, observa-se a importância de torná-los acessíveis à maior porção populacional possível, incluindo também indivíduos com algum tipo de deficiência. A acessibilidade digital é importante ferramenta para a inclusão social de indivíduos com deficiência, uma vez que possibilita maior interação interpessoal, aumenta a gama de canais comunicacionais e auxilia em atividades de estímulo motor e cognitivo.

Ao analisar o vasto panorama de deficiências existentes, observa-se que a paralisia cerebral é a mais comum deficiência física grave na infância (BRASIL, 2014). Por se tratar de um grupo de desordens permanentes e não-progressivas, diversas áreas de atenção à saúde "têm buscado estudar e propor terapêuticas de modo a prevenir, minimizar sequelas consequentes destas lesões cerebrais e potencializar as capacidades" (BRASIL, 2014, p. 7). Assim, a atenção ao acesso tecnológico e os cuidados relacionados à interação digital deste público se mostram relevantes para o avanço social.

Entre os diversos aparatos tecnológicos, os dispositivos *touchscreen* se destacam ao possibilitar acesso através de aplicativos com diversos tipos de conteúdos, sejam educacionais ou de lazer, e a presença da tela sensível ao toque oferece possibilidades de interação e adaptabilidade diversificadas. Nesses usos, os dispositivos podem estimular a motricidade manual de pessoas com disfunções, levando em consideração no planejamento de suas interfaces digitais a natureza e o grau de acometimento motor dos indivíduos. Além da inclusão digital de pessoas com paralisia cerebral, vê-se, então, possibilidades de estímulo motor dos membros superiores destas pessoas com o uso dos dispositivos *touchscreen*, que podem agir em contiguidade às terapias de reabilitação nos ambientes domésticos e escolares, por exemplo, ou como ferramenta para uso nas próprias terapias.

Esta pesquisa parte de uma motivação em estimular o tema da inclusão nos diversos projetos de design, aqui focado em um esforço para estreitar as possibilidades de interação digital para pessoas com paralisia cerebral. Também busca contribuir para o caráter interdisciplinar do design e dos fatores humanos ao

aproximar-se de áreas relacionadas à reabilitação destes indivíduos, como a Fisiatria, Fisioterapia, fonoaudiologia, Terapia Ocupacional e outras.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em seis capítulos, apresentados a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: introduz o tema escolhido para a pesquisa, apresenta o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos, justificando, ao final, sua relevância.

Capítulo 2 – Referencial Teórico: disserta acerca da revisão bibliográfica e fundamentos teóricos necessários para a compreensão do desenvolvimento do estudo. Trata dos principais conceitos sobre a acessibilidade, inclusão digital, tecnologias assistivas e dispositivos *touchscreen*, além de descrever o design de interação e as condições e definições relacionadas à paralisia cerebral.

Capítulo 3 – Procedimentos metodológicos: detalha a metodologia utilizada para o experimento do trabalho, trazendo os aspectos referentes à coleta de dados. Explica a definição dos participantes, apresenta a construção do experimento e relata a experiência observada no pré-teste.

Capítulo 4 – Apresentação e análise dos resultados: relata a aplicação do procedimento metodológico desenvolvido e demonstra o cruzamento entre gestos possíveis nos dispositivos *touchscreen* e níveis de acometimento motor da paralisia cerebral a partir da escala MACS, realizado com base nos dados coletados em testes e entrevistas feitos com terapeutas atuantes no Centro Catarinense de Reabilitação (CCR), instituição pública especializada em processos de reabilitação adulto e infantil. Também traz algumas discussões e análises pertinentes para a concepção das recomendações de projeto de interface;

Capítulo 5 – Recomendações de projeto: desenvolve apontamentos gerais para projetos de interfaces *touchscreen* com foco em usuários com paralisia cerebral notados a partir do cruzamento realizado no capítulo anterior.

Capítulo 6 – Considerações finais: demonstra as conclusões do trabalho ao trazer observações sobre o processo, dificuldades e limitações encontradas. Neste capítulo também são apresentadas as sugestões para pesquisas futuras.

1.6 DELIMITAÇÃO E ADERÊNCIA AO PPG DESIGN

Esta pesquisa se articula com a linha de pesquisa de Interfaces e Interações Comunicacionais, do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) por buscar desenvolver recomendações para projetos de interfaces gráficas mais acessíveis a pessoas com paralisia cerebral, condição frequente no Brasil e comumente marcada por disfunções motoras. Assim, envolve-se na pesquisa o uso de novas tecnologias, com os dispositivos *touchscreen*, e sua integração com a motricidade, os sentidos e as ações dos indivíduos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo traz os achados relevantes provenientes da pesquisa bibliográfica, que contou com a realização de revisão bibliográfica sistemática (RBS) e com busca não sistematizada em livros, artigos e *websites* da área. Os resultados são apresentados a seguir.

2.1. ACESSIBILIDADE

Os questionamentos acerca da funcionalidade e incapacidade dos indivíduos são debatidos frequentemente na sociedade, afinal "a deficiência é complexa, dinâmica, multidimensional e questionada" (OMS, 2011, p. 4). A maneira com que lidamos com as disfunções humanas mudou drasticamente ao longo do tempo e vem se adaptando para concepções mais integradoras e universais. A OMS, por exemplo, apresenta dois modelos conceituais: o médico, que "considera a incapacidade como um problema da pessoa, causado diretamente pela doença, trauma ou outro problema de saúde, que requer assistência médica sob a forma de tratamento individual por profissionais" (OMS, 2003, p. 21); e o modelo social, que "considera a questão principalmente como um problema criado pela sociedade e, basicamente, como uma questão de integração plena do indivíduo na sociedade".

A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (2004) busca "proporcionar uma linguagem unificada e padronizada, assim como uma estrutura de trabalho para a descrição da saúde e de estados relacionados com a saúde", baseando-se em uma junção dos dois modelos expostos. Assim, vê-se uma tentativa de unir a assistência médica, que poderia resultar em reformas da política de saúde, a ações sociais de responsabilidade coletiva, visando realizar as modificações ambientais necessárias para a participação de pessoas com incapacidades na vida social. Esta abordagem integradora denomina-se biopsicossocial (OMS, 2003).

De maneira geral, as deficiências, sejam elas físicas, mentais, intelectuais ou sensoriais, se configuram como impedimentos a longo prazo para o indivíduo. Pessoa com deficiência é aquela, portanto, que ao interagir com uma ou mais barreiras, pode sofrer obstrução de sua participação plena e efetiva em igualdade de condições com as demais pessoas na sociedade (BRASIL, 2015).

Desta forma, é necessário desenvolver medidas que melhorem a acessibilidade e igualdade de oportunidades, promovam a participação e inclusão, e elevem o respeito pela autonomia e dignidade das pessoas com deficiência. Entre as diversas possibilidades, a acessibilidade pode se dar por modificações no ambiente, reflexões sociais ou produtos auxiliares.

A acessibilidade, que significa "a capacidade de alcançar, compreender, ou abordar algo ou alguém" (OMS, 2011, p. 178), possibilita a interação e acesso de pessoas com deficiência a diversos ambientes, sejam eles no âmbito social ou digital. Ao fomentar ações para a inclusão, potencializa-se a igualdade entre os indivíduos e minimizam-se as disfunções. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (2015) define a acessibilidade como

"possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida" (BRASIL, 2015).

Em meio às frentes de integração social, a iniciativa da W3C para a *web* (2018), fonte de diretrizes para acessibilidade digital, ainda reforça que a *web* e, consequentemente, as tecnologias, são recursos importantes em muitos aspectos da vida, desde a educação às interações sociais, às relações trabalhistas e aos investimentos do poder público. A acessibilidade se mostra essencial para fornecer acesso e oportunidades iguais a pessoas com habilidades diversas em todas as plataformas. Segundo a OMS,

"em todo o mundo, as pessoas com deficiência apresentam piores perspectivas de saúde, níveis mais baixos de escolaridade, participação econômica menor, e taxas de pobreza mais elevadas em comparação às pessoas sem deficiência. (...) devemos capacitar as pessoas que vivem com deficiência e retirar as barreiras que as impedem de participar na comunidade, de ter acesso a uma educação de qualidade, de encontrar um trabalho decente, e de ter suas vozes ouvidas (2011, prefácio).

Pelo exposto, pode-se concluir que o conceito da acessibilidade deve ser incorporado ao âmbito da reflexão sobre os projetos de design, visando justamente a promoção de um ambiente social mais inclusivo e voltado ao atendimento dos diferentes perfis de usuário.

2.1.1 Design e inclusão

Como campo a ser explorado, o design voltado à inclusão se baseia em princípios do Design (ou Desenho) Universal. Segundo a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência de 2015, de Nº 13.146, art. 3º, este consiste na "concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva" (BRASIL, 2015, [s.p.]). Desenvolvido na década de 90 principalmente por profissionais das áreas de Design e Arquitetura, na Universidade da Carolina do Norte (EUA), o Desenho Universal se molda a partir de sete pilares de extrema relevância para garantir o acesso a todos. Desta forma, considera-se que os projetos, em suas mais variadas formas, devem ser igualitários (de uso equiparável); adaptáveis (de uso flexível); óbvios (de uso simples e intuitivo); conhecidos (de fácil percepção); seguros (com tolerância ao erro); de baixo esforço físico; e abrangentes, com dimensão e espaço para aproximação e uso (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2008). Com as atualizações técnicas e com os significativos avanços teóricos deste campo, outros termos têm sido empregados para a identificação da área, como Design Acessível e Design Inclusivo, mas sempre sendo mantida a perspectiva de promoção de soluções a partir dos mesmos pilares.

A concepção de artefatos acessíveis de maneira universal a todos os diferentes perfis de usuários não deve ser tomada como um plano de ação definidor das iniciativas do design. A rigor, cabe a cada projeto o atendimento de especificidades dos usuários, que devem ser considerados em suas particularidades e ter as respectivas dificuldades amenizadas nas interações. (NEWELL; GREGOR, 2000). Assim, a integração e inclusão dos indivíduos não precisa se dar necessariamente pela incorporação de soluções no nível de cada objeto, mas mais precisamente pela previsão de um variado conjunto de produtos, esses sim acessíveis. Contudo, quando se trata de prever o uso comum de um artefato, espaço, ambiente ou sistema, os projetos devem dar conta da supressão dos obstáculos particulares, ampliando o seu alcance.

Assim, quase como reflexo do Design Universal, o Design Inclusivo "tem como principal objetivo contribuir, através da construção do meio, para a não discriminação e inclusão social de todas as pessoas" (SIMÕES; BISPO, 2006, p. 8). O Design Inclusivo é por vezes confundido com o desenvolvimento de soluções específicas para

peessoas com deficiência, mas este não é, de todo, o seu objetivo. O envolvimento de pessoas com deficiência é encarado como uma forma de garantir a adequação para aqueles que, eventualmente, terão mais dificuldades de utilização, assegurando, desta forma, a usabilidade a uma faixa de população mais alargada (SIMÕES; BISPO, 2006).

Desta forma, o Design Inclusivo não se limita ao desenvolvimento de soluções específicas para pessoas com deficiência, mas nota-se que estas são altamente beneficiadas por projetos inclusivos que auxiliam na sua integração igualitária na sociedade e na interação acessível com diversos objetos. O design para inclusão envolve a consideração da multiplicidade e diversidade de usuários e contextos no processo de design.

A abordagem de Design Inclusivo de Keates e Clarkson (2002) considera os usuários em suas diferentes capacidades perceptuais, cognitivas e motoras, desenvolvendo a consciência de que determinadas propostas de design podem provocar a exclusão de alguns indivíduos e do impacto das decisões tomadas durante o projeto da concepção do produto ou de sua interface. Portanto, é necessário conhecer os limites da população pretendida e projetar a partir deles, de modo que o Design Inclusivo exclua apenas os usuários que os requisitos do produto excluem. Vê-se, deste modo, que "o Design Inclusivo é também o reflexo na prática projetual, de uma prática democrática, de respeito pelos direitos humanos, e de defesa de condições de igualdade de oportunidades" (SIMÕES; BISPO, 2006, p. 8).

2.1.2 Tecnologias assistivas

Importantes ferramentas para o design inclusivo, as tecnologias assistivas (TA) podem ser definidas como "recursos e serviços que visam promover a funcionalidade e a autonomia da pessoa com paralisia cerebral, minimizando os problemas e as dificuldades decorrentes dessa condição de saúde" (BRASIL, 2014, p. 45). As diversas interações cotidianas do público com deficiência e, mais especificamente, as digitais, são assim otimizadas através da aplicação das TAs, que podem facilitar a comunicação, movimentação, realização de tarefas domésticas, atividades laborais e também educacionais. As tecnologias assistivas englobam produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam, por definição da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, "promover a

funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando a sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (BRASIL, 2015).

Assim, as atividades rotineiras do público com deficiência são o foco das tecnologias assistivas, que reúnem diferentes soluções visando facilitar a comunicação, movimentação, educação, e diversos outros aspectos de sua sociabilidade. Aoki (2016, p. 21) define que as tecnologias assistivas são "todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão". A TA é, portanto, um recurso que "serve à pessoa com deficiência que necessita desempenhar funções do cotidiano de forma independente" (BERSCH, 2017, p. 11), propiciando aumento de sua autonomia e maior eficiência nas ações realizadas. Bersch (2017) ainda reforça a importância do projeto baseado no conhecimento e contexto de vida da pessoa com deficiência em uma abordagem participativa, com a valorização de suas necessidades funcionais pessoais.

As tecnologias assistivas devem ser conhecidas como um recurso do usuário e, segundo a OMS (2011, p. 123), devem ser adequadas ao ambiente, ao usuário e incluir acompanhamento adequado para garantir o uso seguro e eficiente, de modo a serem consideradas de alta qualidade.

Por tratar de diversos recursos assistivos para a vida da pessoa com deficiência, Tonolli e Bersch (2017) dividem as tecnologias assistivas em 12 grupos:

1. Auxílios para a vida diária e vida prática;
2. Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA);
3. Recursos de acessibilidade ao computador;
4. Sistemas de controle de ambiente;
5. Projetos arquitetônicos para acessibilidade;
6. Órteses e próteses;
7. Adequação Postural;
8. Auxílios de mobilidade;
9. Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas;
10. Auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo;
11. Mobilidade em veículos;
12. Esporte e Lazer.

Considerando o escopo do presente estudo, ressalta-se o interesse com relação aos recursos de acessibilidade aos sistemas computacionais. Estes se dividem entre dispositivos de entrada, como teclados modificados, teclados virtuais com varredura, *mouses* especiais e acionadores diversos, *softwares* de reconhecimento de voz, dispositivos apontadores que valorizam movimento de cabeça, movimento de olhos, ondas cerebrais, órteses e ponteiras para digitação; e dispositivos de saída, como *softwares* leitores de tela, *softwares* para ajustes de cores e tamanhos das informações, *softwares* leitores de texto impresso, impressoras *braille*, linha *braille* e impressão em relevo, por exemplo (BERSCH, 2017). Entre estes recursos de acesso computacional, vê-se o avanço para suportes móveis, como os *smartphones* e *tablets*, de fácil adaptação e portabilidade. Na Figura 1, apresentam-se alguns exemplos de TAs para acessibilidade ao computador.

Figura 1 - Exemplos de TAs para acessibilidade ao computador



Teclado expandido e programável IntelliKeys, diferentes modelos de mouse e sistema EyeMax para controle do computador com movimento ocular.



Linha Braille, mapa tátil com impressão em relevo.

Fonte: Bersch (2017).

Os dispositivos *touchscreen* são altamente adaptáveis às funções das tecnologias assistivas pela possibilidade de configuração de interface, pelo fácil acesso à população e pela variabilidade de conteúdos disponíveis em aplicativos, se apresentando como relevante instrumento de inclusão digital. O uso desses instrumentos tecnológicos é baseado no toque manual, mas também oferece recursos de comandos de voz e acionamentos sem toque através da câmera, oferecendo, assim, diversas possibilidades de interação ao público com deficiência.

2.1.3 Aproximações entre design e reabilitação motora

O desenvolvimento de tecnologias assistivas pela inclusão de pessoas com deficiência aproxima diversos campos de pesquisa. A partir dos conhecimentos de áreas como Medicina, Terapia Ocupacional, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Design e Engenharia, pesquisadores têm se empenhado em conjunto para promover a autonomia de pessoas com as mais diversas disfunções, incluindo a paralisia cerebral.

Desta forma, é relevante a participação de profissionais do design nestes estudos, de modo a contribuir com outras áreas para a concepção de processos, serviços e objetos mais adequados e adaptáveis. A interdisciplinaridade é ferramenta útil e benéfica para o desenvolvimento de indivíduos com deficiência, fomentando, consequentemente, seu bem-estar e minimizando os impactos de suas disfunções em ações cotidianas.

Para pessoas com deficiências motoras, a reabilitação é um processo de extrema importância para a inserção na sociedade. De acordo com informações da Organização Mundial da Saúde (OMS), a reabilitação, processo que visa a melhoria da funcionalidade do indivíduo com o ambiente, atua diretamente no desenvolvimento de crianças com paralisia cerebral, estabilizando-os durante um período determinado de tempo para a vida em sociedade e estimulando sua independência motora e psicológica. O uso de artefatos e aparelhos na reabilitação, sejam eles digitais ou não, é usual para o estímulo do paciente. A reabilitação, portanto,

"reduz o impacto de uma ampla gama de condições de saúde. Normalmente, a reabilitação acontece durante um período determinado de tempo, mas pode envolver intervenções simples ou múltiplas realizadas por uma pessoa ou por uma equipe de profissionais de reabilitação; ela também pode ser necessária desde a fase aguda ou inicial do problema médico, logo após sua descoberta, até as fases pós-aguda e de manutenção" (OMS, 2011, p. 100).

Os procedimentos realizados na reabilitação buscam os seguintes resultados: prevenção da perda funcional; redução do ritmo de perda funcional; melhora ou recuperação da função; compensação da função perdida; e manutenção da função atual (OMS, 2011). A terapia é uma medida utilizada no processo de reabilitação, que "cuida de restabelecer e compensar a perda de funcionalidade, bem como evitar ou

retardar a deterioração da funcionalidade em todas as áreas de vida da pessoa" (OMS, 2011, p. 102).

O destaque dado ao processo de reabilitação nesta dissertação se dá pela atual parceria entre a Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) e o Centro Catarinense de Reabilitação (CCR) que, com uma equipe multidisciplinar especializada em mais de 15 áreas, atua na reabilitação adulta e infantil. Dentre as disfunções atendidas estão a Paralisia Cerebral (PC), Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), Doença de Parkinson (DP), Mielomeningocele, Lesão encefálica, Lesão medular, Transtorno do espectro do autismo, Síndrome de Down, entre outros. O órgão, instituição pública habilitada pelo Ministério da Saúde como Centro Especializado em Reabilitação Física e Intelectual pertencente à Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina, colaborou diretamente no desenvolvimento desta pesquisa ao disponibilizar informações e profissionais especializados para a coleta de dados.

O CCR, instituição apresentada na Figura 2, divide-se em duas macro áreas de atendimento: Deficiência Intelectual e Espectro do Autismo; e Deficiência Física, ao qual pertencem o Programa de Neuroreabilitação Adulto, o Programa de Reabilitação Pediátrica e a Atenção às Pessoas Ostromizadas. O contato principal desta pesquisa se deu com a Reabilitação Pediátrica, responsável pelos cuidados de pacientes de 0 a 14 anos e 11 meses de idade com deficiência física ou motora, sem comprometimento cognitivo ou intelectual.

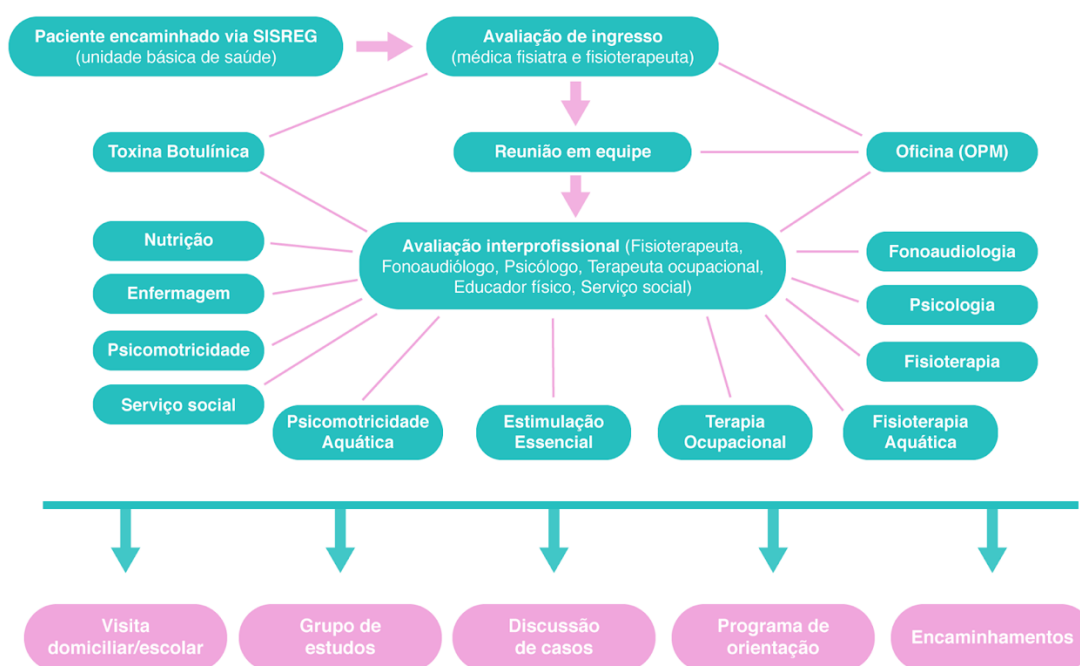
Figura 2 - Entrada do Centro Catarinense de Reabilitação



Fonte: <<https://repositorio.ufsc.br/>>. Acesso em 21 de abril de 2019.

Quando o paciente chega ao CCR, uma junta com o corpo clínico do centro identifica os problemas e necessidades que impossibilitam o paciente de manter uma funcionalidade ideal na interação com seu entorno e, dessa forma, estabelecem medidas que viabilizem os indivíduos a conquistarem autonomia. Sendo assim, os programas variam quanto ao tempo de duração, bem como às áreas desenvolvidas durante o seu curso, pois estes são determinados conforme a disfunção apresentada pelo paciente e do seu grau de acometimento motor e intelectual. Quanto à dinâmica de funcionamento, observa-se que o CCR possui dois tipos de atendimentos: consultas pontuais, que em média somam 300 consultas semanais; e os programas de reabilitação, que atualmente atendem entre 160 a 170 pacientes.

Figura 3 - Fluxograma de etapas do atendimento da Reabilitação Pediátrica no CCR



Fonte: Centro Catarinense de Reabilitação, adaptado pela autora (2019).

O fluxograma presente na Figura 3 ilustra o completo processo pelo qual o paciente passa ao ser encaminhado para o CCR. Assim, vê-se a interdisciplinaridade dos especialistas responsáveis pela avaliação inicial do indivíduo, que pode ser atendido por 11 especialidades e receber apoio da oficina (OPM) e de tratamentos com toxina botulínica. Apresentam-se, ainda, cinco possíveis próximas etapas: visita

domiciliar/escolar, análise pelo grupo de estudo, sequência na discussão de casos, programa de orientação e demais encaminhamentos da reabilitação.

2.2. A PESSOA COM PARALISIA CEREBRAL

A paralisia cerebral foi descrita pela primeira vez em 1843 pelo ortopedista inglês William John Little. Desde então, diversas áreas de atenção à saúde têm buscado propor abordagens para auxiliar na prevenção e minimizar sequelas, de modo a potencializar as capacidades desses indivíduos (BRASIL, 2014).

Segundo descrição da SCPE (*Surveillance of Cerebral Palsy in Europe*), projeto europeu de pesquisa e registros sobre paralisia cerebral fundado pelo *European Union Health Programme*, a PC designa um "conjunto de dificuldades de movimento que surgem quando as regiões do cérebro que controlam esses movimentos não funcionam devidamente". A paralisia cerebral descreve, assim, "um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento do movimento e postura atribuído a um distúrbio não progressivo que ocorre durante o desenvolvimento do cérebro fetal ou infantil, podendo contribuir para limitações no perfil de funcionalidade da pessoa" (BRASIL, 2014, p. 8).

A PC se manifesta na primeira infância, geralmente antes dos 18 meses de idade, e engloba um grupo heterogêneo quanto às causas, aos sinais clínicos e à severidade (BRASIL, 2014). Assim, considera-se também que os 2 ou 3 primeiros anos de vida dos indivíduos são os mais importantes para resultar nas manifestações causadas pela paralisia cerebral. Para tanto, os distúrbios transitórios devem ser excluídos (ROSENBAUM et al., 2007). De maneira geral,

apesar da importância do diagnóstico precoce e intervenção que possa se beneficiar de grande plasticidade cerebral nos primeiros meses de vida da criança, o diagnóstico de PC muitas vezes é consolidado por volta dos 24 meses de idade, principalmente em casos de gravidade leve, devido ao aparecimento de distonias transitórias, ou seja, sinais neurológicos que aparecem, mas não se mantêm (BRASIL, 2014, p. 19).

Diversos sinais motores e posturais são característicos da condição da PC e podem ser detectados em diagnóstico precoce, conforme apresentado na Tabela 1.

A alta incidência dos casos da paralisia cerebral em países em desenvolvimento, de 7 em cada 1.000 bebês nascidos vivos, "é atribuída às más condições de cuidados pré-natais e ao atendimento primário às gestantes" (BRASIL, 2014, p. 13). As causas para a PC podem ser: (a) pré-concepcionais, como os

tratamentos para infertilidade, histórico familiar de doença neurológica ou convulsões; (b) perinatais, nos casos de pré-eclâmpsia grave, doença tireoidiana materna, anormalidades morfológicas da placenta e outros; (c) intraparto, como as cesarianas de emergência, casos de parto instrumentado, hipertermia intraparto e outros (BRASIL, 2010). Outros fatores de risco menos comuns englobam o nascimento prematuro, traumas cranianos e infecções do sistema nervoso central após o período neonatal (BRASIL, 2014).

Tabela 1 - Sinais clínicos de movimento e postura e percentual de ocorrências no diagnóstico precoce da paralisia cerebral

	Sinal Clínico	Ocorrência
M O V I M E N T O S	Ausência de movimentos irrequietos	99%
	Pancadas/golpes repetitivos e de longa duração	4%
	Movimentos circulares de braços	11%
M O V I M E N T O S	Movimentos assimétricos dos segmentos	6%
	Movimentos recorrentes de extensão das pernas	18%
	Surtos sugestivos de excitação, não associados à expressão facial prazerosa	10%
P O S T U R A	Ausência de movimento das pernas	16%
	Movimentos de lateralização bilateral da cabeça repetitivos ou monótonos	27%
	Movimentos repetidos de abertura e fechamento da boca	29%
P O S T U R A	Protrusão repetitiva da língua	20%
	Incapacidade de manter a cabeça em linha média	63%
	Postura corporal assimétrica	15%
P O S T U R A	Tronco e membros largados sobre o leito	16%
	Persistência de resposta tônica cervical assimétrica (RTCA)	33%
	Braços e pernas em extensão	25%
P O S T U R A	Hiperextensão de tronco e pescoço	11%
	Punho cerrado	35%
	Abertura e fechamento sincronizado dos dedos	19%
P O S T U R A	Hiperextensão e abdução dos dedos das mãos	16%

Fonte: YANG et al (2012).

As lesões da paralisia cerebral são consistentes, não progressivas e podem afetar as funções motoras, cognitivas, visão, audição e ocasionar epilepsia, embora estes distúrbios nem sempre estejam presentes (BRASIL, 2014). Outros fatores, como a comunicação, a habilidade de interação social e questões comportamentais (sono, humor e ansiedade) também podem ser afetados pela PC. A Tabela 1 demonstra alguns sinais clínicos de movimento e a porcentagem de incidência em casos de diagnóstico precoce da paralisia cerebral. A espasticidade muscular, comum nos diversos casos de paralisia cerebral, pode ocasionar problemas relacionados ao

crescimento físico, como contraturas musculares e tendíneas, rigidez articular, deslocamento de quadril e deformidade na coluna ao longo da vida da pessoa com PC (ROSENBAUM et al., 2007). Nos casos da paralisia cerebral é possível observar desenvolvimento e melhora relacionados à "maturação de regiões do sistema nervoso que permaneceram intactas, além do fenômeno da neuroplasticidade associado à estimulação e ao trabalho terapêutico da fisioterapia, fonoaudiologia e terapia ocupacional" (BRASIL, 2014, p. 45). Assim, a partir de estímulo e terapias reabilitadoras, o indivíduo pode adquirir e aperfeiçoar habilidades ao longo do tempo, embora não transite entre os níveis classificatórios da PC. Estas classificações e níveis serão explicadas a seguir.

2.2.1 Classificações da paralisia cerebral

Observa-se que há alta variabilidade entre os casos de PC, sendo difícil chegar a denominações universais. Desta forma, atualmente existem classificações de cunho fisiológico, topográfico, etiológico, suplementar, neuroanatômico, funcional e terapêutico (SHAPIRO, 2004). Como característica clínica, se dividem em espástico, discinético e atáxico, considerando principalmente a disfunção do tônus muscular e os tipos de lesão, conforme Quadro 2. Os casos de PC espástica caracterizam-se pela presença de tônus elevado e são ocasionados por uma lesão no sistema piramidal. Podem ser bilaterais ou unilaterais. A discinética se descreve por movimentos e posturas atípicos evidentes quando o indivíduo inicia um movimento voluntário e é ocasionada por uma lesão do sistema extrapiramidal. Engloba a distonia ou a coreoatetose. Já a paralisia cerebral atáxica define-se por um distúrbio da coordenação dos movimentos em razão da dissinergia e é ocasionada por uma disfunção no cerebelo (BRASIL, 2014). Segundo a SCPE (2019), cerca de 60% dos casos europeus são do tipo bilateral espástico.

Shapiro (2004) considera que as classificações precisam ser revistas, uma vez que são úteis, mas não avaliam todos os aspectos da condição, considerando que aquelas mais importantes para o paciente são as de caráter funcional e terapêutico. Por serem mais comuns e frequentes, as classificações de desordens funcionais motoras da paralisia cerebral são altamente utilizadas (BRASIL, p. 10, 2014). De acordo com as definições da SCPE, dividem-se em membros superiores e inferiores.

Quadro 2 - Descrição dos tipos clínicos da paralisia cerebral

Classificação da SCPE para subtipos da PC (com base nos achados neurológicos predominantes)		Todos os subtipos de PC têm em comum um padrão anormal de movimento e postura. Características adicionais por subtipo:
PC espástica	Espástica bilateral	Tônus aumentado Reflexos patológicos - Reflexos aumentados, ex: hiperreflexia - Sinais piramidais, ex: resposta de Babinski resultando em padrão anormal de movimento e postura
	Espástica unilateral (hemiplegia)	
PC discinética	Distônica	Movimentos involuntários, descontrolados, recorrentes, ocasionalmente estereotipados Padrões reflexivos primitivos predominantes Tônus muscular variado
	Coreoatetósica	
PC atáxica		Perda de coordenação muscular ordenada, de modo que os movimentos são realizados com força, ritmo e precisão anormais

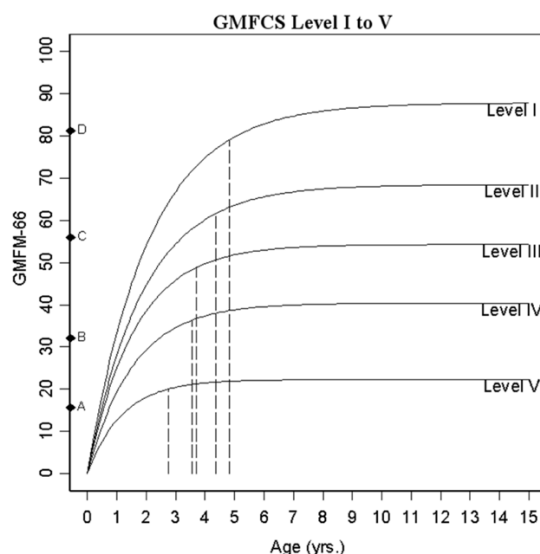
Fonte: *Surveillance of Cerebral Palsy in Europe*, traduzido e adaptado pela autora (2019).

Considerando os movimentos dos membros inferiores, utiliza-se o *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS), também conhecido como Sistema de Classificação da Função Motora Grossa, que "baseia-se no movimento iniciado voluntariamente, com ênfase no sentar, transferências e mobilidade" (BRASIL, p. 11, 2014). A classificação, que avalia a mobilidade funcional e se estrutura em cinco níveis, engloba a faixa etária de 0 a 12 anos, com subdivisões a cada 2 anos. Recentemente foi publicada uma nova versão desta classificação, adicionando a faixa de 12 a 18 anos (BRASIL, 2014).

Para definição do nível na escala GMFCS, utiliza-se o *Gross Motor Function Measure* (GMFM) que, através de escores em diversos itens, resulta em uma pontuação. O CCR faz uso da versão reduzida do GMFM, contendo 66 itens com escores de 0 a 3, divididos em cinco macrocategorias: deitar e rolar; sentar; engatinhar e ajoelhar; em pé; andar, correr e pular (CANCHILD, 2019). Em entrevista prévia, realizada em janeiro de 2018, terapeutas do CCR elucidaram que até os quatro anos o paciente pode mudar de nível na sua classificação, mas que após essa idade a mudança se torna mais difícil, uma vez que os quadros se distanciam e seria necessário adicionar ou subtrair uma média de 40 pontos da GMFM-66, conforme mostrado na Figura 4. Desta forma, nesta idade a criança já terá sua classificação

fixa, podendo melhorar suas funções em questão de qualidade de acordo com a estimulação, porém dificilmente conseguirá adquirir novas habilidades. Considera-se, portanto, que aos quatro anos a criança terá seu nível estabilizado na GMFCS e, conseqüentemente, em outras escalas motoras.

Figura 4 - Gráfico de relação entre idade e pontuação no teste GMFM-66, resultando nos níveis da escala GMFCS



Fonte: <<http://blyum.typepad.com/.a/6a00e54edf067388340120a7e9bb99970b-pi>>, acesso em 20/01/2019.

Para os membros superiores, é possível identificar duas classificações: o *Bimanual Fine Motor Function* (BFMF) e o *Manual Ability Classification System* (MACS). O BFMF é um sistema de pontuação para a motricidade fina que considera o envolvimento simétrico ou assimétrico dos membros superiores, verificando as funções de cada mão especificamente. Já o MACS, ou Sistema de Classificação das Capacidades de Manipulação, uma escala recente, que "descreve como as crianças com paralisia cerebral (PC) usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias" (ELIASSON et al, 2010), leva em conta o desempenho bimanual de atividades da vida diária da criança em casa, na escola, ou na comunidade com objetos do seu alcance. O MACS avalia a habilidade global dos usuários na manipulação de objetos, sem analisar a função de cada mão separadamente. Esta é a principal diferença do MACS com relação ao BFMF, que avalia os membros individualmente.

A escala MACS já passou pelo processo de adaptação transcultural e está disponível em versão traduzida para a utilização da população brasileira. Assim como

o GMFCS, também se estrutura em cinco níveis, que inclui, em seu primeiro nível, pessoas que manipulam objetos facilmente, até o quinto nível, no qual compreende-se pessoas que não manipulam objetos e têm habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações consideradas simples. As diferenças entre os níveis não são necessariamente iguais, assim como os indivíduos com PC não se distribuem igualmente entre os níveis (BRASIL, 2014; ELIASSON et al, 2010; SCPE, 2019).

A escala MACS se aplica a crianças e adolescentes na faixa etária entre 4 a 18 anos de idade, porém considera-se que há diferenças de objetos manipuláveis e de necessidade de supervisão ou auxílio entre uma criança mais jovem e um adolescente mais velho (ELIASSON et al, 2010). Sabe-se, ainda, que

“o MACS abrange todo o espectro de limitações funcionais entre crianças com paralisia cerebral e seus subtipos. Alguns subtipos podem ser encontrados em todos os níveis do MACS, como a paralisia cerebral bilateral, enquanto outros são encontrados em poucos níveis, como na paralisia cerebral unilateral. O nível I inclui crianças com pequenas limitações, enquanto limitações funcionais graves são em geral encontradas nos níveis IV e V. Se crianças com desenvolvimento normal fossem classificadas de acordo com o MACS, seria necessário um nível 0” (ELIASSON et al, 2010, p. 1).

Pela relevância do manejo e movimentos dos membros superiores para o uso de interfaces digitais, como *smartphones e tablets*, apenas a escala MACS será utilizada neste estudo, apresentada no Quadro 3, em ordem crescente de níveis:

Quadro 3 - Níveis e descrições da escala MACS

Nível	Descrição
I	Manipula os objetos facilmente e com sucesso: tem apenas limitações nas tarefas manuais que requerem rapidez e precisão.
II	Manipula a maior parte dos objetos mas com menor qualidade e/ou velocidade: algumas atividades podem ser evitadas ou só serem conseguidas com alguma dificuldade.
III	Manipula objetos com dificuldade: necessita de ajuda para preparar e/ou modificar a atividade: o desempenho é lento e tem sucesso limitado em relação à qualidade e quantidade.
IV	Manipula uma seleção de objetos facilmente manipuláveis necessitando de adaptações: executa parte da atividade com esforço e sucesso limitado, necessitando de apoio contínuo e/ou equipamento adaptado.

V	Não manipula objetos e tem limitações graves na realização de qualquer atividade, mesmo ações muito simples: requer assistência total.
---	--

Fonte: Eliasson et al (2010), adaptado pela autora (2018).

Também é válido ressaltar as diferenças entre níveis, para compreender as possibilidades e variabilidades de cada estágio, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Diferenças entre níveis da escala MACS

Níveis	Diferenças
I e II	As crianças no nível I podem ter limitações para manipular objetos muito pequenos, pesados ou frágeis, o que requer controle motor fino minucioso, ou coordenação eficaz entre as mãos. Limitações também podem envolver desempenho em situações novas e não familiares. As crianças no nível II desempenham quase as mesmas atividades que as crianças do nível I, mas a qualidade do desempenho é menor, ou o desempenho é mais lento. Diferenças funcionais entre as mãos podem limitar a eficácia do desempenho. Crianças no nível II geralmente tentam simplificar a manipulação dos objetos, por exemplo, utilizando uma superfície de suporte ao invés de manipular objetos com as duas mãos.
II e III	As crianças do nível II manipulam a maioria dos objetos, embora lentamente ou com reduzida qualidade no desempenho. Crianças no nível III geralmente necessitam de ajuda para preparar a atividade e/ou requerem que sejam feitos ajustes no ambiente já que sua habilidade em alcançar ou manipular objetos é limitada. Elas não conseguem desempenhar certas atividades e seu grau de independência está relacionado ao grau de apoio oferecido pelo contexto ambiental.
III e IV	As crianças do nível III manipulam a maioria dos objetos, embora lentamente ou com reduzida qualidade no desempenho. Crianças no nível IV geralmente necessitam de ajuda para preparar a atividade e/ou requerem que sejam feitos ajustes no ambiente já que sua habilidade em alcançar ou manipular objetos é limitada. Elas não conseguem desempenhar certas atividades e seu grau de independência está relacionado ao grau de apoio oferecido pelo contexto ambiental.
IV e V	As crianças do nível IV desempenham parte de uma atividade, porém, necessitam de ajuda contínua. As crianças do nível V podem, quando muito, participar com um simples movimento em situações especiais, por exemplo, apertar um simples botão ou ocasionalmente pegar objetos que são fáceis de segurar.

Fonte: Eliasson et al (2010), adaptado pela autora (2018).

2.3. DESIGN DE INTERAÇÃO

Considerando os indivíduos com paralisia cerebral e os avanços tecnológicos atuais, a preocupação acerca da interação e experiência do usuário com os dispositivos digitais é primordial, principalmente ao considerar indivíduos com disfunções físicas. Este cuidado relacionado à interação acessível tem sido o foco em diversas organizações, inclusive com a W3C (*World Wide Web Consortium*), uma das principais entidades de padronização web e referência em *guidelines* de acessibilidade, que publicou recomendações para o desenvolvimento de aplicações por toque para *internet*.

Com relação às interações digitais, vê-se o avanço de campos multidisciplinares como o Design de Interação que, segundo Bassani et al. (2014, p. 2), "é uma área de pesquisa caracterizada pela interconexão de diferentes campos interdisciplinares, como interação humano-computador (IHC), ergonomia cognitiva, trabalho cooperativo apoiado por computador, entre outras". Para Rogers, Sharp e Preece, o design de interação "está focado na concepção de produtos interativos que apoiem o modo como as pessoas se comunicam e interagem em sua vida cotidiana e em seu trabalho" (2013, p. 31). Ainda segundo os autores, "um dos principais objetivos do design de interação é reduzir os aspectos negativos da experiência de usuário e ao mesmo tempo melhorar os positivos" (2013, p. 2), desenvolvendo produtos interativos que sejam fáceis, eficientes e agradáveis de usar.

As interações podem se dar através dos dispositivos tecnológicos que são categorizados em quatro nichos: os *desktops*, os *laptops*, os *palmtops* e os dispositivos de mão (Weiss, 2002). Com o surgimento da interação por gestos, reforça-se a necessidade do desenvolvimento de novas práticas para o design destas interfaces interativas.

Rogers, Sharp e Preece (2013) ainda explicam que a interação, base da experiência do usuário, pode ser dividida em quatro tipos principais: **instrução**, na qual os usuários emitem instruções a um sistema, digitando comandos ou pressionando botões, por exemplo; **conversação**, baseada no diálogo, falando por meio de interfaces ou escrevendo perguntas ao sistema; **manipulação**, no qual os usuários manipulam o sistema em um espaço virtual ou físico; e **exploração**, com foco na movimentação em ambiente virtual ou espaço físico, como ambientes 3D e sistemas de realidade aumentada ou virtual. A interação pode ser, desta forma, combinada de diversas formas, resultando em diferentes experiências.

A noção de experiência do usuário (UX) é fator central para o design de interação, uma vez que "leva em conta como um produto se comporta e é usado por pessoas no mundo real" (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 13). Diversos aspectos da experiência do usuário podem ser considerados em projetos de produtos interativos, como a usabilidade, a funcionalidade, a estética, o conteúdo, o *look and feel* e os apelos sensorial e emocional. A experiência do usuário se relaciona ao modo como as pessoas se sentem em relação a um produto e o quão satisfeitas ficam ao usá-lo. Assim, o projeto de design deve criar características que possam evocar uma boa experiência, seja com produtos simples ou complexos, em interfaces materiais ou digitais. Alguns princípios de design aplicados, como a visibilidade, *feedback*, restrições, consistência e *affordance*¹ destacam-se para avaliar os aspectos de um produto interativo (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). O Quadro 5 apresenta lista de aspectos desejáveis e indesejáveis da UX, de acordo com Rogers, Sharp e Preece (2013).

Quadro 5 - Aspectos desejáveis e indesejáveis da experiência do usuário

Aspectos desejáveis	Aspectos indesejáveis
Satisfatório	Tedioso
Agradável	Frustrante
Atraente (<i>engaging</i>)	Faz com que alguém se sinta culpado
Prazeroso (<i>pleasure</i>)	Irritante
Emocionante/excitante	Infantil
Interessante (<i>entertaining</i>)	Desprazeroso
Prestativo	Condescendente (<i>patronizing</i>)
Motivador	Faz com que alguém se sinta estúpido
Desafiador	Forçosamente bonito (<i>cutesy</i>)
Melhora a sociabilidade	Artificial/falso (<i>gimmicky</i>)
Apoia a criatividade	
Cognitivamente estimulante	
Divertido (<i>fun</i>)	
Instigante	
Surpreendente	

¹ Segundo Perani, Neto e Marini (2017 *apud* GIBSON, 1986; MICHAELS e CARELLO, 1981), as *affordances* são o principal conceito da teoria da Psicologia Ecológica, criada pelo psicólogo J.J. Gibson nos anos 60. Ele as define como as possibilidades de ação que um ambiente permite a um ator, no qual são interligados e interdependentes. A palavra é proveniente do inglês *to afford* (permitir, ter condições de algo), baseada nas ideias da Gestalt de que o significado ou valor de algo é percebido tão imediatamente quanto suas qualidades.

Recompensador Emocionalmente gratificante	
--	--

Fonte: Rogers, Sharp e Preece (2013), adaptado pela autora (2018).

Norman (1986) define interface como a combinação entre *software* e *hardware* necessária para viabilizar e facilitar os processos de comunicação entre o usuário e a aplicação. Saffer (2009) ressalta que entramos em uma nova era do design de interação com a complementação das interfaces gráficas do usuário (GUI) nas telas clássicas de computadores *desktop* pelas novas tecnologias que fazem uso de todo o corpo humano, de sensores e de novos dispositivos de entrada. Damos, então, um salto tecnológico partindo das GUI (*graphical user interface*), que se baseavam em interações que fazem uso de símbolos em tela, como pastas ou ícones, selecionados utilizando um *mouse*, para as interfaces naturais do usuário (NUI). A denominação NUI engloba interfaces que dependem de interação direta, como toque, movimento ou fala (BARLOTT; ADAMS; COOK, 2016). Desta forma, caminhamos no campo da interação para métodos que englobam o uso do corpo humano como um todo, desde o *tracking* dos olhos, movimentos corporais a comandos de voz. Considerando as dimensões dos dedos humanos em comparação ao antigo indicador do *mouse*, este tipo de interação em telas necessita de elementos gráficos de acionamento maiores, como botões (SAFFER, 2009; HOOBER; BERKMAN, 2012).

Considerando as tecnologias assistivas, observa-se um desafio na adaptação das GUI para NUI, uma vez que a maioria das TAs atuais foram desenvolvidas a partir de interfaces gráficas do usuário. Desta forma, têm-se buscado aparatos alternativos para estas funções assistivas, sendo os dispositivos móveis tradicionais cada vez mais usados como TA, uma vez que são mais acessíveis do que dispositivos específicos ou computadores (BARLOTT; ADAMS; COOK, 2016).

Assim, em meio a tantas possibilidades e a acelerados desenvolvimentos tecnológicos, o processo de inclusão digital deve considerar o público específico e suas necessidades, uma vez que "otimizar a interação entre usuários e produtos interativos exige levar em consideração uma série de fatores interdependentes, incluindo o contexto de uso, os tipos de atividade, a acessibilidade, as diferenças culturais e os grupos de usuários (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 31)". No caso de pessoas com deficiência motora, pressupõe-se o desenvolvimento de ferramentas físicas para o incremento das interações, com as tecnologias assistivas, e o desenvolvimento de diretrizes gráficas para interfaces inclusivas nos dispositivos

interativos. Deste modo, na perspectiva do design de interação e do design inclusivo, as dificuldades enfrentadas pelo público com paralisia cerebral no uso destes dispositivos, considerando a complexidade para a execução de movimentos manuais precisos, devem ser analisadas e amenizadas através de projetos gráficos que atendam suas particularidades.

2.3.1 Interação em dispositivos móveis

De acordo com dados oficiais da PNAD 2016, os telefones celulares estão presentes em 92,6% dos 69,3 milhões de domicílios brasileiros². Segundo relatório da Nielsen Company (2013), esta capilaridade propiciou que 84% dos brasileiros possuam um aparelho celular, sendo que 57% destes utilizam *smartphones* ou telefones multimídia, em grande medida com tela sensível ao toque. Observa-se que países de baixa renda, como o Brasil, tendem a fazer saltos tecnológicos, estando menos enraizados em tecnologias intermediárias (como, por exemplo, computadores pessoais e *internet* de linha fixa), tendo mais facilidade na transição para novas tecnologias do que os países de renda elevada. Assim, a adaptabilidade aos *smartphones* e *tablets* se deu facilmente em regiões em desenvolvimento, uma vez que estes novos dispositivos possibilitam comunicações avançadas a um preço mais baixo (BARLOTT; ADAMS; COOK, 2016). Ao observar a familiarização tecnológica com dispositivos móveis, compreende-se que os *smartphones* e *tablets* são uma oportunidade para a acessibilidade digital.

Weiss (2002) define que dispositivos móveis são aqueles que podem ser operados sem cabos, com exceção do carregamento da bateria, ainda não inteiramente possível sem uma fonte fixa. São facilmente operados pelas mãos e devem possibilitar a adição de aplicativos ou permitir o acesso à *internet*. Por serem de uso individual, os *smartphones* permitem maior personalização da experiência de uso, que pode ser *ativa*, na qual o usuário escolhe os aplicativos e conteúdos, ou *passiva*, sendo o aparelho responsável por aprender as preferências do usuário através de algoritmos (WEISS, 2002). Nota-se, também, que telefones *smartphones* e *tablets* têm apresentado vantagens como métodos de comunicação por serem mais

² <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>

acessíveis, prontamente disponíveis, possuírem redes confiáveis e requisitos de energia razoáveis (BARLOTT; ADAMS; COOK, 2016).

É necessário considerar que os usuários de aparelhos móveis utilizarão os dispositivos a qualquer hora em qualquer lugar. Da mesma forma, os usuários vêm de diversas culturas com diferentes experiências, habilidades e expectativas, que devem ser atendidas pelas interfaces, de modo a evitar erros e frustrações. Assim, é de extrema relevância considerar o público para o qual a interface está sendo projetada logo no início do processo de *design* (HOOBER; BERKMAN, 2011).

Com os aparelhos móveis, migramos cada vez mais de acessos baseados em *websites* para o uso de aplicativos, *softwares* desenvolvidos para serem instalados e operados a partir do próprio dispositivo. Desta forma, a interação em smartphones pode se dar por quatro tipos de produto: aplicativos nativos (*apps*), aplicativos *web* (*web apps*), aplicativos híbridos e *websites* (NIELSEN; BUDI, 2012). No desenvolvimento destes aplicativos, diversos fatores relacionados ao design de interação são considerados, do projeto gráfico da interface à experiência do usuário.

De acordo com Wigdor e Wixon (2011), as interfaces se desenvolveram ao longo de três momentos: a linha de comando, as interfaces gráficas e a interação por gestos. Entre as modalidades de interação possíveis por gesto, vê-se o crescimento das tendências *touch*, focadas em gestos realizados em telas, e *touchless* ou *free-form*, nas quais as telas respondem às ações sem toque direto, em "formas livres". As interações *touch* são mais restritivas, já que dependem do repertório de gestos pré-estabelecido, porém aparelhos portáteis como os *tablets* (cada vez mais difundidos), vem se tornando mais fáceis de manusear através de novos métodos de entrada. Em contrapartida, o *touchless* se torna relevante por permitir interação com o sistema por meio de gestos baseados em movimento parcial ou total do corpo, sendo útil a pessoas com deficiências motoras severas (SAFFER, 2009; KURSCHL et al, 2014). Segundo Saffer (2009), o arranjo dos computadores pessoais, com teclados e *mouses*, vai contra milhares de anos da biologia. Para ele, os gestos e principalmente as entradas do tipo *free-form* são a forma mais natural de interagir com os sistemas.

2.3.2 Gestos interativos em dispositivos *touchscreen*

A tela sensível ao toque é um recurso de *hardware* popular nos dispositivos móveis, caminhando em substituição de ferramentas como *mouses*, *trackballs* ou

botões externos. Ela permitiu o desenvolvimento dos *smartphones* e *tablets* com diversas funcionalidades, fazendo com que os usuários interajam diretamente com a tela de exibição através do toque e facilitando a usabilidade àqueles com baixa familiaridade com dispositivos tecnológicos (SAFFER, 2009). Segundo Ribeiro (2014, p. 16), "os *touchscreens* são muitas vezes integrados em *apps* para utilizadores inexperientes nos quais o teclado deixa de existir e o toque passa a ser a principal forma de interação". Esta possibilidade de uso simples dos dispositivos justifica a busca por melhorias em suas interfaces gráficas, de modo a fomentar seu uso como ferramenta para a inclusão digital de pessoas com as mais diversas disfunções.

Nestes dispositivos, a interação se dá a partir de gestos que consistem em movimentos físicos - geralmente das mãos do usuário - que um sistema digital pode captar e processar, sem o uso de qualquer periférico de apontamento (SAFFER, 2009). Os gestos captáveis partem de bibliotecas predefinidas nos sistemas operacionais, podendo variar entre os dispositivos e permitindo a configuração de outras formas de interação a partir de mapeamento na interface e programação. Este tipo de projeto envolve esforço técnico e necessidade de compreensão do *input* solicitado por parte do usuário. Hooper e Berkman (2011) descrevem o seguinte protocolo para as interações baseadas em gestos: (1) um ponto de contato toca na tela; (2) qualquer outro *input*, como arrastar, é executado; (3) a tela reflete qualquer alteração ativada; (4) o *input* é interrompido e o ponto de contato sai da tela; (5) a ação está realizada.

Considerando os conhecimentos e possibilidades do usuário, Nielsen e Budiu (2012) explicam que a interação por gestos pode gerar frustrações se a resposta desempenhada pelo sistema for diferente da esperada pelo usuário. Neste mesmo contexto de compreensão das possibilidades motoras do usuário, Saffer (2009, p. 37) afirma que "os designers precisam conhecer os limites do corpo ao criar interfaces controladas por ele". Para tanto, as interações devem se fundamentar em um caráter natural, buscando ter relações com ações cotidianas dos indivíduos e evitando gestos arbitrários (SAFFER, 2009).

Segundo Saffer (2009), a utilização dos gestos proporciona interações mais naturais; permite maior flexibilidade, pois é possível criar diferentes situações de *input* de dados; possibilita mais nuances, uma vez que os gestos estão relacionados com formas sutis de comunicação; e são mais divertidas, pois possibilitam a exploração de diversas formas de interação.

Saffer (2009) ressalta que o controle de gestos nas telas sensíveis ao toque necessita de sensores, comparadores e atuadores. Os sensores, componentes eletrônicos que notam mudanças no ambiente, consideram elementos como pressão, luminosidade, proximidade, acústica, inclinação, movimento e orientação, e detectam alvos. Os comparadores são, geralmente, softwares de microprocessamento que decidem, por comparação do estado anterior com o atual, o que fazer com os dados que chegam dos sensores. Eles enviam comandos para os atuadores que, em meios digitais também são softwares, e realizam a ação em tela. Cada gesto, em si, carrega atributos como a presença, duração, posição, movimento, pressão, tamanho, orientação, inclusão de objetos físicos, quantidade de toques/combinções, sequência e número de participantes, que devem ser considerados para seu uso nos aplicativos.

Pela alta configurabilidade, fácil acesso e pelo caráter intuitivo da interação propiciada pelos dispositivos sensíveis ao toque, pode-se reconhecer uma grande gama de aplicações no processo de reabilitação de indivíduos com deficiências diversas. Destacam-se recursos assistivos, ligados à melhoria de funções de sociabilidade e comunicação, mas igualmente outras ferramentas de estímulo e com caráter terapêutico, visando a melhoria das funções físicas e cognitivas, em especial para o público infantil. Desta forma, observa-se a importância de ajustar os projetos de interação em dispositivos touchscreen às necessidades deste público, no sentido de potencializar sua eficiência. Pelo exposto, é necessário compreender as possibilidades gestuais de cada grupo de indivíduos a partir do grau de complexidade de seu acometimento motor, correlacionando assim às possíveis interações com os dispositivos. Para tal fim, a partir de uma revisão bibliográfica, buscou-se construir um inventário geral dos gestos reconhecidos pelos diferentes sistemas operacionais utilizados por dispositivos sensíveis ao toque, para, em seguida, desenvolver uma classificação de acordo com seu grau de complexidade.

Ribeiro (2014), em trabalho sobre heurísticas para avaliação de aplicativos de gráficos, traz suas considerações sobre os gestos mais utilizados em interações com o *iPad Air*, *tablet* da marca Apple. Desta forma, o autor relaciona cinco principais movimentos, conforme demonstrados no Quadro 6.

Quadro 6 - Gestos simples apresentados por Ribeiro (2014) para interação em dispositivos *touchscreen*

Gesto/interação	Descrição
<i>Zoom out (pinch)</i>	Dedos polegar e indicador afastados e depois arrastá-los aproximando-os.
<i>Zoom in (spread)</i>	Tocar com os mesmos dedos próximos e depois afastá-los.
Seleção	Consiste no toque com o dedo indicador sobre a tela, podendo utilizar pressão ou não.
Rotação	Permite rodar elementos que estejam pressionados pelo dedo indicador do usuário enquanto outro dedo rotaciona ao arrastar a tela nesse eixo.
Deslizar (<i>swipe</i>)	Corresponde ao deslizamento do dedo indicador sobre a tela, permitindo a navegação pelo conteúdo.

Fonte: Ribeiro (2014), adaptado pela autora (2018).

Outro autor utilizado para esta busca foi Saffer (2009), que traz diversos gestos, tipificados principalmente a partir de sua finalidade, resultando em uma lista mais extensa. Assim, ele discrimina o toque, por exemplo, em algumas interações, como "para abrir/ativar", "para selecionar" e "para parar". A lista pode ser observada no Quadro 7.

Quadro 7 - Gestos propostos por Saffer (2009) na interação em dispositivos *touchscreen* (Continua)

Gesto/interação	Descrição
Toque para abrir/ativar (<i>tap to open/activate</i>)	Gesto simples que pode ser considerado um substituto natural ao clique com mouse. Com ele, um toque em uma área específica ou objeto específico aciona um recurso.
Toque para selecionar (<i>tap to select</i>)	Tocar um objeto com um único dedo seleciona esse objeto para manipulação. Geralmente utilizado para selecionar um ou mais itens de uma lista com vários elementos.

Fonte: Dan Saffer (2009), adaptado pela autora (2018).

Quadro 7 - Gestos propostos por Saffer (2009) na interação em dispositivos *touchscreen*
(Continuação)

Gesto/interação	Descrição
Arrastar para mover objeto (<i>drag to move object</i>)	Usar um único dedo na parte superior de um objeto na tela move esse objeto, juntamente com o dedo, para um novo local. Muito utilizado para mover objetos ou para interagir com <i>sliders</i> . Esta interação pode ser limitada na interface para somente uma direção de sentido, como no <i>slider</i> de desbloqueio dos <i>iPhones</i> , por exemplo. O objeto precisa ser selecionado previamente ou esse gesto deve ser combinado com o "toque para selecionar".
Deslizar para rolar (<i>slide to scroll</i>)	Similar ao "arrastar para mover objeto", porém, nesta interação, desliza-se um dedo na tela em uma direção para rolar a tela ou uma lista de itens nessa direção. Utilizado para elementos que não cabem na área visível da tela, como textos e páginas <i>web</i> mais longos que a altura da tela.
Girar para rolar (<i>spin to scroll</i>)	Neste gesto, o usuário move um único dedo (normalmente o polegar ou indicador) em um movimento circular para rolar. Geralmente, um gesto no sentido horário rola para baixo / para frente / para a direita e um gesto no sentido anti-horário rola para cima / trás / esquerda. Mais utilizado em botões <i>touch</i> do que em interfaces <i>touchscreen</i> .
Deslizar e segurar para rolagem contínua (<i>slide and hold for continuous scroll</i>)	Similar ao "arrastar para mover objeto", porém este gesto move toda a rolagem da tela ou de um objeto e continua a rolar até o usuário levantar o dedo, parando a rolagem.
Movimento rápido para toque leve (<i>flick to nudge</i>)	Um leve movimento do dedo indicador em qualquer direção move a própria tela ou um objeto selecionado nessa direção. É usado para arrastar e soltar de maneira simples, para empurrar objetos para longe ou fora da tela e para movimentar <i>sliders</i> .
Arrastar para rolar (<i>fling to scroll</i>)	Um forte arrastar do dedo indicador em qualquer direção move a tela nessa direção, se possível. Esse gesto também é conhecido como rolagem cinética ou dinâmica. Usado para percorrer rapidamente a tela ou listas longas como uma simples rolagem.

Toque para parar (<i>tap to stop</i>)	Quando outra ação, como uma rolagem, estiver em andamento, tocar na tela interromperá a ação.
---	---

Fonte: Dan Saffer (2009), adaptado pela autora (2018).

Quadro 7 - Gestos propostos por Saffer (2009) na interação em dispositivos *touchscreen* (Conclusão)

Gesto/interação	Descrição
Apertar para encolher e espalhar para ampliar (<i>pinch to shrink and spread to enlarge</i>)	Dois dedos (o polegar e o indicador em uma única mão ou os dedos esquerdos e direito se ambas as mãos forem usadas) são aproximados (<i>pinch</i> para encolher) ou mais afastados (<i>spread</i> para ampliar) enquanto estão sobre um objeto. Usados para aumentar ou diminuir tamanhos de objetos ou da tela como um todo, configurando-se no <i>zoom in</i> e <i>zoom out</i> .
Dois dedos para rolar (<i>two fingers to scroll</i>)	Com dois dedos (o indicador e o dedo médio, normalmente) na tela juntos, o usuário pode rolar uma lista de itens ou a tela inteira para cima / baixo ou esquerda / direita. O <i>touchscreen</i> tem que ser sensível para detectar o toque múltiplo, sendo muito usado em <i>trackpads</i> , o que permite rolar uma página enquanto outra ação é realizada pelo clique com o cursor, por exemplo.

Fonte: Dan Saffer (2009), adaptado pela autora (2018).

Enquanto Ribeiro (2014) apresenta os gestos simples nos dispositivos *touchscreen*, Saffer (2009) traz as interações e combinações possíveis desses gestos de acordo com a programação na interface. Saffer (2009) ainda traz o conceito de *ghost fingers*, que não serão explorados aqui por necessitarem de um segundo *touchpad*, câmeras ou configurações adicionais para funcionar nos dispositivos *touchscreen* conhecidos atualmente, tornando sua aplicação muito específica e indo além da interação natural do gesto.

Segundo relatório da Nielsen Company (2013), observa-se que os usuários de *smartphones* utilizam três sistemas operacionais: o *Google Android* (48%), *Apple iOS* (32%) e *Blackberry* (12%). Assim, para este levantamento bibliográfico buscou-se os gestos possíveis nos dois sistemas operacionais com maior concentração de usuários: *Android* (*Google*) e *iOS* (*Apple*), o que responderia por cerca de 80% do total de usuários. Após pesquisa nos sites oficiais dos sistemas operacionais, verificou-se os gestos possíveis no sistema *iOS*, conforme apresentado no Quadro 8.

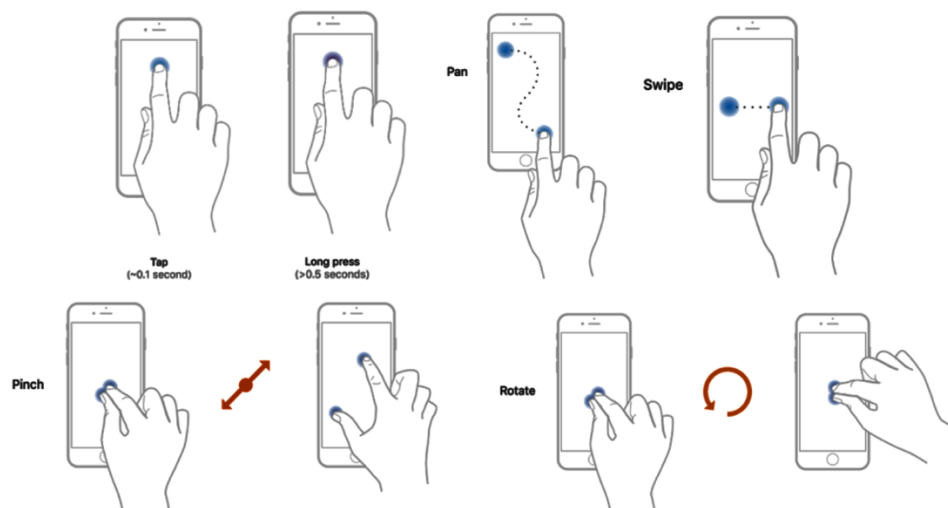
Quadro 8 - Gestos possíveis no sistema operacional iOS (Apple)

Gesto/interação	Descrição
Toque (<i>tap</i>)	Faz uso de toques breves na tela para implementar interações de botão com seu conteúdo. Permite quantidade ilimitada de toques, incluindo o toque duplo, conforme programação.
Toque longo (<i>long-press</i>)	Detecta toques de duração estendida na tela e usa-os para revelar conteúdo contextualmente relevante.
<i>Pan</i>	Rastreia o movimento dos dedos ao redor da tela e aplique esse movimento ao seu conteúdo.
Deslizar (<i>swipe</i>)	Detecta um movimento de <i>swipe</i> horizontal ou vertical na tela e usa-o para acionar a navegação pelo seu conteúdo.
Apertar (<i>pinch</i>) e espalhar (<i>spread</i>)	Detecta a distância entre dois dedos e usa essa informação para dimensionar ou ampliar seu conteúdo. Também considera o <i>spread</i> , contrário ao <i>pinch</i> .
Rotacionar (<i>rotation</i>)	Mede a rotação relativa de dois dedos na tela e usa esse movimento para girar seu conteúdo.

Fonte: Apple Inc. (2018), adaptado pela autora (2018).

Além das descrições, o sistema iOS também possui ilustrações para cada um dos gestos apresentados, conforme visto na Figura 5.

Figura 5 - Ilustrações representativas dos gestos possíveis no sistema operacional iOS (Apple)



Fonte: Apple Inc. (2018).

O Quadro 9, a seguir, apresenta os gestos possíveis nos dispositivos *Android* (Google), conforme dados da empresa.

Quadro 9 - Gestos possíveis no sistema operacional Android (Google)

Gesto/interação	Descrição
Toque (<i>tap</i>)	Os usuários podem navegar para destinos tocando nos elementos. O gesto de toque permite que os usuários interajam com elementos e acessem funcionalidades adicionais.
Toque longo (<i>long-press</i>)	Permite que os usuários interajam com elementos e acessem funcionalidades adicionais. Os toques longos podem revelar modos e recursos adicionais, mas não são facilmente detectáveis.
Rolagem (<i>scroll</i>) e <i>pan</i>	Os usuários podem deslizar superfícies verticalmente, horizontalmente (<i>scroll</i>) ou em diversas direções (<i>pan</i>) para mover-se continuamente pelo conteúdo.
Arrastar (<i>drag</i>)	Os usuários podem deslizar as superfícies para trazê-las para dentro e fora da vista.
Deslizar (<i>swipe</i>)	Os usuários podem mover superfícies horizontalmente para navegar, como guias.
Apertar (<i>pinch</i>) com dois dedos	Os usuários podem escalar superfícies para navegar entre telas.
Toque duplo	Os toques duplos permitem que os usuários ampliem o conteúdo ou alternem entre os níveis de zoom.
Rotacionar com dois dedos	Gesto composto que permite transformar objetos ao girá-los.

Fonte: Google Inc. (2018), adaptado pela autora (2018).

A partir da análise dos dois conjuntos de gestos dos dois principais sistemas operacionais, o presente estudo buscou a estruturação de uma lista única, visando correlacioná-la com os parâmetros de acometimento da escala MACS. Para a lista final, foram utilizados somente os gestos possíveis em ambos sistemas, tanto para *smartphones* como para *tablets*, de modo a considerar as interações mais universais e de aplicação mútua para análise e proposições. Gestos possíveis apenas em *tablets*

não foram considerados na lista, por se tratar de movimentos específicos para apenas este tipo de dispositivo que não são tão acessíveis e comuns quanto os *smartphones*, aparatos mais frequentemente usados. Optou-se por dividir alguns gestos, como apertar e espalhar, por considerar que, embora sejam similares para a programação de um aplicativo, a movimentação da mão é distinta entre eles. Os gestos toque, toque duplo e toque longo também foram separados, uma vez que, embora tenham a mesma configuração de mão, apresentam tempo sequenciado ou pressão diferente. Embora não esteja listado como gesto para o sistema *iOS*, sabe-se que é possível fazer a rolagem (*scroll*) em seus dispositivos, servindo como uma variação do deslizar (*swipe*) para movimentar a tela e incorporado na listagem final.

É válido ressaltar, ainda, que algumas funcionalidades foram unidas em um só gesto por apresentarem a mesma configuração de movimento, apenas recebendo denominações diversas nas fontes originais dos sistemas. Todos os gestos componentes da lista tiveram seus títulos e descrições traduzidos para o português, já que alguns movimentos possuíam apenas nome em inglês, como o *pan*, que foi intitulado de "traçado livre". Assim, após a revisão dos autores e dos sistemas operacionais, chegou-se à lista final de nove gestos fundamentais para interação em dispositivos *touchscreen*: toque, toque duplo, toque longo, deslizar, rolagem, traçado livre, apertar, espalhar, rotacionar. A relação é apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 - Relação final de gestos fundamentais utilizados nesta pesquisa (Continua)

Gesto	Descrição
Toque (<i>tap</i>)	Toque simples com o dedo indicador sobre a tela, sem pressão. Pode ser utilizado para abrir e ativar, para selecionar determinado objeto na tela ou para parar, interrompendo a ação atual.
Toque duplo	Dois toques simples feitos em sequência rápida, utilizando apenas o dedo indicador. Permite que os usuários ampliem o conteúdo ou alternem entre os níveis de <i>zoom</i> , por exemplo.
Toque longo (<i>long-press</i>)	Toque com o dedo indicador de duração estendida, realizando leve pressão sobre a tela. Permite que os usuários acessem modos, funcionalidades ou conteúdos adicionais e relevantes.

Fonte: Ribeiro (2014), Dan Saffer (2009), Apple Inc. (2018) e Google Inc. (2018), adaptado e criado pela autora (2018).

Quadro 10 - Relação final de gestos fundamentais utilizados nesta pesquisa (Conclusão)

Deslizar (<i>swipe</i>)	Consiste em arrastar o dedo indicador nas direções horizontal ou vertical. Possui ponto inicial e final do movimento. Pode ser utilizado para arrastar algum elemento em tela.
Rolagem (<i>scroll</i>)	Deslize solto do dedo indicador sobre a tela em uma direção para rolar a tela ou uma lista de itens nessa direção, sem necessidade de ponto inicial ou final fixos. Utilizado para elementos que não cabem na área visível da tela e comum em telas do estilo timeline, de fluxo contínuo.
Traçado livre (<i>pan</i>)	Movimentação de deslizar o dedo indicador sobre a tela em direção livre. Usado para deslizar e arrastar superfícies ou elementos em diversas direções.
Apertar (<i>pinch</i>)	Se inicia com o dedo polegar e indicador da mesma mão afastados para posteriormente arrastá-los, aproximando-os. Usado para diminuir tamanhos de objetos ou da tela como um todo, como <i>zoom out</i> .
Espalhar (<i>spread</i>)	Se inicia com o dedo polegar e indicador da mesma mão aproximados para posteriormente arrastá-los, afastando-os. Usado para aumentar tamanhos de objetos ou da tela como um todo, como <i>zoom in</i> .
Rotacionar (<i>rotation</i>)	Movimento que permite rodar elementos pressionados pelo dedo indicador do usuário enquanto o polegar se arrasta para rotacionar a tela nesse eixo.

Fonte: Ribeiro (2014), Dan Saffer (2009), Apple Inc. (2018) e Google Inc. (2018), adaptado e criado pela autora (2018).

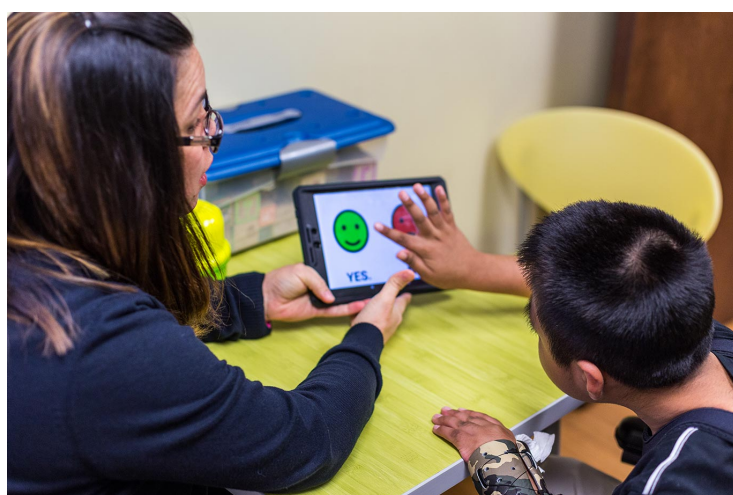
Sabe-se, também, que os gestos podem ser combinados entre si para agir em sequência, como, por exemplo, o toque contínuo combinado com o arrastar para selecionar e mover objetos, conforme apresentado por Saffer (2009). Estes gestos múltiplos serão considerados como categoria separada dos gestos simples e não serão tratados nesta pesquisa, uma vez que são possíveis nos dispositivos *touchscreen* mas dependem de programação específica para a compreensão da ação determinada por aquele gesto e compreendem movimentações mais complexas e sequenciadas.

2.3.3 Design de interfaces gráficas *touchscreen*

A seleção, combinação, disposição, escolha de tamanho, cor, textura, contraste, animação, responsividade e outros parâmetros dos elementos em tela

caracterizam os projetos de interfaces gráficas nos mais diversos suportes. Para indivíduos com problemas de motricidade, estes aspectos devem se moldar a suas possibilidades de movimento e permitir que as tarefas propostas nos aplicativos sejam concluídas. Aplicações voltadas a pessoas com paralisia cerebral, por exemplo, podem ser complementares a atividades terapêuticas ou auxiliar os indivíduos em funções cotidianas, como no caso de *apps* de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Uso de interface do aplicativo brasileiro Livox, de CAA



Fonte: <<https://www.acheiusa.com/Noticia/baccf-promove-evento-com-criador-do-aplicativo-livox-46309/>> Acesso em 6 jun. 2019.

Além de considerar as especificidades dos usuários, Saffer (2009) defende que a complexidade dos gestos em interface deve se relacionar diretamente com as tarefas demandadas. O autor explica que tarefas simples devem ser realizadas com gestos simples, como acender uma lâmpada com um toque. Já tarefas complexas, como deletar todos os dados da página, devem depender de ações mais complexas, como deslizar os dedos rapidamente sobre a tela. Hooper e Berkman (2011, p. 348) afirmam que as interfaces devem "procurar usar comportamentos naturais ou detectáveis, intimamente acoplados aos gestos. Evite o uso de gestos arbitrários ou aqueles com pouca relação com o paradigma 'interface como objeto físico'."

Quando consideram-se dispositivos *touchscreen* com tela reduzida, como *tablets* e *smartphones*, notam-se que a redução de elementos de interface é importante, tendo a interação por gestos como solução viável para evitar a sobrecarga nas interfaces (NIELSEN; BUDI, 2012). Seguindo o conceito de que a redução de

elementos é importante, em relação aos textos, é primordial aplicar somente o essencial, fugindo de informações secundárias e descrições longas em telas menores. Nielsen e Budiu (2012, p. 109) explicam que "os usuários não querem se incomodar com textos secundários adicionais, principalmente em aplicativos para dispositivos móveis projetados para o rápido consumo de informações". Deste modo, o uso de descrições claras das tarefas e da economia de termos se mostra benéfico, tanto pelo tamanho das telas quanto pelo tempo dedicado à leitura.

A relevância da escolha do tamanho não se refere apenas a textos, mas a todos os elementos dispostos em tela. A proximidade com o usuário minimiza a necessidade de movimentos bruscos e de alcance, facilitando a interação de pessoas com disfunções motoras. A Lei de Fitts propõe matematicamente a relação entre tamanho e proximidade dos elementos.

“Desde 1954, quando foi proposta pelo psicólogo Paul Fitts, a Lei de Fitts tem orientado cientistas da computação, engenheiros e designers de interação, interface e industriais na criação de produtos, especialmente de software. A Lei de Fitts afirma simplesmente que o tempo que leva para um usuário alcançar um alvo apontando com um dedo ou com um dispositivo, como um mouse, é proporcional à distância do objeto dividido pelo tamanho do objeto. Assim, é mais fácil apontar um alvo grande próximo ao usuário do que um menor mais distante.

Essa lei ainda se aplica a gestos interativos, talvez até mais. A tela sensível ao toque e outros alvos visuais precisam ser projetados de maneira que os controles importantes estejam próximos do usuário, minimizando a necessidade de alcance na interface. Igualmente importante é que os objetos que estão sendo manipulados (botões, acionadores, etc.) sejam grandes o suficiente para a ponta de um dedo humano regular tocar.” (SAFFER, 2009, p. 41-42)

Bertuccio e Sange (2014) avaliaram que a Lei de Fitts se aplica a *tablets touchscreen*, como os *iPads*, sendo aspecto considerável para a escolha de tamanho dos elementos em tela.

Saffer (2009) aborda a responsividade das interfaces ao dizer que as ações devem ter reações imediatas, tocando o conceito de *feedback*. Os *feedbacks* visuais são necessários em qualquer sistema, principalmente ao considerar usuários com deficiências que aplicam maior esforço nas interações. Deste modo, sugere-se que as aplicações apresentem fases de aprendizado com indicadores de funcionalidade para usuários iniciantes, de forma que possam se familiarizar com os comandos apresentados e ações requeridas (NIELSEN; BUDIUI, 2012). Norman e Nielsen (2010) ressaltam que a falta de consistência ou padrões é um dos grandes problemas nas

interações. Assim, os autores relatam a dificuldade gerada por convenções próprias criadas de empresa a empresa, resultando em severos problemas para os usuários que passam por novos processos de aprendizagem para cada sistema.

Outro aspecto a considerar é a generosidade espacial dos elementos no projeto de interfaces para interação gestual. Assim, recomenda-se que os elementos de interação, como botões e áreas de toque, apresentem espaços de ativação levemente maiores que a interface, indo além de suas extremidades. Desta forma, ao atribuir certa margem aos elementos, pequenos desvios durante a interação podem ser computados corretamente (NORMAN; NIELSEN, 2010; SAFFER, 2009).

É necessário, também, que as interfaces solicitem de alguma forma o acionamento por parte do usuário. Para comunicar a necessidade de gestos, em interações *touch* e *touchless*, é possível apresentar descrições escritas (para gestos simples e não ambíguos), ilustrações (pouco mais complexas que ícones), demonstrações (geralmente mostram um movimento animado, como em jogos como Wii), símbolos e metáforas (SAFFER, 2009). Botões e acionadores, por exemplo, se caracterizam como controles interativos. Hooper e Berkman (2011) apontam que os controles interativos devem: (a) ser visíveis quando uma ação requer a sua presença; (b) reconhecer a relação dele com a tarefa a ser realizada; (c) ter suas funções entendidas pelas suas características visuais ou físicas, apresentando um bom *affordance*; e (d) fornecer limitações que previnam perdas ou mudanças desnecessárias provenientes de ações não previstas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo se dedica a descrever os processos e métodos aplicados no desenvolvimento da pesquisa. O método aplicado é hipotético-dedutivo e se dividiu em algumas etapas para alcançar os objetivos do estudo.

A primeira fase do estudo teve como foco a revisão bibliográfica sistemática, trazendo embasamento para o referencial teórico, conforme apresentado no segundo capítulo da dissertação, definindo conceitos relevantes para o desenvolvimento desta investigação. A partir da revisão, obteve-se a classificação motora dos membros superiores para pessoas com paralisia cerebral, a escala MACS, com cinco níveis de classificação; e a lista final dos nove gestos possíveis em dispositivos *touchscreen* (Quadro 10) nos sistemas operacionais *iOS* e *Android* (toque, toque duplo, toque longo, deslizar, rolagem, traçado livre, apertar, espalhar e rotacionar). Buscando o cruzamento entre esses dados, partiu-se para o desenho da coleta de dados.

Ressalta-se que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – CEPESH/UEDESC sob o número de apreciação ética 99476718.9.0000.0118, sendo realizada entre dezembro de 2018 e janeiro de 2019, em Florianópolis.

3.1 DEFINIÇÃO DE PARTICIPANTES

Considerando as especificidades das condições da paralisia cerebral e a complexidade de avaliação dos movimentos destes indivíduos, optou-se por envolver nos testes apenas profissionais especialistas, que poderiam contribuir ativamente com suas perspectivas e experiências em tratamentos e reabilitação de pessoas com paralisia cerebral nos testes.

Assim, o procedimento se deu com 11 profissionais da ala de Reabilitação Pediátrica do Centro Catarinense de Reabilitação (CCR), localizado na Grande Florianópolis e conveniado à Universidade do Estado de Santa Catarina, para iniciativas de pesquisa, extensão e de experiência profissional. A opção por profissionais da ala Pediátrica, atuantes com pacientes de 0 a 14 anos e 11 meses de idade, se deu, principalmente, pelo uso da escala MACS, que engloba condicionamentos da paralisia cerebral de 4 a 18 anos - sendo a maior faixa da escala

pertencente à pediatria, que atende pacientes com menos de 15 anos de idade -, e pelo maior índice de pacientes com a disfunção nesta ala da reabilitação do CCR. A Reabilitação Pediátrica também foi escolhida por trabalhar apenas com indivíduos sem comprometimento cognitivo ou intelectual, importante variável de controle para este estudo.

Dentre os profissionais de saúde, o CCR possui terapeutas de diversas áreas que têm contato direto no tratamento de pacientes com paralisia cerebral. Os participantes do estudo se dividiram da seguinte forma, por área de atuação: fisioterapia (3), terapia ocupacional (2), fonoaudiologia (2), psicologia (2), educação física (1) e nutrição (1).

O centro acompanhou e contribuiu diretamente com esta pesquisa, que foi aprovada pelo seu grupo de estudos interno. Quando finalizada, em retorno, os resultados desta exploração e suas contribuições serão apresentados aos profissionais do centro em reunião do grupo de estudos.

3.2 CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento realizado se dividiu em três momentos: entrevista demográfica, apresentação de resumo sobre a escala MACS e exposição de vídeos com preenchimento de fichas. Quando aplicados, tiveram duração de 30 a 40 minutos, aproximadamente. Os participantes foram convidados a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido e um termo de consentimento para fotografias, vídeos e gravações.

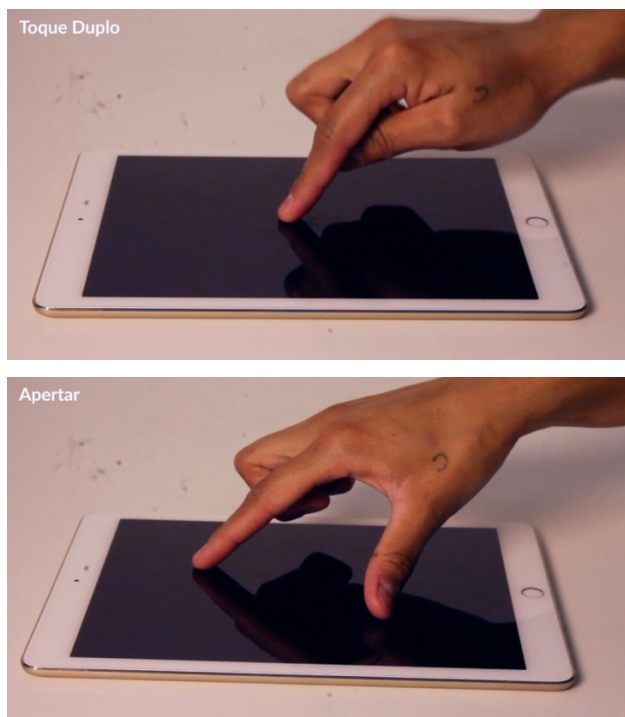
As breves entrevistas estruturadas de caráter demográfico com os profissionais buscaram explorar questões como a formação, tempo de atuação, uso de dispositivos tecnológicos em terapia e conhecimento acerca da escala MACS. Ao todo, foram realizadas 5 perguntas, que estão expostas no Apêndice A. As entrevistas foram realizadas oralmente e gravadas com o uso de um celular, para posterior registro e tabulação das respostas, agilizando esta primeira etapa com os participantes.

Em sequência, após esta entrevista inicial, realizou-se a entrega de um breve resumo sobre a escala MACS, elaborado pela autora. Os participantes foram convidados a fazer uma leitura do documento antes da última etapa e puderam consultá-lo livremente durante o preenchimento das fichas finais. O resumo foi apresentado com o intuito de assegurar certo nivelamento de todos os envolvidos no

experimento acerca das definições oficiais dos cinco níveis da escala utilizada pois, conforme explicado por alguns participantes, o CCR faz uso principalmente da escala GMFCS, tendo poucos terapeutas completamente habituados com a aplicação cotidiana da MACS.

Após a leitura, as fichas de preenchimento foram apresentadas junto a uma breve explicação oral sobre esta terceira etapa do experimento, que teve também a exposição de nove curtos vídeos com encenações em *close* da mão de cada gesto fundamental em um *tablet*. A Figura 7 apresenta capturas de tela dos vídeos, para ilustrar. Optou-se pelo uso de vídeos dos gestos para garantir a mesma visualização do movimento e configuração de mão por todos os participantes. Após a exibição de cada vídeo de determinado gesto, de 3 a 5 segundos, o entrevistado foi questionado se, pela sua experiência e atuação direta com indivíduos com paralisia cerebral, considera aquele movimento possível em cada um dos níveis da escala MACS, resultando no preenchimento da ficha do gesto correspondente.

Figura 7 - Exemplo de captura dos vídeos utilizados no experimento, representando os gestos toque duplo e apertar



Fonte: Captura de tela da autora, 2019.


As fichas de cada gesto foram impressas em folhas individuais, sendo divididas em sete áreas cada: um cabeçalho com a identificação do gesto, o número

identificador do participante e a pergunta extra; cinco faixas horizontais para o preenchimento de acordo com a escala MACS, sendo uma para cada nível, com duas perguntas; e uma última área com linhas para possíveis observações dissertativas.

As perguntas aplicadas na ficha se dividiram da seguinte forma:

1. Pergunta extra: Você considera este movimento fácil ou difícil?
2. Um indivíduo no nível X da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?
3. Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

Figura 8 - Exemplo de ficha utilizada no experimento



Pergunta extra:
Você considera este movimento fácil ou difícil?

-2
Difícil

-1

0
Neutro

1

2
Fácil

1 - Toque

Ficha: _____

Escala MACS Nível I

Um indivíduo no nível I da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
Não é capaz de realizar	É capaz de realizar com muita dificuldade e auxílio	É capaz de realizar com dificuldade	É capaz de realizar com pouca dificuldade	Totalmente capaz de realizar e com autonomia

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
Não poderia aperfeiçoar				Poderia aperfeiçoar

Escala MACS Nível II

Um indivíduo no nível II da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Escala MACS Nível III

Um indivíduo no nível III da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Escala MACS Nível IV

Um indivíduo no nível IV da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Escala MACS Nível V

Um indivíduo no nível V da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Observações: _____

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Assim, a pergunta extra refletia uma visão geral do participante acerca do gesto após a visualização do vídeo, considerando a interação de indivíduos sem disfunção motora, dividida em escala *Likert* de "difícil" (-2) a "fácil" (2). As outras duas perguntas se repetem para cada um dos níveis da escala MACS, sendo preenchidas em escala de 1 a 5. Na segunda pergunta, apresentada anteriormente, "um indivíduo no nível X da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?", o primeiro espaço da escala é descrito como "não é capaz de realizar" e o quinto como "totalmente capaz de realizar e com autonomia". Seguindo esta construção, a escala da terceira pergunta exposta se inicia em "não poderia aperfeiçoar", com valor 1, indo até "poderia aperfeiçoar", de valor 5. As questões foram assinaladas pelos participantes em uma das opções de cada escala.

Figura 9 - Detalhe das perguntas, escalas e legendas utilizadas nas faixas das fichas do experimento

Escala MACS Nível I					Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?				
Um indivíduo no nível I da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?									
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Não é capaz de realizar	É capaz de realizar com muita dificuldade e auxílio	É capaz de realizar com dificuldade	É capaz de realizar com pouca dificuldade	Totalmente capaz de realizar e com autonomia	Não poderia aperfeiçoar				Poderia aperfeiçoar

Fonte: Recorte da autora (2019).

Posteriormente, realizou-se a análise quali e quantitativa dos resultados obtidos nos procedimentos, buscando obter a lista de cruzamento entre gestos possíveis em dispositivos *touchscreen* e níveis de acometimento motor da paralisia cerebral pela escala MACS através do embasamento teórico e das respostas dos terapeutas. Esta pesquisa propôs, após a apresentação do cruzamento, indicações para o projeto de interfaces digitais interativas para este público, avanços e sugestões para o campo da interação *touchscreen* focado em pessoas com paralisia cerebral.

3.3 APLICAÇÃO DE PRÉ-TESTE

Para verificar a efetividade da abordagem utilizada no procedimento, realizou-se um pré-teste com um profissional do CCR no início de setembro de 2018, conforme combinado com a responsável pelo grupo de estudos interno. A experiência foi rica

para receber o retorno acerca da relevância do estudo, pela compreensão dos procedimentos aplicados no teste e sugestões de melhorias pela visão do profissional.

Após sua realização, foram feitos os ajustes necessários nas questões da entrevista e nas fichas de preenchimento do experimento para que o projeto fosse, então, encaminhado ao comitê de ética responsável. As modificações efetuadas na ficha consistiram na redução da tipografia utilizada para incorporar as legendas das escalas em uma só folha, que anteriormente estavam em página separada, e na adição da condição "sem comprometimento cognitivo" nas perguntas sobre o aperfeiçoamento dos gestos com estímulo, previamente sem este descritivo.

3.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados teve início com uma compilação, tabulação e avaliação individual dos questionários dos 11 terapeutas, que aparecem na íntegra no apêndice D. Como nenhum terapeuta preencheu a área de observações, contidas nas fichas do teste, apenas os dados assinalados foram analisados nesta etapa. Assim, para cada gesto em cada nível da escala MACS, foram obtidas 11 avaliações (de 1 a 5), bem como 11 respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o movimento com estímulo (também de 1 a 5).

Ainda para auxiliar na análise dos dados, fez-se uso do programa Microsoft Excel, facilitando a leitura e cálculo das informações como média, mediana, moda e desvio padrão. A escolha do tratamento estatístico mais adequado foi feita a partir da observação dessas medidas, optando por aquela que apresentou resultados mais centrais, tendo em vista a amostra reduzida. Os dados das medianas foram utilizados como norteador final para os resultados, uma vez que trouxeram valores que intermediaram as médias, que apresentaram desvio padrão baixo em todos os itens, e as modas, além de considerarmos o caráter qualitativo dos escores atribuídos.

Decidiu-se, ainda, por dividir a apresentação da análise por gestos e, posteriormente, compilar os resultados em uma tabela final única para facilitar a compreensão dos dados demonstrados. Nas tabelas expositivas, cada terapeuta foi representado pela letra T seguida pelo seu número identificador, de 1 a 11. Os números foram atribuídos de acordo com a sequência cronológica de dados coletados dos participantes.

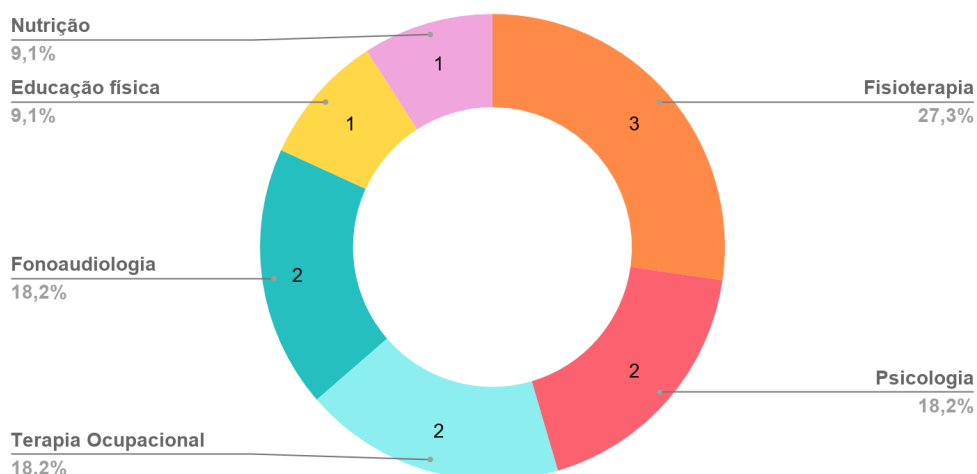
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo traz descrições e análise da coleta de dados feita com os terapeutas especialistas. O período de testes se deu entre dezembro de 2018 e janeiro 2019. O capítulo também traz o resultado do cruzamento entre gestos possíveis nos dispositivos *touchscreen* e níveis de acometimento motor da paralisia cerebral alcançado a partir dos testes. Através deste levantamento, foi possível desenvolver recomendações de projeto de interfaces *touchscreen* com foco em usuários com paralisia cerebral, apresentadas no capítulo 5.

4.1 LEVANTAMENTO SOBRE OS PARTICIPANTES

Na entrevista demográfica, foram levantados dados referente à atuação profissional dos participantes. A transcrição completa das entrevistas pode ser vista no Apêndice D. A distribuição das especialidades entre as 11 profissionais entrevistadas está representada no gráfico da Figura 10.

Figura 10 - Gráfico das especialidades dos participantes



Fonte: elaborado pela autora (2019).

O tempo de atuação dos profissionais também foi questionado, buscando identificar seu grau de experiência no atendimento a pessoas com paralisia cerebral. Enquanto a média de tempo de atuação no CCR foi de 2 anos e 6 meses, os participantes apresentaram média de 9 anos de atuação em seus respectivos campos

de maneira geral. Com relação à atuação no CCR, os terapeutas T1, T2, T4, T8 e T10 formam o grupo com maior tempo no centro, indo de 2 a 9 anos de atuação. Nenhum profissional apresentou menos de 7 anos de formação superior.

Os terapeutas responderam ainda três outras perguntas relacionadas ao procedimento que seria aplicado em sequência. A primeira, referente ao uso de dispositivos tecnológicos nas terapias e sua frequência, demonstrou que apenas 4 dos 11 utilizam esses aparatos. Entre as respostas dadas, afirmou-se que o computador ou celular são utilizados, principalmente com pacientes mais velhos. Apenas um dos entrevistados, uma fonoaudióloga, reportou fazer uso de outros dispositivos, como *tablet* para aplicativos de Comunicação Aumentativa e Alternativa.

Quadro 11 - Compilação dos dados provenientes da entrevista prévia

Terapeuta	Qual a especialidade no CCR?	Há quanto tempo atua nessa área dentro do CCR?	Há quanto tempo atua na área em geral?	Faz uso de dispositivos tecnológicos nas terapias?	Conhece a escala MACS?	Já utilizou a escala MACS em algum paciente?
T1	Terapia ocupacional pediátrica	2 anos	não informado	Não	Sim	Sim
T2	Fisioterapia, pós graduação em pediatria e neonatologia com foco hospitalar e pós graduação em neurologia com ênfase em neuropediatria	3 anos	não informado	Raro, mas utiliza celular com alguns pacientes maiores	Sim	Não
T3	Fisioterapia, neurofuncional infantil	não informado	8 anos	Não	Sim	Não
T4	Psicologia	5 anos		Não	Sim	Não
T5	Psicologia, neuropsicologia	6 meses	14 anos	Não	Não	Não
T6	Terapia ocupacional	3 meses	19 anos	Não	Sim	Não
T7	Fonoaudiologia, pós graduação em disfagia	6 meses	7 anos	Não	Não	Não
T8	Educação física na área de psicomotricidade	9 anos	15 anos	Não	Não	Não
T9	Nutrição	14 meses	10 anos	Computador, 3x na semana	Não	Não
T10	Fonoaudiologia, atua na área de disfagia, linguagem e motricidade oral mas tem especialidade em audiologia	5 anos	18 anos	Às vezes utiliza o celular (jogos de linguagem), tablet com aplicativos (Livox)	Sim	Não
T11	Fisioterapia, pós graduação em reabilitação neurofuncional	1 ano	8 anos	Principalmente celular, 1x na semana	Não	Não

Fonte: elaborado pela autora (2019).

As últimas questões, sobre o conhecimento e uso da escala MACS (utilizada nesta pesquisa), revelaram que poucos profissionais a utilizam no CCR, sendo o uso principal nas sessões de terapia ocupacional. Com esta informação, notou-se que a apresentação do resumo da escala MACS pela pesquisadora foi relevante para a condução do experimento, bem como para a consistência na obtenção dos resultados. Mais da metade dos entrevistados (6) conhecia a escala, porém apenas um deles já

a havia utilizado diretamente com algum paciente. Em complemento, os terapeutas informaram que a escala GMFCS é mais utilizada no centro, principalmente pela fisioterapia, por tratar de questões posturais e de marcha. Os entrevistados observaram que a divisão e descrição de níveis da escala MACS se assemelha à GMFCS. Uma síntese dos dados das entrevistas pode ser conferida no Quadro 11.

4.2 ANÁLISE INDIVIDUAL DOS GESTOS

Após o término da entrevista, partiu-se para a segunda etapa, na qual foi apresentado um resumo impresso sobre a escala MACS. O resumo pode ser conferido na íntegra no Apêndice B.

Com o resumo em mãos, que pôde ser consultado durante todo o procedimento, os profissionais participaram da última fase do teste com a apresentação dos vídeos e preenchimento das fichas. Todas as fichas foram recolhidas pela pesquisadora para posterior tabulação dos dados. Os resultados de cada gesto em relação aos níveis da escala MACS são apresentados individualmente a seguir.

4.2.1 Toque

O toque simples foi o primeiro gesto apresentado. Os terapeutas, em média, consideraram o gesto fácil (com média 2 em escala de -2 a 2) a partir da pergunta extra. Pelas respostas recebidas na ficha, observou-se que, segundo os especialistas, este seria um gesto possível de ser realizado com autonomia ou com pouca dificuldade por indivíduos dos níveis I e II da escala MACS. Já pessoas pertencentes ao nível V, de acometimento mais severo, apresentariam muita dificuldade e possivelmente necessitariam de auxílio. A Tabela 2 demonstra os dados coletados.

Tabela 2 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto toque

MACS	Capacidade de realizar														
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
I	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00	5	5	0
II	5	5	4	5	3	5	3	4	5	4	5	4,36	5	5	0,81
III	5	4	4	4	1	5	2	3	4	2	4	3,45	4	4	1,29
IV	4	3	3	4	2	4	1	2	2	1	3	2,64	3	4	1,12
V	3	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1,55	1	1	0,69

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Com relação ao aperfeiçoamento desse movimento, os dados indicam que pessoas entre os níveis I e IV conseguiriam desenvolvê-lo, enquanto considera-se que aqueles pertencentes ao nível V praticamente não poderiam aprimorá-lo. Notou-se uma pequena inconsistência nos dados do nível V nesta questão, tendo um desvio padrão de 1,5 nos resultados. Pelos depoimentos coletados nas entrevistas, foi possível notar que alguns terapeutas enxergam a possibilidade de melhoria com mais otimismo que outros, fato que pode ter desencadeado estes valores.

Tabela 3 – Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o toque

MACS	Aperfeiçoar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00	5	5	0
II	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4,73	5	5	0,47
III	5	5	5	5	1	5	3	4	4	3	4	4,00	4	5	1,26
IV	5	5	5	5	3	5	2	4	3	2	3	3,82	4	5	1,25
V	3	3	3	5	1	5	1	2	1	1	2	2,45	2	1	1,51

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.2 Toque duplo

Com relação ao toque duplo, segundo gesto avaliado, observa-se certa correspondência dos níveis com a capacidade de realização. Enquanto no nível I os indivíduos seriam totalmente capazes de realizar, no nível V considerou-se que não seriam. Pelos resultados dos níveis intermediários, vê-se que os terapeutas consideraram este gesto um pouco mais difícil de realizar do que o toque simples. Quando questionados na pergunta extra sobre a complexidade do gesto de forma geral, a média considerou-o fácil (com média 2).

Tabela 4 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto toque duplo

MACS	Capacidade de realizar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4,55	5	5	0,52
II	4	3	4	5	3	4	4	4	3	4	3	3,73	4	4	0,65
III	4	3	4	4	2	3	2	3	2	3	2	2,91	3	3	0,83
IV	3	2	3	4	2	3	1	2	1	1	1	2,09	2	1	1,04
V	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1,36	1	1	0,50

Fonte: elaborado pela autora (2019).

O aperfeiçoamento do toque duplo foi considerado totalmente possível para indivíduos dos níveis I e II, tendo uma diminuição gradativa até o nível V, com pouca

possibilidade de aprimoramento. A combinação destes valores no nível V – a capacidade de realizar e de aperfeiçoamento – mostra grande dificuldade neste movimento para essas pessoas. Suspeita-se que a agilidade necessária para a realização do toque em sequência rápida pode dificultá-lo.

Tabela 5 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto toque duplo

Aperfeiçoar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4,91	5	5	0,30
II	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4,64	5	5	0,50
III	5	4	5	5	3	3	3	4	3	3	3	3,73	3	3	0,90
IV	4	3	4	5	2	3	1	4	2	2	2	2,91	3	2	1,22
V	3	2	2	5	1	2	1	2	1	1	1	1,91	2	1	1,22

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.3 Toque longo

O toque longo, no qual certa pressão é necessária sobre a tela, foi analisado em sequência. Na avaliação dos profissionais, há a indicação da capacidade de realizar com autonomia em indivíduos do nível I e grande dificuldade de realizar este movimento por pessoas no nível V. Considerou-se, também, que pessoas do nível IV apresentam grande dificuldade para executar este gesto sobre os dispositivos *touchscreen*. A partir da questão extra, apresentada no início da ficha, os participantes classificaram o toque longo como fácil (recebendo média 2).

Tabela 6 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto toque longo

Capacidade de realizar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	3	4,55	5	5	0,82
II	5	5	4	5	3	3	4	4	4	3	2	3,82	4	4	0,98
III	3	5	4	3	2	3	3	3	2	2	2	2,91	3	3	0,94
IV	3	4	3	3	2	3	2	2	1	1	1	2,27	2	3	1,01
V	3	3	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1,64	1	1	0,81

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Pelos resultados, os terapeutas trazem que o gesto poderia ser aperfeiçoado de certa forma por todos os níveis. O foco desse desenvolvimento se dá nos níveis I, II e III, com medianas 5, 4 e 4, respectivamente. Os níveis IV e V conseguiriam desenvolvê-lo pouco, não caracterizando uma capacidade de realização final. Em comparação ao toque duplo, notam-se resultados melhores nos níveis quanto ao aperfeiçoamento.

Tabela 7 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto toque longo

MACS	Aperfeiçoar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5	4	4,64	5	5	0,67
II	5	5	5	5	4	3	5	4	4	4	3	4,27	4	5	0,79
III	4	5	5	5	3	3	4	4	3	3	2	3,73	4	3	1,01
IV	4	5	5	5	2	2	3	4	2	3	2	3,36	3	2	1,29
V	3	4	2	3	2	2	1	2	1	2	1	2,09	2	2	0,94

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.4 Deslizar

O quarto gesto estudado foi o deslizar. Aqui, notou-se uma diminuição da capacidade de realiza-lo com autonomia pelos indivíduos do nível I em comparação com os gestos apresentados anteriormente, refletindo um possível aumento na complexidade do movimento. Novamente, os resultados apontam que indivíduos do nível V não conseguiriam realizar este gesto. Os terapeutas, em média, consideraram este gesto fácil (com média 2).

Tabela 8 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto deslizar

MACS	Capacidade de realizar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	4	5	4	3	5	4	4	4	5	4,36	4	5	0,67
II	4	4	4	5	2	3	5	3	3	3	4	3,64	4	4	0,92
III	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2,55	3	3	0,52
IV	3	2	2	3	1	2	2	2	1	1	1	1,82	2	2	0,75
V	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1,18	1	1	0,40

Fonte: elaborado pela autora (2019).

O aperfeiçoamento do gesto deslizar foi caracterizado como possível principalmente para os níveis I, II e III da escala MACS. Vê-se que pessoas nos níveis IV e V possivelmente poderiam apresentar também alguma melhora com estímulo, embora sejam poucas e não caracterizem uma total aquisição desta habilidade.

Tabela 9 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o deslizar

MACS	Aperfeiçoar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4,73	5	5	0,47
II	5	5	5	5	3	3	5	4	3	4	5	4,27	5	5	0,90
III	4	4	5	5	3	2	4	4	3	3	3	3,64	4	4	0,92
IV	4	3	2	5	2	2	2	4	2	2	2	2,73	2	2	1,10
V	3	2	2	3	1	2	1	2	2	1	1	1,82	2	2	0,75

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.5 Rolagem

O resultado da avaliação da rolagem, quinto gesto apresentado, se assemelha ao deslizar, porém não requer total precisão do movimento do dedo indicador de um ponto a outro. Assim, observa-se que os participantes consideraram este gesto mais viável que o deslizar para indivíduos dos níveis I e IV. Aqui, vê-se novamente que pessoas do nível V foram consideradas inaptas para realizar este gesto, reforçando sua dificuldade de movimentos específicos em superfícies pequenas, como *tablets* ou *smartphones*. Da mesma forma, a média dos terapeutas considerou este gesto fácil (com média 2) pela pergunta extra.

Tabela 10 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto rolagem

MACS	Capacidade de realizar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4,82	5	5	0,40
II	4	5	4	5	2	5	5	3	4	4	4	4,09	4	4	0,94
III	2	4	3	4	2	5	3	2	3	3	2	3,00	3	2	1,00
IV	2	4	3	3	2	4	2	2	2	2	2	2,55	2	2	0,82
V	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1,27	1	1	0,47

Fonte: elaborado pela autora (2019).

A tendência de aperfeiçoamento se mantém semelhante aos demais gestos previamente apresentados: os níveis de acometimento mais brandos poderiam aprimorar o movimento com estímulo, enquanto níveis mais severos apresentariam grande dificuldade e poucas melhorias, como é o caso dos níveis IV e V.

Tabela 11 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto rolagem

MACS	Aperfeiçoar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4,91	5	5	0,30
II	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	4,73	5	5	0,65
III	3	5	3	5	3	5	3	4	4	4	3	3,82	4	3	0,87
IV	3	5	3	5	3	4	2	4	2	2	2	3,18	3	2	1,17
V	2	2	2	4	1	2	1	2	1	1	1	1,73	2	2	0,90

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.6 Traçado livre

O sexto gesto analisado foi o traçado livre, chamado de *pan* nos sistemas *iOS* e *Android*. O gesto consiste em formas soltas – zigue-zagues curvilíneos – realizados sobre a tela, modificando a trajetória de acordo com a ação necessária, possivelmente

para arrastar um objeto sobre a tela. Pelas respostas dos especialistas, observou-se uma diminuição da capacidade de realização nos níveis menos severos, como I e II. Assim, nenhum nível seria completamente capaz de realizá-lo com autonomia. A imprecisão ou variabilidade do gesto pode justificar sua maior complexidade, uma vez que os usuários precisariam acompanhar um movimento mais solto e curvo. De maneira geral, pelos dados coletados com a pergunta extra, os participantes consideraram este gesto praticamente fácil (com média 1) para indivíduos sem disfunções motoras.

Tabela 12 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto traçado livre

Capacidade de realizar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	4	4	4	3	3	5	3	3	4	3	3,73	4	3	0,79
II	3	3	3	4	1	3	3	2	2	3	2	2,64	3	3	0,81
III	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	1	1,91	2	2	0,54
IV	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1,64	2	2	0,50
V	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1,09	1	1	0,30

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Quanto ao seu aprimoramento, supõe-se que o traçado livre possa ser aperfeiçoado principalmente por indivíduos dos níveis I e II. Pouco ou médio desenvolvimento se daria a pessoas nos demais níveis, sendo que indivíduos do nível V não conseguiriam aperfeiçoá-lo.

Tabela 13 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto traçado livre

Aperfeiçoar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	5	5	3	3	5	4	4	5	4	4,36	5	5	0,81
II	4	4	4	5	2	3	4	4	3	5	3	3,73	4	4	0,90
III	3	4	3	3	2	3	3	4	2	4	2	3,00	3	3	0,77
IV	3	3	3	3	2	2	2	4	1	3	1	2,45	3	3	0,93
V	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1,45	1	1	0,52

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.7. Apertar

Em seguida, analisou-se o gesto apertar, frequentemente usado para funções de *zoom out*. De acordo com os dados coletados, este gesto indica maior complexidade, resultando em médias de capacidade de realização iguais ao traçado livre para todos os níveis. Assim, vê-se quase uma impossibilidade da movimentação

para pessoas dos níveis III, IV e V. Com a pergunta extra, os especialistas o classificaram em média como praticamente fácil (média 1).

Tabela 14 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto apertar

Capacidade de realizar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	3	4	5	5	4	2	3	5	4	4,09	4	5	1,04
II	4	5	2	3	3	4	3	2	2	4	3	3,18	3	3	0,98
III	3	4	2	2	3	3	2	2	1	2	2	2,36	2	2	0,81
IV	1	3	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1,64	2	1	0,67
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,00	1	1	0

Fonte: elaborado pela autora (2019).

A partir das respostas, foi possível observar que o aperfeiçoamento se mostra proporcional à gradação de severidade dos níveis. Neste caso, principalmente os níveis I, II e III poderiam se beneficiar de atividades e terapias para o estímulo desse movimento, possivelmente aperfeiçoando a capacidade de realização.

Tabela 15 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto apertar

Aperfeiçoar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4,55	5	5	0,52
II	3	5	3	4	4	4	3	4	3	5	4	3,82	4	4	0,75
III	3	5	2	3	4	3	3	4	2	2	3	3,09	3	3	0,94
IV	2	4	2	3	3	2	2	2	1	2	2	2,27	2	2	0,79
V	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1,36	1	1	0,50

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.8 Espalhar

O gesto espalhar se caracteriza como um movimento praticamente contrário ao apertar. Consiste, então, em iniciar a mão como uma espécie de pinça do dedo indicador e polegar, abrindo-os sobre a tela. Este movimento teve, assim, resultados similares ao apertar quanto à capacidade de realização em todos os níveis, apresentando médias iguais. O gesto foi classificado pelos participantes como neutro, nem fácil nem difícil (com média 0), de acordo com a pergunta extra.

Tabela 16 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto espalhar

Capacidade de realizar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	4	4	5	3	4	2	4	4	4	4,00	4	4	0,89
II	4	4	2	3	3	3	3	2	4	3	3	3,09	3	3	0,70
III	3	3	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2,18	2	2	0,60
IV	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1,55	2	2	0,52
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,00	1	1	0

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Seguindo as informações anteriores, as possibilidades de aperfeiçoamento se assemelharam às do gesto apertar, conforme demonstrado na Tabela 17.

Tabela 17 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto espalhar

Aperfeiçoar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	4	5	5	3	4	4	5	5	5	4,55	5	5	0,69
II	4	5	3	4	3	3	4	4	4	4	5	3,91	4	4	0,70
III	3	4	2	3	3	3	2	4	3	3	4	3,09	3	3	0,70
IV	2	3	2	3	2	2	2	4	2	2	2	2,36	2	2	0,67
V	1	2	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1,55	1	1	0,93

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.2.9 Rotacionar

O último gesto apresentado foi o rotacionar, no qual os dedos indicador e polegar devem estar apoiados sobre a tela e girar em seu próprio eixo. Os terapeutas consideraram este gesto como neutro (com média 0) na pergunta extra. Pelas respostas, pode-se considerar o gesto rotacionar como o menos viável de realizar por indivíduos com paralisia cerebral, apresentando a média 3 para pessoas do nível I. Tanto indivíduos dos níveis IV quanto V não seriam capazes de realizar este movimento.

Tabela 18 - Valores das respostas sobre a capacidade de realizar o gesto rotacionar

Capacidade de realizar												Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	4	3	4	5	3	3	2	2	4	3	3,45	3	3	1,04
II	4	3	2	3	2	3	2	1	2	3	3	2,55	3	3	0,82
III	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1,82	2	2	0,40
IV	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1,18	1	1	0,40
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,00	1	1	0

Fonte: elaborado pela autora (2019).

O padrão de complexidade se repete em relação à possibilidade de aperfeiçoamento, na qual nota-se que apenas indivíduos dos níveis I e II apresentariam melhorias significativas para este gesto.

Tabela 19 - Valores das respostas sobre a possibilidade de aperfeiçoar o gesto rotacionar

MACS	Aperfeiçoar											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
I	5	5	4	4	5	3	3	4	3	5	5	4,18	4	5	0,87
II	4	5	3	3	3	2	3	4	2	5	4	3,45	3	3	1,04
III	3	4	2	2	3	2	1	3	1	3	3	2,45	3	3	0,93
IV	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	2	1,82	2	2	0,75
V	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1,18	1	1	0,40

Fonte: elaborado pela autora (2019).

4.3 PRINCIPAIS RESULTADOS

Este tópico traz os principais resultados observados a partir da análise dos dados, com discussões sobre os elementos preenchidos nas fichas pelos participantes e realização de comparações entre os resultados dos terapeutas. A Tabela 20 traz a compilação de dados referente à pergunta extra, disposta logo no início da página nas fichas e que questionava sobre a facilidade ou dificuldade do gesto exposto na concepção geral dos terapeutas, sem considerar indivíduos com disfunções motoras. Os valores foram atribuídos em escala *Likert*, variando de -2 (difícil) a 2 (fácil). Apenas uma terapeuta não preencheu o item do questionário na ficha do gesto rolagem, o que provavelmente se deu por esquecimento. Ressalta-se que alguns participantes tiveram dúvidas no início do preenchimento da pergunta extra nas fichas por não saber quais gestos viriam em seguida. Assim, apresentaram certo receio de considerar o gesto difícil e depois se depararem com outros mais complexos.

Tabela 20 - Dados sobre a facilidade ou dificuldade geral dos gestos

Gesto	Considera o gesto fácil ou difícil?											Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
Toque	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,00	2	2	0
Toque duplo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1,91	2	2	0,30
Toque longo	2	2	2	1	2	-1	2	2	2	2	2	1,64	2	2	0,92
Deslizar	2	2	2	1	2	-1	2	2	2	2	2	1,64	2	2	0,92
Rolagem	1	2	2	2	2		2	2	2	2	1	1,80	2	2	0,42
Traçado livre	-1	1	2	0	1	-1	1	2	2	1	-1	0,64	1	1	1,21
Apertar	-1	2	2	0	2	-1	-1	2	2	1	-2	0,55	1	2	1,57
Espalhar	-1	2	2	-1	2	-2	-1	2	2	1	-2	0,36	1	2	1,75
Rotacionar	-2	1	2	-2	2	-2	-2	2	2	1	-2	0	1	-2	1,95

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Os resultados apontaram que os participantes consideraram os gestos toque, toque duplo, toque longo, deslizar e rolagem como fáceis, enquanto traçado livre e apertar foram classificados com média 1, sendo praticamente fáceis. Apenas os gestos espalhar e rotacionar tiveram média 0, denominados como neutros (nem fáceis, nem difíceis). Assim, como nenhum gesto apresentou médias negativas, aponta-se que indivíduos sem disfunções motoras poderiam realizar todos os gestos listados de acordo com a motricidade correspondente a suas idades, altamente utilizados para interação em interfaces *touchscreen*, sem grandes dificuldades.

Vê-se, então, somente a partir das médias das respostas da pergunta extra, que os gestos apresentam graus de complexidade que se modificam de um para o outro, gerando uma escala de dificuldade para sua realização, conforme previsto pelo mapeamento prévio efetuado na revisão bibliográfica. Assim, a ordem na qual os gestos foram apresentados para os terapeutas segue esta gradação citada, na qual o toque, mais fácil, foi apresentado primeiro e o rotacionar, gesto mais difícil, foi o último movimento estudado. Assim, a Tabela 21a expõe a comparação descritiva final entre gestos fundamentais possíveis em dispositivos *touchscreen* e níveis de acometimento motor dos membros superiores na escala MACS para pessoas com paralisia cerebral, proveniente das médias das respostas dos 11 terapeutas participantes. A escala utilizada aponta que o valor 5 representa "totalmente capaz de realizar e com autonomia", enquanto o valor 1 indica que "não é capaz de realizar". Do mesmo modo, a Tabela 21b apresenta os resultados finais sobre a possibilidade de aperfeiçoamento da capacidade de realizar os gestos por indivíduos sem comprometimento cognitivo. Aqui, a escala traz o valor 5 como "poderia aperfeiçoar" e o 1 como "não poderia aperfeiçoar".

Tabela 21 - Medianas referentes à a) Capacidade de realizar, b) Possibilidade de aperfeiçoamento dos gestos por níveis da escala MACS

Gesto	Capacidade de realizar				
	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV	Nível V
Toque	5	5	4	3	1
Toque duplo	5	4	3	2	1
Toque longo	5	4	3	2	1
Deslizar	4	4	3	2	1
Rolagem	5	4	3	2	1
Traçado livre	4	3	2	2	1
Apertar	4	3	2	2	1
Espalhar	4	3	2	2	1
Rotacionar	3	3	2	1	1

a.

Gesto	Aperfeiçoar				
	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV	Nível V
Toque	5	5	4	4	2
Toque duplo	5	5	3	3	2
Toque longo	5	4	4	3	2
Deslizar	5	5	4	2	2
Rolagem	5	5	4	3	2
Traçado livre	5	4	3	3	1
Apertar	5	4	3	2	1
Espalhar	5	4	3	2	2
Rotacionar	4	3	3	2	1

b.

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Pelos resultados, observa-se que o nível V não apresentou valores superiores a 1 e, portanto, qualquer interação gestual sobre a tela foi considerada extremamente difícil para este público. O aperfeiçoamento dos gestos fundamentais também não foi apontado como promissor, tendo recebido valor máximo 2. Recomenda-se, assim, que as interações digitais de pessoas neste nível se deem a partir de movimentos *touchless* ou de outras tecnologias assistivas, com o uso de apontadores, acionadores, ferramentas de *eye-tracking*, entre outras.

O nível IV também demonstra grande dificuldade na maioria dos gestos, apresentando melhor desempenho no toque por se tratar de um gesto simples, e na rolagem, que consiste em um movimento mais solto e que utiliza a mesma configuração de mão do toque. Considera-se que o gesto rotacionar seria de extrema dificuldade e que os indivíduos neste nível seriam incapazes de realizá-lo. Os demais gestos, com exceção do toque, receberam escores 2 e, portanto, seriam performados em tela com muita dificuldade e necessitariam de auxílio. Quanto ao aperfeiçoamento dos movimentos, perceberam-se poucos avanços para os gestos deslizar, apertar,

espalhar e rotacionar. Os outros movimentos indicam ter sua realização aprimorada a partir de estímulo de formas mais significativas, recebendo escores 4 e 3. Pelos resultados do gesto rotacionar em ambas as questões, recomenda-se evitá-lo ao máximo no desenvolvimento de aplicativos e interações para pessoas no nível IV da escala MACS.

É possível observar que todos os gestos seriam realizados com certa dificuldade no nível III. O maior escore foi atribuído ao gesto toque. Vê-se que o maior problema, necessidade de auxílio e menor possibilidade de aperfeiçoamento se daria nos gestos traçado livre, apertar, espalhar e rotacionar. Consequentemente, é interessante que as interações sejam regidas pelos demais gestos, uma vez que os indivíduos serão mais aptos a realizá-los, evitando frustrações.

Já no nível II, diversos gestos seriam realizados com pouca dificuldade. Conforme descrito no nível III, a maior dificuldade estaria nos gestos traçado livre, apertar, espalhar e rotacionar, todos aqui com escores 3. Nota-se também a alta possibilidade de aperfeiçoamento dos movimentos, sendo o rotacionar o gesto com menor mediana (3) neste quesito. Assim, considera-se que indivíduos do nível II poderiam realizar todos os gestos listados com determinado grau de dificuldade e que o aprimoramento se mostra possível e frutífero.

O nível I, com menor acometimento motor, se mostra mais apto às movimentações propostas pelo grupo de gestos fundamentais. Indivíduos neste nível poderiam realizar com autonomia os gestos toque, toque duplo, toque longo e rolagem e apresentariam dificuldade no gesto rotacionar. Nos gestos deslizar, traçado livre, apertar e espalhar demonstrariam pouca dificuldade. Com estímulo e terapias, indica-se que estas pessoas poderiam aperfeiçoar todas as movimentações, uma vez que os resultados nesta questão foram altos.

Assim como exposto pelos resultados da pergunta extra, o aumento da complexidade dos gestos se relaciona com os níveis da paralisia cerebral na escala MACS. De acordo com os dados coletados, quanto maior a intensidade do acometimento das disfunções motoras dos membros superiores, menor é a capacidade de realização dos movimentos de manuseio fino em dispositivos *touchscreen* e, consequentemente, o grupo de gestos possíveis se restringe. Esta observação se conecta com o que Saffer (2009, p.38) afirma ao dizer que "quanto mais complicado for o gesto, menor será a quantidade de pessoas capazes de realizá-

lo". Assim, a complexidade é característica limitante para a execução dos movimentos por alguns indivíduos, principalmente aqueles com disfunções motoras.

Nota-se que o aperfeiçoamento também possui certa associação à gradação de severidade dos níveis: quanto mais grave for a disfunção motora, menor será a possibilidade de aprimoramento do movimento fino a partir de estímulo e terapias. Desta forma, a partir de depoimentos dos terapeutas do CCR, reforça-se que, de acordo com a classificação atribuída e após a estabilização do nível, o indivíduo pode melhorar suas funções em qualidade, de acordo com o estímulo recebido, porém dificilmente adquire habilidades novas. Nestes casos, quando há muita dificuldade ou impossibilidade de realizar a movimentação fina nas telas, recomenda-se o desenvolvimento de outras atividades motoras e o uso de tecnologias assistivas focadas nestas especificidades.

Ao realizar comparações entre os escores atribuídos para a capacidade de realizar e os dados coletados na entrevista prévia com os profissionais, nota-se que terapeutas com menor tempo de atuação no CCR, como T5, T7, T9 e T11, e que os terapeutas T8 e T10, mais experientes, com 9 e 5 anos de atividade no centro respectivamente, deram as valorações mais baixas às questões, principalmente dos níveis III, IV e V, de acometimento mais severo, entre todos os terapeutas. Observa-se, também que os profissionais T1, T2, T3, T4 e T6 atribuíram os maiores escores para os mesmos níveis. Assim, indica-se, possivelmente, que a variável tempo de atuação no centro não interferiu diretamente nos escores, uma vez que não foi possível correlacioná-la a grupos de escores nos valores dados, conforme apresentado na Tabela 22.

Tabela 22 - Médias dos escores da capacidade de realizar por nível de cada terapeuta

Média das respostas relacionadas à capacidade de realizar											
MACS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
I	4,7	4,7	4,2	4,6	4,4	3,8	4,6	3,6	4,4	4,4	4,0
II	4,2	4,1	3,4	4,2	2,4	3,7	3,6	2,8	3,2	3,4	3,2
III	3,0	3,3	2,9	2,9	1,9	3,1	2,3	2,1	2,2	2,3	2,1
IV	2,2	2,6	2,2	2,7	1,8	2,7	1,6	1,7	1,2	1,2	1,4
V	1,7	1,3	1,4	1,3	1,0	1,7	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Por fim, é importante observar ainda que o grupo de avaliadores que pontuou os menores escores apresentou profissionais de especialidades variadas: psicologia

(T5), fonoaudiologia (T7 e T10), educação física (T8), nutrição (T9) e fisioterapia (T11). Já os maiores valores se condensaram em três especialidades: profissionais de terapia ocupacional (T1 e T6), fisioterapia (T2 e T3) e psicologia (T5).

5. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

Neste capítulo são apresentadas recomendações projetuais para interfaces de dispositivos *touchscreen* com foco em usuários com paralisia cerebral a partir do cruzamento realizado. Para tanto, foram utilizados os *insights* provenientes das avaliações das movimentações possíveis para cada nível (conforme coleta de dados junto aos especialistas) e os apontamentos do referencial teórico, em especial aqueles contidos no item 2.3.3, que explora o "Design de interfaces gráficas *touchscreen*".

Na análise relacional do grau de dificuldade dos gestos fundamentais e dos níveis de comprometimento motor da escala MACS, foram apresentados indicativos sobre a capacidade de uso de dispositivos *touchscreen* pelos indivíduos acometidos por paralisia cerebral, o que considerou o mapeamento das habilidades e restrições em cada nível. Conforme discutido, este procedimento permitiu identificar possibilidades de inserção de projetos em design de interação para cada nível de comprometimento, visando fornecer soluções para diversas finalidades do cotidiano destes indivíduos, sejam elas ligadas ao lazer, ao ambiente escolar, ao uso individual ou familiar, às interações sociais, aos afazeres domésticos ou profissionais, entre outras. Já com relação à investigação sobre o aperfeiçoamento das capacidades e a aquisição de novas habilidades motoras mediante estímulo, o estudo indica novas possibilidades também para outra modalidade de *apps*, focada no uso terapêutico. Em outras palavras, pelo reconhecimento de padrões de habilidades e de níveis progressivos de possível desenvolvimento motor, reconhece-se a possibilidade de aplicativos baseados em metas realistas de aperfeiçoamento dos quadros em tratamento. Portanto, em cada um destes dois caminhos (explorados mais atentamente a seguir), é necessário considerar tanto as habilidades quanto os limites da evolução possível.

Em relação aos gestos caracterizados como possíveis pelos terapeutas, é válido que sejam frequentes em aplicativos de uso autônomo para ocupação dos indivíduos com PC, com interações em forma de jogos, materiais didáticos e conteúdos audiovisuais. Nestes casos, é interessante focar em gestos mais fáceis para os indivíduos dos níveis I, II e III, como toque, toque duplo, toque longo, deslizar e rolagem. Dá-se destaque aos gestos toque e rolagem, caracterizados como mais realizáveis por pessoas no nível IV. Levando em consideração a faixa etária englobada pela escala MACS — de 4 a 18 anos de idade —, independente do foco

do aplicativo, indica-se a utilização de recursos lúdicos, animados, com personagens ou jogos para engajar o usuário durante a tarefa, sendo relevante sempre considerar a idade específica dos público para escolha da temática e ações requeridas.

Já com relação ao progresso motor, há uma grande oportunidade para desenvolvimento de aplicativos focados na melhoria individual dos gestos. Assim, sabendo o que os indivíduos podem aprimorar, é possível projetar ferramentas de uso terapêutico que mesclam atividades lúdicas a exercícios com finalidades reabilitadoras. Esses *apps* para estímulo podem ser usados nas variadas terapias que o paciente frequenta, pensando na melhoria da habilidade motora aliada a outras necessidades. Considerando as terapias especializadas realizadas no CCR, por exemplo, vislumbram-se as possibilidades de:

- a. Aplicativos de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), considerando atividades realizadas pela fonoaudiologia;
- b. Aplicativos que trabalhem a movimentação manual fina e o estímulo focado nos gestos, útil para a terapia ocupacional;
- c. Aplicativos focados no toque para alcançar determinado objeto em tela, estimulando a marcha ou corridas em esteira, para uso fisioterapêutico;
- d. Aplicativos para estímulo de relações interpessoais, expressão individual e socialização, para uso de profissionais da psicologia;
- e. Aplicativos lúdicos que envolvam temáticas da vida diária, como a alimentação e a prática de esportes, úteis a diversos terapeutas, como educadores físicos e nutricionistas, por exemplo.

As sugestões aqui apresentadas englobam alguns exemplos de funções para futuros aplicativos, mas as finalidades são vastas. É relevante levar em consideração, também, que buscam-se as oportunidades mais promissoras no manuseio por estes indivíduos. Assim, vale tratar de pequenas metas e melhorias de habilidades com aplicativos de estímulo, levando em conta a importância de pequenos avanços na reabilitação parcial de certas funções e considerando as especificidades de cada caso em particular. A contribuição de aplicativos específicos para o aperfeiçoamento vai além do estímulo motor, atrelando-se à acessibilidade digital e considerando a especificidade necessária para a reabilitação dos indivíduos, principalmente se apresentarem recursos de customização, como é o caso da escolha de imagens em *apps* de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA).

Além das contribuições apresentadas anteriormente, aplicativos de uso terapêutico devem focar no desenvolvimento de gestos caracterizados como mais complexos, como o traçado livre, apertar, espalhar e rotacionar para pessoas nos níveis I, II e III. Já para usuários dos níveis IV, indicam-se gestos mais simples, como toque, toque duplo, toque longo, deslizar e rolagem, uma vez que movimentos mais complexos são extremamente difíceis para este público, apresentando pouca possibilidade de aperfeiçoamento. Ademais, o reconhecimento de tais limites é de fundamental importância no curso de projetos assistivos pelo imperativo de reduzir as possibilidades de frustração na interação, o que pode constituir um constrangimento a mais no desenvolvimento motor e cognitivo dos indivíduos. O mesmo aspecto explica a recomendação de evitar a interação gestual em dispositivos *touchscreen* para o nível V. O Quadro X compila estas recomendações.

Quadro 12 - Resumo de recomendações para projetos de interfaces para pessoas com PC

Nível	Uso autônomo (gestos possíveis)	Uso terapêutico (gestos para estímulo)
I	Toque, toque duplo, toque longo, deslizar e rolagem	Traçado livre, apertar, espalhar e rotacionar
II	Toque, toque duplo, toque longo, deslizar e rolagem	Traçado livre, apertar, espalhar e rotacionar
III	Toque, toque duplo, toque longo, deslizar e rolagem	Traçado livre, apertar, espalhar e rotacionar
IV	Rolagem	Toque, toque duplo, toque longo, deslizar
V	Foco em outras TAs	Foco em outras TAs

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Há ainda recomendações referentes a características do design de interação que devem ser consideradas, como os aspectos da experiência do usuário, expostos no Quadro 5. Além destes, os projetos de interfaces voltados a pessoas com paralisia cerebral devem compreender suas especificidades e partir da possibilidade motora fina dos usuários. Portanto, é importante aplicar recursos visuais e elementos gráficos que possam facilitar a realização dos movimentos físicos das mãos destes indivíduos na interação com a tela. É interessante, portanto, que as interfaces se apoiem em

princípios básicos de acessibilidade, como os do Design Universal. Seus sete pilares — equiparável; flexível; simples e intuitivo; fácil percepção; tolerância ao erro; baixo esforço físico; e com dimensão e espaço para aproximação e uso — se aplicam aos mais diversos suportes, como os digitais, e contribuem para interfaces mais acessíveis.

É relevante, também, aproximar os objetos e exercícios da realidade do usuário, utilizando elementos de fácil entendimento e comuns em suas rotinas. Da mesma forma, o gesto requerido deve se relacionar com a tarefa demandada, tornando essa associação de movimento à ação a mais natural possível (SAFFER, 2009; HOOBER; BERKMAN, 2011).

Oferecer poucos elementos distribuídos em tela favorece a concentração, visto que os usuários são crianças ou jovens e podem apresentar disfunção neurológica, dependendo do quadro. Possibilidades de estímulo exacerbadas podem não ser benéficas para este público, devendo o objetivo de cada atividade ser simplificado e claro. Dialogar e informar nitidamente ações a serem realizadas ou feedbacks é relevante para tornar a interação fluida e indiciar o movimento necessário sem ambiguidade. Para tanto, recursos como ilustrações, demonstrações e símbolos podem ser utilizados em substituição de longos textos descritivos isolados. Sugere-se, também, apresentar fases de aprendizado para os usuários, familiarizando-os com os comandos apresentados (NIELSEN; BUDI, 2012; SAFFER, 2009).

Se tratando de aplicativos em geral, entende-se que as opções de navegação também devam seguir esta mesma lógica. Assim, o tamanho de itens e botões clicáveis se apresenta como fator a ser pensado em projetos gráficos para este público, pois impactam na interação com a interface. Conforme o grau de acometimento motor, a precisão se torna difícil, fazendo com que o usuário selecione botões, setas ou outros direcionamentos erroneamente com frequência ou mesmo nem conseguindo selecioná-los caso os elementos não sejam suficientemente grandes e não haja margem de respiro necessária. Portanto, os alvos devem ter tamanhos generosos e espaços de ativação com margem. O uso de recursos como a Lei de Fitts pode facilitar o desenvolvimento destes aplicativos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os aspectos levantados ao longo desta dissertação, apresentam-se aqui algumas considerações sobre os resultados do estudo, a discussão sobre a hipótese e algumas contribuições para trabalhos futuros.

A importância da temática abordada foi demonstrada pela necessidade de integração dos dispositivos tecnológicos, como os *touchscreen*, à vida de pessoas com paralisia cerebral. Com foco principal em processos de reabilitação, o trabalho explorou o fomento à inclusão digital e ao desenvolvimento motor de indivíduos com diferentes graus de comprometimento das habilidades manuais, mas com seu cognitivo preservado. Partindo da problemática de que estes indivíduos apresentam limitações motoras e que os projetos de interfaces gráficas devem considerá-las, buscou-se circunscrever os grupos de gestos possíveis de acordo com a severidade da disfunção motora, a fim de propor recomendações para projetos. A metodologia foi especificada por uma pesquisa bibliográfica nas áreas envolvidas e um procedimento experimental realizado com profissionais especializados em terapias reabilitadoras para correlacionar os grupos de gestos com os níveis da escala MACS da paralisia cerebral.

O procedimento de coleta de dados, aplicado com 11 participantes do CCR, se desenvolveu em três etapas: (a) entrevista prévia demográfica; (b) apresentação de resumo sobre a escala MACS e (c) preenchimento de fichas após visualização dos vídeos dos gestos. As análises resultantes da etapa (c) trouxeram o cruzamento entre níveis da escala MACS e gestos, o que havia sido fixado como meta inicial da pesquisa.

Pelos dados vistos na Tabela 21a e pelas discussões que a sequenciaram, é possível afirmar que a hipótese inicial foi corroborada. Esta sugeria que se o nível de acometimento das disfunções motoras dos membros superiores de pessoas com paralisia cerebral se intensifica, então a capacidade de realizar e a possibilidade de aperfeiçoamento dos grupos de gestos fundamentais possíveis em dispositivos *touchscreen* se alteram de acordo com seu grau de complexidade. Ressalta-se que os dados coletados são provenientes de terapeutas especialistas e que não houve participação direta de indivíduos com PC na coleta. Viu-se, também, que os grupos de gestos não somente se alteram de acordo a complexidade e nível da escala MACS,

mas que quanto mais severo o acometimento motor, mais restritos são os grupos, assim como sua possibilidade de aperfeiçoamento diminui. Como resultado geral, viu-se que indivíduos pertencentes ao nível V da escala MACS serão incapazes ou apresentarão extrema dificuldade na interação gestual em dispositivos *touchscreen*. Para eles, recomenda-se o uso de dispositivos ou interações alternativas. Por outro lado, nota-se a grande possibilidade de estímulo e desenvolvimento para pessoas nos níveis II e III, principalmente.

Como desenvolvimento dos grupos de gestos apresentados, buscou-se trabalhar em recomendações para o projeto de futuras aplicações em dispositivos *touchscreen* voltadas a este público. A partir dos achados desta pesquisa, o Quadro 12 compila as principais recomendações para projetos de interfaces gráficas *touchscreen* com foco no uso por pessoas com PC.

Quadro 13 - Resumo de recomendações para projetos de interfaces para pessoas com PC

Recomendações para projetos
Atender a princípios de acessibilidade, como os do Design Universal, e aspectos da experiência do usuário
Integrar, sempre que possível, o estímulo motor previsto a finalidades diárias, lúdicas ou terapêuticas
Desenvolver soluções de acionamento e interação para dispositivos <i>touchscreen</i> a partir dos grupos de gestos mapeados para cada nível de acometimento
Relacionar a tarefa demandada à natureza do movimento (gesto) requerido
Considerando cada tipo de gesto, oferecer alvos e pontos de acionamento com tamanhos generosos e espaços de ativação com margens
Com fases de aprendizado, informar ações necessárias ao correto processo de interação
Preservar dinâmicas de resposta (<i>feedbacks</i>) ágeis e claras quanto aos diferentes comandos acionados
Promover graus progressivos de complexidade gestual ao longo da interação, respeitando os níveis de comprometimento motor do público atendido

Fonte: elaborado pela autora (2019).

Nota-se que esta pesquisa teve um caráter exploratório, uma vez que não foram encontrados muitos estudos especificamente sobre a interação em dispositivos *touchscreen* por pessoas com paralisia cerebral e que a amostra de terapeutas participantes foi reduzida. Assim, muito embora o estudo tenha trazido recomendações sobre o design de interfaces para este público, principalmente considerando os gestos *possíveis* e *prioritários*, compreende-se que trabalhos futuros podem aprofundar e ampliar diversos aspectos do problema ora tratado. Por fim, destaca-se que os possíveis méritos desta investigação, bem como seus resultados, deram-se em grande medida pela gentileza e disponibilidade dos profissionais do CCR. Desde o projeto do estudo, ainda nas visitas iniciais de reconhecimento da instituição, as conversas informais possibilitaram a definição precisa do problema e a delimitação do modelo metodológico a ser empregado. Por conseguinte, a coleta de dados com a participação ativa nos procedimentos experimentais transcorreu de maneira integrada e propositiva, garantindo os subsídios para a presente discussão. Dedica-se, assim, um agradecimento especial à equipe com a qual a pesquisadora teve contato.

Destaca-se, por fim, que o processo aqui registrado se apresenta como um dos primeiros resultados do promissor convênio do Programa de Pós-Graduação em Design da Udesc com o CCR, firmado no intuito de promover a integração das ações de reabilitação desta instituição com o ambiente de pesquisa em fatores humanos.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Desde o início desta exploração observaram-se diversas possibilidades de avanços e desdobramentos da pesquisa. Entre eles, como sugestão para trabalhos futuros, ressalta-se a importância de ampliar este estudo para uma amostra mais robusta de especialistas e terapeutas, aprofundando os dados aqui analisados. Posteriormente, como desdobramento, indica-se a realização de testes de interação diretos com pessoas com paralisia cerebral nos dispositivos *touchscreen* para nova verificação do cruzamento realizado, possivelmente com grande amostra populacional. Este método é relevante pois envolve o desenvolvimento participativo da pessoa com deficiência, conforme ressaltado por Bersch (2017).

Também é relevante avaliar a criação de nova escala de classificação para a paralisia cerebral focada no manuseio fino, principalmente para a interação com

dispositivos digitais em geral, uma vez que as escalas existentes atualmente se dirigem às questões postural e de marcha em relação aos membros inferiores, ou do manuseio de objetos diários, considerando os membros superiores em conjunto. Essa nova escala pode, inclusive, fazer uso de um aplicativo de apoio para sua classificação, no qual o usuário realiza determinadas ações e pontua para chegar ao seu nível, seguindo o conceito de teste e escores utilizado no GMFM, focado na interação digital.

Em outro âmbito, os estudos podem caminhar para a avaliação de questões cognitivas, de leitura, compreensão e dos chamados *affordances* das interfaces digitais, uma vez que esta pesquisa focou nos aspectos gestuais da interação com os dispositivos *touchscreen* e nas possibilidades gráficas de aprimoramento das interfaces para este uso. É válido, portanto, refletir sobre a maneira através da qual os elementos são apresentados em tela e como são percebidos e interpretados pelo usuário com paralisia cerebral, considerando possíveis deficiências nos processos cognitivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2010, Censo Ibge. **Censo Ibge 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acesso em: 10 abril 2018.

AMIRALIAN, Maria Lucia Toledo Moraes. **Comunicação e participação ativa: a inclusão de pessoas com deficiência visual**. In: Deficiência visual: perspectivas na contemporaneidade, 2009, São Paulo.

APPLE INC. **Handling UIKit Gestures**. Disponível em: https://developer.apple.com/documentation/uikit/touches_presses_and_gestures/handling_uikit_gestures>. Acesso em: 18 maio 2018.

BARLOTT, T.; ADAMS, K.; COOK, A. **Increasing participation in the information society by people with disabilities and their families in lower-income countries using mainstream technologies**. Universal Access in the Information Society, Vol. 15, Nº 2, p. 189-198. 2016.

BASSANI, Patrícia B. Scherer et al. **Usabilidade e acessibilidade no desenvolvimento de interfaces para ambientes de educação à distância**. 2010. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br>>. Acesso em: 10 set. 2017.

BERSCH, Rita. **Introdução a tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva. Tecnologia e Educação, 2017. 20 p. Disponível em: http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf>. Acesso em: 04 out. 2018.

BERSCH, Rita; TONOLLI, José Carlos. **Tecnologia Assistiva**. 2017. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

BERTUCCO, M.; SANGER, T. **Speed-Accuracy Testing on the Apple iPad (R) Provides a Quantitative Test of Upper Extremity Motor Performance in Children with Dystonia**. Journal of Child Neurology, Vol. 29, Nº 11, p. 1460-1466. 2014.

BRASIL. LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**, Brasília, DF, julho de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm#art112>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 72 p.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Gestação de alto risco: manual técnico**. 5. ed. Brasília, 2010. (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

CANCHILD. **Gross Motor Function Measure (GMFM)**. Canada: McMaster University. Disponível em: <https://canchild.ca/en/resources/44-gross-motor-function-measure-gmfm>>. Acesso em: 20 de Mai. 2019.

CARLETTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal: um conceito para todos**. São Paulo, 2008.

CAZEIRO, A. P. M. **Formação de conceitos por crianças com paralisia cerebral: um estudo exploratório sobre a influência das brincadeiras**. 2008. 301 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, SP, 2008.

CIASCA, S. M.; MOURA-RIBEIRO, M.V. L.; TABAQUIM, M. L. M. **Aprendizagem e paralisia cerebral**. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. Transtornos da Aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 409-415.

COOK, A.M.; HUSSEY, S. M. **Assistive Technologies: Principles and Practices**. St. Louis, Missouri. Mosby - Year Book, Inc. 1995.

DEUTSCH et al. **Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for Rehabilitation of an Adolescent With Cerebral Palsy**. Physical Therapy, Vol. 88, Nº 10. 2008.

ELIASSON, Ann Christin et al. **Manual Ability Classification System: Manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos**. 2010. Disponível em: <www.macs.nu/files/MACS_Portuguese-Brazil_2010.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

GIANNI, M.A. Paralisia Cerebral. In: TEIXEIRA, E. et al. **Terapia Ocupacional na Reabilitação Física**. São Paulo: Roca, 2003. p. 89-100.

GOOGLE INC. **Gestures | Android Developers**. Disponível em: <<http://developer.android.com/design/patterns/gestures.html>>. Acesso em: 18 maio 2018.

HOOBER, Steven; BERKMAN, Eric. **Designing mobile interfaces**. Canada: O'reilly Media, 2011.

Keates, S.; Clarkson, P. J. (2002). **Countering design exclusion through inclusive design**. ACM SIGCAPH Computers and the Physically Handicapped, (73-74), 69.

KURSCHL, W., et al. **User modeling for people with special needs**. International Journal of Pervasive Computing and Communications, Vol. 10, Nº 3, p. 313-336. 2014.

LEITÃO, Amélia. Organização Mundial de Saúde. **Classificação Internacional de funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. Lisboa: 2004. 238 p.

MATERIAL DESIGN. **Gestures**. Disponível em: <<https://material.io/design/interaction/gestures.html#types-of-gestures>>. Acesso em: 23 junho 2018.

NEIL, T. **Mobile Design Pattern Gallery**. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2012.

NEWELL, A. F.; GREGOR, P. **User sensitive inclusive design— in search of a new paradigm**. In Proceedings of the ACM Conference on Universal Usability (CCU'00) (Arlington, VA, USA, November 16-17, 2000). ACM Press, New York, NY, 2000, 39-44.

NIELSEN COMPANY. **The Mobile Consumer: A global Snapshot**. New York: [s.n.], 2013.

_____. **Smartphones Account for Half of all Mobile Phones, Dominate New Phone Purchases in the US.** Disponível em:

<<http://www.nielsen.com/us/en/newswire/2012/smartphones-accountfor-half-of-all-mobile-phones-dominate-new-phone-purchases-in-theus.html>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

NIELSEN, J.; BUDI, R. **Mobile Usability**. Berkley, CA: Pearson Education, 2012. p. 216.

NINTENDO. **O que é a Wii?**. Disponível em:

<<https://www.nintendo.pt/Assistencia/Pais/Consolas/Wii/O-que-e-a-Wii/O-que-e-a-Wii--920239.html>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

NORMAN, D. **Cognitive Engineering**. In D. Norman & S. Draper (eds.) User Centered System Design. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum, p. 31-61, 1986.

NORMAN, D.; NIELSEN, J. **Gestural Interfaces: A Step Backward In Usability**. Interactions, p. 46–49, 2010.

NUNES, Leila Regina d'Oliveira de Paula; SOBRINHO, Francisco de Paula Nunes. **Acessibilidade**. In: Educação especial: diálogo e pluralidade, 2008, Porto Alegre.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **CIF Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. 2003.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Relatório Mundial sobre a Deficiência**. São Paulo: Sedpcd, 2011. Disponível em:

<http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/RELATORIO_MUNDIAL_COMPLETO.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.

PERANI, L.; NETO, E. M.; MARINI, I. S. **As mecânicas do divertimento: uma análise de affordances em games de simulação de parques de diversão**. Revista Metamorfose, vol. 2, n. 1, maio de 2017. p. 188-207.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 3ª edição, 2013.

RIBEIRO, J. D. O. **Heurísticas para avaliação da interação com aplicações (apps) de gráficos em dispositivos móveis touchscreen**. 2014. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ergonomia) - Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Lisboa. 2014.

ROSENBAUM, P. et al. A report: **The definition and classification of cerebral palsy**. Developmental Medicine and Child Neurology, [S.l.], v. 49, n. 2, p. 8-14, 2007.

SAFFER, D. **Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices**. Canada: O'reilly Media, 2009.

SCPE Collaborative Group. **Surveillance of Cerebral Palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers**. Developmental Medicine and Child Neurology. Disponível em: <<http://www.scpenetwork.eu/pt/my-scpe/>>. Acesso em: 8 set. 2017.

SIMÕES, J. F.; BISPO, R. **Design Inclusivo: Acessibilidade e Usabilidade em Produtos, Serviços e Ambientes**. Lisboa: CENTRO PORTUGUÊS DE DESIGN, 2006. 79 p. 2ª edição.

SHAPIRO, B. K. **Cerebral palsy: a reconceptualization of the spectrum**. The Journal of Pediatrics, p. 3-7. 2014.

W3C. **Introduction to Web Acessibility**. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/#context>>. Acesso em: 28 de Jun. 2018.

WEISS, Scott. **Handheld Usability**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2002.

WIGDOR, D.; WIXON, D. **Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture**. Burlington: Elsevier, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Roteiro para entrevista estruturada com terapeutas

1. Qual a sua especialidade/área de atuação no Centro Catarinense de Reabilitação (CCR)? Há quanto tempo atua nesta área?
2. Qual a sua formação?
3. Você faz uso de dispositivos tecnológicos, digitais ou *touchscreen* na terapia? Se sim, quais? Com qual frequência?
4. Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos (a escala MACS)?
5. Você já utilizou a escala MACS com algum paciente?

APÊNDICE B – Resumo sobre a escala MACS

O Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS) descreve como as crianças com paralisia cerebral (PC) usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias. Os objetos referidos são aqueles relevantes e apropriados à idade da criança, usados em tarefas como comer, vestir-se, brincar, desenhar ou escrever. Trata-se de objetos que estão dentro do espaço pessoal das crianças, excluindo-se aqueles que estão fora do seu alcance. O MACS avalia a habilidade global da criança na manipulação dos objetos no dia-a-dia, não a função de cada mão separadamente.

O MACS pode ser usado para crianças e adolescentes na faixa etária entre 4 e 18 anos, entretanto alguns conceitos devem ser estabelecidos em relação à idade da criança. Naturalmente há diferenças entre os objetos que uma criança de 4 anos é capaz de manipular e aqueles que um adolescente manipula. O mesmo se aplica em relação à independência - uma criança mais nova precisa de maior ajuda e supervisão que uma criança mais velha.

O MACS descreve cinco níveis. Quando atribuir o nível da criança no MACS, escolha o nível que melhor descreve o desempenho global típico em casa, na escola ou na comunidade. A motivação e a habilidade cognitiva da criança também afetam a capacidade de manipular objetos e, conseqüentemente, influenciam o nível do MACS. Os níveis são baseados na habilidade da criança em iniciar sozinha a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para realizar atividades manuais na vida diária. Se crianças com desenvolvimento normal fossem classificadas de acordo com o MACS, seria necessário um nível "0". Os níveis se descrevem da seguinte forma, conforme tabela.

Nível	Descrição
I	Manipula os objetos facilmente e com sucesso: tem apenas limitações nas tarefas manuais que requerem rapidez e precisão.
II	Manipula a maior parte dos objetos, mas com menor qualidade e/ou velocidade: algumas atividades podem ser evitadas ou só serem conseguidas com alguma dificuldade.
III	Manipula objetos com dificuldade: necessita de ajuda para preparar e/ou modificar a atividade: o desempenho é lento e tem sucesso limitado em relação à qualidade e quantidade.
IV	Manipula uma seleção de objetos facilmente manipuláveis necessitando de adaptações: executa parte da atividade com esforço e sucesso limitado, necessitando de apoio contínuo e/ou equipamento adaptado.
V	Não manipula objetos e tem limitações graves na realização de qualquer atividade, mesmo ações muito simples: requer assistência total.

Fonte: Eliasson et al (2010), adaptado pela autora (2018).

APÊNDICE C – Ficha exemplo do gesto “toque”

1 - Toque

Pergunta extra:

Você considera este movimento fácil ou difícil?

-2

Difícil

-1

0

Neutro

1

2

Fácil

Escala MACS Nível I

Um indivíduo no nível I da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
Não é capaz de realizar	É capaz de realizar com muita dificuldade e auxílio	É capaz de realizar com dificuldade	É capaz de realizar com pouca dificuldade	Totalmente capaz de realizar e com autonomia

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
Não poderia aperfeiçoar				Poderia aperfeiçoar

Escala MACS Nível II

Um indivíduo no nível II da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Escala MACS Nível III

Um indivíduo no nível III da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Escala MACS Nível IV

Um indivíduo no nível IV da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Escala MACS Nível V

Um indivíduo no nível V da escala MACS seria capaz de realizar este gesto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Um indivíduo sem comprometimento cognitivo poderia aperfeiçoar a capacidade de realizar este gesto ao ser estimulado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Observações: _____

APÊNDICE D – Transcrição das entrevistas realizadas com terapeutas do CCR

Entrevistada: Terapeuta ocupacional (T1)

Pesquisadora: Qual sua especialidade ou área de atuação no Centro Catarinense de Reabilitação e há quanto tempo atua nessa área?

T1: Terapia ocupacional pediátrica, 2 anos.

Pesquisadora: E qual seria a sua formação?

T1: Em terapia ocupacional.

Pesquisadora: Você faz uso de dispositivos tecnológicos, digitais ou touchscreen na terapia? Se sim, quais e com qual frequência?

T1: Não uso.

Pesquisadora: Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T1: Conheço.

Pesquisadora: Você já utilizou a escala MACS em algum paciente?

T1: Sim.

Entrevistada: Fisioterapeuta (T2)

Pesquisadora: Qual sua especialidade e área de atuação aqui no Centro Catarinense de Reabilitação e há quanto tempo atua nessa área?

T2: Eu sou fisioterapeuta, pós graduada em pediatria e neonatologia com foco hospitalar e pós graduada em neurologia com ênfase em neuropediatria. Aqui no CCR eu estou há 3 anos e trabalho na neuropediatria.

Pesquisadora: Você faz uso de dispositivos tecnológicos, digitais ou touchscreen na terapia? Se sim, quais e com qual frequência?

T2: É raro usar, mas com alguns pacientes maiores pra interação durante alguma atividade seria o celular, durante uma marcha, esteira ou coisas que eles precisam ficar um pouco mais atentos e distrair. Mas é raro.

Pesquisadora: Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T2: Conheço, mas não uso com frequência. Já ouvi, mas não utilizo com frequência.

Pesquisadora: Você já utilizou a escala MACS em algum paciente?

T2: Não, a aplicação não.

Entrevistada: Fisioterapeuta (T3)

Pesquisadora: Qual sua especialidade ou área de atuação aqui no Centro Catarinense de Reabilitação e há quanto tempo atua nessa área?

T3: Tá, eu sou especializada em neurofuncional adulto e infantil. Aqui no CCR eu fico só na parte de infantil, então atendo reabilitação pediátrica, mas eu já trabalho com reabilitação neurológica enfim há 8, 9 anos.

Pesquisadora: E qual seria a sua formação?

T3: Fisioterapeuta.

Pesquisadora: Você faz uso de dispositivos tecnológicos, digitais ou touchscreen na terapia? Se sim, quais e com qual frequência?

T3: Não.

Pesquisadora: Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T3: Sim.

Pesquisadora: Você já utilizou a escala MACS em algum paciente?

T3: Não, na instituição que eu trabalhava era só a TO, a TO que usava mais.

Entrevistada: Psicóloga (T4)

Pesquisadora: Qual sua especialidade ou área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T4: Sou psicóloga da reabilitação pediátrica, to aqui há 5 anos.

Pesquisadora: E qual a sua formação?

T4: Psicóloga.

Pesquisadora: Você faz uso de dispositivos tecnológicos, digitais ou touchscreen na terapia? Se sim, quais e com qual frequência?

T4: Não utilizo, não utilizo porque o nosso serviço ele não tem a oferecer isso, é um grande problema, mas a gente vê a necessidade desses dispositivos sim né. A fono ela tem alguns dispositivos, a gente já trabalhou com a questão e como aquilo ali ajudaria em muitas coisas, só que aí é a parte, é com a família. Eu não uso porque a instituição não tem.

Pesquisadora: Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T4: Conheço, a gente já fez uma reunião que a gente apresentou algumas escalas, mas essa apresentação, quem faz uso é mais a TO né. Então, eu conheço né, mas não faço uso e a gente também usa.

Pesquisadora: É, e daí a última pergunta seria se você já utilizou a escala MACS em algum paciente?

T4: Não.

Entrevistada: Psicóloga (T5)

Pesquisadora: Qual sua especialidade ou área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T5: Então, eu sou psicóloga. Eu tenho especialização em neuropsicologia. Eu to aqui no CCR desde de junho de agora, de 2018, então fazem 6 meses que eu to trabalhando aqui. Mas na minha área de atuação em neuropsicologia é desde 2008, então fazem 10 anos, tá. Eu sou formada há 14 anos, vai fazer 15 anos agora em janeiro em psicologia e 10 anos em neuropsicologia.

Pesquisadora: Você faz uso de algum dispositivo tecnológico, digital ou touchscreen nas terapias? Se sim, quais e com qual frequência?

T5: Não faço uso, mas assim, acho que é bem útil assim pra usar com alguns pacientes né.

Pesquisadora: Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T5: Não conheço.

Pesquisadora: Então você nunca utilizou com nenhum paciente?

T5: Nunca utilizei não com nenhum paciente.

Entrevistada: Terapeuta ocupacional (T6)

Pesquisadora: Qual sua especialidade ou área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T6: Eu sou terapeuta ocupacional, é, trabalho aqui desde outubro e qual que é a outra pergunta?

Pesquisadora: É... e há quanto tempo atua nessa área em geral?

T6: Na minha área de terapia ocupacional?

Pesquisadora: Isso.

T6: É, deixa eu pensar. 2000, 20 anos.

Pesquisadora: Você faz uso de dispositivos tecnológicos, digitais ou touchscreen na terapia?

T6: Não.

Pesquisadora: E você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T6: Conheci. Eu não conhecia até então né, mas daí eu fui apresentada aqui assim.

Pesquisadora: Ah legal. E você já utilizou a escala MACS em algum paciente?

T6: Não. A gente na verdade agora a gente tá vendo isso assim né, porque a área que eu trabalhava era um pouco diferente assim e aí aqui tem essas questões mais específicas e tal das avaliações né. Se eu escutei falar alguma coisa assim não me lembro agora, pelo nome e tal, não.

Entrevistada: Fonoaudióloga (T7)

Pesquisadora: Qual é a sua especialidade ou área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T7: É, eu sou fonoaudióloga e sou pós graduada em disfagia. Eu to aqui no CCR fazem 6 meses.

Pesquisadora: E na área em geral já atuava antes?

T7: Sim, sou fono, sou formada há 7 anos.

Pesquisadora: Sua formação você já comentou... Você faz uso de dispositivos tecnológicos, digitais ou touchscreen na terapia? Se sim, quais e com qual frequência?

T7: Não, não faço porque aqui a gente não tem. Mas estamos em processo de aquisição.

Pesquisadora: E você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T7: Não, não conheço.

Pesquisadora: Então também nunca utilizou em nenhum paciente?

T7: Sim.

Entrevistada: Educadora física (T8)

Pesquisadora: Qual é a sua especialidade e área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T8: É, educação física, na área de psicomotricidade. Aqui no CCR há 9 anos e no estado há 15 anos.

Pesquisadora: E a sua formação é?

T8: Educação física.

Pesquisadora: Você faz uso de algum dispositivo tecnológico, digital ou touchscreen nas terapias?

T8: Não.

Pesquisadora: Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, que é a escala MACS?

T8: Não.

Pesquisadora: Também nunca utilizou essa escala?

T8: Não.

Entrevistada: Nutricionista (T9)

Pesquisadora: Qual é a sua especialidade e área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T9: É, eu sou nutricionista. Aqui eu atuo com as crianças da reabilitação pediátrica, as crianças da equipe do RIA, que é reabilitação intelectual e transtorno do espectro do autismo e aqui eu atuo há 14 meses. Mas eu já sou formada há 10 anos.

Pesquisadora: Você faz uso de algum dispositivo tecnológico, digital ou eletrônico nos atendimentos?

T9: De computador.

Pesquisadora: E com qual frequência?

T9: Eu acho que semanal, não diário, porque às vezes eu mostro alguma figura, algumas coisinhas pras crianças. Acho que talvez umas 3 vezes na semana.

Pesquisadora: Você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, que é conhecido como a escala MACS?

T9: É aquela do GMFCS?

Pesquisadora: É uma outra, mas ela é bem similar.

T9: É, porque eu acho que aqui a gente usa essa escala né.

Pesquisadora: É que essa do GMFCS, ela é pro postural, pra marcha e pro desenvolvimento dos membros inferiores. E essa MACS ela é focada só nos membros superiores, mas elas são basicamente correspondentes assim. Então você nunca utilizou essa escala?

T9: Não, essa não.

Entrevistada: Fonoaudióloga (T10)

Pesquisadora: Então, qual é a sua especialidade e área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T10: Eu to aqui no CCR há 5 anos e trabalho com, na área de, dentro da parte de fono, da disfagia, linguagem né, motricidade, oral, mais crianças com paralisia cerebral. Mas a minha especialidade mesmo é na área de audiolgia, só que aqui eu não trabalho nessa área. Eu trabalho no hospital infantil e daí lá eu trabalho nessa área. Aqui é mais disfagia, comunicação alternativa, linguagem em geral né e motricidade oral.

Pesquisadora: E há quanto tempo você é formada nessa área?

T10: Eu sou formada em fono desde 2000, 18 anos.

Pesquisadora: Você faz uso de algum dispositivo tecnológico, digital ou touchscreen na terapia?

T10: Eu uso às vezes o celular, porque a gente não tem tablet aqui né. Alguns joguinhos assim na parte de linguagem, musiquinha pras crianças. Mas criança que precisa de comunicação alternativa eu uso no computador tem o software boardmaker, daí eu faço as pranchas e imprimo, porque as crianças, a maioria tem dificuldade de usar o mouse adaptado né. Já usei com alguns direto no computador, com mouse adaptado, com acionador, mas no caso dos pacientes que eu testei, não deu certo pra eles. Aí precisariam de um outro dispositivo.

Pesquisadora: E com qual frequência você utiliza esses dispositivos em geral assim?

T10: Aí, agora eu tava com dois pacientes, agora eu to sem nenhum nessa área. Outro dispositivo que eu usei foi o Livox também, no tablet né, mas foi com um paciente também.

Pesquisadora: Que daí o paciente tinha?

T10: É, daí o paciente adquiriu o tablet, adquiriu o Livox, porque aqui a gente já tentou e não conseguiu adquirir.

Pesquisadora: E você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, a escala MACS?

T10: Sim.

Pesquisadora: E você já utilizou essa escala com algum paciente?

T10: Não, a gente aqui deixa mais a escala MACS pra TO né. A gente conhece assim, mas quem usa mais é a TO.

Entrevistada: Fisioterapeuta (T11)

Pesquisadora: Então, qual é a sua especialidade ou área de atuação aqui no CCR e há quanto tempo atua nessa área?

T11: Então, aqui eu trabalho tanto na neuro infantil, a neuroreabilitação infantil, quanto na neuroreabilitação adulto. E eu trabalho aqui CCR faz 1 ano e 1 mês. É, um 1 ano e 1 mês que eu trabalho aqui, mas eu já atuo nessa área de reabilitação neurológica já fazem uns 7 anos, por aí.

Pesquisadora: E a sua formação é em?

T11: É em fisioterapia, eu fiz pós em reabilitação neurofuncional.

Pesquisadora: E há quanto tempo você é formada?

T11: 8 anos, 8 anos.

Pesquisadora: Você faz uso de algum dispositivo tecnológico, digital ou touchscreen na terapia?

T11: Sim, principalmente celular né, aqui principalmente celular, que a gente acaba usando o nosso próprio né, principalmente durante momentos em que a gente precisa que o paciente fique um pouco mais quietinho assim. Tipo, aí, ele precisa ter uma posição em pé ou ele precisa manter uma posição de gatinho né na manutenção da postura, normalmente a gente precisa dar alguma coisa pra ele ficar mais entretido. Então normalmente é quando a gente usa assim o celular. E é muito a gente que mexe, muito mais do que ele.

Pesquisadora: Tá. E com qual frequência você utiliza assim?

T11: Olha, não são em muitas terapias não, mas eu to aqui 3 dias na semana e eu acho que pelo menos 1 vez nesses 3 dias a gente utiliza com algum paciente.

Pesquisadora: E você conhece o Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral de 4 a 18 anos, que é a escala MACS?

T11: Hum, não. Habilidade manual não.

Pesquisadora: E você também nunca utilizou essa escala?

T11: Não. Que normalmente assim a parte de habilidade manual acaba ficando muito mais com a terapia ocupacional do que com a gente, então a parte mais manual acaba ficando com ele. A gente usa mais como um auxílio mesmo né, a avaliação disso e o tratamento maior da habilidade manual acaba ficando com eles.