



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS**  
**CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**JANAINA DA SILVA AOKI**

**ALGORITMO PARA AMPLIAR A PRECISÃO DE**  
**SISTEMAS COM *TOUCH SCREEN* PARA PESSOAS**  
**COM DEFICIÊNCIA MOTORA**

Bandeirantes

2016

**JANAINA DA SILVA AOKI**

**ALGORITMO PARA AMPLIAR A PRECISÃO DE  
SISTEMAS COM *TOUCH SCREEN* PARA PESSOAS  
COM DEFICIÊNCIA MOTORA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
como requisito parcial para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Me. Fábio de Sordi Junior

Bandeirantes

2016

**JANAINA DA SILVA AOKI**

**ALGORITMO PARA AMPLIAR A PRECISÃO DE  
SISTEMAS COM *TOUCH SCREEN* PARA PESSOAS  
COM DEFICIÊNCIA MOTORA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
como requisito parcial para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciência da Computação.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Fábio de Sordi Junior  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

---

Prof. Me. Thiago Adriano Coleti  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

---

Profa. Dra. Daniela de F. G. Trindade  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de um conjunto de técnicas, inseridas num algoritmo, que visa ampliar a precisão nos aparelhos que utilizam a tecnologia *touch screen*, uma vez que pessoas com paralisia cerebral, tem seus movimentos restritos e para o mesmo, a usabilidade da tecnologia pode ser limitada. Para a elaboração deste algoritmo, foi estudado sobre a doença, bem como possíveis trabalhos na área, de forma a estabelecer as medidas para o desenvolvimento da solução proposta. Feito isso, o algoritmo foi implantado em um aplicativo e validado junto a usuários em real ambiente de utilização.

**Palavras-chave:** Algoritmo de precisão. Tecnologia *touch screen*. Paralisia Cerebral.

## **ABSTRACT**

The aim of the present work was to develop a set of techniques, inserted in an algorithm, that aims to increase the accuracy in the devices that use the touch screen technology, since people with cerebral palsy have their movements restricted and for the same, the Usability of the technology may be limited. For the elaboration of this algorithm, it was studied about the disease, as well as possible works in the area, in order to establish the measures for the development of the proposed solution. Once this has been done, the algorithm has been deployed in an application and validated by users in a real-time environment.

**Keywords:** Algorithm of precision. Touch screen technology. Cerebral Palsy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de IHC.....	17
Figura 2 - Regiões do corpo afetadas pelos tipos diferentes de PC .....	19
Figura 3 - Posição da mão de uma criança com PC .....	29
Figura 4 - Criança com PC usando tablet.....	30
Figura 5 – Configuração padrão da tela inicial .....	31
Figura 6 - Duas Telas do primeiro aplicativo.....	32
Figura 7 - Tela Principal do Aplicativo Padronizada .....	32
Figura 8- Demonstração do posicionamento dos botões e colunas .....	34
Figura 9 - Demonstração do bloqueio das colunas.....	34
Figura 10 - Tela do Aplicativo com as colunas 1,2 e 3 desabilitadas .....	35

## LISTA DE SIGLAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHC	Interação Homem Computador
PC	Paralisia Cerebral
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SUS	System Usability Scale
TA	Tecnologia Assistivas

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1 CONTEXTO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	10
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	11
1.3 OBJETIVOS .....	12
1.3.1 Objetivo Geral .....	12
1.3.2 Objetivos Específicos .....	12
1.4 JUSTIFICATIVA .....	12
1.5 METODOLOGIA .....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 INTERAÇÃO HOMEM COMPUTADOR (IHC) .....	16
2.2 PARALISIA CEREBRAL .....	17
2.3 PARALISIA CEREBRAL E A COORDENAÇÃO MOTORA .....	20
2.4 TECNOLOGIA ASSISTIVAS .....	21
2.5 TRABALHOS RELACIONADOS .....	24
2.5.1 Tecnologia assistiva como apoio à inclusão digital de pessoas com deficiência física	24
2.5.2 Software para dispositivo eletrônico baseado em Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA) para pessoas com deficiência .....	25
2.5.3 As tecnologias de comunicação alternativa a serviço da diversidade: a contribuição do software <i>BoardMaker® with speaking dynamically</i> pro v.6 na educação inclusiva de alunos com paralisia cerebral no município de Vacaria .....	26
2.5.4 Desenvolvimento de uma ferramenta de comunicação alternativa para paralisia cerebral	26
3. DESENVOLVIMENTO .....	28
3.1 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO .....	28
3.1.1 Paralisia cerebral e a posição das mãos .....	28
3.1.2 Tipo de usuário: destro ou canhoto .....	30
3.1.3 Padronização das telas .....	31
3.1.4 Tempo de atraso.....	33
3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO ALGORITMO .....	33

4. VALIDAÇÃO.....	36
4.1 VALIDAÇÃO COM O USUÁRIO .....	36
4.2 VALIDAÇÃO COM OS PROFESSORES .....	37
4.3 RESULTADO DA VALIDAÇÃO COM O ALUNO .....	37
4.4 RESULTADO DA VALIDAÇÃO COM OS PROFESSORES .....	38
5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS .....	39
REFERÊNCIAS.....	41

# 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo está presente uma introdução sobre o tema, para que haja uma contextualização, bem como, a apresentação da motivação para o desenvolvimento deste trabalho e os objetivos geral e específicos.

## 1.1 CONTEXTO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Para Maciel (2000), “o processo de exclusão social de pessoas com deficiência ou alguma necessidade especial é tão antigo quanto a socialização do homem”. Levando-se em conta que, de acordo com os dados do censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 45,6 milhões de pessoas afirmaram ter algum tipo de deficiência, procurar medidas para minimizar tal quadro de exclusão social é de suma importância.

Para tanto, medidas estão sendo tomadas e até mesmo leis foram criadas, como a Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, que é destinada a assegurar e a promover condições de igualdade, visando à sua inclusão social e cidadania.

Mesmo que pequena, observa-se uma crescente preocupação com questões de inclusão social, inclusive em âmbito tecnológico. Surge nesse contexto as tecnologias assistivas (TA), que “é toda e qualquer ferramenta ou recurso utilizado com a finalidade de proporcionar uma maior independência e autonomia à pessoa com deficiência” (FILHO; DAMASCENO, 2006).

Tratando-se de tecnologia, é notável que a cada dia, há novos usuários, novas atualizações e novos aplicativos, sendo assim, existe um grande aumento de seu uso, portanto é evidente que apareça problemas relacionados à navegação, principalmente em dispositivos que utilizam a tecnologia *touch screen*, tornando-se uma constante batalha para usuários e desenvolvedores, que devem ser analisados e estudados, a fim de aperfeiçoar o uso para o usuário.

Diferentes áreas do conhecimento, estão estudando processos de interação e o feedback do movimento *touch screen* como uma estratégia de melhorar a compreensão do usuário e como forma de desenvolver novas interfaces e alternativas para usá-las (Bairral; 2013).

Segundo Mancini *et al.* (2004), no Brasil para cada 1.000 crianças que nascem, 7 são pessoas com paralisia cerebral. Assim, observa-se que há um número de usuários que não podem ser ignorados, pelo contrário, deve-se atentar para que haja uma verdadeira inclusão, principalmente em contexto tecnológico.

Utilizar recursos em aparelhos com tecnologia *touch screen*, é um trabalho maior para usuários com paralisia cerebral, uma vez que sua coordenação motora é afetada pela doença, conforme observou Madeira e Carvalho (2009), “a PC é caracterizada principalmente pela disfunção motora”. Sendo assim, pode não haver uma grande precisão no toque e acabar acionando uma tarefa que não é o desejo do usuário. Isso, interfere na área de IHC (Interação Homem Computador), que segundo a SBC (Sociedade Brasileira de Computação), é a área que dedica-se a estudar os fenômenos de comunicação entre pessoas e sistemas computacionais que envolve todos os aspectos pertinentes a essa interação.

Devido a tais fatos, neste trabalho, foram desenvolvidas e avaliadas técnicas, inseridas em um algoritmo, com o objetivo de tratar a precisão no toque, de forma a auxiliar usuários que possuem paralisia cerebral, evitando com que os mesmos acionem tarefas que não são seu intuito.

## **1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

De acordo com Maciel (2000), os deficientes sempre foram alvo de atitudes preconceituosas e ações impiedosas. O que culmina para que os mesmos enfrentem, diariamente, diversas barreiras e dificuldades. Utilizando-se da tecnologia assistiva, novas ferramentas e melhorias têm sido desenvolvidas visando estes usuários, que de acordo com Lima (2011), essa é uma área do conhecimento e de pesquisa que tem se revelado como um importante horizonte de novas possibilidades para autonomia e inclusão social de pessoas com deficiência.

Evidentemente que trabalhos, software e recursos estão sendo desenvolvidos de forma a auxiliar as pessoas com paralisia cerebral, entretanto, conforme foi observado por Gobbo (2015), para utilizar um aplicativo e aumentar o nível da coordenação motora do deficiente, foi necessário o uso de uma caneleira, que pesava cerca de 200 gramas, o que de certa forma o levou a ter mais força e alcançar uma precisão aceitável para a utilização do software.

Observa-se, portanto, que para os usuários com paralisia cerebral, o uso de aparelhos com tecnologia *touch screen* é, de muitas maneiras dificultada. A falta de melhorias pode fazer com que o usuário acione locais que não sejam a sua intenção, podendo inviabilizar a utilização do aplicativo, que muitas vezes funciona como um meio para que este faça sua comunicação de uma forma alternativa.

### **1.3 OBJETIVOS**

A seguir são descritos os objetivos do trabalho, tanto o objetivo geral quanto os específicos.

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Desenvolver e validar uma estratégia de interação, inseridas em um algoritmo, que visa ampliar a precisão no toque da tela, eliminando áreas adjacentes que não são o intuito do usuário, permitindo assim, uma maior usabilidade de aparelhos com tecnologia *touch screen*, para usuários com paralisia cerebral.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analisar os conceitos sobre a paralisia cerebral e como isso afeta a coordenação motora;
- Analisar projetos que envolvam algoritmos de precisão para sistemas que utilizem a tecnologia *touch screen*;
- Documentar os métodos que serão utilizados;
- Implementar técnicas que amplie a precisão em determinado ponto e elimine as áreas adjacentes;
- Validar algoritmo em um ambiente real de utilização, por meio de testes com o usuário.

### **1.4 JUSTIFICATIVA**

De acordo com Vygotsky (1987), é extremamente relevante para o desenvolvimento humano o processo de apropriação, por parte do indivíduo, das experiências presentes em sua cultura. De tal forma que essa ação torna-se

indispensável, uma vez que o acesso aos recursos oferecidos pela sociedade, como o uso da tecnologia e ir à escola tem efeito determinante no aprendizado das pessoas.

Para tanto, as limitações que as pessoas com paralisia cerebral possuem, revelam-se como grandes empecilhos. Segundo Carvalho (2013), “conseguir a inclusão digital não é um objetivo fácil de ser alcançado”, entretanto, usar as tecnologias para desenvolver recursos que promovam a acessibilidade, torna-se neste ponto, uma maneira de neutralizar as barreiras causadas por sua incapacidade bem como um meio de se fazer possível a sua inserção no meio social.

Há sistemas de informação eficazes que facilitariam o uso de computadores por pessoas com deficiência. Mas, é evidente que para cada indivíduo há uma necessidade diferente, que deverá ser atendida de forma exclusiva. Como ressaltou Bersch (2013), muitas vezes temos a tendência de direcionar nossa pesquisa ou projeto à um conjunto de pessoas com determinada deficiência, no entanto, o que se deve levar em consideração é o fato de que cada deficiência vive contextos diferentes e enfrentam dificuldades únicas.

De acordo com Madeira e Carvalho (2009), a incidência de pessoas com paralisia cerebral (PC), tem se mantido constante nos últimos anos, de forma que em países desenvolvidos a taxa varia de 1,5 a 2,5 por 1.000, nascidos vivos. Uma realidade totalmente diferente em países subdesenvolvidos, uma vez que pesquisas apontam uma estimativa de que para cada 1.000 nascidos, 7 sejam pessoas com PC.

Sendo assim, tratando-se de usuários com paralisia cerebral, fazer o uso de aparelhos que utilizam a tecnologia *touch screen* torna-se um trabalho árduo e complexo, pois segundo Leite e Padro (2004), a paralisia cerebral tem por característica uma alteração dos movimentos controlados ou posturais dos pacientes, o que ocasiona uma danificação ou disfunção do sistema nervoso central (SNC), o que o impede de ter plena coordenação de seus movimentos.

Dentro desse cenário, para garantir que o usuário com PC possa utilizar aparelhos com tecnologia *touch screen*, foi desenvolvido um algoritmo para aumentar a precisão do toque na tela visando o auxílio para este usuário, bem como posteriormente, pretende-se implementar em outros aplicativos. Estas ações,

evidenciam-se como um diferencial e ao mesmo tempo um apoio eficaz ao que for utilizar tal recurso.

Visto isso, esse trabalho não se justifica somente como um meio para promover uma maior interação dos usuários descritos com algum dispositivo que faz uso da tecnologia de toque na tela, mas, também por ser uma forma de promover uma maior usabilidade dos aplicativos para tais pessoas. Segundo Carvalho (2013), “se o objetivo é a inclusão, os projetistas deverão desenvolver dispositivos com características adequadas, que permitam ser manipuladas por pessoas menos habilitadas”, sendo assim, este projeto torna-se um recurso que facilita o uso dos aplicativos.

## **1.5 METODOLOGIA**

A pesquisa neste trabalho pode ser classificada como de natureza aplicada, pois, segundo Gerhardt e Silveira (2009), a mesma tem por objetivo gerar conhecimentos que serão aplicados de forma prática, que foram dirigidas à solução de problemas específicos.

Neste presente trabalho, visamos conhecer, por meio de pesquisas bibliográficas e em real observação, as limitações que pessoas com paralisia cerebral possuem, de forma a criar métodos que permitem que este usuário possua uma maior precisão no toque em aplicativos, eliminando áreas adjacentes que não são seu intuito, de modo que não seja necessária a utilização de ferramenta externa para poder fazer uso de aparelhos com tecnologia *touch screen*.

Quanto à sua abordagem, pode-se dizer que é de natureza qualitativa, pois segundo Botelho e Cruz (2013), esse tipo é aquele que busca entender um fenômeno específico em profundidade, ou seja, é considerado que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, que é o intuito deste projeto.

Para a realização do trabalho, primeiramente foram levantadas, por meio de pesquisa bibliográfica, as dificuldades que pessoas com paralisia cerebral tem para utilizar os aplicativos em tablets e smartphones, uma vez que ao utilizar havia problemas de usabilidade, tais como acionar um botão que não era seu objetivo, ir à uma tela que não era seu desejo. Sendo que, muitas vezes era necessário o uso de

um objeto externo (como por exemplo, uma caneleira com um certo peso), para que o usuário pudesse ter uma utilização mais aceitável do aplicativo.

Paralelamente, foram pesquisados bibliograficamente possíveis trabalhos que já haviam feito esse tipo de abordagem, ou seja, que preocuparam-se com os deficientes e o uso de aparelhos com tecnologia *touch screen*.

Para se obter uma maior gama de informações, foi preciso conhecer a realidade dos usuários que possuem paralisia cerebral, para isso foi feita uma observação na APAE, onde foi feita uma análise da real dificuldade e posteriormente um melhor planejamento da solução proposta.

Partindo do ponto de vista do usuário convencional, o *touch screen* possui uma grande usabilidade, entretanto, em se tratando do deficiente seu uso pode ocasionar falhas. Estabelecendo técnicas e desenvolvendo um algoritmo que resolve tal fato, o mesmo pode ser utilizado em diversos aplicativos, auxiliando o que possui uma incapacidade. Para isso, foi necessário, registrar e documentar o algoritmo e/ou demais passos que foram utilizados para solucionar a problemática.

Após a realização da pesquisa inicial, foram desenvolvidos métodos para ampliar a precisão em determinado ponto e eliminar as áreas próximas, como forma de auxiliar o usuário com paralisia cerebral na utilização da tecnologia.

Posteriormente, com as técnicas desenvolvidas, a mesma foi inserida em um aplicativo que foi usado em um ambiente real, a fim de analisar sua aceitação pelos usuários e assim medir se houve uma melhora em sua usabilidade.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Esta seção apresentará primeiramente uma visão geral dos conceitos de Interação Homem Computador. Trará as considerações sobre os usuários com paralisia cerebral e por fim explanará sobre as tecnologias assistivas, conceitos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

### **2.1 INTERAÇÃO HOMEM COMPUTADOR (IHC)**

É de conhecimento geral, que há pessoas que independente de sua posição social, cultural, econômica, intelectual, pode possuir alguma dificuldade em utilizar determinada tecnologia e assim acabar tornando-se um excluído da sociedade da informação.

Com isso, vale ressaltar que há uma crescente preocupação com tal fato, uma vez que o avanço tecnológico fez com que o computador viesse a ser uma ferramenta indispensável às atividades humanas, seja da mais simples a mais avançada.

De acordo com Carvalho (2003), a Interação Homem Computador (IHC), tem por objetivo tornar máquinas sofisticadas mais acessíveis, no que se refere à interação, aos seus usuários potenciais. Sendo assim, conforme a SBC, a IHC está na intersecção das ciências da computação e informação e ciências sociais e comportamentais e envolve todos os aspectos relacionados com a interação entre usuários e sistemas.

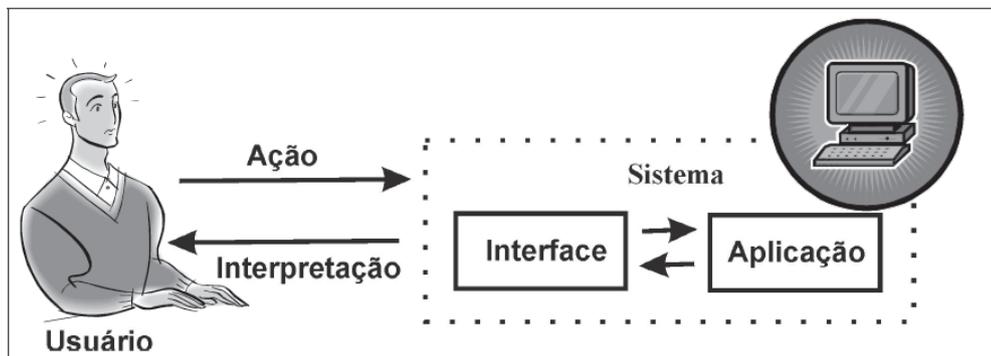
Fica evidente que para o usuário convencional é de grande importância, uma maior facilidade de uso na interface, uma vez que não é de seu conhecimento conceitos mais profundos de desenvolvimento do sistema.

Mesmo nos dias atuais, é muito significativa a quantidade de projetistas que concentram muito mais esforços na tentativa de desenvolver um produto de excelente qualidade técnica, do que na elaboração de uma interface que cause satisfação ao seu usuário, esquecendo-se muitas vezes, de que para o usuário, que não conhece o conteúdo da caixa preta do sistema, a

interface é a sua única interação com o produto em questão. (Carvalho e Daltrini ;1993, p.3)

O desenvolvimento adequado das interfaces é uma tarefa árdua e complexa devido aos aspectos humanos que são envolvidos, entretanto a informação é a matéria prima do conhecimento, que deve ser acessível a toda a população. Para uma melhor representação é ilustrada o modelo básico de IHC (Figura 1):

Figura 1 - Processo de IHC



Fonte: Moraes e Loper (2014).

Pode-se observar que a interface torna-se imprescindível para a aceitação de um sistema por parte do usuário, sendo que, esta deve visar minimizar erros que possam ocorrer e assim aumentar a usabilidade do sistema. Sendo assim, é notável conforme observou Moraes e Loper (2014), a posição do homem não é secundária e se torna o foco principal da interação, sendo assim é preciso uma criar uma interface de forma que seja acessível, não somente a um grupo de indivíduos, mas sim a um grupo em geral, sendo que nesse meio está inserido os usuários com paralisia cerebral, de modo que, estes não fiquem à beira do uso das novas tecnologias, de forma a garantir que haja o desenvolvimento de sistemas utilizáveis e seguros, bem como funcionais.

## 2.2 PARALISIA CEREBRAL

De acordo com Santos (2014), a paralisia Cerebral (PC), pode ser entendida como sendo resultado de uma lesão ou mau desenvolvimento do cérebro, que existe desde a infância, muitas vezes ocorrendo antes do nascimento da criança. A PC afeta o movimento e a postura, como ressaltou Gomes e Golin (2013), “os distúrbios

presentes na PC caracterizam-se por desordens do desenvolvimento do movimento e da postura, causando limitação das atividades funcionais e prejuízo de controle sobre os movimentos”.

Dependendo da localização e da gravidade da lesão, pode causar, além do comprometimento do movimento e da postura, deficiência mental, convulsões, distúrbios de linguagem, transtornos de aprendizagem e problemas de visão e audição. Fato que contribui para que haja um interesse maior e assim haver um aumento da demanda de informações sobre o impacto da PC e frequentes adaptações que podem ser feitas para auxiliar essas pessoas. Uma vez que, segundo Teixeira *et al.* (2010), ainda faltam estudos que tratem de crianças com paralisia cerebral e suas consequências para a realização das atividades da vida diária.

De acordo com Leite e Prado (2004), “na observação clínica da PC, deve-se levar em consideração a extensão do distúrbio motor, sua intensidade e, principalmente, a caracterização semiológica desse distúrbio”. Desta forma, segundo Gomes e Golin (2013), a PC pode ser classificada, segundo aspectos clínicos, da seguinte maneira:

- **Espástica:** é caracterizada por hipertonia muscular (aumento do tônus muscular e da rigidez), fraqueza muscular ou paresia, consiste no tipo mais comum e responsável por 58% dos casos;
- **Extrapiramidal:** é caracterizada pela presença de movimentos involuntários amplos e fixos como distonia;
- **Hipotônica:** é rara e geralmente evolui para os tipos atáxico ou extrapiramidal
- **Atáxica:** evolui com incoordenação, déficit de equilíbrio e hipotonia;
- **Mista:** combina sinais decorrentes de lesões em mais de uma região encefálica;

Segundo Chagas *et al.* (2008), Leite e Prado (2004), as crianças espásticas, de acordo com a classificação topográfica, podem ser descritas da seguinte maneira:

- **Quadriplégicas:** ocorrem a 9 a 43% dos pacientes. É quando os quatro membros são afetados, frequentemente de forma severa. Ocorrem lesões difusas bilaterais no sistema piramidal, que podem causar também microcefalia, deficiência mental e epilepsia;

- **Diplégicas:** Ocorre em 10 a 30% dos pacientes, é a mais encontrada em prematuros. Apresenta comprometimento de todos os membros, no entanto dos mais afetados são os membros inferiores. Existem diferentes gradações quanto à intensidade do distúrbio, podendo ser pouco afetado (tendo recuperação e bom prognóstico – adaptam-se à vida diária); enquanto outros evoluem mal com graves limitações funcionais.
- **Hemiplégicas:** é manifestação mais frequente, possui maior comprometimento do membro superior, acompanha-se de sinais de liberação tais como: espasticidade, hiperreflexia e sinal de Babinski. Membro superior é o mais afetado, poupando a face, apresentam punhos cerrados, a mão comprometida fechada, membro superior fletido, antebraço pronado, função manual assimétrica.

Na figura 2 é possível perceber quais as regiões do corpo são afetadas, em seus diferentes tipos de PC, decorrentes da lesão no cérebro.

Figura 2 - Regiões do corpo afetadas pelos tipos diferentes de PC



Fonte: Associação de Paralisia Cerebral de Braga

Pode-se perceber que a hemiplegia e a quadriplegia, são as que causam a dificuldade da coordenação motora nos membros superiores, de tal forma que o

portador de tais deficiências teriam o uso do aparelho tecnológico, principalmente com *touch screen*, dificultado por sua condição.

Segundo Madeira e Carvalho (2009), a PC do tipo hemiplégica é caracterizada por déficit motor e espasticidade unilateral, o que faz com que a criança tenha dificuldade de utilizar o braço ou a perna do mesmo lado do corpo. Ainda conforme Madeira e Carvalho(2009), a quadriplegia, é considerada a forma mais grave das paralisias cerebrais, sendo que os membros superiores são os mais acometidos. Interessante ressaltar, que esse tipo de paralisia cerebral, vem associada à microcefalia, epilepsia e deficiência mental, além de dificuldade de controlar a musculatura de mastigação e deglutição.

Evidentemente que independente de sua classificação, as pessoas com paralisia cerebral, possuem diversas limitações, o que se agrava com sua perda da coordenação motora, dessa forma elas podem ser beneficiadas com recursos que a auxiliariam em diversos ambientes, inclusive no âmbito tecnológico.

### **2.3 PARALISIA CEREBRAL E A COORDENAÇÃO MOTORA**

Conforme Hoffmann *et al.* (2003), o sistema nervoso central pode ser comparado com uma central de comunicações que recebe e envia mensagens dos mais variados pontos.

A paralisia cerebral é um distúrbio sensorial e senso motor que causa uma lesão cerebral, o que por sua vez prejudica o desenvolvimento normal do cérebro, sendo que essa perturbação não é progressiva, entretanto o comprometimento dos movimentos pode ser progressivo, caso não houver tratamento.

A coordenação motora, bem como a postura são fatores essenciais para que haja um bom desempenho de atividades diárias do ser humano, no entanto, conforme observou Teixeira *et al.* (2010), “para indivíduos saudáveis a estabilidade do controle da postura e do equilíbrio seja automática, para crianças com paralisia cerebral estas tornam-se um desafio”.

Em crianças com necessidades especiais, especificamente com paralisia cerebral, é possível afirmar que, conforme Rosa *et al.* (2008), “é possível perceber atrasos motores devido ao fato de que, geralmente, elas têm menos oportunidades de se movimentar”.

No entanto, Teixeira *et al.* (2010) observou que há uma crescente preocupação das consequências do comprometimento dos movimentos, todavia ainda faltam estudos no que se refere ao que tratem de populações especiais, tal como as crianças com paralisia cerebral.

Deve-se atentar ao fato que a paralisia cerebral do tipo atáxica, causada por uma lesão no cerebelo, local onde o SNC tem como função controlar e coordenar os movimentos, a postura e o equilíbrio, ocasiona uma instabilidade muito grande e uma significativa imprecisão dos movimentos das mãos, conforme observou Rosa *et al.* (2008).

O desenvolvimento motor do portador da PC, para Rosa *et al.* (2008), “se restringe à experimentação de padrões normais de movimentos funcionais que são essenciais para o desenvolvimento motor normal”. O que ocasiona uma diminuição na coordenação e no controle dos movimentos voluntários, que por consequência acarreta a condição de um aparecimento tardio dos movimentos ou do não movimento surgimento de alguns padrões, uma vez que o desenvolvimento motor não é um processo estático, e sim “é influenciado, do mesmo modo, por condições ambientais que interferem na aquisição de habilidades funcionais dessas crianças”, conforme estudado por Madeira e Carvalho (2009).

Idêntico à Hoffmann *et al.* (2003), percebe-se que em geral, para as pessoas com paralisia cerebral, faltam meios ou acesso adequado para enfrentar o meio social. Desta forma, evidencia-se o fato de que utilizar recursos tecnológicos de forma a auxiliar tais usuários, torna-se um fator de grande importância, a fim de contribuir para sua inserção na sociedade.

## **2.4 TECNOLOGIA ASSISTIVAS**

De acordo com Lima (2011), “durante muito tempo as a deficiência foi vista como um problema individual”, no entanto as tecnologias assistivas (TA), que visam auxiliar o deficiente, vem ganhando atenção especial nos últimos anos, de forma, que é evidente, o aumento do interesse nesta área.

É um termo atual, utilizado para identificar 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.

Conforme ressaltou Radabaugh (1993), “para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.

Desta forma, pode-se perceber que a tecnologia vem caminhando para tornar a vida mais fácil. É comum o uso de smartphones, tablets, notebooks, controles remotos, dentre outras ferramentas que nos auxiliam do dia a dia. Entretanto, deve-se atentar que muitas vezes, que pessoas com paralisia cerebral não desfrutam de tal comodidade.

Existem sistemas de informação eficazes que poderiam facilitar o uso de computadores por pessoas com deficiência, porém, estes não são aplicados de forma que o usuário em questão, consiga realizar uma tarefa de maneira independente.

Pensando no indivíduo com paralisia cerebral, é necessário que haja diversas adaptações para que o mesmo desfrute com total segurança dos recursos oferecidos, entretanto, conforme observou Rodrigues e Alves (2013), há uma demanda crescente em relação a TA, porém projetos em torno de tal área ainda são escassos, de forma que investir nunca se tornou tão importante.

Sendo assim é evidente que as novas tecnologias, entram num contexto totalmente atual e de grande importância, que apesar dos holofotes não estarem todos voltados para si, as TA possuem umas das maiores missões, que é servir como um meio de independência, para indivíduos, que até então estavam presos à sua condição.

O objetivo maior da TA é proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho. (Bersch; 2003)

Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), “o desenvolvimento de recursos e outros elementos de tecnologia assistiva têm propiciado a valorização, integração e inclusão dessas pessoas, promovendo seus direitos humanos”.

Para Bersch (2013), a TA se apresenta em categorias, não que seja algo fixo, podendo haver variações segundo alguns autores. Importante sua categorização,

pelo fato de que é possível assim organizar a utilização, prescrição, estudo e pesquisa destes serviços. De forma que temos, segundo Bersch (2013), tais categorias:

1. Auxílios para a vida diária: materiais e produtos que favorecem o uso autônomo e independente em tarefas rotineiras, como comer, vestir-se, executar necessidades pessoais, dentre outras;
2. Comunicação Aumentativa (suplementar) e Alternativa (CAA/CSA): auxiliam pessoas sem fala ou escrita funcional com sua necessidade comunicativa;
3. Recursos de acessibilidade ao computador: conjunto de recursos (hardware ou software), que é projetado de maneira a tornar o computador e seus recursos acessíveis a pessoas com privações sensoriais, intelectuais ou motoras;
4. Sistema de controlo do ambiente: permite que pessoas com limitações motoras tenham acesso ao um controle remoto, de forma que possam ligar ou desligar luzes, ajustar aparelhos eletrônicos, som, televisores, ventiladores, acionar sistemas de segurança, dentre outros;
5. Projetos arquitetônicos para acessibilidade: projetos de edificação e urbanismo que garantem acesso, mobilidade para todas as pessoas, independente da sua condição física e sensorial;
6. Órteses e Próteses: As órteses são colocadas junto ao corpo, cujo o objetivo é garantir um melhor posicionamento, estabilidade e funcionalidade. As próteses são peças artificiais que substituem uma parte ausente do corpo;
7. Adequação Postural: projeto de adequação corporal, que diz respeito à seleção de recursos que garantam posturas alinhadas, estáveis, confortáveis e com boa distribuição do peso do corpo;
8. Auxílios de Mobilidade: equipamentos que podem auxiliar na mobilidade, tais como bengalas, andadores, cadeiras de rodas elétricas, dentre outras;
9. Auxílios para cegos ou com visão subnormal: recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas;
10. Auxílios para surdos ou pessoas com déficit auditivo: auxílio que inclui equipamentos para amparo;
11. Adaptações em veículos: permite que uma pessoa com deficiência física possa dirigir, facilita o embarque e desembarque.

De tal forma é possível observar que a tecnologia assistiva tem por objetivo auxiliar os usuários de forma a vencer desafios sensoriais, motoras ou cognitivas que limitam ou impedem o seu acesso a informações e/ou a sua independência.

Diante da dificuldade motora dos usuários que tem paralisia cerebral, percebe-se a importância da TA, como forma de ser um recurso de acessibilidade ao computador, de forma a garantir o mínimo de independência possível a tal usuário.

## **2.5 TRABALHOS RELACIONADOS**

. Atualmente tem sido dado um grande foco a trabalhos que estão relacionados a questão de acessibilidade e utilização de novas tecnologias por parte de deficientes. A seguir são descritos os trabalhos relacionados com o tema deste projeto.

### **2.5.1 Tecnologia assistiva como apoio à inclusão digital de pessoas com deficiência física**

De acordo com Ferrada e Santarosa (2007), neste trabalho, é possível analisar que com o apoio dos ambientes digitais/virtuais, o sujeito passa a ser não apenas receptor de informações, mas sim um participante ativo no processo de construção de conhecimento, o que favorecia sua autonomia.

Para o desenvolvimento deste projeto, foi analisado os tipos de deficiência física, fazendo uma classificação dos mesmos, a fim de se conhecer as diferenças de cada uma, voltando-se para destacar as potencialidades dos indivíduos, e utilizando as tecnologias assistivas como um apoio, sendo que se houver a necessidade, pode-se fazer adaptações de acordo com a necessidade do usuário.

Sendo assim, as tecnologias assistivas, são defendidas como um instrumento fundamental para acesso dos deficientes ao mundo digital ou a comunidade da informação, pois favorece o acesso as informações. A proposta é ampliar os projetos e estudos no desenvolvimento da TA como possibilidade de prover a interação em Ambientes Digitais de Aprendizagem.

### **2.5.2 Software para dispositivo eletrônico baseado em Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA) para pessoas com deficiência**

No trabalho de Silva et.al (s.d.), foi elaborado um software de código aberto com interface gráfica intuitiva e dinâmica, para o auxílio à comunicação em diversas situações de comprometimento das faculdades de expressão e compreensão linguística, como entre pessoas com deficiências, entre elas as que tem paralisia cerebral. Para o seu desenvolvimento, primeiramente houve um planejamento do software, partindo do estudo prévio das técnicas de TA, focadas à comunicação, incluindo os diversos padrões de comunicação. Um fato que obteve grande atenção, foi a escolha das imagens, uma vez que essas devem ter qualidade e clareza suficientes para serem aplicadas como auxílio.

Para que obtivesse o melhor resultado possível, o layout do programa foi planejado com base nos métodos de Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA). Seu desenvolvimento se deu de forma a permitir a execução em aparelhos com tecnologia sensível ao toque (*touch screen*). Ao fim, pode-se obter uma ferramenta com todas as funções previstas de auxílio à comunicação, mas também com bom gerenciamento da memória, velocidade de execução satisfatória e aparência amigável ao usuário.

No entanto, conforme foi ressaltado no trabalho, uma complicação do software em questão, foram as dificuldades vindas dos possíveis usuários ao utilizar o programa, como a falta de coordenação motora, de forma que isso impactariam no cuidado com o espaço para os elementos visuais. A solução implementada foi deixar que os botões do dispositivo possuíssem uma área para garantir uma margem de erro significativa de forma a permitir o toque do usuário em uma única tentativa. Sendo assim, melhorar a precisão do toque, por meio do algoritmo, em muito beneficiaria este projeto, de forma que a atenção não teria que ser para deixar espaços para possíveis erros e sim melhorar os recursos do software para o usuário.

### **2.5.3 As tecnologias de comunicação alternativa a serviço da diversidade: a contribuição do software *BoardMaker® with speaking dynamically pro v.6* na educação inclusiva de alunos com paralisia cerebral no município de Vacaria**

No trabalho de Marcolin (2013), atenta-se ao fato de que o software foi utilizado como um recurso de comunicação alternativa, de forma que apresenta muitas possibilidades que podem contribuir para a aprendizagem e a comunicação dos alunos com Paralisia Cerebral.

Para que houvesse sucesso em seu desenvolvimento, primeiramente foi preciso fazer um levantamento de informações pertinentes ao projeto de forma a se situar no ambiente que o software seria inserido. Desta forma, estudou-se sobre a educação especial de forma inclusiva no Brasil, bem como as deficiências físicas e as possíveis TA que poderiam ser utilizadas. Foi preciso explicar sobre o software *BoardMaker® with speaking dynamically pro v.6*, de forma a entender o motivo de seu uso, sendo que o mesmo já foi utilizado pelos professores do Atendimento Especial Especializado com alunos com paralisia cerebral.

Como resultado, pode-se vislumbrar novas perspectivas, sendo que uma delas foi o fato de que o software em questão contribuiu para compreender o movimento do Atendimento Educacional Especializado, da formação de professores e da articulação do AEE com a sala de aula comum. Foi demonstrado também que o software apresentou mais aspectos facilitadores que dificultadores na mediação realizada com alunos com PC. No entanto, ainda pode-se observar o fato que há necessidade de mais investimentos em recursos de tecnologias assistivas para contemplar todas as necessidades verificadas.

### **2.5.4 Desenvolvimento de uma ferramenta de comunicação alternativa para paralisia cerebral**

Gobbo (2015), aponta que a comunicação é um fator essencial da vida humana, sendo que tal fato não deve ser privado de pessoas com algum tipo de dificuldade. Desta forma, um aplicativo foi desenvolvido, de forma a ser uma ferramenta de comunicação alternativa, de forma a contribuir para uma melhora de sua comunicação em expressões simples e corriqueiras.

Primeiramente, teve-se que conhecer os problemas que usuários com paralisia cerebral possuíam de forma que o aplicativo pudesse atender exatamente a necessidade do usuário em questão. Para isso, a coleta de informações para o desenvolvimento da ferramenta foi feita dentro da APAE, que é onde a ferramenta seria usada. Sendo necessário também uma pesquisa sobre as TA, voltadas para a comunicação alternativa. Em estudos, constatou-se que ferramentas de comunicação alternativa já existiam, entretanto possuíam complicações para sua utilização. Após o desenvolvimento do aplicativo, o mesmo foi aplicado em real ambiente de utilização, a fim de medir a aceitabilidade do usuário. Para a validação foi feito por meio da escala SUS, onde foi aplicado questionário para os professores e para validação com o usuário com PC, foi criado um questionário específico.

Apesar de atender as necessidades das pessoas com PC e dos professores, foi observado que para conseguir aumentar o nível da coordenação motora da criança, foi necessário o uso de uma caneleira, que pesava cerca 200 gramas, para que o aluno tivesse que fazer mais força para levantar a mão e sua precisão ao clicar aumentar. Sendo assim, foi proposto o algoritmo de forma a aumentar a precisão do uso no software, para que não haja a necessidade do uso de uma ferramenta externa ao programa.

### **3. DESENVOLVIMENTO**

De acordo com Gobbo (2015) foram observados, como que a dificuldade em usar a tecnologia poderia afetar o usuário com deficiência, em especial para esse trabalho, as pessoas com paralisia cerebral, pois para realizar a utilização da ferramenta alternativa, teve a necessidade de usar um objeto externo que mesmo assim não pode evitar todos os erros.

Partindo desse ponto foram desenvolvidos métodos, inseridos num algoritmo, para que o seu uso possa ser facilitado e assim ampliar a interação da pessoa com deficiência e a usabilidade de celulares e/ou tablets com tecnologia *touch screen*. Pode-se dividir essa parte de desenvolvimento em dois eixos, a construção do aplicativo com os novos métodos e a sua respectiva validação com o usuário.

#### **3.1 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO**

O desenvolvimento do algoritmo, com a estratégia de interação, teve como base quatro eixos fundamentais para a criação dessa solução. Sendo elas: o posicionamento da mão do deficiente, a escolha do tipo de usuário (se ele é destro ou canhoto), a padronização das telas do aplicativo, e um tempo de atraso para o caso do usuário acionar uma ação que não era sua intenção.

##### **3.1.1 Paralisia cerebral e a posição das mãos**

As pessoas que possuem paralisia cerebral, tem seu sistema nervoso central afetado, de forma que há distúrbios, que segundo Cargnin e Mazzitelli (2003), caracterizam-se pela falta de controle sobre os movimentos, em alguns casos deformidades ósseas.

De forma evidente, nota-se que cada indivíduo, possui uma necessidade especial, mesmo compartilhando a mesma limitação física. Sendo assim, percebe-se que é necessária uma avaliação prévia, para que a tecnologia assistiva possa auxiliar tal usuário de forma eficiente, portanto, é preciso definir que tipo de recurso pode ser melhorado para cada usuário.

A criança com paralisia cerebral possui um padrão motor anormal de postura e movimentação. No entanto, pensar em adaptações, em ambientes físicos ou usando técnicas de forma a contribuir em suas relações sociais, pode em muito cooperar para seu desenvolvimento. Para isso, no entanto, é preciso conhecer sua realidade e estar atento as suas limitações.

De acordo com Ferreira e Paula (2006), em um estudo com crianças com paralisia cerebral, constatou-se que as mesmas apresentam flexão do membro superior com a mão fechada, de forma que o uso das mãos, dependendo da atividade, torna-se um desafio, uma vez que seus reflexos são praticamente ausentes e apresenta retrações nos músculos. Na Figura 3, pode-se observar o posicionamento das mãos, logo nota-se que a mesma possui uma rigidez que atrapalha a coordenação motora do usuário.

Figura 3 - Posição da mão de uma criança com PC



Um estudo comprovou que a criança com paralisia cerebral apresenta uma postura rígida, com as mãos frequentemente fechadas. Possuem uma resistência e

limitação da amplitude do movimento do membro superior (LIMA E FONSECA, 2004).

Analisando em âmbito tecnológico, o uso de aparelhos com a tecnologia *touch screen*, pode-se tornar um desafio, uma vez que por conta da limitação deste tipo de usuário, pode haver o acionamento de instruções no aplicativo que não seja o seu intuito, o que causa frustração e perda no interesse no uso da tecnologia, como pode ser observado no trabalho da Gobbo (2015), o aluno com PC não conseguia clicar na figura desejada e isso gerou uma frustração nos primeiros dias de testes.

Na figura 4, pode-se observar uma criança com PC, tentando realizar o uso de um aplicativo em um tablet, no entanto, nota-se também que posicionamento de sua mão, pode acabar solicitando a ação de um botão que não era de seu desejo.

Figura 4 - Criança com PC usando tablet



Desta forma, evidencia-se que, desenvolver tal algoritmo, pode facilitar o uso dos aplicativos, pode contribuir para que pessoas com paralisia cerebral possam se engajar no meio tecnológico e conseqüentemente trazer uma maior independência.

### 3.1.2 Tipo de usuário: destro ou canhoto

De acordo com o posicionamento da mão do usuário, foi estabelecido que seria necessária a escolha do tipo de usuário, pois para cada um, existe uma especificação diferente.

Na tela inicial do aplicativo, há dois botões: “Canhoto” e “Destro”. O deficiente ou o responsável por ele, escolhe qual a opção adequada. A importância deste ato, está no fato de que ao selecionar o botão em que se encaixa, automaticamente estará carregando a configuração que irá reger o software.

Figura 5 – Configuração padrão da tela inicial



Tal técnica, torna-se viável pois, é conhecido que a coordenação motora das pessoas com PC é dificultada, como pode-se constatar no decorrer deste trabalho.

### 3.1.3 Padronização das telas

Por padrão pode-se entender que seria um modelo a ser seguido, até mesmo copiado, o que permite que se reduza o tempo de desenvolvimento e muitas vezes de manutenção, caso seja necessário.

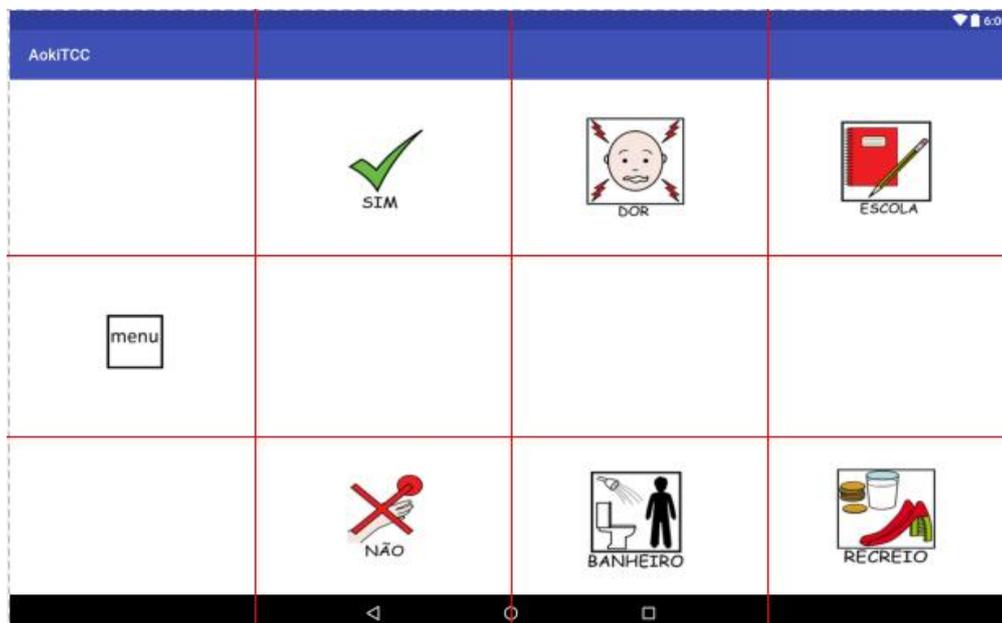
Ao analisar o primeiro projeto desta ferramenta de alternativa de comunicação, denominada Gobbo, constatou-se que o posicionamento dos botões na tela não seguia um padrão, de forma que numa tela havia uma quantidade de botões em certa posição e em outra tela outra quantidade de elementos com uma outra localização, que pode ser visto na figura 6. Isso tornava a inserção das técnicas de aprimoramento do *touch screen* dificultosa e inviável.

Figura 6 - Duas Telas do primeiro aplicativo



Desta forma, foi proposto que um padrão deveria ser usado, para que a utilização das técnicas pudesse obter o resultado satisfatório. Sendo assim, adotou-se que a tela do aplicativo poderia conter até 12 quadrantes, para isso dividiu-se a tela em 4 colunas e 3 linhas. As áreas que não serão usadas já estariam previamente desabilitadas nesse aplicativo. Como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Tela Principal do Aplicativo Padronizada



### 3.1.4 Tempo de atraso

O termo *delay*, é usado para designar um tempo de espera para executar uma ação, sendo que essa técnica foi um dos pontos chaves para o desenvolvimento deste trabalho.

Constatou-se que quando a pessoa com a paralisia cerebral, utiliza os aplicativos, há momentos, que ela aciona funcionalidades que não eram seu objetivo, isso devido ao fato que esse tipo de usuário não possui total controle de seus movimentos, ou seja o primeiro toque na tela pode se tratar de uma ação acidental e não de fato o que o mesmo queria executar. Sendo assim, utilizou-se de um tempo de atraso para a execução de uma ação para outra. Para tanto, foi adotado o tempo de um segundo.

Portanto, quando o usuário aciona um botão, inicia-se um contador, se não houver mais nenhum toque na tela, após um segundo aciona-se aquela função. Se acaso ocorra um toque e dentro de um segundo haja outro ponto selecionado, o algoritmo executa o último toque.

## 3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO ALGORITMO

Com base nos itens que foram analisados, foi elaborado um novo código que funciona juntamente com o aplicativo que foi desenvolvido para a plataforma *Android* com a linguagem de programação em *Java*, que é uma linguagem orientada a objetos, muito utilizada atualmente. Foi escolhida a ferramenta *Android Studio*, por ser amplamente utilizada por desenvolvedores, mas também por a autora ter maior familiaridade.

Na primeira tela, deve-se selecionar qual o seu tipo de usuário, “Canhoto” ou “Destro”. Quando é selecionada tal opção, é passado um valor que identifica qual seleção dentro do algoritmo será executada. Pois o funcionamento do código, eliminação dos possíveis erros e a desativação de certos botões tem como base o posicionamento da mão do usuário. Sendo que para esse fator, o usuário que é destro é atribuído o valor 1 e para o que é canhoto o valor 2.

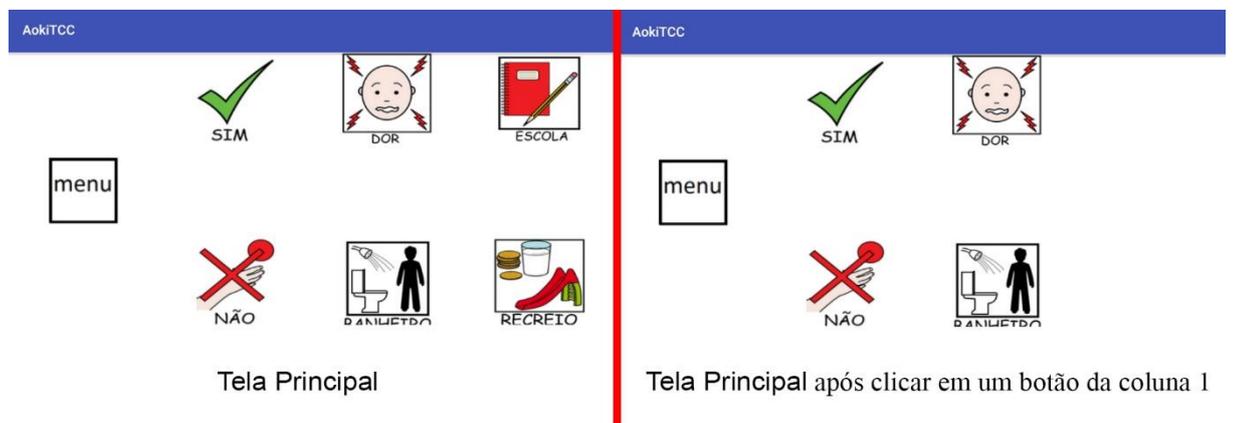
Utilizando o padrão adotado, em todas as telas (mesmo que não seja usado), tem-se 12 quadrantes, distribuídos em 4 colunas e 3 linhas, que podem ou não ser preenchidos com botões. Numerados conforme a Figura 8.

Figura 8- Demonstração do posicionamento dos botões e colunas

AokiTCC Coluna 4	Coluna 3	Coluna 2	Coluna 1
Botão 12 	 SIM Botão 9	 DOR Botão 6	 ESCOLA Botão 3
Botão 11 	Botão 8	Botão 5	Botão 2
Botão 10	Botão 7  NÃO	Botão 4  BANHEIRO	Botão 1  RECREIO

Ao clicar em um determinado botão é realizado um bloqueio dos demais botões na sua respectiva coluna, num período de 1 segundo. Por exemplo, ao clicar em qualquer botão da coluna 1 (seja o botão 1, 2 ou 3), são desabilitados todos os botões dessa coluna, como mostrado na figura 9. Para os canhotos, a desativação dos botões e colunas é feito da esquerda para a direita (desabilitando respectivamente as colunas na seguinte ordem: 4, 3, 2 e 1), já para os destros é o contrário, ou seja, da direita para a esquerda (desabilita-se na sequência de 1, 2, 3 e 4).

Figura 9 - Demonstração do bloqueio das colunas



Tal técnica é aplicada em todas as colunas, fazendo desta forma a desativação dos botões e colunas de maneira sequencial, ou seja, ao acionar um botão da coluna 2 (seja o botão 4, 5 ou 6), desabilita-se os botões da coluna 2 e 1 respectivamente, mesmo processo repete-se para as demais colunas. Sendo assim, clicando-se em um botão da coluna 4 (seja o botão 10, 11 ou 12) são desabilitados todos os botões.

Figura 10 - Tela do Aplicativo com as colunas 1,2 e 3 desabilitadas



Vale ressaltar que mesmo após o tempo assumido (um segundo), independente do botão clicado, todos voltam a funcionar. Tal método foi utilizado, pois dentro desse intervalo de tempo, caso haja mais de um toque na tela, assume-se que o último toque é a real intenção do usuário, fazendo portanto com que o aplicativo execute somente o último botão requisitado pelo deficiente. Sendo assim, assume-se que os primeiros toques sejam ruídos, ou seja, um erro do usuário, como por exemplo ele acabar esbarrando com o punho no aparelho.

A soma dessas técnicas, permite que mesmo que haja certa incapacidade motora, a pessoa com paralisia cerebral possa utilizar aparelhos com tecnologia *touch screen*, de uma forma que evite possíveis erros.

## **4. VALIDAÇÃO**

A validação da abordagem proposta foi feita em um ambiente real de utilização com os alunos da APAE de Bandeirantes – PR, para verificar como o usuário se comportou com as novas técnicas inseridas no aplicativo. Posteriormente foram feitas perguntas abertas aos professores da mesma instituição para avaliar sob o ponto de vista do profissional.

### **4.1 VALIDAÇÃO COM O USUÁRIO**

Os testes foram realizados com uma menina com paralisia cerebral do tipo quadriplégica que apresenta um grave quadro de falta de coordenação motora dos membros inferiores e um grau moderado de dificuldade dos membros superiores.

Para a realização da validação com a pessoas com paralisia cerebral, foi proposto uma série de atividades que esta deveria executar no aplicativo. Vale ressaltar que essa parte do trabalho teve como principal característica a observação de como o usuário estava utilizando da ferramenta.

Em primeiro momento foi feita uma experiência com o usuário no ambiente escolar, mas em uma sala separada, com o aluno e o treinador, para que o mesmo pudesse ter conhecimento da ferramenta a ser usada.

Após o usuário conseguir utilizar o aplicativo de forma coerente, foi pedido que ele executasse 3 ações. A primeira foi que ele conseguisse acionar o botão referente ao “Banheiro”; a segunda ação para que ele selecionasse a categoria “Recreio” e pedisse para “Brincar”. E por último foram feitas, diversas perguntas ao aluno de forma que a resposta seria “Sim” ou “Não”.

Durante todo esse processo foi analisado o posicionamento das mãos da criança, se o uso do tempo de espera da execução estava de acordo, ou seja, se a solução proposta atenderia, de forma satisfatória a resolução do problema.

## **4.2 VALIDAÇÃO COM OS PROFESSORES**

Para a validação com os professores, foram feitas perguntas abertas sobre como o usuário interagiu com o aplicativo, se houve uma maior interação e independência do aluno, além de ser questionados sobre e as possíveis melhoras que poderiam ser inseridas.

Foi indagado também a respeito dos pontos positivos e negativos da solução. Sendo que obteve-se a resposta dessas perguntas com os professores responsáveis pela aluna que realizou o teste.

## **4.3 RESULTADO DA VALIDAÇÃO COM O ALUNO**

No primeiro teste com o usuário, no qual foi pedido para selecionar a categoria “Banheiro”, nas 3 tentativas o mesmo conseguiu selecionar de maneira correta o que foi pedido, demonstrando uma facilidade no uso. Entretanto, notou-se que na primeira tentativa, a aluna esbarrou o punho na tela, mas logo em seguida acionou o botão correto. Sendo assim, a eliminação do ruído ocorreu de maneira satisfatória.

No segundo teste, em que deveria ser clicado em “Recreio” e logo após em “Brincar”, foram feitas duas tentativas, sendo que na primeira ocorreu um erro e no segundo obteve-se o que era desejado. O erro ocorreu porque a aluna escolheu a opção “Destro” na inicialização. Ao tentar acionar o botão recreio ela o fez com a mão esquerda, tal fato fez com que a mesma acabasse clicando em “Sim”. Porém na segunda tentativa, com a mão direita, que corresponde ao lado escolhido, a mesma conseguiu executar o que foi pedido de maneira correta.

No terceiro teste, foram feitas perguntas, cujo as respostas deveriam ser “Sim” ou “Não”, em diferentes momentos e em diferentes telas. Perguntas como: “Está gostando do aplicativo?”, “Sabia que é muito bonita?”, “Quer ir para a sala?”, dentre outras. Importante ressaltar, que o usuário conseguiu responder a todas de maneira adequada.

Um ponto importante a ser destacado é o fato de que no trabalho de Gobbo (2015), para o uso adequado do aplicativo, foi necessário utilizar uma ferramenta externa, no caso uma caneleira de 200g, para auxiliar o aluno a ter mais controle de sua coordenação motora. Com a inserção do novo algoritmo com as novas técnicas,

não foi necessário tal ferramenta, sendo que o usuário usou somente o aplicativo de forma satisfatória.

A experiência foi considerada válida pelos professores, visto que a aluna conseguiu utilizar o aplicativo de forma satisfatória, sem muitos erros, sendo que os profissionais pontuaram que o mesmo poderia ser estendido e ser utilizado por outros alunos que não tem dificuldade de grau tão severo de falta de coordenação motora, mas de comunicabilidade.

#### **4.4 RESULTADO DA VALIDAÇÃO COM OS PROFESSORES**

Para os professores que foram questionados, o aplicativo atende bem ao que foi proposto, auxiliando para uma comunicação alternativa, sendo que os alunos conseguem, mesmo com dificuldade motora, utilizar a ferramenta sem muitos erros.

Sobre os pontos fortes, vale ressaltar o interesse dos profissionais em utilizar o aplicativo diariamente, não somente com pessoas com deficiência motora, mas também com outras deficiências, como o autismo, por exemplo.

Um ponto negativo pontuado, que inclusive causou um erro durante os testes, seria que, não é vantajoso o usuário ter que escolher entre “Destro” ou “Canhoto”, pois, os alunos por terem certas dificuldades, acabam esquecendo de tal detalhe e podem acabar utilizando as duas mãos, de forma que podem acabar gerando ruídos que não foram tratados na solução proposta.

## 5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O problema em questão deste trabalho nos levou a criação de métodos que visam ampliar a precisão em sistemas *touch screen* para pessoas com deficiência motora, visando em presente momento os usuários com paralisia cerebral.

Para alcançar os resultados esperados, foi necessária uma pesquisa sobre a paralisia cerebral, suas características e como a mesma afetava a coordenação motora do usuário, de forma que a solução proposta estivesse de acordo com a real situação das pessoas com PC. Para isso, retomou-se o trabalho da Gobbo (2015), de forma a efetuar as melhorias, de forma que o usuário pudesse usar o aplicativo da melhor possível.

Dentre esses levantamentos, percebeu-se que o posicionamento da mão do usuário poderia ser a chave para uma possível solução, pois as mãos das pessoas com PC, possui atrofia, que muito o dificulta a ter o pleno controle de seus movimentos. Partindo desse ponto, analisou-se que por conta de sua dificuldade, em muitos casos, o usuário em questão acabava esbarrando no aplicativo, de forma que isso acaba gerando uma execução não solicitada de fato, portanto foi inserido um código para que houvesse um tempo de espera para que a execução ocorresse, tempo esse de um segundo. Se dentro desse tempo houver mais de um toque, o aplicativo está programado para que execute somente a última solicitação.

Durante a validação percebeu-se que o aplicativo com os métodos propostos, atendeu de forma satisfatória, fazendo com que a criança utilizasse o aplicativo sem grandes dificuldades e mesmo quando houve algum toque na tela que não fosse sua intenção, isso não interferiu na execução do que a criança queria de fato solicitar, pois o código conseguiu identificar que o primeiro toque se tratava de um ruído, executando portanto o segundo toque somente. Vale ressaltar também, que Gobbo (2015), necessitou do uso de uma ferramenta externa, uma caneleira com determinado peso, para que o usuário tivesse pleno controle dos seus movimentos, fato que não se repetiu com a inserção do novo algoritmo com as novas técnicas. Portanto, nesta proposta o aluno utilizou somente o aplicativo, sem auxílio externo.

Ainda, com a validação foi possível identificar possíveis melhorias que poderão ser aperfeiçoadas em trabalhos futuros. Uma delas, apontadas pelos professores da APAE, seria utilizar de uma outra técnica na qual o usuário não tenha que escolher

se é destro ou canhoto, pois em sua maior parte o aluno utiliza apenas uma das mãos no decorrer do uso no aplicativo, mas pode ocorrer que o mesmo venha utilizar de ambas as mãos, o que poderia causar algum erro.

Também seria viável a construção de uma camada intermediária a qual possuiria todos os métodos apresentados, de forma com que, essa camada possa ser utilizada em outros aplicativos, sem que haja a necessidade de mudar a codificação. Isso facilitaria a adequação das técnicas em demais lugares, podendo contribuir em outros aplicativos que atendam outro público alvo.

## REFERÊNCIAS

BAIRRAL, M. *Do clique ao touchscreen: Novas formas de interação e de aprendizado matemático*. REUNIÃO ANUAL DA ANPED, v. 36, p. 29, 2013.

BERSCH, Rita. *Introdução à tecnologia assistiva*. Porto Alegre: CEDI, 2013.

BERSCH, Rita. *Recursos pedagógicos acessíveis. Tecnologia Assistiva (TA) e Processo de Avaliação nas escolas*. Porto Alegre, 2013.

BOTELHO, Joacy Machado. CRUZ, Vilma A. Gimenes da. *Metodologia Científica*. São Paulo: Person Education do Brasil, 2013.

CARGNIN, Ana Paula Marega; MAZZITELLI, Carla. *Proposta de tratamento fisioterapêutico para crianças portadoras de paralisia cerebral espástica, com ênfase nas alterações musculoesqueléticas*. Revista de Neurociência, v. 11, n. 1, p. 34-9, 2003.

CARVALHO, J. O. F.; DALTRINI, B. M. *Interfaces de sistemas para computadores voltadas para o usuário*. Revista do Instituto de Informática da PUCCAMP, Campinas, n.1, p.3-8, 1993).

CARVALHO, José Oscar Fontanini. *O papel da interação do humano-computador na inclusão digital*. Transformação, Campinas, 15 (Edição Especial): 75-89, set./dez., 2003.

CHAGAS P.S.C; DEFILIPPO E.C; LEMOS R.A; MANCINI M.C; FRÔNIO J.S; CARVALHO R.M. *Classificação da função motora e do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral*. Rev Bras Fisioterapia, São Carlos, v. 12, n. 5, p. 409-16, set./out. 2008.

FERRADA, Romy Britt Hernández; SANTAROSA, Lucila Maria Costi. *Tecnologia Assistiva como apoio à Inclusão Digital de pessoas com Deficiência Física*. Recuperado de: <http://www.niee.ufrgs.br/eventos/CIIEE/2007/pdf/CP>, v. 20314, 2007.

FERREIRA, Ariane Aparecida; PAULA, R. C. *Abordagem fisioterapêutica em crianças com paralisia cerebral*. Batatais. Trabalho de Conclusão de Curso [Graduação em Fisioterapia] - Centro Universitário Claretiano, 2006.

FILHO, Teófilo Alves Galvão; DAMASCENO, Luciana Lopes. *As Novas Tecnologias e as Tecnologias Assistivas*. Disponível em: < <http://www.planetaeducacao.com.br/portal/artigo.asp?artigo=622> >. Acesso em: 17 de Jun. 2016

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de pesquisa*. PLAGEDER, 2009.

GOBBO, Maria Renata de Mira. Desenvolvimento de uma ferramenta de comunicação alternativa para paralisia cerebral. Sistemas de Informação, Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz meneghel - Centro de Ciências Tecnológicas, 2015.

GOMES, Carla de Oliveira; GOLIN, Marina Ortega. *Tratamento fisioterapêutico na paralisia cerebral tetraparesia espástica, segundo conceito Bobath*. Rev Neurocienc 2013;21(2):278-285

HOFFMANN, Ruth Anklam; TAFNER, Malcon Anderson; FISCHER, Julianne. *Paralisia Cerebral e aprendizagem: Um estudo de caso inserido no ensino regular*. Revista Leonardo pós órgão de divulgação científica e cultural, v. 1, 2003.

INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR. Disponível em: < <http://www.sbc.org.br/14-comissoes/390-interacao-humano-computador>>. Acesso em: 24 de Jun. 2016.

LEITE, Jaqueline Maria Resende Silveira; PRADO, Gilmar Fernandes do. *Paralisia cerebral. Aspectos fisioterapêuticos e clínicos*. Doi:10.4181/RNC.2004.12.41.

LIMA, C.L.A. e FONSECA, L. F. *Paralisia Cerebral*. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 2014.

LIMA, Manoela Maria Liomiza Pereira de. *A importância das tecnologias assistivas para a inclusão de alunos com deficiência visual*. 2013.

MACIEL, Maria Regina Cazzaniga. *Portadores de deficiência: A questão da inclusão social*. São Paulo Perspec. vol.14 no.2 São Paulo Apr./June 2000.

MADEIRA, Elisângela Andrade Assis; CARVALHO, Sueli Galego de. *Paralisia cerebral e fatores de risco ao desenvolvimento motor: uma revisão teórica*. Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento, São Paulo, v.9, n.1, p.142-163, 2009.

MANCINI, M. C; ALVES, A. C. M; SCHAPER, C; FIGUEIREDO, E. M; SAMPAIO, R. F; COELHO, Z. A. C; TIRADO, M. G. A. *Gravidade da paralisia cerebral e desempenho funcional*. Rev. bras. fisioter. Vol. 8, No. 3 (2004), 253-260.

MARCOLIN, Adriana Aparecida de Almeida. *As tecnologias de comunicação alternativa a serviço da diversidade: a contribuição do software Boardmaker® with speaking dynamically pro v.6 na educação inclusiva de alunos com paralisia cerebral no município de Vacaria*. 2013.

MORAIS, Everson Matias de; LOPER, Adriane Aparecida. *Interação Humano-Computador*. Londrina: UNOPAR, 160 p, 2014.

RADABAUGH, M. P. *NIDRR's Long Range Plan – Technology for Access and Function Research Section Two: NIDRR Research Agenda Chapter 5: TECHNOLOGY FOR ACCESS AND FUNCTION*  
[http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp\\_ov.html](http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp_ov.html)

RODRIGUES, Patrícia Rocha; ALVES, Lynn Rosalina Gama. *Tecnologia assistiva – uma revisão do tema*. HOLOS, Ano 29, Vol. 6, 2013.

ROSA, Greisy Kelli Broio; et al. *Desenvolvimento motor de criança com paralisia cerebral: avaliação e intervenção*. Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, Mai.-Ago. 2008, v.14, n.2, p.163-176.

SANTOS FILHO, João Venâncio Abreu et al. Software para dispositivo eletrônico baseado em Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA) para pessoas com deficiência. *Revista de Iniciação Científica*, v. 12, n. 1.

SANTOS, Alisson Fernando dos. *Paralisia cerebral: uma revisão da literatura*. Montes Claros, v. 16, n. 2 - jul./dez. 2014. (ISSN 2236-5257).

TEIXEIRA, Clarissa Stefani; ALVES, Rudi Facco; PEDROSO, Fleming Salvador. *Equilíbrio corporal em crianças com paralisia cerebral*. Salusvita, Bauru, v. 29, n. 2, p. 69-81, 2010.

VIEIRA, Gisele Amanda. *A tecnologia assistiva como recurso de inclusão: cruzando perspectivas e conceitos*.

VILELA, Flávia. *IBGE: 6,2% da população têm algum tipo de deficiência*. Disponível em: < <http://www.ebc.com.br/noticias/2015/08/ibge-62-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>>. Acesso em: 28 de Jun. 2016.

VYGOTSKY, L. *A Formação Social da Mente*. SP, Martins Fontes, 1987.