

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE MARÍLIA  
Faculdade de Filosofia e Ciências

MARCELO GRANDINI SPILLER

**AVALIAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE ENTRADA PARA ACESSO AO  
COMPUTADOR POR ALUNOS COM PARALISIA CEREBRAL**

Marília  
2017

MARCELO GRANDINI SPILLER

**AVALIAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE ENTRADA PARA ACESSO AO  
COMPUTADOR POR ALUNOS COM PARALISIA CEREBRAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP – campus de Marília, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação.

Área de Concentração: Ensino da Educação Brasileira.

Linha de Pesquisa: Educação Especial no Brasil.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lígia Maria Presumido Bracciali.

Marília

2017

Spiller, Marcelo Grandini.

S756a Avaliação de dispositivos de entrada para acesso ao computador por alunos com paralisia cerebral / Marcelo Grandini Spiller. – Marília, 2017.  
99 f. ; 30 cm.

Orientador: Lígia Maria Presumido Braccialli.

Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências, 2017.

Bibliografia: f. 77-87

1. Educação especial. 2. Equipamentos de auto ajuda para deficientes. 3. Paralisia cerebral. 4. Computadores e deficientes. I. Título.

CDD 004.087

MARCELO GRANDINI SPILLER

**AVALIAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE ENTRADA PARA ACESSO AO  
COMPUTADOR POR ALUNOS COM PARALISIA CEREBRAL**

Tese para obtenção do título de Doutor em Educação

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lígia Maria Presumido Bracciali – Departamento de Educação  
Especial / UNESP Marília

---

**1º Examinador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rita de Cássia Tibério Araújo – Departamento de Fisioterapia e  
Terapia Ocupacional / UNESP Marília

---

**2º Examinador:** Prof. Dr. Nilson Rogério da Silva – Departamento de Fisioterapia e Terapia  
Ocupacional / UNESP Marília

---

**3º Examinador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Garcia Gonçalves - Departamento de Psicologia /  
Universidade Federal de São Carlos

---

**4º Examinador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gerusa Ferreira Lourenço - Departamento de Terapia  
Ocupacional / Universidade Federal de São Carlos

Marília, 06 de Setembro de 2017.

À minha amada família: Luciana, Lucas, Gabriel e Ana Clara.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, por me conceder saúde, coragem, garra e determinação para chegar até aqui. Por mais esta oportunidade de evoluir.

Aos meus pais, por me ensinarem a ir atrás dos meus objetivos.

À minha amada esposa Luciana, por todo incentivo e apoio necessário à realização deste sonho. A você minha eterna gratidão.

Aos meus amados filhos Lucas e Gabriel, pelo amor que me renova e me inspira todos os dias.

À minha mãe Marta e minha sogra Clarice por cuidarem de meus filhos nos muitos momentos em que estive ausente.

À minha orientadora professora Lígia Maria Presumido Bracciali, por todas as oportunidades de evoluir, por todos os saberes compartilhados com tanta maestria, pela paciência, pela compreensão, enfim, muito obrigado por tudo! Você transformou a minha vida. A você minha eterna gratidão.

A todos os professores, titulares e suplentes, das bancas de qualificação e defesa, pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições no aprimoramento deste trabalho. Em especial às Professoras Adriana Garcia Gonçalves e Rita de Cássia Tibério Araújo pelas valiosas contribuições no exame de qualificação.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa “Deficiências Físicas e Sensoriais” da UNESP de Marília, pela acolhida e por todo conhecimento compartilhado.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação em Educação da UNESP de Marília, pela atenção e competência.

Aos participantes deste estudo e suas famílias, pela disponibilidade e pela confiança.

À Faculdade Estácio de Sá de Ourinhos, por todo apoio necessário à concretização de mais esta conquista.

À CAPES e ao CNPQ pelo auxílio financeiro, e pelo apoio na compra dos equipamentos para a realização deste trabalho.

A todos que colaboraram de alguma forma, para a realização deste trabalho, muito obrigado!

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória nem derrota”.

Theodore Roosevelt



## RESUMO

SPILLER, M. G. **Avaliação de Dispositivos de Entrada para Acesso ao Computador por Alunos com Paralisia Cerebral**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2017.

O computador tem sido cada vez mais utilizado por professores como recurso para o ensino de alunos com paralisia cerebral durante as atividades escolares. Devido aos comprometimentos motores impostos por tal desordem, estes alunos podem apresentar dificuldades de acesso ao computador dependendo do dispositivo de entrada utilizado. Existem dispositivos convencionais, como o *mouse* e o teclado padrão, e também aqueles de maior tecnologia como a tela sensível ao toque e os acionadores eletrônicos pelo olhar, como o *eye tracker*, que podem auxiliar neste processo. Mas qual deles proporciona ao aluno com paralisia cerebral, melhor acesso ao computador: o *mouse* convencional, a tela sensível ao toque ou o *eye tracker*? O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia destes três dispositivos de entrada no acesso ao computador por alunos com paralisia cerebral. Participaram do estudo 15 alunos com paralisia cerebral com idade entre 6 e 14 anos, com níveis GMFCS e MACS de I a V. Para a avaliação da eficácia dos dispositivos, os participantes usaram um notebook com tela sensível ao toque, um *mouse* convencional e um *eye tracker* para realizar tarefas com os seguintes *softwares*: o *Discrete Aiming Task 2.0*, para avaliar o tempo de resposta do usuário na tarefa de seleção de alvo; o *Tracking Task 2.0*, para avaliar o a porcentagem de tempo no círculo e a frequência de erros na seleção e rastreamento de alvo e, o *Single Switch Performance Test (SSPT) 1.0* para avaliar o tempo médio de acionamento de um alvo. Para avaliação do grau de satisfação dos participantes com relação aos dispositivos foi utilizada uma escala analógica visual. Por fim, os usuários foram questionados sobre a preferência dos dispositivos utilizados. Foi realizada análise estatística não paramétrica com nível de significância  $p \leq 0,05$ . Os resultados significativos estatisticamente mostraram que: (1) o *eye tracker* causou menor frequência de erros, no uso do *software Tracking Task v.2.0*; (2) o *mouse* apresentou o menor tempo médio de acionamento no *SSPT*; (3) A tela sensível ao toque foi o mais eficaz na variável tempo mais lento de acionamento no *SSPT*; (4) Os participantes com o nível de habilidade manual mais comprometido usaram menos o *mouse*. As comparações entre: os níveis de habilidade manual e a preferência do dispositivo; os níveis de habilidade motora e a preferência do dispositivo; o gênero dos usuários e a preferência do dispositivo; a classificação topográfica e a preferência do dispositivo, não indicaram diferenças significativas. Observou-se diferença estatística entre o nível de classificação de habilidade manual com a possibilidade de conseguir usar o *mouse*. O nível de função motora grossa e de habilidade manual dos participantes tem relação com a satisfação com os dispositivos de entrada. Conclui-se que o *eye tracker* foi o dispositivo mais eficaz na tarefa de seleção de alvos; o *mouse*, o mais eficaz para os tempos médio e mais rápido de acionamento e, também, para o rastreamento de alvos; a tela sensível ao toque foi mais eficaz na variável tempo mais lento de acionamento e no tempo de resposta para seleção de alvo. A maioria dos participantes preferiu a tela sensível ao toque e demonstrou maior satisfação pela tela sensível ao toque e pelo *eye tracker*. Espera-se que o presente estudo possa auxiliar e orientar o professor na seleção do dispositivo para acesso ao computador para o aluno com paralisia cerebral.

**Palavras-chave:** Educação Especial; Tecnologia Assistiva; Paralisia Cerebral; Computador; Dispositivo de Entrada.

## ABSTRACT

SPILLER, M. G. **Evaluation of Input Devices for Computer Access by Cerebral Palsy Students.** 2017. Thesis (Doctoral Degree in Education). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2017.

Computer has been increasingly used by teachers as a resource for teaching students with cerebral palsy in school activities. Due to the motor impairments imposed by such disorder, these students may have difficulties in computer access depending on the input device used. There are conventional devices, such as mouse and standard keyboard, as well as those with higher technology such as touch screen and electronic triggers by the look, such as eye tracker, that can help in this process. But which one gives the cerebral palsy students better computer access: the conventional mouse, touch screen or eye tracker? The objective of this study was to evaluate the effectiveness of these three input devices in computer access by cerebral palsy students. Participated in the study fifteen cerebral palsy students aged 6 to 14 years with GMFCS and MACS levels from I to V. For evaluation device efficacy, participants used a notebook with a touch screen, a conventional mouse and a eye tracker to perform tasks with the following softwares: the Discrete Aiming Task 2.0, to evaluate the user response time in the target selection task; Tracking Task 2.0, to evaluate the percentage of time in the circle and the errors frequency in selection and tracking target, and the Single Switch Performance Test (SSPT) 1.0 to evaluate the average trigger time of a target. In order to evaluate the participants' satisfaction with the devices, was used the an analogue visual scale. Finally, users were asked about the devices preference. Non-parametric statistical analysis was performed with significance level  $p \leq 0.05$ . Statistically significant results showed that: (1) Eye tracker caused less error frequency in the use of the Tracking Task v.2.0 software; (2) Mouse had the shortest average drive time in the SSPT; (3) Touch screen was the most effective in the variable slower drive time in the SSPT; (4) Participants with the most compromised manual skill level used the mouse the least. Comparisons between: manual skill levels and device preference; Motor skill levels and device preference; The gender of the users and the device preference; Topographical classification and device preference didn't indicate significant differences. Was observed a statistical difference between the level of manual skill classification and the possibility of using the mouse. Level of gross motor function and manual skill of participants is related to satisfaction with input devices. Concluded that eye tracker was the most efficient device in target selection task; Mouse, the most effective for the medium and fastest activation times and also for the tracking targets; Touch screen was more effective in the time variable slower of activation and response time for target selection. Most participants preferred touch screen and showed greater satisfaction with touch screen and eye tracker. Expected that the present study can help and guide the teacher in the selection of the device for access to the computer for the student with cerebral palsy.

**Keywords:** Special Education; Assistive Technology; Cerebral Palsy; Computer; Input Device.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	12
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	20
2.1 Paralisia Cerebral: definição, conceituação e caracterização	20
2.2 Tecnologia Assistiva: definição, conceituação e classificação	24
2.3 O Computador e os dispositivos de entrada como recursos de Tecnologia Assistiva	28
<b>3 OBJETIVOS</b>	34
<b>4 MÉTODO</b>	35
4.1 Delineamento da pesquisa	35
4.2 Procedimentos éticos	35
4.3 Participantes	36
4.3.1 Critérios de inclusão para os participantes	37
4.3.2 Critérios de exclusão para os participantes	38
4.4 Local e período de realização da pesquisa	38
4.5 Equipamentos, <i>softwares</i> e instrumentos para a coleta de dados	38
4.5.1 Equipamentos para a coleta de dados	38
4.5.2 <i>Softwares</i> para a coleta de dados	39
4.5.3 Instrumentos para a coleta de dados	42
4.6 Procedimentos preliminares para a coleta de dados	43
4.7 Procedimentos para a coleta de dados	45
4.7.1 Preparação dos participantes e do ambiente para a coleta de dados	46
4.8 Procedimentos para a análise dos dados	51
4.8.1 Análise Estatística	51
<b>5 RESULTADOS</b>	53
<b>5.1 Desempenho individual</b>	53
5.1.1 Tempo total de resposta	53
5.1.2 Tempo médio para acionamento dos dispositivos de entrada	54
5.1.3 Tempo mais rápido para acionamento dos dispositivos de entrada	55
5.1.4 Tempo mais lento para acionamento dos dispositivos de entrada	55
5.1.5 Porcentagem de tempo no círculo	56
5.1.6 Frequência de erros	57

5.1.7 Preferência em relação aos dispositivos de entrada	57
5.1.8 Satisfação em relação aos dispositivos de entrada	58
<b>5.2 Resultados da análise por grupo</b>	<b>58</b>
5.2.1 Tempo total de resposta	58
5.2.2 Tempo médio para acionamento dos dispositivos de entrada	59
5.2.3 Tempo mais rápido para acionamento dos dispositivos de entrada	59
5.2.4 Tempo mais lento para acionamento dos dispositivos de entrada	60
5.2.5 Porcentagem de tempo no círculo	61
5.2.6 Frequência de erros	61
5.2.7 Preferência em relação aos dispositivos de entrada	62
5.2.8 Satisfação em relação aos dispositivos de entrada	63
<b>6 DISCUSSÃO</b>	<b>67</b>
<b>7 CONCLUSÕES</b>	<b>73</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>91</b>

## APRESENTAÇÃO

No fim de minha graduação em Fisioterapia, na Universidade Tuiuti do Paraná, na cidade de Curitiba-PR, mais especificamente no ano de 2002, durante estágio curricular em Neuropediatria, tive meu primeiro contato com indivíduos com paralisia cerebral (PC). Nesta oportunidade, pude observar as disfunções corporais que acometiam esta população, o quanto elas limitavam suas atividades da vida diária e ficava imaginando as implicações para sua participação na sociedade, no domicílio e na escola.

Após a conclusão do curso em 2003, iniciei minha atuação profissional como fisioterapeuta na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) em uma cidade do interior de São Paulo. Nesta instituição funcionava uma escola de educação especial e um setor de reabilitação, ambientes nos quais desenvolvia minhas atividades. Nestes ambientes tive a rica experiência de atender indivíduos com síndromes congênitas, com os vários tipos de deficiências, e também indivíduos com PC, que apresentavam os mais diversos comprometimentos motores. Estes constituíam a clientela mais comum de meus atendimentos.

No ambiente escolar da instituição, minha prática profissional era direcionada a prestar orientações para professores e alunos dentro de sala de aula. As orientações abordavam aspectos sobre o posicionamento nos mobiliários da sala que apresentava mesas e cadeiras convencionais e também cadeiras de rodas adaptadas que acomodavam os alunos com comprometimento motor severo. Além das orientações, também realizava adaptações nestes mobiliários. Todo este trabalho tinha como objetivo melhorar a participação e o desempenho desses alunos nas atividades propostas pelos professores, contribuindo para uma melhor acessibilidade, melhor desempenho e inclusão no ambiente escolar. Entretanto, percebia que aqueles alunos com PC e comprometimentos motores mais severos não ficavam posicionados de maneira adequada em nenhum dos mobiliários disponíveis. Esta condição lhes tirava a oportunidade de participar da aula de maneira efetiva, pois não era possível obter um adequado posicionamento da cabeça que pelo menos lhes proporcionassem melhores condições para interação visual com a sala e com as pessoas que ali estavam. Este fato me causava grande inquietação. Despertara ali meu interesse em ajudar esta população, usar de meu modesto conhecimento para tentar atenuar os impactos causados por suas limitações corporais, contribuir para que tivessem uma melhor qualidade de vida.

Esta mesma inquietação me levou à concepção e à confecção de um mobiliário para tentar solucionar esta problemática. Foi confeccionada uma prancha ortostática<sup>1</sup> adequada para alunos com PC e quadro motor severo. Restava saber se ela seria efetiva para tal fim, e de que maneira poderia comprovar essa efetividade cientificamente. Estas questões me levaram ao ingresso no Mestrado em Educação na UNESP de Marília em 2010. Nesta empreitada, orientado pela Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ligia Maria Presumido Braccialli, tivemos como proposta avaliar a efetividade da prancha ortostática com alunos com PC segundo a opinião de profissionais da educação e da saúde em situação de atendimento. Os resultados indicaram que a prancha era efetiva para tal proposta, porém necessitava de algumas modificações.

Logo no início do mestrado tive a grata oportunidade de ingressar no grupo de pesquisa “Deficiências Físicas e Sensoriais”, do qual participo até o momento. Este grupo, liderado pelo Prof. Dr. Eduardo José Manzini e pela Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ligia Maria Presumido Braccialli, dentre suas diversas atividades, dedica parte de sua atuação em pesquisas sobre Tecnologia Assistiva (TA). Foi nesta oportunidade que conheci tão nobre área do conhecimento e fui tomado pelo interesse em desenvolver pesquisas sobre a temática. Pude conhecer a existência de inúmeros tipos de recursos de TA, cada um com uma função e aplicação diferente. Descobri que muitos dos utensílios e equipamentos que utilizava na prática profissional eram recursos de TA e, que a prancha ortostática, objeto de estudo em minha pesquisa de mestrado se tratava de um recurso de TA utilizado para adequação postural. Tomei conhecimento que dentre tais recursos existiam aqueles destinados a auxiliar pessoas com deficiências no uso do computador. A partir de então fiquei imaginando como estes dispositivos poderiam auxiliar indivíduos com PC em tal tarefa.

No segundo semestre de 2013 ingressei no Doutorado em Educação na UNESP de Marília. Neste curso tive a oportunidade de cursar a disciplina “Tecnologia Assistiva: recursos e estratégias para o ensino do aluno com deficiência”, ministrada pelas professoras Dr<sup>ª</sup>. Ligia Maria Presumido Braccialli, Dr<sup>ª</sup>. Rita de Cássia Tibério Araújo e Dr<sup>ª</sup>. Débora Deliberato. Nesta oportunidade pude conhecer e pesquisar sobre os recursos de TA para auxílio de pessoas com deficiência no uso computador, dentre eles os chamados dispositivos de entrada.

Dispositivos de entrada é a expressão utilizada na área da tecnologia e da informática para se referir àqueles equipamentos e acessórios utilizados para inserir

---

<sup>1</sup> Mobiliário utilizado para adequação da postura em pé que conta com um sistema de inclinação. Neste equipamento o indivíduo estando em decúbito dorsal, tem o seu tronco, sua pelve e seus joelhos imobilizados por cintos. Por fim a prancha é inclinada e o usuário permanece na postura em pé (ortostática).

informação (dados) no computador para posterior processamento (TANENBAUM; AUSTIN, 2013). Os dispositivos de entrada mais conhecidos e mais tradicionais são o *mouse*, o teclado, a câmera (*webcam*) e a tela sensível ao toque. Outros não tão conhecidos: sistemas de reconhecimento de voz, sistemas de reconhecimento de gestos e o *eye tracker*. Este último me chamou muito a atenção pelo grau de tecnologia agregado, pois permitiria ao usuário acessar o computador apenas com o movimento dos olhos. Tal informação me fez refletir sobre o quanto um *eye tracker* poderia ajudar indivíduos com PC no acesso ao computador, sobretudo naqueles com maior comprometimento motor.

Para a realização deste estudo foram selecionados o *mouse* convencional, a tela sensível ao toque e o *eye tracker* e foi avaliada a eficácia de cada um para acesso ao computador por alunos com paralisia cerebral.

Considerando as especificidades e o quadro motor diversificado de cada indivíduo com paralisia cerebral é que se optou pela escolha de tais dispositivos, pois cada um deles exige um tipo de demanda motora para o uso. O *mouse* e o toque na tela demandam boas condições motoras de todo o membro superior. O *mouse* principalmente do antebraço e da mão, e o toque na tela, do ombro e de algum dedo que esteja em condições de apontar. Vale ressaltar que para o uso do *mouse*, o antebraço e a mão geralmente ficam apoiados em uma superfície, já o toque na tela exige que o usuário mantenha seu membro superior suspenso e um dedo estendido, o que exige maior demanda motora. O uso do *eye tracker* exige boas condições motoras de cabeça e de pescoço, mas primordialmente a movimentação dos olhos. Diante do exposto, com a escolha destes dispositivos é possível oferecer ao aluno com PC três diferentes condições de uso do computador. Por mais grave que seja o comprometimento motor do indivíduo com paralisia cerebral, um destes três dispositivos talvez possa lhe proporcionar a oportunidade de usar o computador.

Diante do exposto fui tomado pelos seguintes questionamentos: Quais destes dispositivos de entrada podem de fato auxiliar esta população no acesso ao computador? O *eye tracker*, pela possibilidade de controlar o computador somente com os olhos seria mais eficaz para aqueles indivíduos com PC de maior comprometimento motor?

Tais questionamentos se intensificaram quando fui convidado a participar do projeto de pesquisa: “Fatores que interferem no desempenho do aluno com paralisia cerebral no computador: avaliação do design da imagem e dispositivos de entrada”, de autoria de minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ligia Maria Presumido Braccialli, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), com envolvimento de uma equipe composta por alunos de graduação, de aprimoramento, de mestrado e de doutorado.

A pesquisa junto a essa equipe me forneceu subsídios necessários para um melhor delineamento daqueles questionamentos e, conseqüentemente para a construção de meu projeto de doutorado.



## 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (2013), aproximadamente 6,2% da população brasileira apresenta algum tipo de deficiência. Os mesmos dados mostram que 1,3% deste montante apresenta algum tipo de deficiência física e, que quase metade destas pessoas, cerca de 46,8%, apresentam grau intenso ou muito intenso de limitações (IBGE, 2013). Considerando a caracterização e a distribuição da população escolar brasileira, dados do Censo Escolar de 2016, mostram que 607.044 alunos com deficiência encontram-se matriculados no ensino fundamental (INEP, 2016).

Para atender esses alunos, o governo federal, por intermédio do Ministério da Educação e Cultura (MEC) oferece no ensino regular das escolas públicas o Atendimento Educacional Especializado (AEE) realizado nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRM). Dentre os alunos com deficiência estão aqueles com Paralisia Cerebral (PC), que, segundo Krägeloh-Mann e Cans (2009), é considerada a causa mais comum de deficiência física.

De acordo com informações do Manual de Orientação do Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais, para o atendimento deste público, o governo federal têm implantado salas por todo o país ao longo dos anos (MEC, 2012).

As SRM podem ser definidas como um espaço organizado com equipamentos de informática, ajudas técnicas<sup>2</sup>, materiais pedagógicos e mobiliários adaptados para o atendimento do aluno com deficiência (BRASIL, 2007).

O professor responsável por estes atendimentos nas SRM tem a função de promover a escolarização do aluno de acordo com as habilidades e necessidades específicas de cada um. Dentre suas atribuições, este profissional deve incentivar o uso, acompanhar a funcionalidade e a usabilidade de um recurso ou dispositivo de Tecnologia Assistiva (TA), no ambiente escolar e também confeccioná-los, quando necessário, na tentativa de favorecer a interface com a área da saúde (MEC, 2012).

No que se refere ao atendimento do aluno com deficiência física a escola deve oferecer condições de acessibilidade por meio da eliminação de barreiras arquitetônicas; da adequação do mobiliário escolar; da disponibilização de recursos pedagógicos adaptados e de equipamentos de informática que possibilite ou facilite o uso independente do computador (ALVES, 2006).

---

<sup>2</sup> “Produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida” (BRASIL, 2004).

Mas, para que o aluno com PC possa utilizar um dispositivo de modo eficaz é necessário que ele tenha um método de acesso adequado ao computador.

Segundo Angelo (1997), acesso é considerado o ponto de contato entre o indivíduo e a TA. O Autor explica que cinco fatores devem ser considerados na avaliação dos métodos de acesso: velocidade, precisão, controle, confiabilidade e resistência. A velocidade diz respeito à agilidade que o uso do recurso pode proporcionar para a realização das ações. A precisão faz referência à exatidão e à eficácia que o recurso pode proporcionar com o seu uso, fator que pode interferir na velocidade de uso, pois, quanto mais precisão conferida, mais rápida a realização de uma ação. O controle que o usuário exerce sobre o recurso determina o seu nível de independência. A confiabilidade está relacionada com a habilidade que o usuário tem para executar um ato motor e ativar um recurso. A resistência do recurso influenciará no tempo de uso, pois quanto mais resistente maior a sua durabilidade. A observância e a combinação destes fatores determinarão a eficiência, a frequência e a independência do usuário no uso de recurso de TA.

Nesta direção, deve ser priorizado um método de acesso com o qual o usuário possa executar a atividade com maior rapidez, sem comprometer a precisão, pois dispositivos com precisão limitada tendem a ser abandonados pelo usuário (ANGELO, 1997; BRACCIALLI, 2007; 2009; VERZA et al., 2006).

Estudos têm avaliado velocidade e precisão do *mouse* na tarefa de seleção de alvos no computador (FAQUIN, 2012; OKAZAKI et al. 2013; PEREIRA et al., 2014).

Para Salomão e Souza (2012), apenas disponibilizar recursos de TA parece não ser suficiente, mas também é importante a orientação dos professores quanto ao uso e funcionamento desses dispositivos e quanto ao perfil do aluno usuário ao qual deve ser recomendado e a melhor forma de utilização para cada caso, cuidados que podem contribuir para que não fiquem esquecidos nos armários das escolas.

Por exemplo, é importante disponibilizar o computador nas SRM com os recursos que facilitem o seu uso por alunos com deficiência física, bem como orientar os professores quanto ao manuseio destes equipamentos, para quais alunos recomendar e utilizar. Quanto ao uso do computador por alunos com deficiência física em SRM Queiroz (2015) sugere que, além dos recursos já oferecidos nos kits, deveriam ser oferecidos recursos de TA mais específicos, como por exemplo, o *mouse* estático de esfera, *software* com sistema de varredura, *notebooks* ou *tablets* com tela sensível ao toque.

O computador tem sido reconhecido cada vez mais como um importante aliado na aprendizagem de crianças com deficiência nas tarefas escolares, nas de casa e no lazer

(STANDEN et al., 2011). Raya et al. (2010) consideram a interação entre a criança com deficiência física e o computador uma estratégia interessante para estimulação das habilidades residuais, entretanto, os recursos mais convencionais para uso do computador, como *mouse*, *joysticks*, teclados, são difíceis de serem controlados por esta população, fato que diminui as oportunidades de acesso.

Na maioria das vezes, o comprometimento motor severo impede estes alunos de utilizar um dispositivo mecânico de entrada para o computador. Além do déficit motor, eles também podem apresentar comprometimento da oralidade, que os limita o acesso ao computador por meio de sistemas ativação por som. Neste caso esses alunos precisam de interfaces de acesso direto, não mecânico (MAN; WONG, 2007).

Na tentativa de aumentar as oportunidades de acesso ao computador a indústria tem desenvolvido interfaces inovadoras, como por exemplo, *softwares* que substituem o *mouse* e o teclado padrão e também dispositivos que podem ser controlados e acionados por meio de movimentos corporais, movimentação dos olhos, movimentos de boca, voz, pressão, tração e sopro.

Uma das interfaces que têm sido muito utilizada é a tela sensível ao toque, chamado também de *touchscreen*. Esta tecnologia tem sido aplicada em vários dispositivos, tais como computadores, caixas eletrônicos, aparelhos celulares e *tablets*. A tela sensível ao toque é capaz de decodificar milhares de pontos, passando informações do toque, como o arraste, o toque simples ou duplo, ao sistema eletrônico do dispositivo (WILKIE; MAK; SAKSIDA, 1994; PARK; LEE; KIM, 2011).

Mais recentemente tem sido estimulado o uso do *eye tracker* como dispositivo de entrada de computadores para apontar e acionar alvos. Kammerer et al. (2008) apresentam uma série de razões pelas quais a utilização do olhar como meio para seleção de alvos pode ser interessante: (1) quando as mãos estão ocupadas ou indisponíveis, o olhar constitui-se um canal adicional e independente de entrada; (2) os olhos têm os músculos mais rápidos do corpo humano e os usuários tendem a procurar o alvo antes de iniciar a ação manual. O que poderia indicar que o olhar teoricamente é um método de entrada rápido; e (3) os usuários podem realizar milhares de movimentos oculares sem qualquer fadiga aparente.

Contudo, vale ressaltar que o homem não está familiarizado com a utilização de seus olhos para tais fins em seu cotidiano. Estudos com indivíduos adultos, sem deficiência apresentaram desvantagens no uso desses dispositivos, pois podem ser sensíveis aos movimentos da cabeça do usuário e ter a precisão em apontar limitada pelo tamanho da fóvea

do olho humano, dependem de calibração precisa e podem causar o efeito toque Midas<sup>3</sup> (VERTEGAAL, 2008), além de ter custo mais elevado.

Como o computador está disponível nas SRM e pode ser utilizado por professores durante as atividades escolares realizadas com seus alunos com PC, esta população se beneficiaria de estudos que avaliassem a eficácia de dispositivos de acesso ao computador, fato este que poderá influenciar na seleção de recursos pelo professor com o intuito de favorecer o desempenho escolar e a comunicação.

Neste contexto, com a realização deste trabalho, espera-se disponibilizar ao professor a informação de qual ou quais dispositivos de entrada proporcionam ao aluno com PC, melhores condições de acesso ao computador: o *mouse* convencional, a tela sensível ao toque ou o *eye tracker*. Acredita-se que tais informações possam direcionar melhor os profissionais em suas práticas pedagógicas.

---

<sup>3</sup> Toque de Midas = Efeito causado pela sobrecarga da função de entrada visual do olho, que provoca, em parte dos usuários, a seleção inadvertida ou ativa de qualquer alvo que ocorra a fixação dos olhos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são abordadas as seguintes temáticas: Paralisia Cerebral, sua definição, conceituação e caracterização; Tecnologia Assistiva, definição, conceituação e classificação; Computador e dispositivos de entrada como recursos de Tecnologia Assistiva e por fim são apresentados alguns estudos que foram realizados com o objetivo de criação, avaliação e experimentação de dispositivos de entrada como recursos de TA para o acesso ao computador.

### 2.1 Paralisia Cerebral: definição, conceituação e caracterização

A Paralisia Cerebral (PC) é definida como um grupo de desordens definitivas do desenvolvimento motor, da postura e do movimento, que acarretam limitação na execução de atividades, causadas por um distúrbio não progressivo ocorrido durante o desenvolvimento do cérebro fetal ou imaturo. As desordens ou deficiências motoras podem estar acompanhadas por distúrbios sensitivos, perceptivos, cognitivos, comunicativos e comportamentais, por epilepsia e problemas musculoesqueléticos secundários (ROSENBAUM et al., 2007).

Braccialli (2009) afirma que na PC, apesar da lesão no cérebro imaturo ser fixa e não progressiva, as sequelas que acometem o corpo do indivíduo podem ser modificadas por fatores biológicos e ambientais.

Dados sobre a prevalência e a incidência da PC no Brasil são escassos. Em países desenvolvidos a prevalência da PC varia de 1,5 a 5,9 em 1000 nascidos vivos. Estima-se que a incidência da PC em países em desenvolvimento seja de 7 a cada 1000 nascidos vivos (ZANINI; CEMIN; PERALLES, 2009; FONSECA et al., 2011).

Quanto às causas e fatores de risco, acredita-se que em aproximadamente 6% dos indivíduos a PC tenha se desenvolvido num período de mais de 28 dias após o nascimento e antes de dois a cinco anos de idade. Para os outros 94% dos indivíduos acredita-se que a lesão cerebral tenha ocorrido durante o período pré-natal ou neonatal nos primeiros 28 dias de vida (ACPR GROUP, 2013).

A patogênese dessa lesão cerebral é conhecida por ser complexa e multifatorial, com fenômenos inter-relacionados que contribuem para a disfunção e morte celular do tecido cerebral, incluindo o acúmulo de espécies reativas de oxigênio, a liberação de aminoácidos excitatórios, depleção energética e apoptose (VEXLER; FERRIERO, 2011;

SHEPHERD et al., 2016). Entre as causas mais comuns dessas lesões estão a hipóxia por isquemia, a hemorragia, a infecção, a malformação e distúrbios metabólicos (VOLPE, 2000; ACPR GROUP, 2013).

Estudos sobre possíveis fatores de risco para PC em bebês prematuros ou a termo são abundantes. Evidências científicas sugerem que 70% a 80% dos casos de PC estão associados a fatores pré-natais (ELLENBERG; NELSON, 2013; MACLENNAN; THOMPSON; GECZ, 2015). O parto prematuro tem sido considerado um dos principais fatores de risco para a paralisia cerebral e incapacidades neurossensoriais associadas (HIMPENS et al., 2008; OSKOUI et al., 2013).

Fatores de risco adicionais ao nascimento prematuro são relatados frequentemente na literatura. São eles:

- (1) Fatores antes da concepção: idade materna baixa ou avançada; alta paridade ou nuliparidade; curto ou longo intervalo entre gestações; história de natimorto, aborto, morte neonatal ou parto prematuro; história familiar de PC e outras predisposições genéticas; baixo nível socioeconômico e condições maternas pré-existentes como, por exemplo, deficiência intelectual e epilepsia;
- (2) Fatores de risco na gravidez precoce: bebê de sexo masculino; gestação múltipla; malformações congênitas; defeitos congênitos e infecções como, por exemplo, o complexo TORCH (toxoplasmose, outras infecções, rubéola, citomegalovírus, vírus da herpes);
- (3) Fatores durante a gravidez: doença materna (ex: distúrbios da tireóide); complicações na gravidez (ex: pressão arterial elevada, pré-eclâmpsia, placenta prévia, desprendimento placentário); infecção ou inflamação intrauterina e corioamnionite; restrição de crescimento intrauterino;
- (4) Fatores em torno do tempo de nascimento e período neonatal: evento de hipóxia aguda durante o parto; acidente vascular cerebral; convulsões; hipoglicemia; icterícia e infecção, erros inatos de metabolismo (deficiência da glicose-6-fosfato desidrogenase), síndromes de anormalidades cromossômicas (MCINTYRE et al., 2011; SMITHERS-SHEEDY et al., 2014).

Uma quantidade cada vez maior de evidências sugere que anormalidades genéticas também contribuam para o desenvolvimento da PC em alguns casos (MORENO-DE-LUCA; LEDBETTER; MARTIN, 2012; OSKOUI et al., 2015). Por exemplo, enquanto anteriormente apenas 1% a 2% dos casos de PC estavam ligados a uma mutação genética

causal, estudos recentes demonstraram que de 14% a 31% dos casos de PC têm mutações causais de um gene único (MACLENNAN; THOMPSON; GECZ, 2015).

As formas de apresentação da PC variam de acordo com a extensão e a localização da lesão cerebral, fato que pode ocasionar sequelas motoras com características diversificadas, que podem ser classificadas de diferentes maneiras (GAUZZI; FONSECA, 2004).

Atualmente, devido à diversidade dos quadros clínicos da PC, classificações funcionais têm sido mais utilizadas na prática e descritas na literatura, as quais visam identificar o nível de função motora grossa (GMFCS), o nível de habilidade manual (MACS), a mobilidade funcional (FMS) e a função de comunicação (CFCS) destes indivíduos.

A *Gross Motor Function Classification System Expanded & Revised (GMFCS E & R)*, (PALISANO et al., 2007), é um sistema de classificação das habilidades motoras grossas de indivíduos com PC, com idade até 18 anos. Este instrumento contempla cinco níveis que diferem pelas limitações funcionais e pela necessidade de recursos de TA, como meios auxiliares de locomoção como andadores, muletas e cadeiras de rodas. Para o nível I, o indivíduo apresenta marcha independente e sem restrição em ambientes externos; no nível V, apresenta mobilidade severamente reduzida mesmo com o uso de recursos de TA, e também falta de independência para o controle de posturas antigravitacionais básicas. Vale ressaltar que três anos mais tarde este instrumento foi traduzido e adaptado para uso no Brasil por Hiratuka, Matsukura e Pfeifer (2010).

O *Manual Ability Classification System (MACS)* (ELIASSON et al., 2006) é um sistema de classificação da habilidade manual para indivíduos com PC. Este instrumento classifica como os indivíduos usam suas mãos para manipular objetos em suas atividades diárias. Contempla cinco níveis que diferem pelas limitações quanto à variedade de objetos e velocidade que estes são manipulados, assim como a necessidade de auxílio e/ou adaptações de atividades que envolvam estes objetos. No nível I, o indivíduo apresenta pequenas limitações, enquanto que nos níveis IV e V apresentam limitações funcionais graves. Tal instrumento também foi traduzido e adaptado para uso no Brasil por Silva, Pfeifer e Funayama (2010).

A *Functional Mobility Scale (FMS)* é uma escala que foi desenvolvida para classificar a mobilidade funcional em crianças que realizam marcha independente ou aquelas que utilizam equipamentos de auxílio à locomoção (ex: cadeira de rodas, bengalas, andadores). O instrumento pode ser usado para classificar a mobilidade funcional dos avaliados e para documentar mudanças após intervenções cirúrgicas como, por exemplo,

cirurgia corretiva ortopédica. Permite classificar a habilidade de locomoção em três distâncias 5, 50 e 500 metros, que representam a mobilidade da criança em casa, na escola e na comunidade (GRAHAM, et al. 2004).

O *Communication Function Classification System (CFCS)* (HIDECKER et al., 2011) é um instrumento que tem como objetivo classificar em cinco níveis, o desempenho da comunicação diária de indivíduos com PC. O sistema apresenta níveis de atividade e participação de acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) da Organização Mundial da Saúde (OMS). No nível I são classificados os indivíduos que se comunicam facilmente como emissor e receptor e, no nível V aqueles que apresentam comunicação difícil como emissor ou receptor. A tradução para o português foi realizada por Guedes-Granzoti (2016).

Outras formas de classificação descritas na literatura levam em consideração a forma de apresentação do tônus muscular e a distribuição topográfica do comprometimento motor em virtude da espasticidade (CANS et al., 2007; ROSENBAUM et al., 2007; HIMPENS et al., 2008; O'SHEA, 2008).

Com relação à forma de apresentação do tônus, a PC pode ser classificada em espástica, discinética, atáxica. A forma espástica, causada por lesão no sistema piramidal, caracteriza-se pela presença de tônus elevado, espasticidade, exacerbação de reflexos miotáticos, clônus e reflexo cutâneo plantar em extensão. A forma discinética, geralmente causada por uma lesão no sistema extrapiramidal, tem como característica a presença de movimentos e posturas atípicas, que ficam mais evidentes quando o indivíduo inicia um movimento voluntário. Esta forma inclui a distonia (variação exacerbada do tônus ocasionada pelo movimento) e a coreoatetose (tônus flutuante com presença de movimentos involuntários). A forma atáxica, causada por lesão no cerebelo caracteriza-se por incoordenação motora, déficit de equilíbrio, tremor, marcha com aumento da base de sustentação, mais evidente durante o movimento. (SCHOLTES et al., 2006; CANS et al., 2007; ROSENBAUM et al., 2007; HIMPENS et al., 2008; O'SHEA, 2008; BRASIL, 2013).

Quanto à distribuição topográfica do prejuízo motor em virtude da espasticidade, a PC pode ser classificada em unilateral (monoplegia e hemiplegia) e bilateral (diplegias, triplegias, quadriplegias) (ROSENBAUM et al., 2007; O'SHEA, 2008; BRASIL, 2013).

Em decorrência de todas as manifestações clínicas da PC, o indivíduo com esta condição pode apresentar comprometimento e limitação: na aquisição de marcos motores fundamentais (rolar, sentar, engatinhar e andar); no desempenho de atividades motoras



globais e finas; nas habilidades funcionais; nas atividades da vida diária. Todas estas limitações causam restrição na participação social nos diversos contextos ambientais (ROSENBAUM et al., 2007; MANCINI et al., 2004).

O acesso a TA tem contribuído para amenizar o impacto que as limitações funcionais causam na vida das pessoas com PC, pois proporciona uma participação mais efetiva desses indivíduos nas atividades domiciliares, escolares, de lazer e de trabalho (BRACCIALLI, 2009). A autora acrescenta que a disponibilização de recursos de TA pode contribuir para maximizar as potencialidades de indivíduos com PC, melhorar a independência funcional, aumentar a interação social e, evidentemente, favorecer sua qualidade de vida e a das pessoas que os cercam. Além disso, a TA também pode contribuir na diminuição do gasto energético do indivíduo (REIS; REZENDE, 2007), fator que é primordial para indivíduos com PC.

A expectativa e a qualidade de vida de indivíduos com PC têm aumentado nos últimos anos, inclusive daqueles com quadros clínicos mais graves, devido aos seguintes fatores: realização de diagnósticos mais precoces e precisos; tratamento mais adequado e eficaz para infecções respiratórias; maior oferta e disponibilidade de suporte ventilatório quando necessário; melhora das condições socioeconômicas da população; melhores condições de intervenção escolar; aumento no desenvolvimento, na disponibilidade e na oferta de recursos de TA (MSALL, PARK, 2008).

## **2. 2 Tecnologia Assistiva: definição, conceituação e classificação**

O documento “*Technology-related assistance for individuals with disabilities*”, da Constituição Norte Americana de 1988 define Tecnologia Assistiva como recursos e serviços que auxiliam pessoas com deficiências. O mesmo documento explica que o termo “Recursos” refere-se a todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida, para ampliar, manter ou melhorar as habilidades funcionais da pessoa com deficiência. Já “Serviços” seriam auxílios prestados por profissionais habilitados diretamente à pessoa com deficiência, para selecionar, comprar ou usar os recursos (PUBLIC LAW 100-407, 1988).

No Brasil, o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), em 2007 apresentou a seguinte definição para TA:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT, 2007).

De acordo com Verza et al. (2006), a TA têm como objetivo compensar as limitações funcionais e sensoriais de um indivíduo, de maneira que lhe permita obter o máximo de independência e satisfação.

Segundo Bersch e Machado (2007) o objetivo da TA é amplo e tem característica multidisciplinar, pois pode envolver profissionais de diversas áreas que são responsáveis pela avaliação do indivíduo que faz uso da tecnologia. As autoras explicaram que estes mesmos profissionais indicarão o recurso de TA mais apropriado, bem como tratam do desenvolvimento e do ensino da utilização do mesmo. Complementam que todo esse processo tem como objetivo proporcionar ao usuário melhor qualidade de vida e inclusão social.

Para entender melhor o uso da TA é importante salientar que os serviços oferecidos devem oferecer recursos destinados a suprir ou assistir uma função comprometida do usuário, e não modificar o funcionamento intrínseco do indivíduo. Para exemplificar tal colocação é possível citar o uso da cadeira de rodas que pode substituir a função da marcha, porém não ensina o indivíduo a andar (ANSON, 2005; ROCHA, 2010).

A Portaria Interministerial nº 362, de 24 de Outubro de 2012 (BRASIL, 2012) classificou os recursos de TA em 12 categorias que foram organizadas de acordo com os objetivos funcionais a que se destinam. São elas:

- (1) Auxílios para a vida diária: materiais e utensílios que auxiliam no desempenho autônomo das atividades rotineiras. Ex: Talheres modificados, abotoadores, velcros;
- (2) Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA): recursos destinados a facilitar a comunicação em pessoas sem fala ou escrita funcional. Ex: Pranchas de CAA, vocalizadores;
- (3) Recursos de acessibilidade ao computador: recursos para o computador mais acessível para pessoas com privações sensoriais, intelectuais ou motoras. Inclui dispositivos de entrada (*mouses* e teclados adaptados, e acionadores eletrônicos pelo olhar – *eye tracker*, e tela sensível ao toque) e também Dispositivos de Saída (monitores, impressoras);

- (4) Sistemas de controle de ambiente: sistemas que permitem o controle de ambientes por meio de *softwares*, aplicativos de maneira remota. Ex: Sistemas que podem ligar ou desligar eletroeletrônicos, acender e apagar luz por meio de aplicativo de *tablet*.
- (5) Projetos arquitetônicos para acessibilidade: projetos de edificação e urbanismo que garantem melhor acessibilidade, funcionalidade e mobilidades para todas as pessoas. Ex: Escadas com rampas, elevadores para cadeirantes, banheiros adaptados;
- (6) Órteses e próteses: Órteses são dispositivos utilizados para posicionar, estabilizar e melhorar funções de segmentos corporais. Próteses: peças que substituem segmentos corporais ausentes;
- (7) Adequação postural: equipamentos que garantam posturas alinhadas, estáveis e confortáveis. Ex: Cadeiras adaptadas, estabilizadores ortostáticos;
- (8) Auxílios de mobilidade: recursos que promovem melhores condições de mobilidade. Ex: Cadeiras de rodas, andadores, muletas;
- (9) Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas: recursos que melhoram a função visual. Ex: Lupas manuais, *softwares* ampliadores de telas.
- (10) Auxílios para ampliação da habilidade auditiva e para autonomia da comunicação de pessoas com déficit auditivo, surdez e surdo-cegueira: equipamentos que potencializam a função auditiva. Ex: Aparelho auditivo, aplicativos que traduz língua de sinais ou que transformam voz em texto;
- (11) Adaptações em veículos e em ambientes de acesso ao veículo: acessórios que auxiliam pessoas com deficiência física dirigir automóveis. Ex: Volantes e pedais adaptados, rampa para acesso de cadeirantes ao interior do veículo e,
- (12) Esporte e lazer: recursos que favoreçam a participação em atividades de lazer e em esportes. Ex: Cadeiras de rodas adaptadas, bola sonora (BRASIL, 2012).

Quanto ao nível de complexidade, custo e grau de tecnologia agregada, Cook e Hussey (2002) classificaram os recursos de TA em recursos de baixa e alta tecnologia. Os de baixa tecnologia são aqueles de baixo custo, de confecção simples e de mais fácil aquisição, ao passo que os de alta tecnologia apresentam custo alto, exigem processos de produção e confecção mais elaborados e são de mais difícil aquisição. Recursos de baixa tecnologia são aqueles com pouca sofisticação, como por exemplo, talas de posicionamento, pastas de comunicação alternativa e recursos pedagógicos adaptados. Os de alta tecnologia são mais

sofisticados e geralmente necessitam de controle eletrônico ou computadorizado, como por exemplo, vocalizadores e sistemas de controle ambiental (BRACCIALLI, 2007).

No Brasil parece predominar a prescrição, confecção e uso dos recursos de baixa tecnologia, fato que pode estar relacionado ao baixo poder aquisitivo das pessoas com deficiência, situação que os predispõe a escolherem aqueles recursos de confecção artesanal e com materiais de baixo custo disponíveis no dia-a-dia (BRACCIALLI, 2009).

Cook e Hussey (2002) explicam que não há forma permanente de se categorizar os recursos de TA, pois com a constante evolução tecnológica, novos tipos de recursos estarão sempre sendo produzidos, e o que antigamente era classificado como alta tecnologia pode se tornar algo simples e rotineiro para a época.

Analisando as classificações de recursos de TA descritas por Cook e Hussey (2002) e Brasil (2012), vale destacar que os dispositivos utilizados neste estudo, o *mouse*, a tela sensível ao toque e o *eye tracker* são dispositivos de entrada considerados recursos de acessibilidade ao computador de alta tecnologia.

Para Braccialli (2007) um recurso de TA atinge o seu objetivo se ele: a) não exigir movimentos inapropriados para o uso; b) não exigir grande gasto energético durante a utilização; c) for seguro e confortável para o usuário; d) tiver baixo custo e alta resolutividade das necessidades do usuário; e) for de fácil manutenção e uso; f) for personalizado às necessidades do usuário; g) ter boa durabilidade; h) tiver boa aceitação social ou invisibilidade relativa.

A mesma autora adverte que, caso estes cuidados não sejam observados corre-se o risco de abandono do recurso por parte do usuário. Ela também apresenta os motivos mais comuns relacionados ao abandono do recurso. São eles: 1) a falta de participação do usuário no processo de escolha do dispositivo; 2) ineficácia do dispositivo; 3) mudanças nas necessidades do usuário; 4) falta de treinamento do usuário; 5) inadequação às necessidades do usuário; 6) uso complexo; 7) má aceitação social do dispositivo; 8) falta de motivação para o seu uso; 9) falta de treinamento e conhecimento acerca sobre o recurso e 10) recursos com aparência, peso e tamanho não estéticos.

A TA pode ser utilizada na escola como uma maneira de auxiliar alunos com deficiências a executarem tarefas que antes não conseguiam, pois podem otimizar suas habilidades e proporcionar um melhor desempenho da criança nas atividades oferecidas na escola (PARETTE et al., 2007).

Neste contexto, para que o uso de recursos de TA no ambiente escolar possa contribuir para a inclusão do aluno com PC, é fundamental que este atenda às necessidades do

aluno e às do ambiente. Além disso, o dispositivo deve promover benefícios e facilitar o desempenho da tarefa, tornando-a mais acessível (ALVES, 2009).

Pesquisas nacionais e internacionais comprovam que o computador e os demais recursos de TA de alta tecnologia, quando bem utilizados podem ser uma ferramenta importante para o desenvolvimento do aluno com PC, proporcionando um aumento no rendimento e na participação escolar (LOURENÇO, 2012).

### **2.3 O Computador e os dispositivos de entrada como recursos de Tecnologia Assistiva**

O grande avanço na indústria eletrônica contribuiu para o desenvolvimento e construção de circuitos digitais compactos, mais baratos e com maior velocidade de processamento. Tal fato possibilitou a fabricação de computadores pessoais e o surgimento de uma nova vertente industrial: a Tecnologia da Informação. No Brasil, no lugar do termo Tecnologia da Informação, frequentemente se usa a expressão Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) (YONEZAWA, 2013).

As TIC causaram uma revolução em nosso cotidiano com a apresentação de tecnologias sofisticadas que influenciaram novas maneiras de pensar, de agir e de se comunicar (PORTO, 2006).

O uso do computador na área de educação especial no Brasil teve início no Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) na Universidade de Campinas, com o projeto “Uso da Informática na Educação Especial”, sob a tutela do professor José Armando Valente, nos anos 90. O projeto tinha como objetivo realizar pesquisa sobre como utilizar as atividades computacionais com linguagem Logo para diagnosticar a capacidade intelectual de crianças com deficiência física, auditiva ou visual e, como estas atividades poderiam ajudar na aquisição de conhecimento (VALENTE, 1991).

Para as pessoas com deficiência, as TIC podem ser usadas como TA ou por meio de TA. Quando o próprio computador é utilizado como auxílio para atingir um determinado objetivo, as TIC são usadas como TA. Um exemplo simples deste processo é o uso do computador como caderno eletrônico para pessoas que não conseguem escrever em caderno comum. Em outra situação, quando o objetivo final desejado é o uso do próprio computador, e para realizar ou facilitar tal tarefa é preciso auxílio de algum recurso de TA, as TIC são usadas por meio de TA. Para exemplificar tal situação pode-se citar os teclados

adaptados e *softwares* especiais que facilitam o acesso ao computador (GALVÃO FILHO; DAMASCENO, 2008).

A utilização do computador por pessoas com PC, independente do grau de comprometimento motor, pode ser possível ou facilitada com o uso de adaptações ou recursos de TA como: tela sensível ao toque, acionador por sopro, *mouse* fixo em parte do corpo que realiza movimento voluntário e de varredura, *mouse* adaptado e movimento dos olhos (CAPOVILLA, 1994; GALVÃO FILHO, DAMASCENO, 2008; BERSCH, 2013).

De acordo com Schirmer et al. (2007) alguns alunos com PC podem não apresentar força, resistência muscular e amplitude de movimento suficiente para usar determinados recursos que exigem controle mão, mas podem apresentar controle motor em outras partes do corpo como cabeça, boca, olhos ou nos pés, para tal tarefa, o que pode lhes dar condições de acessar o computador por meio de outros recursos como: *mouse trackball*; tela sensível ao toque; *Camera Mouse* (*Software* que permite o uso da movimentação da cabeça com função de *mouse*); *USB Integra* (*mouse* bucal que movimenta o cursor com a pressão dos lábios e utiliza pressão do ar para clique) e o *My Tobii* (Dispositivo que permite movimentação do cursor por meio da movimentação dos olhos).

Estudos têm sido realizados com o objetivo de criação, avaliação e experimentação de vários destes recursos de TA para acessibilidade ao computador, principalmente aqueles dispositivos de entrada que permitem a função de *mouse* com olhos, ou a captura do rastreamento visual, os *eye trackers* (DICK, 2002; MOLLENBACH, STEFANSSON, HANSON, 2008; CALVO et al., 2008; PEREIRA, 2009; TYMOSHCHUCK, 2012; LOURENÇO, 2012; JOSÉ, 2014; PASQUALOTTO et al., 2015; CALIGARI et al., 2016; BORGESTIG et al., 2016; PROUDFOOT et al., 2016; AUDI, 2016; RYTTERSTRÖM, BORGESTIG, HEMMINGSON, 2016; BORGESTIG et al., 2017).

Dick (2002) buscou desenvolver um dispositivo, baseado em adaptações feitas em um teclado comum e *software* específico, para auxiliar uma criança com PC a desenvolver uma forma de comunicação. O autor concluiu que o recurso melhorou o processo de interação da criança com o computador, como também sua capacidade comunicativa.

No trabalho de Mollenbach, Stefansson e Hanson (2008) foram analisados os desempenhos do *mouse* convencional e de um *eye tracker* para as tarefas de navegar e pesquisar e seleção de alvo por indivíduos com deficiência motora. Para as tarefas de navegar e pesquisar as respostas foram indistinguíveis, entretanto, nas tarefas de seleção de alvo, o controle de olhar foi mais eficiente, 16% mais rápido que o *mouse*.

A pesquisa de Calvo et al. (2008) teve como objetivo descrever os efeitos do uso do *eye tracker* na qualidade de vida de pessoas com esclerose lateral amiotrófica (ELA) com graves incapacidades. Os autores identificaram que os participantes com a pior condição clínica foram aqueles com maior aceitação para uso do recurso e concluíram que o uso do dispositivo contribuiu para a melhoria da qualidade de vida e da capacidade de se comunicar dos usuários.

Pereira (2009) teve como objetivo desenvolver um dispositivo apontador, com as mesmas funções de um *mouse* convencional, mas controlado pelo movimento da cabeça e comparar a eficiência no uso do dispositivo proposto, utilizando o controle do cursor do computador por indivíduos tetraplégicos e sem acometimento neuromuscular. Dez indivíduos com lesão medular cervical (grupo de estudo) e dez sem acometimento neuromuscular (grupo controle) participaram de avaliações funcionais com o dispositivo desenvolvido. Tal dispositivo era composto por câmera de vídeo, *software* específico e por um alvo aderido à parte frontal de um boné que foi usado pelo participante. O controle do movimento do cursor podia ser efetuado no modo absoluto (deslocamento do cursor proporcional ao deslocamento da cabeça a partir de um ponto central da tela), semelhante ao *mouse* convencional, ou no modo relativo (o cursor se desloca para uma direção com a cabeça do usuário posicionada fora do ponto central), que era análogo ao funcionamento de um *joystick*. As avaliações consistiram em registrar a capacidade do participante em mover o cursor entre dois objetos circulares em diferentes direções. Os resultados mostraram que o modo de controle absoluto do recurso foi significativamente mais eficiente que o modo relativo em ambos os grupos.

Tymoshchuck (2012) realizou um estudo de caso focalizado em uma aluna de uma escola do 1º ciclo do ensino básico que, ao longo de dois anos, utilizou computador com muitas dificuldades e desmotivação. Avaliou vários tipos de recursos de TA para acesso ao computador: *software* Grid 2, o *Magic Eye*, o *Magic Joystick*, o teclado *Lifetech Kids* e o *Roller II Joystick*. A autora concluiu que o *Roller II Joystick*, foi considerado como "a melhor solução" para a aluna participante, pois tal dispositivo era de fácil uso e semelhante ao controle da cadeira de rodas elétrica que a participante usava. Além disso, oferecia acionadores de fácil utilização e apresentava boa compatibilidade com o *software* Grid 2.

Lourenço (2012) avaliou os efeitos de um programa de formação de professores visando à implementação de recursos de TA de alta tecnologia para favorecer o processo de escolarização de alunos com paralisia cerebral e avaliar seus efeitos. No estudo foram utilizados *mouse* convencional, acionador de tração, teclado sensível ao toque, monitor sensível ao toque, *software* de atividades colméia, *mouse trackball* e *mouse* adaptado. Dentre

suas conclusões a autora destacou que os recursos de TA de alta tecnologia contribuíram de maneira geral para o processo de escolarização de alunos com deficiência, porém o uso destes recursos exigiu capacitação tanto por parte do usuário como também do professor. Complementou que não adianta ter os recursos em sala de aula, e não ter profissionais capacitados para usá-los.

O estudo de José (2014) teve como objetivo conceber e desenvolver um dispositivo de entrada para acesso ao computador para ser acionado e controlado com a boca, e medir a capacidade humana de controlá-lo. Desenvolveu um protótipo de um dispositivo capaz de capturar os movimentos do lábio inferior e convertê-los em movimentos do cursor do *mouse*, denominado pelo autor de *Lip Control System* (LCS). Participaram do estudo 12 sujeitos sem deficiências motoras que, a partir de um *software* específico, realizaram três tarefas baseadas na tarefa de Fitts (FITTS, 1954) utilizando o LCS, o *Joystick* de polegar e o *mouse* convencional. O intuito dos exercícios foi mensurar a taxa de transferência de informações entre o ser humano e o computador em bits/segundo (bits/s) que cada dispositivo proporcionava. Os resultados mostraram que o LCS apresentou 62,2% da taxa de transferência do *Joystick* de polegar, valores muito próximos das taxas produzidas por dispositivos de entrada mais convencionais.

Pasqualotto et al. (2015) compararam um dispositivo do tipo interface cérebro-computador, o *P300 Speller*, com um *eye tracker* em termos de taxa de transferência de informação entre o ser humano e o computador, usabilidade e carga de trabalho cognitivo em usuários com ELA. Segundo os autores, a interface cérebro-computador (ICC) fornece uma conexão direta entre o cérebro e algum dispositivo capaz de receber os sinais cerebrais. Esse tipo de sistema usa sinais de eletroencefalograma e exige que o usuário seja capaz de controlar suas próprias atividades cerebrais. Neste estudo cada um dos 12 participantes, utilizou o *P300 Speller* e o *eye tracker* para realizar 3 tarefas de ortografia e para usar um navegador de Internet. No fim da sessão os sujeitos avaliaram a usabilidade de cada dispositivo e a carga de trabalho cognitiva exigida. Os resultados mostraram que a taxa de transferência de informação foi maior para o *eye tracker* e a carga cognitiva maior para a ICC. Os autores concluíram que apesar da ICC ser muito útil para pessoas com deficiências físicas severas, sua usabilidade é inferior a do *eye tracker*.

Caligari et al. (2016) avaliaram os efeitos do *eye tracker* na qualidade de vida de indivíduos com deficiência, bem como a satisfação deles com relação ao dispositivo. Participaram do estudo 35 usuários regulares de *eye tracker*, em estágio avançado da Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) com tetraplegia e anartria. Os resultados mostraram que



o uso do recurso aumentou as habilidades comunicativas e a qualidade de vida dos participantes que também mostraram um alto índice de satisfação com relação ao dispositivo.

O trabalho de Borgestig et al. (2016) teve como objetivo examinar as alterações no desempenho do olhar (tempo de realização de tarefa e precisão) em crianças com deficiências físicas severas, sem a capacidade de falar, que fizeram uso de *eye tracker*. Realizaram um estudo longitudinal de 20 meses com 10 crianças de 1 a 15 anos com deficiência física severa (PC ou lesão medular cervical), todos principiantes no uso do *eye tracker*. Os participantes usaram o recurso de TA em suas atividades diárias ao longo do estudo para estabelecer uma linha de base. Depois utilizaram para realização de uma tarefa de seleção de alvos que mudavam de localização na tela do computador. Um *software* específico foi utilizado para medir o tempo de realização da tarefa e a precisão. Os resultados mostraram que o tempo de realização da tarefa melhorou após 5 meses e que a precisão na seleção de alvos aumentou após 15 a 20 meses de uso do dispositivo. Os autores concluíram que crianças com deficiências físicas severas podem melhorar seu desempenho em tarefas envolvendo o controle com o olhar, entretanto necessitam de um longo tempo de prática para adquirir as habilidades necessárias ao desenvolvimento de um controle do olhar rápido e preciso.

Proudfoot et al. (2016) utilizaram o *eye tracker* para avaliar o rastreamento visual de indivíduos com ELA e Esclerose Lateral Primária (ELP), ou seja, captura de todo trajeto que o olhar do participante fez pela tela do computador, os pontos de fixação do olhar e as regiões da tela que ele mais olhou enquanto realizava pesquisa visual na tela. Como grupo controle também foram avaliados sujeitos saudáveis. Os participantes foram avaliados em intervalos de seis meses durante dois anos. De acordo com os resultados, os indivíduos com ELA apresentaram comprometimento nas tarefas de pesquisa executiva e visual. Os indivíduos com ELP apresentaram limitações mais graves. Nenhuma evolução significativa nos grupos foi detectada ao longo do tempo. Os autores concluíram que o *eye tracker* se mostrou uma ferramenta importante na avaliação do rastreamento ocular de indivíduos com ELA e ELP.

Audi (2016) realizou um estudo quase experimental que teve como objetivo do analisar e mensurar a intensidade e o direcionamento visual de alunos com PC expostos a imagens dispostas na tela do computador em locais diferentes e com tamanhos diferentes. Participaram da pesquisa 17 alunos com PC. Para a coleta de dados foram utilizados: um *eye tracker* e *software* específico para captura e análise do rastreamento visual, e um aplicativo em forma de jogo. O objetivo do jogo consistia em identificar as frutas em menor tempo possível. O jogo apresentava a imagem de uma fruta de maior tamanho em destaque, disposta

ao lado de diversas frutas de tamanho menor. O jogador tinha que encontrar, com o olhar, a fruta em destaque em meio às outras. Enquanto o participante usava o jogo, o *eye tracker* e seu *software* capturavam o rastreamento visual em segundo plano, ou seja, capturavam todo o trajeto que o olhar do participante fez pela tela do computador, os pontos de fixação do olhar e as regiões da tela que ele mais olhou. O autor concluiu que todos participantes tiveram melhor desempenho no foco viso ocular ao fixarem o olhar nas imagens expostas nos quadrantes laterais superiores e inferiores da tela, e um pior desempenho ao fixarem o olhar nas imagens expostas nos quadrantes dispostos no centro da tela, principalmente no centro inferior.

O estudo de Rytterström; Borgestig; Hemmingson (2016) teve como objetivo explorar as experiências dos professores no uso de computadores controlados por *eye tracker* com alunos com deficiências severas. Onze professores foram entrevistados duas vezes por meio de uma abordagem reflexiva sobre o processo de ensinar esses alunos, com objetivo de compreender qual a relação deles com um computador e como eles se expressam por meio do equipamento. Os resultados forneceram direções para o ensino e implementação de computadores controlados por *eye trackers* na escola e também sugeriram melhorias a serem feitas nos computadores.

Borgestig et al. (2017) investigaram o impacto do *eye tracker* no repertório de atividades, no uso independente do dispositivo e na realização de metas de crianças com deficiência física severa e, avaliar a satisfação de seus pais com o dispositivo tecnológico e os serviços relacionados a ele. Dez crianças, de 1 a 15 anos, com deficiência física severa, não falantes, participaram de uma intervenção de 10 meses que contou com a implementação do *eye tracker* em suas atividades diárias. Os resultados mostraram um aumento no repertório de atividades realizadas no computador em 7 crianças. Todas as crianças usaram o recurso durante todo o período e conseguiram realizar todas as atividades estipuladas. A satisfação dos pais com o dispositivo de TA foi alta.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

Avaliar a eficácia de três dispositivos de entrada de computador: tela sensível ao toque, *mouse* e *eye tracker*, no acesso ao computador por alunos com paralisia cerebral.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Comparar a capacidade dos usuários, com os diferentes dispositivos de entrada durante a tarefa de seleção de alvos;
- Verificar a relação entre a idade do usuário e a capacidade nas atividades com os diferentes dispositivos de entrada;
- Verificar a relação entre o grau de classificação motora do usuário e a capacidade nas atividades com os diferentes dispositivos de entrada;
- Verificar a relação entre o grau de classificação motora do usuário e a preferência com relação aos dispositivos de entrada;
- Verificar a relação entre o gênero dos usuários e satisfação com relação aos dispositivos de entrada.

## 4 MÉTODO

Nesta seção, serão descritos o delineamento da pesquisa, os procedimentos éticos realizados, os participantes do estudo, o local e período de realização da pesquisa, os procedimentos para a coleta de dados, bem como os equipamentos e instrumentos utilizados nesta etapa e por fim os procedimentos para a análise dos dados coletados.

### 4.1 Delineamento da pesquisa

Para a realização desta pesquisa adotou-se o delineamento quase experimental, que de acordo com Portney e Watkins (2008) é um desenho de pesquisa adequado para grupos heterogêneos, no qual a amostra pode ser selecionada por conveniência e que não há necessidade de grupo controle ou de comparação. Os mesmos autores explicam que este desenho envolve um conjunto de medidas repetidas que devem ser realizadas antes (pré-teste) e após (pós-teste) a intervenção, e os efeitos da intervenção são determinados pela medição da diferença entre as pontuações destas etapas. Acrescentam ainda que o pesquisador deve ser sistemático no registro de todos os dados da pesquisa, principalmente no que se refere ao comportamento das variáveis dependentes que estão sendo observadas. Na presente pesquisa as variáveis independentes são os dispositivos de entradas avaliados e, as dependentes, são as tarefas de seleção de alvo nos *softwares* usados na coleta de dados com os dispositivos.

### 4.2 Procedimentos éticos

Este estudo é parte integrante de um projeto de pesquisa intitulado “Fatores que interferem no desempenho do aluno com paralisia cerebral no computador: avaliação do design da imagem e dispositivos de entrada” coordenado pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lígia Maria Presumido Bracciali, financiado pelo CNPQ, submetido e aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da UNESP – Marília, com parecer nº CEP -2014-957.

Por se tratar de crianças e adolescentes, os participantes só foram admitidos na pesquisa após seus responsáveis legais assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 1). Além disso, os participantes com idade acima de 12 anos assinaram o Termo de Assentimento (APÊNDICE 2). O Termo de Assentimento foi lido e

explicado para os participantes e todos concordaram em participar. Aqueles que tinham habilidade de escrita assinaram o termo, os outros simplesmente concordaram verbalmente.

### 4.3 Participantes

Foi selecionada uma amostra por conveniência composta por 15 alunos com diagnóstico clínico de Paralisia Cerebral, 4 do sexo feminino e 11 do sexo masculino, com idades entre 6 e 14 anos, matriculados no ensino regular de uma cidade do interior do estado de São Paulo.

Para complementar esta seleção foram analisados os prontuários clínicos destes participantes dos quais foram extraídos os seguintes dados:

- avaliação da função motora grossa baseada na *Gross Motor Function Classification System Expanded & Revised (GMFCS E & R)* (PALISANO et al., 2007) traduzida e adaptada para uso no Brasil (HIRATUKA; MATSUKURA; PFEIFER, 2010) (ANEXO 1);
- avaliação da habilidade manual baseada na *Manual Ability Classification System (MACS)* (ELIASSON et al., 2006) traduzida e adaptada para uso no Brasil (SILVA; PFEIFER; FUNAYAMA, 2010) (ANEXO 2);
- diagnóstico topográfico, que compreende a avaliação do tipo de manifestação clínica da PC, ou seja, se é do tipo espástica, discinética (coréico e atetóide) ou atáxica, e também da distribuição topográfica do comprometimento motor em virtude da espasticidade, ou seja, verificar se o prejuízo motor é unilateral (monoplegia ou hemiplegia) ou bilateral (diplegia, triplegia ou quadriplegia) (CANS et al., 2007; ROSENBAUM et al., 2007; HIMPENS et al., 2008; O'SHEA, 2008).

Vale ressaltar que os dados destas avaliações foram registrados em prontuários pelos fisioterapeutas responsáveis pelos atendimentos destes indivíduos nos dois locais de coleta de dados.

Por fim, foi avaliado se os participantes conseguiam ou não usar os dispositivos de entrada utilizados nesta pesquisa: o *mouse*, a tela sensível ao toque e o *eye*

*tracker*. Para tal, o pesquisador apresentava os dispositivos, explicava como usar e pedia que os participantes os usassem em atividades semelhantes às da coleta de dados.

As informações referentes à avaliação da função motora grossa, da habilidade manual e do diagnóstico topográfico podem ser melhor visualizadas a seguir no quadro de caracterização dos participantes (Quadro 01).

**Quadro 01:** Caracterização dos participantes do estudo por meio dos dados extraídos dos prontuários.

Participantes	Idade	Sexo	GMFCS	MACS	Diagnóstico Topográfico
P1	6	F	II	I	Hemipléxico espástico
P2	14	M	V	V	Quadripléxico coreoatetóide
P3	10	M	V	V	Quadripléxico espástico
P4	8	M	IV	II	Dipléxico espástico
P5	10	M	V	V	Quadripléxico atetóide
P6	13	F	V	V	Quadripléxico atetóide
P7	13	M	I	I	Hemipléxico espástico
P8	9	M	IV	III	Quadripléxico espástico
P9	13	M	I	I	Dipléxico espástico
P10	10	M	III	IV	Dipléxico espástico
P11	10	F	II	III	Dipléxico espástico
P12	9	M	I	II	Hemipléxico espástico
P13	14	M	III	II	Dipléxico espástico
P14	6	F	II	I	Hemipléxico espástico
P15	6	M	I	I	Quadripléxico espástico

**Fonte:** Elaboração própria.

#### 4.3.1 Critérios de inclusão para os participantes

Para serem incluídos na amostra os indivíduos deveriam atender aos seguintes critérios:

- ter diagnóstico clínico de paralisia cerebral;
- compreender ordens simples e as tarefas propostas no estudo;
- apresentar concentração para realização das tarefas;
- apresentar boa acuidade visual, com ou sem recurso óptico de correção. Dado extraído do prontuário clínico;
- ser capaz de realizar as tarefas propostas com pelo menos 01 dos 03 dispositivos de entrada utilizados no estudo;
- apresentar quadro motor que não interferisse no processo de calibração.

### 4.3.2 Critérios de exclusão para os participantes

Foram excluídos da amostra indivíduos que não conseguiram realizar as tarefas propostas com pelo menos 01 dos 03 dispositivos de entrada (Quadro 02). Para a realização deste estudo, inicialmente foram selecionados 17 indivíduos, porém 02 deles foram excluídos de acordo com estes critérios, restando 15 participantes.

**Quadro 02:** Avaliação das capacidades dos participantes de usar os dispositivos de entrada.

Participantes	Mouse	Toque	Eye Tracker
P1	C	C	C
P2	NC	C	C
P3	NC	NC	C
P4	C	C	C
P5	NC	C	NC
P6	NC	C	C
P7	C	C	C
P8	NC	C	C
P9	C	C	C
P10	C	C	C
P11	C	C	C
P12	C	C	C
P13	C	C	C
P14	C	C	C
P15	C	C	C

NC: Não consegue    C: Consegue

Fonte: Elaboração própria.

### 4.4 Local e período de realização da pesquisa

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Análise de Desempenho Motor (LADEMO) situado no Centro de Estudos da Educação e da Saúde (CEES) no campus II da Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP de Marília e na Clínica de Fisioterapia da Universidade de Marília (UNIMAR), no período de Maio a Julho de 2016.

### 4.5 Equipamentos, softwares e instrumentos para a coleta de dados

#### 4.5.1 Equipamentos para a coleta de dados

O computador utilizado para a coleta de dados foi um *Notebook HP Touch Smart PC Multi-Touch and Multi-Go* modelo tx2 1274dx, com tela sensível ao toque, monitor

12,1 polegadas, sistema operacional Windows vista (Figura 01). Para fixação e melhor posicionamento do notebook foi utilizado um suporte reclinável da marca Noteship com capacidade de inclinação para ângulos de 0 à 90°. A tela sensível ao toque foi utilizada neste estudo como dispositivo de entrada para acesso ao computador.

Outro dispositivo de entrada utilizado foi um *mouse* sem fio, tamanho padrão, da marca Genius.

O terceiro e último dispositivo de entrada utilizado foi o Tobii PCEye Go (Tobii Dynavox), um *eye tracker*, acoplável ao monitor (Figura 01) que permite ao usuário controlar o computador apenas com a movimentação dos olhos, podendo ser utilizado como um *mouse*, selecionando ou clicando em ícones com um simples piscar dos olhos ou com a permanência do olhar sobre o alvo (TOBII DYNAVOX, 2015).



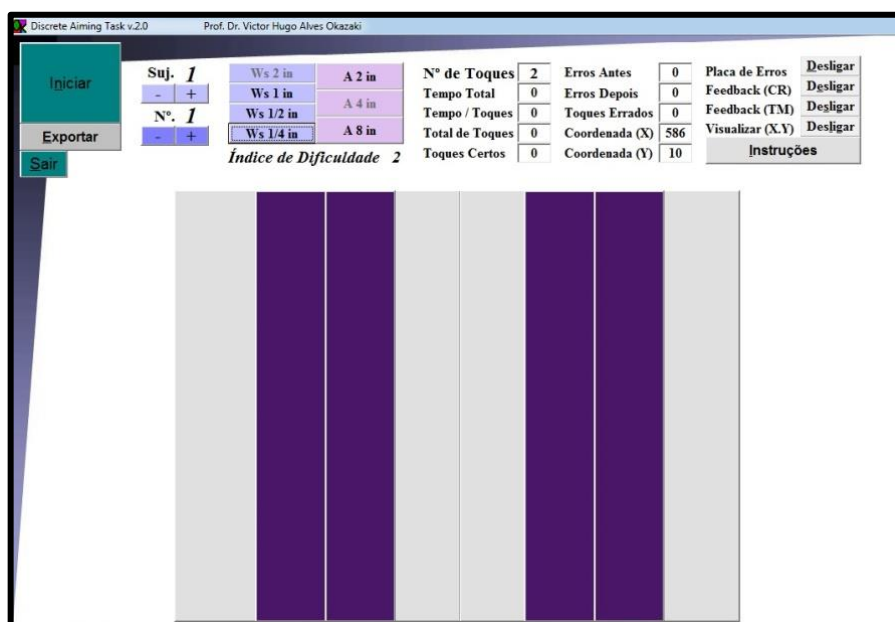
**Figura 01:** Tobii PCEye go (Fonte: Elaboração própria).

#### 4.5.2 Softwares para a coleta de dados

Para a coleta de dados os três dispositivos foram utilizados para uso dos softwares *Discrete Aiming Task 2.0* (DAT) (OKAZAKI, 2008), *Tracking Task 2.0* (TT) (OKAZAKI, 2008) e *Single Switch Performance Test 1.0* (SSPT) (ROMICH; HILL; LIFFICK, 2005). Vale ressaltar que foi solicitada a permissão para o uso de todos os softwares, apesar de serem de uso livre e sem custo. Vale ressaltar que todas as configurações dos softwares apresentadas ao longo deste tópico foram assim estabelecidas para que os usuários os utilizassem no nível de complexidade mais fácil.



O *Discrete Aiming Task 2.0* é um *software* que simula a Tarefa de Fitts (1954) a qual estuda a relação inversa entre velocidade e precisão. Avalia também a acurácia (OKAZAKI, 2008). Ao ser executado apresenta duas placas com uma linha mediana cada. O usuário tem como objetivo clicar dentro de cada uma delas alternadamente e tentar clicar o mais próximo da linha mediana das placas, e deve enfatizar precisão ao invés de velocidade (Figura 02). Para a coleta de dados deste estudo o programa foi utilizado com as seguintes configurações: (1) Esquema de apresentação das placas: Ws 2 in / A 2 in;<sup>4</sup> (2) Índice de dificuldade: 2 (o mais fácil) e (3) Número de toques: 2 (menor quantidade). A variável coletada foi o Tempo total de resposta, que corresponde ao tempo total gasto para realizar a tarefa proposta pelo programa.

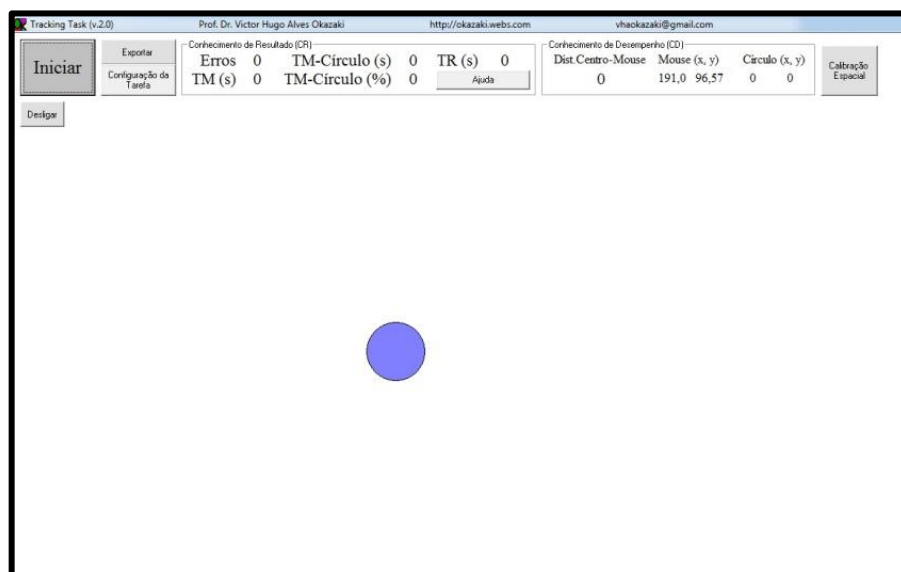


**Figura 02:** *Software Discrete Aiming Task* (Fonte: OKAZAKI, 2008).

O *Tracking Task 2.0* é um *software* que serve para analisar uma tarefa de rastreamento associada ao tempo de reação do usuário e sua acurácia (OKAZAKI, 2008). Ao ser executado apresenta um círculo azul que se desloca pela tela do computador, mudando diversas vezes de direção. O usuário tem como objetivo tentar manter o cursor do dispositivo de entrada dentro deste círculo o máximo de tempo possível enquanto ele se movimenta. Ao final, é computada a porcentagem de tempo que o indivíduo conseguiu manter o cursor dentro do círculo (Figura 03). Para a coleta de dados deste estudo o programa foi utilizado com as

<sup>4</sup> Configuração do *software Discrete Aiming Task 2.0* que permite aumentar ou diminuir a largura das placas que contém as linhas medianas alvo.

seguintes configurações: (1) Cor de fundo: Branco; (2) Cor de círculo: Azul; (3) Cursor fora: Verde; (4) Tempo de reação fundo: Amarelo; (5) Tamanho do círculo: 20 u.m. (o maior); (6) Tempo de deslocamento do círculo: 0,08s (o mais lento); (7) Tempo para mudança de direção do círculo: 0,80s (o mais lento); Tempo de reação: Ligado; Opções do tempo de reação: Repetir a cada 3s. As variáveis coletadas para esta pesquisa foram a Porcentagem de tempo no círculo e a Frequência de erros.



**Figura 03:** *Software Tracking Task 1.0* (Fonte: OKAZAKI, 2008).

O *Single Switch Performance Test 1.0 (SSPT)* é um *software* livre desenvolvido na Universidade da Pensilvânia que serve para medir o tempo médio necessário para ativar ou liberar o alvo e também a velocidade de ativações repetitivas (ROMICH; HILL; LIFFICK, 2005). Para tal, o programa conta com três testes: Teste de ativação ou acionamento; Teste de liberação e o teste de repetição. Todos os testes fornecem *feedback* visual e auditivo para estimular a realização das tarefas oferecidas. Para a coleta de dados deste estudo foi utilizado somente o Teste de ativação, por ser o mais simples, o de menor complexidade e pelo fato de que a ativação e seleção de alvos são as tarefas mais realizadas por usuários de computador com seus dispositivos de entrada. Neste teste, o participante deve realizar o clique todas as vezes que aparecer uma tela amarela com a palavra “CLICK” (Figura 04), situação que é antecedida por uma tela preta. Para a coleta de dados deste estudo o programa foi utilizado com a seguinte configuração: (1) *Full Screen Mode* (Modo tela cheia), modo que proporciona melhor visualização e (2) *Maximum Stimulus Delay* (Atraso máximo de estímulo): 3s (o mais

lento). As variáveis coletadas para esta pesquisa foram o Tempo médio de acionamento, o Tempo mais rápido de acionamento e o Tempo mais lento de acionamento.



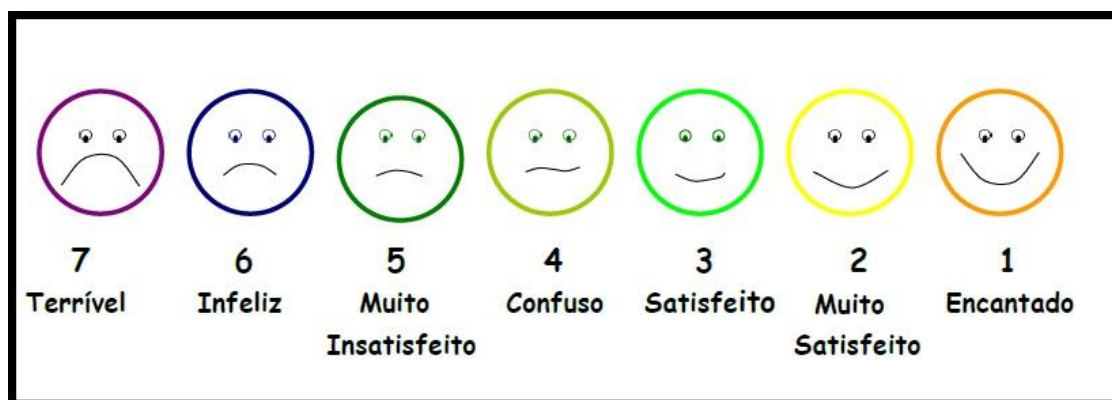
**Figura 04:** Teste de ativação do *software Single Switch Performance Test 1.0* (Fonte: ROMICH; HILL; LIFFICK, 2005).

#### 4.5.3 Instrumentos para a coleta de dados

Para avaliar o grau de satisfação dos participantes com relação aos dispositivos de entrada foi utilizada uma escala visual analógica (EVA), elaborada e adaptada pelo pesquisador a partir da *Large Visual Rating* do *Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST) 2.2* (MURCHLAND; KERNOT, 2010). O QUEST 2.2 é um questionário que avalia o grau de satisfação usuário com relação ao recurso de TA. Apresenta doze itens a serem avaliados a respeito do recurso de TA: (1) tamanho, (2) peso, (3) facilidade de transferência de um lugar para o outro, (4) formato, (5) facilidade de uso, (6) tempo de ajuste ou configuração, (7) confiabilidade, (8) resolução das necessidades, (9) instruções de uso, (10) tempo gasto para conseguir o recurso, (11) auxílio no caso de não funcionamento e (12) ajudas e conselhos para uso do recurso. Cada item conta com uma pontuação que varia de 1 a 7. Esta pontuação é representada em uma tarja com faces coloridas, sendo cada número representado por uma careta com um semblante correspondente ao grau de satisfação do usuário com o recurso (Figura 05). Esta tarja é chamada pelos autores do instrumento como *Large Visual Rating*. Para o uso desta tarja neste estudo foi solicitada a permissão de uso, bem

como a permissão para a tradução de todo o QUEST 2.2, para as autoras do instrumento, as quais foram concedidas ao pesquisador (APÊNDICE 3). Vale destacar que para a coleta dos dados foi usada somente a tarja porque as questões pertencentes ao restante do instrumento foram de difícil compreensão para os participantes.

Para esta coleta optou-se utilizar somente a EVA adaptada da *Large Visual Rating* do QUEST 2.2 (Figura 05) com o objetivo de facilitar o entendimento dos participantes com relação às respostas que teriam que fornecer e também para se avaliar de maneira genérica o grau de satisfação dos participantes para com os recursos de TA utilizados nesta pesquisa.



**Figura 05:** Escala Visual analógica adaptada da *Large Visual Rating* do QUEST 2.2 traduzida e adaptada de Murchland e Kernot, 2010.

Como instrumento de avaliação da preferência dos participantes com relação aos dispositivos de entrada, ao final da coleta o pesquisador utilizava a seguinte pergunta: Dos três recursos que você utilizou para usar o computador, qual o seu preferido?

#### 4.6 Procedimentos preliminares para a coleta de dados

Como já dito anteriormente, este estudo é parte integrante de um projeto de pesquisa realizado com envolvimento de uma equipe composta por alunos de graduação, de aprimoramento, de mestrado e de doutorado.

Para melhor entendimento da temática abordada no presente estudo e como forma de colaboração e planejamento para a sua coleta de dados, parte desta equipe se dedicou à elaboração de três trabalhos.

No ano de 2015, com o objetivo de identificar se crianças e jovens com paralisia cerebral e seus pais conheciam recursos de tecnologia utilizados para acesso ao computador e, as opções de acessibilidade disponíveis em sistemas operacionais, parte desta equipe de pesquisadores elaborou o trabalho intitulado “*Computer access by children and young people with cerebral palsy*” (BRACCIALLI; SPILLER; AUDI; ARAÚJO; SANKAKO, 2016a). Deste estudo participaram 37 pais de crianças e jovens com paralisia cerebral, com nível MACS I a V e GMFCS I a V, média de idade 10 anos ( $\pm 5$  anos) que responderam um questionário de acesso ao computador a respeito das diversas tecnologias existentes para acesso ao computador e o modo de acesso. Os autores concluíram que apesar de o computador facilitar o acesso da criança e do jovem com paralisia cerebral à informação, ainda existe uma parcela dessa população que não tem acesso a esse equipamento, e muitas famílias não conhecem as opções de acessibilidade disponíveis no próprio computador. Este trabalho foi apresentado e publicado nos anais da “*International Conference on Cerebral Palsy and other Childhood-onset Disabilities*” em Estocolmo, Suécia, de 1 a 4 de Junho de 2016 (ANEXO 3). A equipe elaborou o trabalho “Acesso ao computador por crianças e jovens com paralisia cerebral” (BRACCIALLI; SPILLER; AUDI; ARAÚJO; SANKAKO, 2016b) o qual foi publicado na Revista Educação, Formação e Tecnologias (ISSN 1646-933X), no final de 2016 (ANEXO 4). Este trabalho teve como objetivo identificar o perfil de crianças e jovens brasileiros com paralisia cerebral usuários de computador e verificar se existe uma associação entre o comprometimento motor e gênero e o uso de computador. Os participantes foram 37 pais de crianças e jovens brasileiros com paralisia cerebral, classificadas entre o nível I e V no Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com Paralisia Cerebral (MACS) e no Sistema de Classificação da Função Motora Grossa Ampliado e Revisto (GMFCS). Os participantes responderam individualmente o Questionário de acesso ao computador, a respeito das diversas tecnologias existentes para acesso ao computador e o modo de acesso. Conclui-se que apesar de o computador facilitar o acesso da criança e jovem com paralisia cerebral à informação, uma parcela dessa população ainda não tem acesso a esse equipamento, e muitas famílias não conhecem as opções de acessibilidade disponíveis no próprio computador. Por meio destes trabalhos foi possível conhecer o grau de conhecimento, satisfação e estilização a respeito dos recursos, o que possibilitou estabelecer os procedimentos de coleta, a definição da amostra e a estruturar a forma de análise de dados utilizadas no presente trabalho.

Na sequência, integrantes da mesma equipe realizaram um estudo piloto, que contou com a participação de 50 jovens saudáveis com idade entre 15 e 25 anos, e teve como

objetivo avaliar o desempenho destes participantes no acesso ao computador utilizando três dispositivos de entrada: *mouse*, tela sensível ao toque e o *software Camera Mouse*<sup>5</sup>. Estes dispositivos foram utilizados para usar três *softwares* para avaliar tempo de reação e acurácia dos participantes: *Discrete Aiming Task v.2.0*, *Tracking Task v.2.0* e o *Single Switch Performance Test* (SSPT). Para avaliar o grau de satisfação de uso do recurso, foi utilizado o *Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology* (QUEST 2.0). Os resultados demonstraram que nas atividades de precisão e tempo de reação, o *mouse* e a toque na tela foram os dispositivos que geraram os melhores desempenhos. Concluiu-se que, o *Camera Mouse* foi o dispositivo que gerou os piores desempenhos. A partir deste estudo piloto foi elaborado o trabalho “Acesso ao computador: comparação do desempenho de jovens com diferentes dispositivos de entrada” (GUIMARÃES; SPILLER; BRACCIALLI, 2016), publicado em 2017 na Revista Informática na Educação: Teoria e Prática (ISSN 1982-1654), (ANEXO 5). A realização deste estudo piloto permitiu a definição dos *softwares*, dos dispositivos que seriam utilizados no presente trabalho e a adequação do ambiente para a coleta de dados.

#### 4.7 Procedimentos para a coleta de dados

Para proceder à coleta de dados do presente estudo foi realizado um treinamento prévio com os participantes que teve como objetivos:

- apresentar os dispositivos de entrada e verificar se conseguiam utilizá-los;
- apresentar os *softwares* e verificar se conseguiam utilizá-los.

Neste treinamento, os participantes utilizaram os dispositivos e recursos por duas vezes em dois encontros. No terceiro encontro, foi realizada a coleta. Vale ressaltar que em todos os encontros, o pesquisador realizou um sorteio para estabelecer em que ordem sequencial os dispositivos e *softwares* seriam utilizados. Optou-se realizar este procedimento para evitar a possibilidade de aprendizagem de informações acerca dos *softwares*, fato que poderia gerar viés de pesquisa.

---

<sup>5</sup> *Software* gratuito que auxilia seu usuário no controle do cursor do *mouse* a partir da *webcam* do computador. A partir do reconhecimento de um ponto fixado na face do indivíduo, o programa torna possível o controle do cursor de acordo com a movimentação da cabeça. O clique do *mouse* é acionado quando o usuário permanece por alguns segundos com o cursor parado sobre o alvo desejado.

Após o uso de cada dispositivo era apresentado ao participante a EVA para avaliar o seu grau de satisfação com o dispositivo usado.

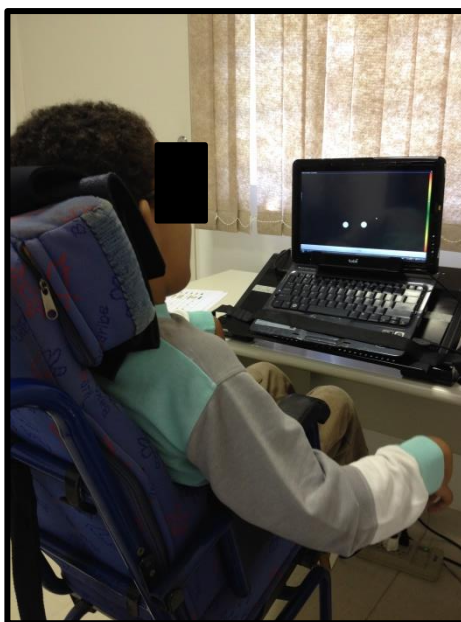
Ao final da coleta, para saber qual o recurso preferido do participante o pesquisador questionava o usuário com a seguinte pergunta: Dos três recursos que você utilizou para usar o computador, qual o seu preferido?

A coleta terminava com o registro dos dados para posterior tabulação.

Cada sessão de coleta durou em média 1 hora e 30 minutos e não causou cansaço físico aos participantes.

#### **4.7.1 Preparação dos participantes e do ambiente para a coleta de dados**

Alguns dos participantes deste estudo faziam uso de cadeira de rodas adaptada, as quais foram usadas no posicionamento ergonômico do participante para a coleta. Aqueles que não eram cadeirantes eram posicionados em uma cadeira com altura de assento ajustável. Os aspectos ergonômicos observados foram o posicionamento dos quadris, dos joelhos e dos tornozelos em flexão de 90°. A altura do assento das cadeiras, e era ajustada de maneira que o contato visual ficasse paralelo com o centro da tela do computador posicionado e fixo no suporte reclinável (plano inclinado), em cima da mesa, defronte ao participante (Figura 06). É importante salientar que o posicionamento e o grau de inclinação do suporte reclinável eram ajustados conforme a necessidade de cada participante, para garantir que contato visual ficasse paralelo com o centro da tela do computador. Para o uso do *mouse* e do toque na tela, a distância entre a mesa e o participante para o uso dos dispositivos foi estabelecida de maneira que o indivíduo ficasse com o antebraço apoiado na mesa. A distância entre o participante e os dispositivos foi estabelecida por meio do cálculo do alcance médio, que corresponde à metade da distância do alcance máximo (GONÇALVES, 2010). Este último pode ser calculado pela distância entre o encosto da cadeira até a extremidade do dedo médio do indivíduo com o membro superior posicionado em flexão de 90° do ombro (NOWAK, 1996).



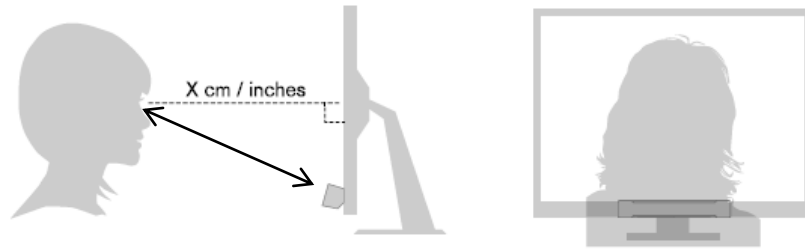
**Figura 06:** Participante posicionado para a coleta em momento de calibração do *eye tracker* (Fonte: Elaboração própria).

Na sequência, o pesquisador realizava o sorteio para estabelecer a ordem sequencial na qual os dispositivos e *softwares* seriam utilizados. Todos os participantes eram novamente orientados quanto ao funcionamento dos *softwares* e dos dispositivos. Cada *software* que seria usado era aberto, configurado, o dispositivo a ser usado era ajustado, e então a coleta era iniciada.

Cada um dos dispositivos era usado com os três *softwares* de acordo com o estabelecido em sorteio prévio. Dos três dispositivos, somente o *eye tracker* necessitava de ajuste específico e calibração no momento do uso.

De acordo com Tobbi Dynavox (2015), o *eye tracker* foi criado para funcionar de modo ideal quando estiver fixado na base do monitor de modo que fique paralelo aos olhos do usuário, a uma distância de cerca de 45 a 90 cm para o *eye tracker* (Figura 07). O mesmo documento explica que quanto maior o tamanho da tela, maior deve ser esta distância, e recomenda que o usuário deve respeitá-la para se obter o melhor desempenho no uso do dispositivo e do *Gaze Interaction*.

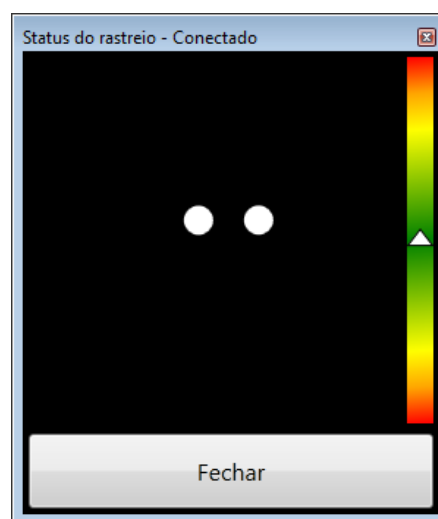




**Figura 07:** Posicionamento do *eye tracker* com relação aos olhos do usuário representado pela seta. (Fonte: Adaptado de Tobii Dynavox, 2015).

O *Gaze Interaction* é um *software* que acompanha o PCEye Go utilizado para ajustar suas configurações de uso e também para realizar a sua calibração.

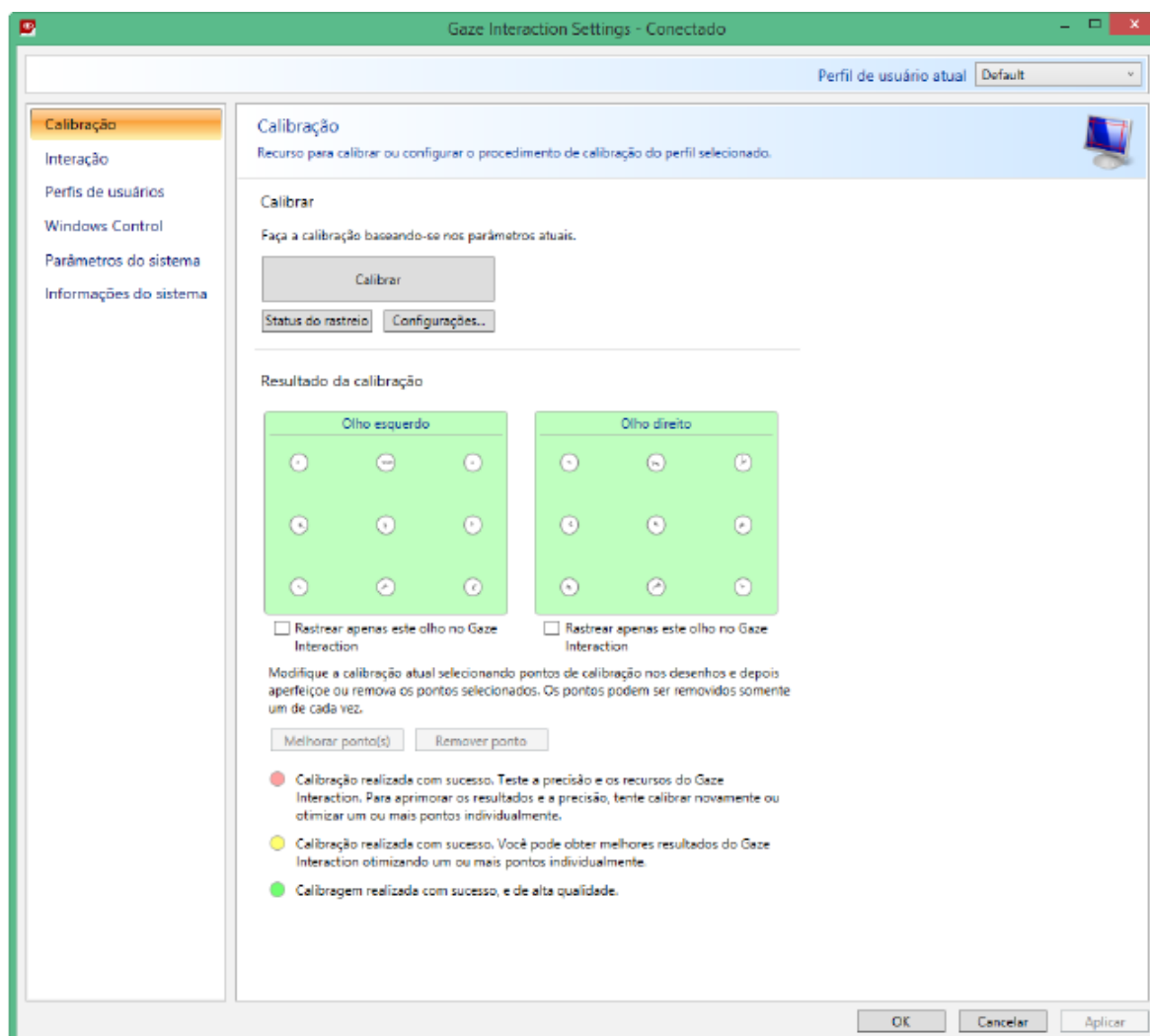
Dentre as ferramentas encontradas no *Gaze Interaction*, existe o visualizador do status de rastreamento que auxilia a determinar a altura e o posicionamento horizontal ideais para o melhor funcionamento do dispositivo (TOBII DYNAVOX, 2015). Este visualizador rastreia a posição dos olhos e os representa por meio de dois círculos brancos. Em condições ideais esses círculos devem estar localizados no centro do visualizador. No lado direito do visualizador existe um medidor de distância, representado por uma barra vertical colorida, usado para definir a distância ideal entre usuário e dispositivo. Quando o usuário alcança esta distância ideal, um triângulo branco oscila perto do centro, na região verde do medidor (Figura 08) (TOBII DYNAVOX, 2015).



**Figura 08:** Visualizador do status de rastreamento do *eye tracker* (Fonte: Tobii Dynavox, 2015).

Para calibrar o dispositivo, deve-se acessar a tela de calibração do *Gaze Interaction*. Nesta tela é possível ajustar as configurações para o processo de calibração, realizar e acompanhar o resultado do procedimento (Figura 09).

Para iniciar a calibração basta clicar no botão “Calibrar”. Em seguida aparecerá uma tela com um círculo que se desloca por toda a tela, se fixando em nove ou cinco pontos. O usuário deve acompanhar todo esse percurso com o seu olhar, se possível, sem movimentar a cabeça. Nas configurações de calibração é possível ajustar a cor de fundo da tela, a cor do círculo, sua velocidade de deslocamento e em quantos pontos ele deverá se fixar. Para o presente estudo foram usadas as seguintes configurações: Cor de fundo da tela: preta; Cor do círculo: amarelo; Velocidade de deslocamento: lenta; Pontos de fixação: 5. Optou-se por estas configurações por ser a de mais fácil calibração.



**Figura 09:** Tela de calibração (Fonte: Tobii Dynavox, 2015).

Após o término da calibração, o *software* retorna para a tela de calibração é apresentado o resultado do procedimento, por meio de dois quadros, cada um representando um olho. Nestes quadros com círculos brancos, é possível visualizar se os olhos do usuário foram capazes de rastrear e fixar o olhar nos pontos de fixação do círculo durante o processo de calibração. Os pontos assinalados representam que a fixação do olhar do usuário naquele ponto foi rastreada pelo sistema.

Estes quadros também apresentam um esquema de cores que auxilia o usuário a entender a qualidade da calibração. As três cores, vermelho, amarelo e verde são resultado de uma calibração realizada com sucesso. Se o quadro aparecer na cor vermelha significa qualidade relativamente baixa; Amarelo, qualidade moderada e verde, alta qualidade. Vale ressaltar que todos os participantes utilizaram o equipamento com calibração de alta qualidade (TOBII DYNAVOX, 2015).

Após o processo de calibração, ainda no *Gaze Interaction*, era feita a configuração da interação, ou seja, a maneira que o usuário iria interagir com o computador a partir do *eye tracker*. Neste processo é possível ajustar o Método de ativação, ou seja, como o usuário fará para clicar ou selecionar algum alvo ou ícone. Possível ajustar também o tempo de duração mínima e máxima desse modo de ativação e o *Feedback* visual referente à ativação.

O programa oferece como modos de ativação o piscar, ou seja, fixar o olhar em algum alvo e piscar os olhos para ativá-lo, e também o permanecer, ou seja, permanecer com o olhar fixado em algum alvo por um determinado tempo para ativá-lo.

Com relação às configurações do *Feedback visual*, o *software* oferece os seguintes itens a serem ajustados: Tipo, Cor e Tamanho de Feedback. Os tipos de feedback oferecidos pelo programa são o Ponto piscando e o Relógio. O Ponto piscando é representado por um círculo que fica piscando enquanto o usuário permanece com o olhar sobre o alvo, e só para de piscar quando o alvo é de fato acionado. O Relógio é representado por um círculo com um ponteiro que gira em sentido horário à medida que o usuário permanece com o olhar sobre o alvo, e só para de girar quando o alvo é acionado. As cores disponíveis para os círculos de *feedback* são o vermelho, azul e amarelo. O tamanho pode ser ajustado arrastando um botão nas posições menor, médio e maior que são também apresentados por tamanho de pontos na unidade pixels (px). Também pode ser ajustado a opacidade do círculo, o tornando mais ou menos transparente.

Para o presente estudo foram utilizadas as seguintes configurações de interação: Método de ativação: Piscar, com Duração mínima de ativação: 162 milissegundos

(ms); Duração máxima de ativação: 644 ms; Tipo de *Feedback*: Ponto pulsando; Cor do *Feedback*: Vermelho, com Tamanho de 67 px e Opacidade de 71%. Vale destacar que estas configurações foram estabelecidas para tornar o uso do dispositivo o mais fácil possível para os participantes.

#### **4.8 Procedimentos para a análise dos dados**

Os dados coletados com os *softwares* foram exportados para o Microsoft Excel, e os dados de satisfação e preferência foram anotados em caderno de registro.

Os dados foram organizados e tabulados em uma planilha Excel para proceder à análise estatística descritiva.

##### **4.8.1 Análise Estatística**

Foi realizada análise estatística descritiva por meio de mediana, valor mínimo e valor máximo para os seguintes aspectos: (1) tempo total de resposta; (2) tempo médio para acionamento dos dispositivos de entrada; (3) tempo mais rápido para acionamento dos dispositivos de entrada; (4) tempo mais lento para acionamento dos dispositivos de entrada; (5) porcentagem de tempo no círculo; (6) frequência de erros; (7) preferência em relação aos dispositivos de entrada; (8) satisfação em relação aos dispositivos de entrada. As variáveis analisadas e os respectivos *softwares* por meio dos quais elas foram coletadas podem ser melhor visualizadas no Quadro 03.

**Quadro 03:** Variáveis analisadas e os respectivos *softwares* por meio dos quais elas foram coletadas.

<b>Variáveis</b>	<b>Softwares</b>
(1) Tempo total de resposta	<i>Discrete Aiming Task v.2.0</i>
(2) Tempo médio para acionamento dos dispositivos de entrada	<i>Single Switch Performance Test v. 1.0</i>
(3) Tempo mais rápido para acionamento dos dispositivos de entrada	<i>Single Switch Performance Test v. 1.0</i>
(4) Tempo mais lento para acionamento dos dispositivos de entrada	<i>Single Switch Performance Test v. 1.0</i>
(5) Porcentagem de tempo no círculo	<i>Tracking Task v.2.0</i>
(6) Frequência de erros	<i>Tracking Task v.2.0</i>
(7) Preferência em relação aos dispositivos de entrada	Pergunta aberta
(8) Satisfação em relação aos dispositivos de entrada	Escala Visual analógica

**Fonte:** Elaboração própria.

Para a comparação das variáveis estudadas verificou-se a similaridade entre os grupos por meio do teste Friedman para amostras dependentes. Quando houve diferença estatisticamente significativa, procedeu-se à comparação dois a dois por meio do teste de comparação de Dunn.

Para comparar as variáveis em relação preferência do dispositivo e nível de habilidade, gênero, distribuição topográfica da lesão e tipo de tônus foi utilizado o teste de Fisher. Para verificar se havia relação entre as variáveis nível de severidade (GMFCS e MACS) e idade com os dispositivos de entrada foi utilizado o teste de Correlação de Spearman. Foi utilizada a classificação Dancey e Reidy (2006) e considerado:  $r = 0,10$  até  $0,30$  (fraco);  $r = 0,40$  até  $0,60$  (moderado);  $r = 0,70$  até  $1$  (forte).

A verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Adotou-se, para todos os testes, o nível de significância  $p=0,05$  de probabilidade para a rejeição da hipótese de nulidade.

## **5 RESULTADOS**

Os resultados foram apresentados em relação aos seguintes aspectos: (1) tempo total de resposta; (2) tempo médio para acionamento dos dispositivos de entrada; (3) tempo mais rápido para acionamento dos dispositivos de entrada; (4) tempo mais lento para acionamento dos dispositivos de entrada; (5) porcentagem de tempo no círculo; (6) frequência de erros; (7) preferência em relação aos dispositivos de entrada; (8) satisfação em relação aos dispositivos de entrada. Primeiramente, na subseção 5.1, foram apresentadas informações sobre o desempenho por participante para cada variável estudada. Na sequência, na subseção 5.2, foram apresentados os resultados provenientes da análise estatística do grupo.

### **5.1 Desempenho individual**

A seguir foram apresentados os resultados do desempenho individual dos participantes para as variáveis (1) tempo total de resposta; (2) tempo médio para acionamento dos dispositivos de entrada; (3) tempo mais rápido para acionamento dos dispositivos de entrada; (4) tempo mais lento para acionamento dos dispositivos de entrada; (5) porcentagem de tempo no círculo; (6) frequência de erros, e também dos dados referentes à preferência e à satisfação com relação aos dispositivos de entrada.

#### **5.1.1 Tempo total de resposta**

Esta variável faz referência ao tempo total gasto pelos participantes para a seleção de alvo no *software Discrete Aiming Task 2.0* para cada dispositivo (Tabela 01).

**Tabela 01:** Dados referentes aos desempenhos dos participantes na variável Tempo total de resposta (segundos).

Participante	Mouse	Toque	Eye tracker
P1	3,38	5,41	1,53
P2	NC	NC	18,7
P3	NC	NC	9,45
P4	5,76	1,66	4,43
P5	NC	NC	NC
P6	NC	1,73	1,23
P7	1,83	0,88	3,06
P8	NC	5,6	2,58
P9	2,5	2,55	7,93
P10	3,84	3	7,1
P11	7,52	7	6,5
P12	4,16	1,32	3,94
P13	1,52	1,96	9,65
P14	3,34	0,93	3,52
P15	12,71	2,67	2,33

NC: Não conseguiu realizar a tarefa.

Fonte: Elaboração própria.

### 5.1.2 Tempo médio de acionamento dos dispositivos de entrada

Esta variável faz referência ao tempo médio gasto por cada participante para o acionamento do alvo no *software SSPT* com os dispositivos (Tabela 02).

**Tabela 02:** Dados referentes aos desempenhos dos participantes na variável Tempo médio de acionamento (segundos).

Participante	Mouse	Toque	Eye tracker
P1	1,77	1,59	1,17
P2	NC	0,94	1,89
P3	NC	NC	2,03
P4	0,48	0,80	3,16
P5	NC	0,96	NC
P6	NC	1,52	1,49
P7	0,60	1,42	3,18
P8	NC	0,60	2,74
P9	0,46	0,51	1,48
P10	0,92	1,41	2,11
P11	1,85	2,32	2,37
P12	0,44	0,89	2,16
P13	1,38	0,82	3,05
P14	1,22	0,79	2,90
P15	1,06	1,17	3,17

NC: Não conseguiu realizar a tarefa.

Fonte: Elaboração própria.

### 5.1.3 Tempo mais rápido de acionamento dos dispositivos de entrada

Esta variável faz referência ao tempo mais rápido gasto pelos participantes para o acionamento do alvo no *software SSPT* com os dispositivos (Tabela 03).

**Tabela 03:** Dados referentes aos desempenhos dos participantes na variável Tempo mais rápido de acionamento (segundos).

Participante	Mouse	Toque	Eye tracker
P1	0,90	1,17	0,15
P2	NC	0,08	0,06
P3	NC	NC	0,91
P4	0,29	0,52	0,95
P5	NC	0,03	NC
P6	NC	0,18	0,02
P7	0,32	0,68	1,49
P8	NC	0,43	0,79
P9	0,30	0,29	0,29
P10	0,32	0,42	0,15
P11	0,82	0,19	1,35
P12	0,31	0,43	0,40
P13	0,42	0,13	0,74
P14	0,62	0,33	0,10
P15	0,40	0,29	1,61

NC: Não conseguiu realizar a tarefa.

Fonte: Elaboração própria.

### 5.1.4 Tempo mais lento de acionamento dos dispositivos de entrada

Esta variável faz referência ao tempo mais lento gasto pelos participantes para o acionamento do alvo no *software SSPT* com os dispositivos (Tabela 04).



**Tabela 04:** Dados referentes aos desempenhos dos participantes na variável Tempo mais lento de acionamento (segundos).

<b>Participante</b>	<b>Mouse</b>	<b>Toque</b>	<b>Eye tracker</b>
P1	3,31	2,67	3,06
P2	NC	3,77	11,47
P3	NC	NC	4,59
P4	0,94	1,63	8,35
P5	NC	3,85	NC
P6	NC	1,87	4,5
P7	1,22	4,35	5,5
P8	NC	0,93	6,66
P9	0,98	0,63	3,33
P10	4,61	2,74	4,54
P11	5,30	4,95	3,84
P12	0,59	1,36	4,38
P13	3,13	1,36	20,63
P14	3,39	1,94	7,63
P15	2,20	4,52	8,18

NC: Não conseguiu realizar a tarefa.

**Fonte:** Elaboração própria.

### 5.1.5 Porcentagem de tempo no círculo

Esta variável faz referência ao tempo que os participantes conseguiram permanecer no círculo durante a tarefa de rastreamento do alvo no *software TT* com os dispositivos (Tabela 05).

**Tabela 05:** Dados referentes aos desempenhos dos participantes na variável Porcentagem de tempo no círculo (segundos).

<b>Participante</b>	<b>Mouse</b>	<b>Toque</b>	<b>Eye tracker</b>
P1	40,5	25,1	15,9
P2	NC	NC	3
P3	NC	NC	0,3
P4	59	64,3	10,4
P5	NC	NC	NC
P6	NC	2,3	0,1
P7	59,9	16,5	0
P8	NC	44,9	35,8
P9	74,5	81,8	15,7
P10	30,9	33,7	13,8
P11	10,9	15,7	20,2
P12	71,3	16,5	19,8
P13	42,7	24,7	4,5
P14	11,7	10,5	2,7
P15	2,7	40,1	6,3

NC: Não conseguiu realizar a tarefa.

**Fonte:** Elaboração própria.

### 5.1.6 Frequência de erros

Esta variável faz referência à frequência de erros cometidos pelos participantes no rastreamento do alvo no *software TT* com os dispositivos (Tabela 06).

**Tabela 06:** Dados referentes aos desempenhos dos participantes na variável Frequência de erros (quantidade de erros).

Participante	Mouse	Toque	Eye tracker
P1	16	10	4
P2	NC	NC	1
P3	NC	NC	1
P4	10	16	3
P5	NC	NC	NC
P6	NC	3	1
P7	21	3	0
P8	NC	15	12
P9	17	7	4
P10	12	10	5
P11	4	4	7
P12	13	3	5
P13	13	6	3
P14	4	3	4
P15	4	14	2

NC: Não conseguiu realizar a tarefa.

Fonte: Elaboração própria.

### 5.1.7 Preferência em relação aos dispositivos de entrada

Esta variável faz referência à preferência dos participantes com relação aos dispositivos (Quadro 04).

**Quadro 04:** Dados referentes à preferência dos participantes com relação aos dispositivos de entrada.

Participante	Dispositivo preferido
P1	Tela sensível ao toque
P2	Eye tracker
P3	Eye tracker
P4	Tela sensível ao toque
P5	Tela sensível ao toque
P6	Tela sensível ao toque
P7	Eye tracker
P8	Eye tracker
P9	Eye tracker
P10	Tela sensível ao toque
P11	Tela sensível ao toque
P12	Tela sensível ao toque
P13	Eye tracker
P14	Tela sensível ao toque
P15	Tela sensível ao toque

Fonte: Elaboração própria.

### 5.1.8 Satisfação em relação aos dispositivos de entrada

Esta variável faz referência à satisfação dos participantes com relação aos dispositivos (Tabela 07).

**Tabela 07:** Dados referentes à satisfação participantes com relação aos dispositivos de entrada (EVA).

Participante	Mouse	Toque	Eye tracker
P1	6	2	2
P2	6	6	1
P3	6	6	1
P4	1	3	4
P5	7	1	7
P6	7	2	6
P7	2	1	1
P8	7	2	2
P9	1	1	2
P10	1	1	1
P11	2	2	2
P12	1	1	1
P13	2	1	1
P14	2	1	2
P15	2	1	2

Fonte: Elaboração própria.

## 5.2 Resultados da análise por grupo

### 5.2.1 Tempo total de resposta

Os resultados indicaram que o tempo total de resposta durante o uso do *software Discrete Aiming Task v.2.0* não teve variação significativa ( $p=0,367$ ) dependendo do tipo de dispositivo de entrada utilizado pelos participantes do estudo (Tabela 08).

**Tabela 08:** Resultados obtidos para a variável tempo total de resposta (s) durante o acionamento do *Discrete Aiming Task v.2.0* com os diferentes dispositivos de entrada no computador por meio do teste de Friedman.

Dispositivos de entrada	Mediana (s)	Mínimo (s)	Máximo (s)
Mouse	3,6	1,5	12,7
Toque	2,3	0,9	7,0
Eye tracker	4,2	1,5	9,7

$p= 0.3679$

Fonte: Elaboração própria

### 5.2.2 Tempo médio para acionamento dos dispositivos de entrada

Houve diferença significativa ( $p=0,007$ ) variável tempo médio de acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT* dependendo do tipo de dispositivo de entrada utilizado pelos participantes do estudo (Tabela 09).

**Tabela 09:** Resultados obtidos para a variável tempo médio de acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT* com diferentes dispositivos de entrada no computador por meio do teste de Friedman.

Dispositivos de entrada	Mediana (s)	Mínimo (s)	Máximo (s)
<i>Mouse</i>	34,5	4	68
Toque	35,5	5	123
<i>Eye tracker</i>	126	62	182

$p=0,007$  muito significativa

Fonte: Elaboração própria

A comparação entre os diferentes dispositivos indicou que existe diferença significativa para a variável tempo médio de acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT* quando comparado os acionamentos pelo *mouse* com os do *eye tracker* (Tabela 10).

**Tabela 10:** Comparação dois a dois por meio do teste de Dunn para a variável tempo médio de acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT*.

Comparação	Valor p
<i>Mouse</i> vs. Toque	$p>0,05$
Toque vs. <i>Eye tracker</i>	$p>0,05$
<i>Mouse</i> vs. <i>Eye tracker</i>	$p<0,05^*$

Valor de p \*significante

Fonte: Elaboração própria

### 5.2.3 Tempo mais rápido para acionamento dos dispositivos de entrada

A comparação entre os diferentes dispositivos de entrada em relação a variável tempo mais rápido para o acionamento durante a execução da atividade com o *software SSPT* não foi verificada significância estatística ( $p=0,54$ ) (Tabela 11).

**Tabela 11:** Resultados obtidos para a variável tempo mais rápido para o acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT* com diferentes dispositivos de entrada no computador por meio do teste de Friedman.

Dispositivos de entrada	Mediana (s)	Mínimo (s)	Máximo (s)
<i>Mouse</i>	3,5	3	9
Toque	3,5	1	62
<i>Eye tracker</i>	5,5	1	66

p=0,54 não significante

Fonte: Elaboração própria

#### 5.2.4 Tempo mais lento para acionamento dos dispositivos de entrada

A comparação entre os diferentes dispositivos de entrada em relação a variável tempo mais lento para o acionamento durante a execução da atividade com o *software SSPT* foi verificada significância estatística (p=0,004) (Tabela 12).

**Tabela 12:** Resultados obtidos para a variável tempo mais lento para o acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT* com diferentes dispositivos de entrada no computador por meio do teste Friedman.

Dispositivos de entrada	Mediana (s)	Mínimo (s)	Máximo (s)
<i>Mouse</i>	151,5	6	306
Toque	98	6	249
<i>Eye tracker</i>	275	181	1206

p=0,004\* significante

Fonte: Elaboração própria

A comparação entre os diferentes dispositivos indicou que existe diferença significativa para a variável tempo mais lento para o acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT* quando comparado os acionamentos do toque com os do *eye tracker* (Tabela 13).

**Tabela 13:** Comparação dois a dois por meio do teste de Dunn para a variável tempo mais lento para o acionamento dos dispositivos de entrada durante a execução da atividade com o *software SSPT*.

Comparação	Valor p
<i>Mouse</i> vs. Toque	p>0.05
Toque vs. <i>Eye tracker</i>	p<0.05*
<i>Mouse</i> vs. <i>Eye tracker</i>	p>0.05

Valor de p \*significante

Fonte: Elaboração própria

### 5.2.5 Porcentagem de tempo no círculo

Não houve diferença significativa ( $p= 0,07$ ) para a variável porcentagem de tempo no círculo durante o uso do *software Tracking Task v.2.0* dependendo do tipo de dispositivo de entrada utilizado pelos participantes do estudo (Tabela 14).

**Tabela 14:** Resultados obtidos para a variável % tempo-círculo durante a utilização do *Tracking Task v.2.0* com diferentes dispositivos de entrada no computador por meio do teste de Friedman.

Dispositivos de entrada	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
<i>Mouse</i>	41,6	2,7	74,5
Toque	24,9	10,5	81,8
<i>Eye tracker</i>	12,1	0,0	20,2

$p=0,07$  não significativa

Fonte: Elaboração própria

### 5.2.6 Frequência de erros

Houve diferença significativa ( $p= 0.03$ ) para a variável frequência de erros durante o uso do *software Tracking Task v.2.0* dependendo do tipo de dispositivo de entrada utilizado pelos participantes do estudo (Tabela 15).

**Tabela 15:** Resultados obtidos para a variável frequência de erros durante a utilização do *Tracking Task v.2.0* com diferentes dispositivos de entrada no computador por meio do teste de Friedman.

Dispositivos de entrada	Mediana (Frequência de erros)	Mínimo (Frequência de erros)	Máximo (Frequência de erros)
<i>Mouse</i>	13	4	21
Toque	6	3	16
<i>Eye tracker</i>	4	0	7

\*  $p= 0,03$  significativa

Fonte: Elaboração própria

A comparação entre os diferentes dispositivos indicou que existe diferença significativa para a variável frequência de erros quando comparado o acionamento pelo *mouse* e pelo *eye tracker* (Tabela 16).

**Tabela 16:** Comparação dois a dois por meio do teste de Dunn para a variável frequência de erros com o Teste de Dunn.

<b>Comparação</b>	<b>Valor p</b>
<i>Mouse vs. Toque</i>	p>0.05
Toque vs. <i>Eye tracker</i>	p>0.05
<i>Mouse vs. Eye tracker</i>	p<0.05

\*Valor de p significativo

**Fonte:** Elaboração própria.

### 5.2.7 Preferência em relação aos dispositivos de entrada

A comparação entre os níveis de habilidade manual (MACS) e a preferência do dispositivo de entrada indicou não haver diferença significativa (Tabela 17).

**Tabela 17:** Comparação entre nível de classificação MACS e preferência de dispositivo de entrada pelo teste de Fisher.

<b>MACS</b>	<b><i>Eye tracker</i></b>	<b>Toque</b>	<b>Total</b>
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
I-II	3 (20%)	6 (40%)	9 (60%)
III-IV-V	3 (20%)	3 (20%)	6 (40%)
TOTAL	6 (40%)	9 (60%)	15 (100%)

Valor de p = 0,62 não significativo

**Fonte:** Elaboração própria

A comparação entre os níveis de habilidade motora (GMFCS) e a preferência do dispositivo de entrada indicou não haver diferença significativa (Tabela 18).

**Tabela 18:** Comparação entre nível de classificação GMFCS e preferência de dispositivo de entrada pelo teste de Fisher.

<b>GMFCS</b>	<b><i>Eye tracker</i></b>	<b>Toque</b>	<b>Total</b>
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
I-II	3 (21%)	5 (33%)	8 (53%)
III-IV-V	3 (20%)	4(27%)	7 (47%)
TOTAL	6 (40%)	9 (60%)	15 (100%)

Valor de p = 1,0 não significativo

**Fonte:** Elaboração própria

A comparação entre gênero dos usuários e a preferência do dispositivo de entrada indicou não haver diferença significativa (Tabela 19).

**Tabela 19:** Comparação de preferência de dispositivo entre meninos e meninas pelo teste de Fisher.

<b>Gênero</b>	<b><i>Eye tracker</i></b>	<b>Toque</b>	<b>Total</b>
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
Menino	6 (40%)	5(33%)	11 (73%)
Menina	0 (0%)	4 (27%)	04 (27%)
TOTAL	6 (40%)	9 (60%)	15 (100%)

p =0.1033 não significativa

**Fonte:** Elaboração própria

A comparação entre a classificação topográfica e a preferência do dispositivo de entrada indicou não haver diferença significativa (Tabela 20).

**Tabela 20:** Comparação de preferência de dispositivo e classificação topográfica pelo teste de Fisher.

<b>Classificação</b>	<b><i>Eye tracker</i></b>	<b>Toque</b>	<b>Total</b>
<b>Topográfica</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
Quadriparético	3 (20%)	2 (13%)	5 (33%)
Diparético e hemiparético	3 (20%)	7 (47%)	10 (67%)
TOTAL	6 (40%)	9 (60%)	15 (100%)

p =0.3287

**Fonte:** Elaboração própria

### 5.2.8 Satisfação em relação aos dispositivos de entrada

O teste de Spermann indicou haver correlação positiva entre o nível de habilidade motora grossa e satisfação em relação ao toque e *mouse*. Também indicou correlação positiva entre o nível de habilidade manual (MACS) e a satisfação com o *mouse*, entretanto não indicou correlação com a idade dos participantes (Tabela 21).



**Tabela 21:** Correlação entre as variáveis idade, GMFCS e MACS e satisfação com os dispositivos de entrada pelo teste de Spermann.

	<i>Eye tracker</i>	<b>Toque</b>	<i>Mouse</i>
	<b>p (r)</b>	<b>p (r)</b>	<b>p (r)</b>
Idade	0,27 (-0,31)	0,85 (0,05)	0,62 (0,14)
GMFCS	0,48 (0,19)	0,03 (0,55)*	0,01 (0,61)**
MACS	0,95 (-0,02)	0,13 (0,41)	0,01 (0,63)**

Valor de p \* significativa \*\* extremamente significativa

**Fonte:** Elaboração própria

Também foi possível observar que os participantes com o nível de habilidade manual mais comprometido tinham menor possibilidade para conseguir usar o *mouse* (Tabela 22).

**Tabela 22:** Comparação entre conseguir utilizar o *mouse* e nível de classificação MACS pelo teste de Fisher.

<b>MACS</b>	<b>Conseguiu</b>	<b>Não conseguiu</b>	<b>Total</b>
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
I-II	8 ( 53%)	0 (0%)	8 (53%)
III-IV-V	2 ( 13%)	5(33%)	7 (47%)
TOTAL	10 (67%)	5 (33%)	15 (100%)

**p= 0.0070 muito significativa**

**Fonte:** Elaboração própria

Os dados da Tabela 23 indicam não haver diferença estatística entre o nível de Classificação com o MACS e a possibilidade de conseguir usar o toque para acesso ao computador.

**Tabela 23:** Comparação entre conseguir utilizar o toque e nível de classificação MACS pelo teste de Fisher.

<b>MACS</b>	<b>Conseguiu</b>	<b>Não conseguiu</b>	<b>Total</b>
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
I-II	8 (53%)	0 (0%)	8 (53%)
III-IV-V	6 (40%)	1(7%)	7 (47%)
TOTAL	14 (93%)	1 (7%)	15 (100%)

p=0.4667 NÃO SIGNIFICANTE

**Fonte:** Elaboração própria

Os dados da Tabela 24 indicam não haver diferença estatística entre o nível de Classificação com MACS e a possibilidade de conseguir usar o *eye tracker* para acesso ao computador.

**Tabela 24:** Comparação entre conseguir utilizar o *eye tracker* e nível de classificação MACS pelo teste de Fisher.

MACS	Conseguiu n (%)	Não conseguiu n (%)	Total n (%)
I-II	8 (53%)	0 (0%)	8 (53%)
III-IV-V	6 (40%)	1(7%)	7 (47%)
TOTAL	14 (93%)	1 (7%)	15 (100%)

p=0.4667 NÃO SIGNIFICANTE

Fonte: Elaboração própria

Os dados da Tabela 25 indicam não haver diferença estatística entre o nível de satisfação de uso do *mouse* e o gênero do usuário.

**Tabela 25:** Comparação de satisfação de uso do *mouse* entre meninos e meninas

Gênero	Insatisfeito	Satisfeito	Total N (%)
Menino	4 (27%)	7 (47%)	11 (73%)
Menina	2 (13%)	2 (13%)	4 (27%)
Total	6(40%)	8 (60%)	15(100%)

p =1

Fonte: Elaboração própria

Os dados da Tabela 26 indicam não haver diferença estatística entre o nível de satisfação de uso do toque e o gênero do usuário.

**Tabela 26:** Comparação de satisfação de uso do toque entre meninos e meninas.

Gênero	Insatisfeito	Satisfeito	Total N (%)
Menino	3 (20%)	8 (53%)	11 (73%)
Menina	0(0%)	4 (27%)	4 (27%)
Total	3(20%)	12 (80%)	15(100%)

p=0.5165

Fonte: Elaboração própria

Os dados da Tabela 27 indicam não haver diferença estatística entre o nível de satisfação de uso do *eye tracker* e o gênero do usuário.

**Tabela 27:** Comparação de satisfação de uso do *eye tracker* entre meninos e meninas.

<b>Gênero</b>	<b>Insatisfeito</b>	<b>Satisfeito</b>	<b>Total n (%)</b>
Menino	2 (13%)	9 (60%)	11 (73%)
Menina	1(7%)	3 (20%)	4 (27%)
Total	3(20%)	11 (80%)	15(100%)

p=1.000

**Fonte:** Elaboração própria

## 6 DISCUSSÃO

Diante dos resultados apresentados, algumas informações carecem de explanação mais detalhada e argumentação para que sejam melhor compreendidas, por isso são discutidas a seguir.

O *Discrete Aiming Task 2.0* é um *software* que tem como objetivo a avaliação da precisão e acurácia (OKAZAKI, 2008), sendo assim, aquele que conseguir realizar a tarefa por ele proposto com maior precisão terá mais acurácia. A variável Tempo total de resposta faz referência ao tempo total gasto para a execução da tarefa proposta pelo programa.

Os resultados indicaram que o Tempo total de resposta no uso deste *software* não apresentou variação significativa com nenhum dos dispositivos, porém o uso do *eye tracker* proporcionou o tempo mais demorado de resposta e, a tela sensível ao toque, o tempo mais rápido na realização da tarefa proposta. Tais informações sugerem que, para os indivíduos com PC participantes deste estudo, a utilização do toque facilitou a realização da tarefa, pois demandou menos tempo, fato que pode contribuir para um acesso mais rápido ao computador, se comparado com o *eye tracker*.

O *Tracking Task 2.0* é um *software* que serve para analisar uma tarefa de rastreamento associada ao tempo de reação do usuário e sua acurácia (OKAZAKI, 2008). Ao ser executado apresenta um círculo azul que se desloca pela tela do computador, mudando diversas vezes de direção. O usuário tem como objetivo tentar manter o cursor do *mouse* dentro deste círculo o máximo de tempo possível enquanto ele se movimenta. Ao final, é computada a porcentagem de tempo que o indivíduo conseguiu manter o cursor dentro do círculo. A Porcentagem de tempo no círculo corresponde à quantidade de tempo que o usuário conseguiu permanecer dentro do círculo em movimento. Quanto mais tempo permanecer dentro do círculo, maior a sua acurácia.

Os resultados mostraram que não houve diferença significativa para a Porcentagem de tempo no círculo com a utilização dos dispositivos para a realização da tarefa proposta pelo *software*, entretanto com a utilização do *mouse* os participantes permaneceram mais tempo dentro do círculo em movimento, menos tempo com a tela sensível ao toque e, menos ainda com o *eye tracker*. Estes achados sugerem que, dos três dispositivos utilizados, o *mouse* foi o que mais favoreceu a realização da tarefa, e conseqüentemente a acurácia dos participantes. Sugere também que o *mouse* pode favorecer o controle de movimentação do cursor pela tela do computador.

Considerando os achados sugestivos referentes ao insucesso do *eye tracker* no Tempo total de resposta e na Porcentagem de tempo no círculo, vale ressaltar que o homem não está familiarizado com a utilização de seus olhos para tais fins em seu cotidiano. No estudo de Vertegall (2008), indivíduos adultos sem deficiência apresentaram desvantagens no uso do *eye tracker*. O autor explica que tais desvantagens podem estar relacionadas aos seguintes fatores: sensibilidade do dispositivo aos movimentos da cabeça do usuário; ter a precisão em apontar limitada pelo tamanho da fóvea do olho humano; dependem de calibração precisa e, podem causar o efeito Toque de Midas, que é o fenômeno causado pela sobrecarga da função de entrada visual que pode provocar a seleção inadvertida ou ativa de qualquer alvo em que olhos estejam fixados.

Quanto aos achados que sugerem o sucesso do *mouse* em facilitar tarefa de seleção de alvo e o controle de movimentação do cursor pela tela do computador, podem estar relacionados ao fato de que o *mouse* é o dispositivo de entrada mais convencional para o acesso ao computador *desktop*, pois já vem incluso no equipamento, por isso, está sempre à disposição dos usuários que os utilizam frequentemente, o que permite um maior treino e maior controle sobre o recurso, ao contrário de um *eye tracker* que, além de ser menos conhecido é de mais difícil aquisição, devido ao seu alto custo. No trabalho de Braccialli et al. (2016b), 37 pais de crianças e adolescentes com PC responderam um questionário a respeito do local e modo de uso do computador das diversas tecnologias existentes para acesso ao computador. Os resultados mostraram que a maioria dos participantes disse usar o *mouse* como recurso mais convencional de acesso ao computador; não ter conhecimento de recursos de acessibilidade disponíveis nos sistemas operacionais instalados no computador, e nem sobre tecnologias que facilitam o acesso ao computador, nas quais pode ser incluído o *eye tracker*.

O *Single Switch Performance Test 1.0 (SSPT)* é um *software* livre que serve para medir o tempo necessário para acionar ou liberar o alvo e também a velocidade de ativações repetitivas (ROMICH; HILL; LIFFICK, 2005). Neste estudo, dos três testes que o programa oferece, foi utilizado somente o Teste de acionamento. Foi usado com o objetivo de descobrir qual dos dispositivos avaliados pode proporcionar o acionamento mais rápido do alvo.

Os resultados referentes aos tempos médio, mais rápido e mais lento de acionamento, demonstraram que o *mouse* foi o dispositivo mais eficaz para tal tarefa. Tal dado corrobora os achados de Guimarães, Spiller e Braccialli (2017, no prelo). Neste trabalho os autores, compararam o desempenho de jovens ao utilizarem dispositivos de acesso ao

computador. Participaram do estudo cinquenta jovens saudáveis com idades entre 15 e 25 anos. Para a coleta de dados foi utilizado computador com tela sensível ao toque, o *mouse* e o *Camera Mouse*. Foram utilizados três *softwares* para avaliar tempo de reação e acurácia dos participantes: *Discrete Aiming Task*, *Tracking Task* e *Single Switch Performance Test*. Os resultados demonstraram que nas atividades de precisão e tempo de reação, o *mouse* e a tela sensível ao toque foram os dispositivos que geraram os melhores desempenhos. No uso SSPT, o *mouse* mostrou a menor tempo de acionamento, seguido da tela sensível ao toque e do *Camera Mouse*.

Ainda no que se refere ao tempo de acionamento, também foi possível observar que o *eye tracker* apresentou o maior tempo para o acionamento, ou seja, foi o dispositivo menos eficaz para a tarefa. A ineficácia do *eye tracker* neste caso talvez possa estar relacionada à necessidade de um período maior de prática, de treinamento com o recurso. No presente trabalho, os participantes realizaram um breve treinamento com os dispositivos em dois encontros de uma hora cada aproximadamente. Borgestig et al. (2016) realizaram um estudo longitudinal de 20 meses com 10 crianças de 1 a 15 anos com PC ou lesão medular cervical, todos principiantes no uso do *eye tracker*. Os participantes usaram o recurso de TA em suas atividades diárias ao longo do estudo para estabelecer uma linha de base. Os autores concluíram que crianças com deficiências físicas severas podem melhorar seu desempenho em tarefas envolvendo o controle com o olhar, entretanto necessitam de um longo tempo de prática para adquirir as habilidades necessárias ao desenvolvimento de um controle do olhar rápido e preciso.

Os resultados referentes à frequência de erros demonstraram que o *eye tracker* foi o dispositivo mais eficaz na tarefa de seleção de alvo no uso do *software Tracking Task v.2.0* por causar uma frequência menor de erros, e o *mouse*, o menos eficaz por causar mais erros. Tais achados podem estar relacionados com o tipo de demanda motora necessária para usar cada recurso. O uso do *eye tracker* exige do indivíduo boas condições motoras de cabeça e de pescoço, mas primordialmente a movimentação dos olhos. Já o *mouse* exige boas condições motoras de todo o membro superior, principalmente do antebraço e da mão, quesitos que na maioria dos indivíduos de PC costumam estar comprometidos.

O sucesso do *eye tracker* com relação ao *mouse* em tarefas de seleção de alvo, em indivíduos com comprometimentos motores, também pode ser constatado no trabalho de Mollenbach, Stefansson e Hanson (2008). Neste estudo foram analisados os desempenhos do *mouse* convencional e de um *eye tracker* para as tarefas de navegar e pesquisar e seleção de alvo por indivíduos com deficiência motora. Os autores concluíram que para as tarefas de

navegar e pesquisar as respostas foram indistinguíveis, entretanto, nas tarefas de seleção de alvo, o *eye tracker* foi mais eficiente, 16% mais rápido que o *mouse*.

Quanto à preferência dos participantes em relação aos dispositivos de entrada, os resultados, apesar de não indicarem significância estatística, mostraram que a maioria daqueles com menor comprometimento de habilidade manual parece preferir a tela sensível ao toque, e, àqueles com maior comprometimento parecer preferir o *eye tracker* e a tela sensível ao toque. Do mesmo modo, a maioria dos quadriparéticos parece preferir o *eye tracker* e, a maioria do diplégicos ou hemiplégicos, a tela sensível ao toque. Tais achados possivelmente podem ser explicados pela tendência do ser humano em preferir usar aquilo que lhe parece mais fácil, mais conveniente, que exige menos gasto de energia. Neste caso, aqueles com maior comprometimento de habilidade manual tendem em escolher e ter preferência por aquele recurso que torna a tarefa mais fácil, que não necessite do uso das mãos com limitações motoras. Por outro lado, aqueles com habilidade manual discretamente comprometida tendem em escolher os recursos que privilegiam o uso das mãos.

No caso dos quadriparéticos, o fato de apresentarem comprometimento motor em ambos os membros superiores e inferiores, tendem a escolher recursos que não demandam função dos membros, e, os diplégicos ou hemiplégicos tendem a escolher recursos para uso com a mão, pois, nestas duas situações, os indivíduos apresentam pelo menos um membro superior com função manual preservada. De acordo com King (1999), quando se pretende implementar recursos de TA para alunos com deficiências, a preferência do usuário para com o recurso é primordial para promover a aceitabilidade e o uso do dispositivo.

Ainda sobre a preferência dos dispositivos, os resultados mostraram também que a maioria dos participantes preferiu a tela sensível ao toque. Tal preferência pela tela sensível ao toque talvez possa remeter os participantes aos dispositivos móveis de comunicação mais utilizados pela população na atualidade: os *smartphones* e os *tablets*. Vale lembrar que além de serem utilizados com fins de comunicação e de trabalho, tais dispositivos são comumente utilizados para fins de lazer e entretenimento, como executar jogos, escutar música e assistir filmes que os torna os preferidos de muitas pessoas. Na maioria destas situações a tela sensível ao toque está presente. Segundo Park, Lee e Kim (2011) tal recurso é uma das interfaces que têm sido muito utilizada e aplicada em vários dispositivos, tais como computadores, caixas eletrônicos, aparelhos celulares e *tablets*.

É importante destacar que ninguém apontou preferência pelo *mouse*, dado que pode causar reflexão a respeito da oferta deste recurso nas SRM. Talvez seja um indicativo de que é momento de repensar os kits que são ofertados atualmente, principalmente no que se

refere aos dispositivos para acesso ao computador por alunos com deficiência física reforçando a sugestão de Queiroz (2015). Em seu trabalho a autora sugere que além dos recursos já oferecidos nos kits, deveriam ser oferecidos ao aluno com deficiência física recursos de TA mais específicos como, por exemplo, *mouse* estático de esfera, teclado com teclas ampliadas, *software* com sistema de varredura, *notebooks* ou *tablets* com tela sensível ao toque.

No tocante à satisfação dos participantes em relação aos dispositivos de entrada, os resultados demonstraram que a satisfação dos participantes tem relação com seus respectivos níveis de função motora grossa e de habilidade manual, porém, não tem relação com idade e nem com o gênero. Demonstraram também que a maioria dos participantes com maior comprometimento de função motora grossa e de habilidade manual estava insatisfeita com a tela sensível ao toque e com o *mouse*. Também foi possível observar que a satisfação pode ter relação com a possibilidade dos participantes conseguirem ou não usar os recursos.

Quanto à possibilidade de conseguir utilizar os recursos, aqueles com maior habilidade manual, geralmente apresentam melhores condições na utilização de recursos para acesso ao computador que demandem funções de mão, portanto, se conseguem usar um dispositivo tendem a sentirem-se satisfeitos com o mesmo. Por outro lado, aqueles com habilidade manual prejudicada, por não conseguirem usar, ou apresentarem dificuldades no uso do recurso, tendem à insatisfação.

Face à dificuldade na utilização dos recursos, de acordo com Davies et al. (2010), indivíduos com PC podem apresentar prejuízos na coordenação motora fina e grossa dos membros superiores, o que torna difícil o acesso ao computador por meio de recursos como o *mouse* e teclado padrão, sendo necessário outros recursos de TA mais complexos. Como exemplos destes recursos mais complexos podem ser citados os *joysticks*, os *trackballs*, os sistemas de reconhecimento de gestos e a tela sensível ao toque.

Vale destacar que as dificuldades no uso do recurso, podem ser indício de que o mesmo esteja inadequado às necessidades do usuário, fator que segundo Braccialli (2007) pode contribuir para o seu abandono. Para a autora, os motivos mais comuns relacionados ao abandono do recurso são: a falta de participação do usuário no processo de escolha do dispositivo; ineficácia do dispositivo; mudanças nas necessidades do usuário; falta de treinamento do usuário; inadequação às necessidades do usuário; uso complexo; má aceitação social do dispositivo; falta de motivação para o seu uso; falta de treinamento e conhecimento acerca sobre o recurso e recursos com aparência, peso e tamanho não estéticos.



Foi possível observar que a maioria dos participantes com maior comprometimento da habilidade manual não conseguiu usar o *mouse* e possivelmente talvez por esta razão não ficou satisfeita com o recurso, entretanto conseguiu usar a tela sensível ao toque e o *eye tracker*. Diante destes resultados fica clara a importância de experimentação de vários dispositivos diante de uma situação na qual o aluno com PC não consiga usar um recurso em específico. O fato de não conseguir usar um determinado recurso não exclui a possibilidade de conseguir usar outro que atenda a demanda motora do estudante.

Por fim, os resultados de satisfação também demonstraram que maioria dos participantes parece estar satisfeita com a tela sensível ao toque e com o *eye tracker*, dados que corroboram os achados de Caligari et al. (2016). Neste trabalho os autores avaliaram os efeitos do *eye tracker* na qualidade de vida de indivíduos com ELA, bem como a satisfação deles com relação ao dispositivo. Os resultados mostraram que o uso do recurso aumentou as habilidades comunicativas e a qualidade de vida dos participantes que também mostraram um alto índice de satisfação com relação ao dispositivo.

Informações a respeito da satisfação do aluno com relação aos dispositivos de TA são muito importantes para direcionar o fazer pedagógico do professor, principalmente os da Educação Especial no que se refere à implementação dos recursos de TA. Para Verza et al. (2006), a TA têm como objetivo tentar compensar as limitações funcionais e sensoriais de um indivíduo, de maneira que lhe permita obter o máximo de independência e satisfação.

## 7 CONCLUSÕES

Quanto à eficácia dos dispositivos de entrada para o acesso ao computador por alunos com paralisia cerebral participantes deste estudo foi possível concluir que:

O *eye tracker*:

- Mostrou-se o dispositivo mais eficaz na tarefa de seleção de alvo no uso do *software Tracking Task v.2.0* por causar uma frequência menor de erros;

O *mouse*:

- Demonstrou ser o dispositivo mais eficaz no tempo médio de acionamento de alvo no *software Single Switch Performance Test 1.0* por causar o menor tempo médio;
- Parece ser o dispositivo mais eficaz no tempo mais rápido de acionamento de alvo no *software Single Switch Performance Test 1.0*;
- Parece ser o dispositivo mais eficaz na tarefa de rastreamento de alvo por proporcionar maior porcentagem de tempo no círculo no *software Tracking Task 2.0*;

A tela sensível ao toque:

- Demonstrou ser o dispositivo mais eficaz no tempo mais lento de acionamento de alvo no *software Single Switch Performance Test 1.0*, pois proporcionou o tempo mais rápido nesta variável;
- Parece ser o dispositivo mais eficaz no tempo de resposta para a tarefa de seleção de alvo no *software Tracking Task 2.0*;

Quanto à preferência dos participantes em relação aos dispositivos de entrada foi possível concluir que:

- A maioria daqueles com menor comprometimento de habilidade manual parece preferir a tela sensível ao toque e, daqueles com níveis mais comprometidos, metade preferiu o *eye tracker* e a outra metade, a tela sensível ao toque;
- A maioria dos participantes parece preferir a tela sensível ao toque;
- A maioria das meninas parece preferir a tela sensível ao toque e a maioria dos meninos o *eye tracker*;

- A maioria dos quadriparéticos parece preferir o *eye tracker* e a maioria daqueles diplégicos ou hemiplégicos, a tela sensível ao toque;

Quanto à satisfação dos participantes em relação aos dispositivos de entrada foi possível concluir que:

- O nível de função motora grossa e de habilidade manual dos participantes tem relação com a satisfação com os dispositivos de entrada, porém, não tem relação com a idade e nem com o gênero dos usuários;
- A maioria dos participantes com severo comprometimento de função motora grossa está insatisfeita com a tela sensível ao toque e com o *mouse*.
- A maioria dos participantes com maior comprometimento de habilidade manual está insatisfeita com o *mouse*.
- A maioria dos participantes parece estar satisfeita com a tela sensível ao toque e com o *eye tracker*;

Quanto à possibilidade dos participantes conseguirem usar os dispositivos de entrada foi possível concluir:

- Os participantes com menos comprometimento de habilidade manual conseguiram usar o *mouse*, já, a maioria daqueles com mais comprometimentos não conseguiram;
- Todos aqueles com menos comprometimento de habilidade manual e, a maioria dos participantes com maiores comprometimentos parecem conseguir usar a tela sensível ao toque e o *eye tracker*.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa forneceu dados que apontam para a necessidade de revisão dos kits ofertados nas SRM, ou talvez a idealização de um outro que contenha novas opções de recursos de TA para acesso ao computador por alunos com deficiência física, principalmente aqueles com PC. Tal apontamento surge devido ao fato de que os recursos para tal fim, hoje disponíveis nas salas, não estão solucionando o problema dos alunos com deficiência que deles necessitam, pois, na maioria das vezes não dão conta da variedade de demandas motoras e funcionais apresentadas por estes alunos.

É sabido que nos kits oferecidos atualmente não estão disponíveis recursos de alta TA para uso do computador, como por exemplo, acionadores eletrônicos pelo olhar, como os *eye trackers*, pois o custo é alto, fator que dificulta a aquisição destes dispositivos. Toda esta situação é contraditória se considerarmos que o governo federal reconhece e categoriza como recurso de TA na Portaria Interministerial nº 362, de 24 de Outubro de 2012 (BRASIL, 2012), mas não o disponibiliza nas SRM.

Entretanto, são ofertados outros tipos de dispositivos para acesso o computador que, de qualquer forma demandam capacitação para manuseá-los ou usá-los. Sendo assim, é necessário investir na capacitação dos professores das SRM para que aprendam a manusear e quando necessário realizar a calibração destes recursos, para utilizá-los para fins pedagógicos e também orientar seus alunos quanto ao uso correto. Trata-se de um processo complexo no qual não basta só o treino e experimentação com o recurso, pois envolve aprendizagem, tanto por parte do aluno como do professor. Vale ressaltar que não somente alunos e profissionais da Educação necessitam deste tipo capacitação, mas todo indivíduo que de alguma forma precise interagir com os dispositivos, como os profissionais de saúde que costumam ser solicitados para prestar orientações quanto ao manuseio, calibração, e no processo de seleção e aquisição destes recursos de acordo com o perfil do usuário.

Além da capacitação, estes profissionais carecem de tempo para a mediação aluno com PC-recurso de TA, para ensiná-lo a usar os recursos e tentar garantir que no momento da aula estes recursos saibam ser usados por ambos para os devidos fins pedagógicos. Seria ideal que toda esta demanda de tempo estivesse inclusa na carga horária de trabalho ou de estudo desses profissionais, para que não realizassem estas mediações durante a aula, realidade que pode interferir negativamente no objetivo da rotina pedagógica. Vale lembrar que em muitas dessas mediações o professor se vê diante de circunstâncias que vão além do uso dos recursos, pois, muitos destes alunos apresentam comprometimentos motores

severos que podem dificultar ou até mesmo impedir o uso destes recursos, fato que na maioria das vezes requer o auxílio e a orientação de profissionais da saúde.

Neste contexto, é momento de repensar a necessidade de se estabelecer uma parceria entre profissionais da educação e da saúde para que estes últimos possam auxiliar os professores e alunos no manuseio com os recursos de TA para acesso ao computador, contribuindo assim para que eles sejam usados de fato e não fiquem guardados nos armários das escolas.

Espera-se que o presente estudo estimule a realização de novas pesquisas sobre a mesma temática, que abordem estudos longitudinais com os dispositivos para acesso ao computador utilizados neste trabalho, principalmente com o *eye tracker* que não é um recurso tão corriqueiro em nossa realidade, e que também não está incluso nos kits das SRM. Estudos longitudinais podem influenciar positivamente no resultado das pesquisas por proporcionar longos períodos de treinamento e experimentação com estes recursos a serem realizados com uma amostra maior. O curto período de treinamento, e uma amostra pequena foram limitações do presente estudo e podem ter influenciado os resultados. Sugere-se também a replicação do presente estudo outras populações de alunos que apresentem outros tipos de deficiência, visto que o ambiente escolar poder estar permeado por muitas delas.

Por fim, é importante salientar que, destes estudos podem surgir informações que sensibilizem o governo a adquirir e disponibilizar mais opções de recursos de TA, ações que proporcionariam aos alunos com deficiência, mas principalmente àqueles com deficiência física condições igualitárias de acesso ao computador, contribuindo para a sua escolarização e para uma escola mais inclusiva.

## REFERÊNCIAS

ALVES, D. de O. *Sala de recursos multifuncionais: espaços para atendimento educacional especializado*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006.

ALVES, A. C. J.; MATSUKURA, T. S. A tecnologia assistiva como recurso à escolarização de alunos com paralisia cerebral na escolar regular: o relato das crianças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA., 2009, São Paulo. *Anais do Congresso Brasileiro de Comunicação Alternativa*. São Paulo: ABPEE, 2009.

ANGELO, J. *Assistive Technology for Rehabilitation Therapists*. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1997.

ANSON, D. Tecnologia assistiva. In: PEDRETTI; L. W.; EARLHY, M. B. *Terapia ocupacional: capacidades práticas para as disfunções físicas*. São Paulo: Roca, 2005. p. 276-295.

AUDI, M. *Análise do rastreamento visual de alunos com paralisia cerebral na tela do computador*. 2016. 92 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2016.

AUSTRALIAN CEREBRAL PALSY REGISTER (ACPR) GROUP. *Report of the Australian Cerebral Palsy Register, Birth Years 1993-2006*. Sydney: ACPR Group, 2013.

BERSCH, R.; MACHADO, R. Auxílio em atividades de vida diária: material escolar e pedagógico adaptado. In: BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. *Formação continuada à distância de professores para o atendimento educacional especializado: deficiência física*. Brasília: SEESP/SEED/MEC, 2007.

BRACCIALLI, L. M. P. Tecnologia Assistiva: perspectiva de qualidade de vida para pessoas com deficiência. In: Vilarta, R.; Guierrez, G.L.; Carvalho, T.H.P.F.; Gonçalves, A. (Org.). *Qualidade de vida e novas tecnologias*. Campinas: IPES, 2007, p. 105-114.

\_\_\_\_\_. *Mobiliário adaptado: influência da flexibilidade do assento no controle postural de indivíduos com paralisia cerebral espástica*. 2009. 92 f. Tese (Livre Docência em Reabilitação Física). Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2009.

BRACCIALLI, L.M.P; SPILLER, M.G.; AUDI, M.; ARAÚJO, A.L.; SANKAKO, A.N. *Access computer by children and young people with cerebral palsy*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CEREBRAL PALSY AND OTHER CHILDHOOD-ONSET DISABILITIES, 2016a, Estocolmo, Suécia. Abstract book: EACD, 2016. Disponível em: <http://eacd2016.org/wp-content/uploads/2015/02/Abstract-book.pdf>. Acesso em: 20 Mar. 2017.

\_\_\_\_\_. Acesso ao computador por crianças e jovens com paralisia cerebral. *Educação, Formação & Tecnologias*, v.9, n.1, 72-84. 2016b. Disponível em: <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/516>>. Acesso em 27 Abr. 2017.

BRASIL. *Decreto nº 5.296 de 02 de Dezembro de 2004*. Brasília. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)>. Acesso em: 14 jul. 2017.

BRASIL. *Portaria Normativa nº 13 de 24 de Abril de 2007* - Dispõe sobre a criação do Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais. 2007. Publicado em DOU nº 80, 26/4/2007, Seção 1, p. 4, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/multifuncional.pdf>> Acesso em 05 de maio de 2017.

BRASIL. *Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral*. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, 2013.

\_\_\_\_\_. *Decreto nº 6571/08 de 18 de setembro de 2008*. Dispõe sobre atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do art. 60 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 6.253, de 13 de novembro de 2007. Publicado em DOU, nº. 181, 02/12/2008, p. 26, 2008. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/909436/pg-181-secao-3-diario-oficial-da-uniao-dou-de-02-12-2008>>. Acesso em 12 Mai. 2017.

\_\_\_\_\_. *Portaria Interministerial nº 362, de 24 de Outubro de 2012* - Dispõe sobre o limite de renda mensal dos tomadores de recursos nas operações de crédito para aquisição de bens e serviços de Tecnologia Assistiva destinados às pessoas com deficiência e sobre o rol dos bens e serviços. 2012. Publicado em DOU nº. 207, 25/10/2012, Seção 1, pp. 44-49, 2012. Disponível em: < <http://www.fazenda.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/legislacao/portarias-interministeriais/2012/portaria-362>>. Acesso em: 12 Mai. 2017.

BORGSTIG, M; SANDQVIST, J.; AHLSTEN, G.; FALKMER, T.; HEMMINGSSON, H. Gaze-based assistive technology in daily activities in children with severe physical impairments—An intervention study. *Developmental Neurorehabilitation*, v.20, n.3, 2017.

BORGESTIG, M; SANDQVIST, J.; PARSONS R.; FALKMER, T.; HEMMINGSSON, H. Eye gaze performance for children with severe physical impairments using gaze-based assistive technology—A longitudinal study. *Assistive Technology*, v.28, n.2, pp. 93-102, 2016.

CALIGARI, M; GODI, S.G. FRANCHIGNONI, F.; NARDONE, A. Eye tracking communication devices in amyotrophic lateral sclerosis: Impact on disability and quality of life. *Amyotrophic Lateral and Frontotemporal Degeneration*, v.14, p.546-552, 2016.

CALVO, A.; CHIÒ, A.; CASTELLINA, E.; CORNO, F.; FARINETTI, L.; GHIGLIONE, P.; PASIAN, V.; VIGNOLA, A. Eye tracking impact on Quality-of-life of ALS Patients. In: MIESENBERGER, K.; KLAUS, J.; ZAGLER, W.; KARSHMER, A. (Org.) *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2008. Lecture Notes in Computer Science*, v.5105, pp.70-77, Springer, Berlin, Heidelberg.

CAPOVILLA, F. C. Pesquisa e desenvolvimento de novos recursos tecnológicos para educação especial: Boas novas para pesquisadores, clínicos, professores, pais e alunos. Em E. Alencar (Org.), *Tendências e desafios de Educação Especial* (pp. 196-211). Brasília: 1994. Secretaria de Educação Especial.

CAT - Comitê de Ajudas Técnicas. *Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007 do Comitê de Ajudas Técnicas*. Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR), 2007. Disponível em: <<http://www.mj.gov.br/corde/comite.asp>> Acesso em: 05 Nov. 2016.

COOK, A. M.; HUSSEY, S.M. *Assistive Technologies: Principles and Practice*. 2 ed. Missouri: Mosby, 2002.

DANCEY, C. P; REIDY, J. *Estatística sem matemática para psicologia Usando SPSS para Windows*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608 p.

DAVIES, T.C.; CHAU, T.; FEHLINGS, D.L.; AMERATUNGA, S.; STOTT, N.S. Youth with cerebral palsy with differing upper limb abilities: how do they access computers? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; v.91, pp. 1952-6, 2010.

DICK, E.E. *Avaliação de uma ajuda técnica informática para o processo de comunicação aumentativa de uma criança com lesão no cérebro* (Dissertação de Mestrado). 2002. 96 f. Programa de Pós Graduação em Ciências da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.



ELLENBERG, J.H.; NELSON, K.B. The association of cerebral palsy with birth asphyxia: a definitional quagmire. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v.55, pp.210–216, 2013.

ELIASSON, A.C. et al. The Manual Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine & Child Neurology*., London, v.48, p.549-554, 2006.

FAQUIN, B.S. *Efeito da atenção sobre a preferência lateral e o aprendizado em tarefas motoras*. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

FITTS, P.M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, Washington, v.47, n. 6, p. 381-391, 1954.

FONSECA, L. F. et al. Encefalopatia crônica (paralisia cerebral). In: FONSECA, L. F.; XAVIER, C. C.; PIANETTI, G. *Compêndio de neurologia infantil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2011. p. 669-679.

GAUZZI, L. D. V; FONSECA, L. F. Classificação da paralisia cerebral. In: LIMA; C. L. A.; FONSECA, L. F. *Paralisia cerebral: neurologia, ortopedia e reabilitação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 37 – 44.

GALVÃO FILHO. T. A; DAMASCENO, L. L. *Tecnologia assistiva em ambiente computacional: recursos para a autonomia e inclusão sócio-digital da pessoa com deficiência*. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. *Tecnologia assistiva nas escolas: recursos básicos de acessibilidade sócio-digital para pessoas com deficiência*. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social (ITS Brasil), Microsoft / Educação, 2008. p. 25-26.

GONÇALVES, A.G. *Desempenho motor de alunos com paralisia cerebral frente à adaptação de recursos pedagógicos*. 2010. 166 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2010.

GRAHAM H. K.; HARVEY A.; RODDA J.; NATTRASS G. R.; PIRPIRIS M. The Functional Mobility Scale (FMS). *Journal of Pediatric Orthopaedics*, v 24, n.5, pp. 514-520, 2004.

GUEDES-GRANZOTTI, R. B. et al. Adaptação transcultural do *Communication Function Classification System* para indivíduos com paralisia cerebral. *Revista CEFAC*, v.18, n.4, pp.1020-1028, 2016.

GUIMARÃES, G.S.; SPILLER, M.G; BRACCIALLI, L.M.P. Acesso ao computador: comparação do desempenho de jovens com diferentes dispositivos de entrada. *Informática na Educação: teoria e prática*, v.20, n.2, 2017. No prelo.

HIDECKER, M.J.C.; PANETH, N.; ROSENBAUM, P.L.; KENT, R.D.; LILLIE, J.; EULENBERG, J.B.; CHESTER, K.; JOHNSON, B.; MICHALSEN, L.; EVATT, M.; TAYLOR, K. Developing and validating the Communication Function Classification System (CFCS) for individuals with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. v.53, n.8, pp. 704-710, 2011.

HIMPENS, E.; VAN DEN BROECK, C.; OOSTRA, A.; CALDERS, P.; VANHAESEBROUCK, P. Prevalence, type, distribution, and severity of cerebral palsy in relation to gestational age: a meta-analytic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v.50, pp.334-40, 2008.

HIRATUKA, E.; MATSUKURA, T. S.; PFEIFER, L. I. Adaptação transcultural para o Brasil do sistema de classificação da função motora grossa - GMFCS. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, SP, v. 14, n. 6, p. 537-544, 2010.

IBGE. *Pesquisa Nacional de Saúde 2013: Ciclos de Vida*. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível

em:<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000002294180811201518462173245.pdf>>. Acesso em: 02 Mai. 2017.

INEP. *Censo escolar da educação básica 2016: resumo técnico*. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/resultados-e-resumos>>. Acesso em: 02 Mai. 2017.

JORDAN, M. et al. *Mouse infravermelho controlado pelos movimentos da cabeça – uma nova solução*. In: Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica, 5, 2004, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, 2004. p. 493-496.

JOSÈ, M. A. *Interface humano-computador pelo lábio* (Tese de Doutorado). 120 f. Programa de Pós Graduação em Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

KAMMERER, Y et al. Looking my way through the menu: the impact of menu design and multimodal input on gaze-based menu selection. *Eye Tracking Research & Applications*, p.213-220, 2008.

KING, T.W. *Assistive Technology: essencial human factors*. Boston: Allyn and Bacon, 1999.

KRÄGELOH-MANN, I.; CANS, C. Cerebral palsy update. *Brain & Development*, v. 31, p. 537-544, 2009.

LIEGEL, L.A.; NOHAMA, P. *Proposta de layout de teclado para comunicação alternativa*. In: Congresso Iberoamericano sobre Tecnologias de Apoio a Portadores de Deficiência, 4, 2006, Vitória. *Anais...* Vitória: Copigraf Gráfica e Editora Ltda, 2006, p.CO207-CO209.

LIEGEL, L.A.; GOGOLA, M.M.R.; NOHAMA, P. Layout de teclado para uma prancha de comunicação alternativa e ampliada. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 14, n. 3, p. 479-496, 2008.

LOURENÇO, G.F. *Protocolo para avaliar a acessibilidade ao computador para alunos com paralisia cerebral*. (Dissertação de Mestrado). 2008. 212 f. Programa de Pós Graduação em Educação Especial, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

\_\_\_\_\_. *Avaliação de um programa de formação sobre recursos de alta tecnologia assistiva e escolarização* (Tese de Doutorado). 2012. 258 f. Programa de Pós Graduação em Educação Especial, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

MACLENNAN, A.H.; THOMPSON, S.C.; GECZ J. Cerebral palsy: causes, pathways, and the role of genetic variants. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2015.

MCINTYRE, S.; MORGAN, C.; WALKER, K.; NOVAK, I. Cerebral palsy - don't delay. *Developmental Disabilities Research Reviews*, v.17, n.2, pp.114–129, 2011.

MAN, D. W. K.; WONG, M. S. L. Evaluation of Computer-Access Solutions for Students With Quadriplegic Athetoid Cerebral Palsy. *The American Journal of Occupational Therapy*, v. 61, n.3, p. 355-364, 2007

MANCINI et al. Gravidade da Paralisia Cerebral e Desempenho Funcional. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v.8, n.3, p.253-260, 2004.

MAZZONI, A.A.; TORRES, E.F.; LUIZ, E.H. Mouses adaptados para pessoas com limitações motoras. *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 1, p. 195-198, 2000.

MEC. *Documento orientador Programa implantação de salas de recursos multifuncionais*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2012. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17430&Itemid=817](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17430&Itemid=817)>

MOLLENBACH, E.; STEFANSSON, T.; HANSEN, J.P. *All Eyes on the Monitor: Gaze Based Interaction in Zoomable, Multi-Scaled Information-Spaces*. In: *13th International User Interfaces*, 2008, Maspalomas, Gran Canaria, Espanha. Anais... Maspalomas, Gran Canaria, Espanha, 2008, pp.373-376.

MORENO-DE-LUCA, A.; LEDBETTER, D.H.; MARTIN, C.L. Genetic insights into the causes and classification of cerebral palsies. *Lancet Neurology*, v.11, n.3, pp.283–92, 2012.

MSALL, M. E.; PARK, J. J. Neurodevelopmental management strategies for children with cerebral palsy: optimizing function, promoting participation, and supporting families. *Clinical obstetrics and gynecology*, v. 51, n. 4, p.800–815, 2008.

MURCHLAND, S.; KERNOT, J. *The Quebec User Evaluation of Satisfaction with Technology 2.2: Visual Rating Version*. Novita Children's Service, 2010.

NOWAK, E The role of anthropometry in design of work and life environments of disabled population. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v.17, p. 113-21, 1996.

OKAZAKI, V.H.A. *Discrete Aiming Task (v.2.0)*: Software de análise da tarefa de rastreamento. 2008. Disponível em: <<http://okazaki.webs.com/softwaredownloads.htm>>. Acesso em: 16 Jun. 2016.

\_\_\_\_\_. *Tracking Task (v.2.0)*: Software de análise da tarefa de rastreamento. 2008. Disponível em: <<http://okazaki.webs.com/softwaredownloads.htm>>. Acesso em: 16 Jun. 2016.

OKAZAKI, V.A; PEREIRA, C.F.; OKAZAKI, F.A; DASCAL, J.B. Restrições espaciais no controle motor de movimentos rápidos e precisos. *Motricidade*, v.9, n.2, pp. 73-83, 2013.

O'SHEA, T. M. Diagnosis, treatment, and prevention of cerebral palsy. *Clinical obstetrics and gynecology*, v. 51, n. 4, p. 816–828, 2008.

OSKOU, M., COUTINHO, F.; DYKEMAN, J.; JETTÉ, N.; PRINGSHEIM, T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v.55, n.6, pp.509–19, 2013.

OSKOU, M.; GAZZELLONE, M.J. THIRUVAHINDRAPURAM, B.; ZARREI, M.; ANDERSEN, J.; WEI, J. Clinically relevant copy number variations detected in cerebral palsy. *Nature Communications*; v.6, p.7949, 2015.

OSOWSKY, J. et al. *Controle do cursor do mouse pelo movimento da cabeça usando câmera CCD e processamento de imagem*. In: Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica, 3, 2004a, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, 2004, p.441-444.

PALISANO, R. et al. GMFCS – E & R Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised. *CanChild Centre for Childhood Disability Research*, McMaster University, p. 1-4, 2007.

PARETTE, H. P.; PETERSON-KARLAN, G. R.; WOJCIK, B. W.; BARDI, N. Monitor that progress! Interpreting data trends for assistive technology decision-making. *Teaching Exceptional*, v.39, p. 22-29, 2007.

PARK, D.; LEE, J.; KIM, S. Investigating the affective quality of interactivity by motion feedback in mobile touchscreen user interfaces. *International Journal Human-Computer Studies*, n.69, p.839–853. Elsevier: 2011.

PASQUALOTTO, E.; MATUZ, T.; FEDERICI, S.; RUF, C.A.; BARTI, M.; BELARDINELLI, M.O.; BIRBAUMER, N.; HALDER, S. Usability and Workload of Access Technology for People With Severe Motor Impairment: A Comparison of Brain- Computer Interfacing and Eye Tracking. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, v. 29, n.10, pp.950-957, 2015.

PEREIRA, C.A.M. *Desenvolvimento e avaliação de uma interface homem-computador, com as funções de um “mouse”, controlada pelo movimento da cabeça para uso em pessoas com deficiências físicas*. 2009. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PEREIRA, C.A.; MARQUES, I.; OKAZAKI, V.H.A. Practice effects on fast and accurate spatially constrained movements. *Human Movement*, v.15, n.1, pp.4-11, 2014.

PORTNEY, L. G.; WATKINS, M. P. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice*, 3ed. Hardcover, 2008.

PORTO, T. M. E. As tecnologias de comunicação e informação na escola; relações possíveis: relações construídas. *Revista Brasileira de Educação*, v. 11, n. 31, p.43- 57, 2006.

PROUDFOOT, M.; MENKE, R.A.L.; SHARMA, R.; BERNA, C.M.; HICKS, S.L.; KENNARD, C.; TALBOT, K.; TURNER, M.R. Eyetracking in amyotrophic lateral sclerosis: A longitudinal study of saccadic and cognitive tasks. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration*, v.17, pp.1-2, 2016.

PUBLIC LAW 100-407. *Technology-related assistance for individuals with disabilities*. Act of 1988 as amended in 1994. Disponível em:  
<<http://www.washingtonwatchdog.org/documents/usc/ttl29/ch24/sec2201.html>> Acesso em 03 de Nov. 2016.

QUEIROZ, F.M.M.G. *Tecnologia Assistiva e perfil funcional dos alunos com deficiência física nas salas de recursos multifuncionais*. Dissertação (Mestrado em Educação). 2015. 117 f. Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2015.

RAYA, R.; ROA, J. O.; ROCON, E; CERES, R.; PONS, J.L. Wearable inertial mouse for children with physical and cognitive impairments. *Sensors and Actuators A*, v. 162, p. 248-259, 2010.

REIS, N. M. M.; REZENDE, M. B. Adaptações para o Brincar. In: CAVALCANTI, A; GALVÃO, C. (Org.). *Terapia Ocupacional - Fundamentação e Prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v.1, p. 338-344, 2007.

ROCHA, A.N.D.C. *Processo de prescrição e confecção de recursos de tecnologia assistiva na educação infantil*. Dissertação (Mestrado em Educação). 2010. 199 f. Faculdade de Filosofia e Ciências - Universidade Estadual Paulista, Marília, 2010.

ROMICH, B., HILL, K.; LIFFICK, B. *Switch Performance Measurement Software*. Anais da RESNA Conference. Atlanta, 2005. Disponível em: <<http://aacinstitute.org/sspt/>>. Acesso em: 16 Jun. 2016.

ROSENBAUM, P.; PANETH, N.; LEVINTON, A.; GOLDSTEIN, M.; BAX, M.; DAMIANO, D. A report: the definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 49, n.1, p. 8-14, 2007.

RYTTERSTRÖM, P.; BORGESTIG, M.; HEMMINGSON, H. Teachers' experiences of using eye gaze controlled computers for pupils with severe motor impairments and without speech. *European Journal of Special Needs Education*. v.31, n.4, 2016

SALOMÃO, B.R.L.; SOUZA, A.M. *Salas de recursos multifuncionais: um estudo sobre a utilização de recursos tecnológicos no atendimento educacional especializado em escolas de Brasília*. In: V Congresso Brasileiro de Educação Especial e VII Encontro de pesquisadores da educação especial, 2012, São Carlos. Anais do V Congresso Brasileiro de Educação Especial e VII Encontro de pesquisadores da educação especial. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2012. p. 9483-9501.

SCHIRMER, C. R.; BROWNING, N.; BERSCH, R.; MACHADO, R. *Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado Deficiência Física*. SEESP / SEED / MEC Brasília/DF – 2007.

SHEPHERD, E.; MIDDLETON, P.; MAKRIDES, M.; MCINTYRE, S.J.; BADAWI, N.; CROWTHER, C.A. Antenatal and intrapartum interventions for preventing cerebral palsy: an overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v.2, n. CD012077, 2016.

SILVA, D. B. R.; PFEIFER, L. I.; FUNAYAMA, C. A. R. *Manual Ability Classification System: Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos*. 2010. Estocolmo. Disponível em: <[http://www.macs.nu/files/MACS\\_Portuguese-Brazil\\_2010.pdf](http://www.macs.nu/files/MACS_Portuguese-Brazil_2010.pdf)>. Acesso em: 03 Mai. 2012.

SMITHERS-SHEEDY, H., BADAWI, N.; BLAIR, E.; CANS, C.; HIMMELMANN, K.; KRÄGELOH-MANN, I. What constitutes cerebral palsy in the twenty-first century?. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v.56, pp.323–328, 2014.

STANDEN, P. J.; CAMM, C.; BATTERSBY, S.; BROWN, D. J.; HARISSON, M. An evaluation of the Wii Nunchuk as an alternative assistive device for people with intellectual and physical disabilities using switch controlled software. *Computers & Education*, v. 56, n. 1, pp. 11-20, 2011.

TANENBAUM, A.S.; AUSTIN, T. *Organização estruturada de computadores*. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.

TYMOSHCHUCK, O. *As TIC como ponte na comunicação em crianças com paralisia cerebral* (Dissertação de Mestrado). 145 f. Programa de Pós Graduação em Ciências da Educação, Universidade de Aveiro, Eixo, 2012.

TOBII DYNAVOX. *Tobii PCEye Go: Manual do usuário*. 2015. Disponível em: <[http://tdvox.webdownloads.s3.amazonaws.com/PCEye/documents/TobiiDynavox\\_PCEyeGo\\_UsersManual\\_v2-8\\_pt-BR.pdf](http://tdvox.webdownloads.s3.amazonaws.com/PCEye/documents/TobiiDynavox_PCEyeGo_UsersManual_v2-8_pt-BR.pdf)>. Acesso em: 16 Jun. 2016.

VALENTE, J.A. *Liberando a mente: computadores na educação especial*. Campinas: Unicamp, 1991.

VERTEGAAL, R. A Fitts' Law comparison of eye tracking and manual input in the selection of visual targets. *ICMI'08*, p. 241-248, 2008.

VERZA, R. et al. An interdisciplinary approach to evaluating the need for assistive technology reduces equipment abandonment. *Multiple Sclerosis*, v. 12, p. 88-93. 2006.

VEXLER, Z.S.; FERRIERO, D.M. Molecular and biochemical mechanisms of perinatal brain injury. *Seminars in Neonatology*, v.6, pp.99–108, 2011.

VOLPE, J.J. Perinatal brain injury: from pathogenesis to neuroprotection. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, v.7, pp.56–64, 2000.

YONEZAWA, W. M. O Papel da Tecnologia da Informação na EAD. In: YONEZAWA, W. M.; BARROS, D. M. V. (Org.). *Ead, tecnologias e TIC*. São Paulo: Cultura Acadêmica; Marília: Oficina Universitária, 2013.

WILKIE, D. M.; MAK, T.; SAKSIDA, L. M. Pigeons' landmark use as revealed in a 'feature-positive', digitized landscape, touchscreen paradigm. *International Journal of Behavioural Processes*, n.32, p. 87-100, 1994.

ZANINI, G.; CEMIN, N. F.; PERALLES, S. N. Paralisia Cerebral: causas e prevalências. *Revista Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 375-381. 2009.



## APÊNDICE 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos realizando uma pesquisa no Laboratório de Análise de Desempenho Motor do Departamento de Educação Especial, intitulada **Fatores que interferem no desempenho do aluno com paralisia cerebral no computador: avaliação do design da imagem e dispositivos de entrada** e gostaríamos que seu filho participasse da mesma. Os objetivos desta são avaliar a usabilidade de três dispositivos de entrada de computador, tela sensível ao toque, acionador e *eye tracker* e o efeito do layout da imagem durante a atividade de seleção de alvos realizados por alunos com paralisia cerebral. Participar desta pesquisa é uma opção e no caso de não aceitar participar ou desistir em qualquer fase da pesquisa fica assegurado que não haverá perda de qualquer benefício **no tratamento que seu filho estiver fazendo** nesta universidade.

Caso aceite participar deste projeto de pesquisa gostaríamos que soubessem que:

A) Será analisado o desempenho motor dos participantes durante a atividade de seleção de alvos com três dispositivos de entrada e diferentes layouts de alvo durante a realização de uma atividade no computador.

B) Nesta pesquisa serão realizadas somente avaliações para fins científicos, portanto, não fará parte da pesquisa nenhum tipo de tratamento, ou intervenção que provoque dor, desconforto ou alteração na condição de saúde do seu filho. Os dados obtidos serão apresentados em congressos e artigos científicos, sendo preservada a identidade do participante.

Eu, \_\_\_\_\_ portador do RG \_\_\_\_\_ responsável pelo (a) participante \_\_\_\_\_ autorizo a participar da pesquisa intitulada **Fatores que interferem no desempenho do aluno com paralisia cerebral no computador: avaliação do design da imagem e dispositivos de entrada** a ser realizada no Laboratório de Análise de Desempenho Motor. Declaro ter recebido as devidas explicações sobre a referida pesquisa e concordo que minha desistência poderá ocorrer em qualquer momento sem que ocorra quaisquer prejuízos físicos, mentais ou no acompanhamento deste serviço. Declaro ainda estar ciente de que a participação é voluntária e que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos e procedimentos desta pesquisa.

Nome da criança: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Certos de poder contar com sua autorização, colocamo-nos à disposição para esclarecimentos, através do (s) telefone (s) (14) 34021331 falar com Marcelo Grandini Spiller ou Lígia Maria Presumido Braccialli, Coordenadora da PESQUISA vinculada ao Departamento de Educação Especial da FFC – UNESP Marília.

Autorizo,

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável (Nome da criança)

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**APÊNDICE 2:** Termo de Assentimento.**TERMO DE ASSENTIMENTO PARA CRIANÇA E ADOLESCENTE**

Você está sendo convidado para participar da pesquisa: **Fatores que interferem no desempenho do aluno com paralisia cerebral no computador: avaliação do design da imagem e dispositivos de entrada** Seus pais permitiram que você participe. Queremos que você teste três jogos de computador. As crianças e adolescentes que irão participar desta pesquisa têm entre 6 e 15 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. A pesquisa será feita no Laboratório de Análise do Desempenho Motor (LADEMO), onde as crianças irão testar os jogos no computador. O uso dos equipamentos é considerado seguro. Ninguém ficará sabendo que você está participando da pesquisa; não falaremos para outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Quando terminarmos a pesquisa os resultados serão mostrados em congressos e publicado em revistas, mas ninguém saberá que você participou. Se você tiver alguma dúvida ou acontecer alguma coisa errada, você pode me procurar, o meu telefone é (14) 34021331.

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa **Fatores que interferem no desempenho do aluno com paralisia cerebral no computador: avaliação do design da imagem e dispositivos de entrada**. Entendi o que pode acontecer de bom e ruim. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar bravo. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Marília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador (a)

**APÊNDICE 3: Solicitação de permissão e autorização para tradução do QUEST.****Email de solicitação de permissão para tradução e uso do QUEST**

**Marcelo Grandini Spiller** <m\_grandini@yahoo.com.br>

Para: sonya.murchland@developot.com.au

05/02/16 às 10:26 AM

Hi Sonya! Good morning! I'm a brazilian Education researcher from Sao Paulo state, from Marilia city of UNESP University. I am developing a research with children that involves the assessment of their satisfaction about some assistive technology resources. I want to use a tool QUEST 2.2: Visual Rating Version. Therefore, I request permission to you and Jocelyn Kernot if by chance I could translate the tool into Portuguese and use in my research.

**Marcelo Grandini Spiller**

Fisioterapeuta - CREFITO 3: 70.306-F

Doutorando em Educação - UNESP/Marília

**Email com a permissão concedida pela autora**

**Sonya Murchland** <sonya.murchland@developot.com.au>

Para: Marcelo Grandini Spiller

CC: Jocelyn.kernot@unisa.edu.au smurchland@bigpond.com

05/04/16 às 8:49 PM

Dear Marcelo,

Thank you for your enquiry and I wish you well in your study. You have my permission to use the Quest 2.2 and to translate into Portuguese for your research.

I wish you well. Do you need a copy of this?

Many thanks

Sonya

Sonya Murchland

Director / Occupational Therapist

( 0418 857 137

\* [sonya.murchland@developot.com.au](mailto:sonya.murchland@developot.com.au)

**Website:** <http://www.developot.com.au>

**Facebook:** <https://www.facebook.com/DevelopOccTherapy>

**ANEXO 1:** Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (PALISANO et al., 2007; HIRATUKA; MATSUKURA, 2007).

	<p><b>GMFCS – E &amp; R</b>  <b>Gross Motor Function Classification System</b>  <b>Expanded and Revised</b></p>	
<p>CanChild Centre for Childhood Disability Research          Institute for Applied Health Sciences, McMaster University,          1400 Main Street West, Room 408, Hamilton, ON, Canada L8S 1C7          Tel: 905-525-9140 ext. 27850 Fax: 905-522-6096          E-mail: <a href="mailto:canchild@mcmaster.ca">canchild@mcmaster.ca</a> Website: <a href="http://www.canchild.ca">www.canchild.ca</a></p>	<p>Federação das Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral          Instituto Científico de Formação e Investigação          Av.ª Rainha D.ª Amélia 21 757 23 02          E-mail: <a href="mailto:directora@fapcc.pt">directora@fapcc.pt</a> Website: <a href="http://www.fapcc.pt">www.fapcc.pt</a></p>	
<p>GMFCS - E &amp; R © 2007 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University          Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Doreen Bartlett, Michael Livingston</p>		
<p>GMFCS © 1997 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University          Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi</p>		
<p>Versão Portuguesa - Sistema de Classificação da Função Motora Global (SCFMG)          MG Andrade; D Virella; E Cealado; R Gouveia; J Alvarehã; T Folha</p>		
<p><b>INTRODUÇÃO E INSTRUÇÕES AOS UTILIZADORES</b></p>		
<p>O Gross Motor Function Classification System (GMFCS) para a Paralisia Cerebral é baseado no movimento auto-iniciado com ênfase no sentar, transferências e mobilidade. Na definição do sistema de classificação de cinco níveis, o primeiro critério foi que as distinções entre níveis teriam significado na vida diária. As distinções são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de utilização de dispositivos auxiliares de locomoção (andarilhos, canadianas, bengalas) ou cadeiras de rodas, e em menor extensão, na qualidade do movimento. As distinções entre os Níveis I e II não são tão evidentes como as distinções entre os outros níveis, particularmente nas crianças com menos de dois anos.</p>		
<p>A versão alargada do GMFCS inclui uma faixa etária compreendida entre os 12 e 18 anos e enfatiza os conceitos inerentes à Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). Os utilizadores do GMFCS são encorajados a terem em atenção o impacto que os factores ambientais e pessoais podem ter naquilo em que as crianças e jovens são observados ou que é reportado fazerem. A finalidade do GMFCS é determinar qual o nível que melhor representa as actuais competências e limitações na função motora global. A ênfase é dada ao desempenho habitual em casa, na escola e em espaços da comunidade (ou seja, aquilo que fazem), em vez daquilo que é conhecido serem capazes de fazer no seu melhor (capacidade). Portanto, é importante classificar o desempenho actual na função motora global e não incluir juízos sobre a qualidade do movimento ou prognósticos para melhoria.</p>		
<p>O título atribuído a cada nível corresponde à forma de mobilidade mais característica do desempenho após os seis anos de idade. A descrição das competências e limitações funcionais para cada faixa etária é abrangente e não pretende descrever todos os aspectos da função da criança/jovem. Por exemplo, uma criança com hemiplegia que não consegue gatinhar sobre as mãos e joelhos mas que por outro lado se enquadra na descrição do Nível I (ou seja, põe-se de pé e anda), será classificada no Nível I. A escala é ordinal, e não pretende que as distâncias entre níveis sejam consideradas iguais ou que as crianças e jovens com paralisia cerebral se distribuam igualmente entre os cinco níveis. Um resumo das distinções entre cada par de níveis é fornecido para ajudar a determinar o nível que mais se assemelha à actual função motora global da criança / jovem.</p>		
<p>Reconhece-se que as manifestações da função motora global são dependentes da idade, especialmente durante a infância e os primeiros anos de vida. Para cada nível, são fornecidas descrições separadas para as várias faixas etárias. Para as crianças com menos de dois anos e prematuras, deve ser considerada a idade corrigida. Para as faixas etárias compreendidas entre os 6 e 12 anos e entre os 12 e os 18 anos, as descrições reflectem o potencial impacto dos factores ambientais (por exemplo, distâncias na escola e comunidade) e pessoais (por exemplo, requisitos de energia e preferências sociais) nos métodos de mobilidade.</p>		
<p>Foi feito um esforço para enfatizar as competências e não as limitações. Assim, como princípio geral, a função motora global das crianças ou jovens que são capazes de executar as funções descritas num qualquer nível, serão provavelmente classificadas nesse ou no nível superior; em contrapartida, as crianças ou jovens que não podem executar as funções de um determinado nível funcional, deverão ser classificadas abaixo desse nível.</p>		
<p>© 2007 CanChild pag 1 of 4</p>		

### Definições

**Andarilho com suporte do tronco** – Tecnologia de apoio que suporta a pélvis e o tronco. A criança / jovem é posicionada no andarilho por outra pessoa.

**Dispositivo auxiliar de locomoção** – Bengalas, canadianas e andarilhos anteriores ou posteriores que não suportam o tronco durante a marcha.

**Ajuda física** – Outra pessoa apoia manualmente a criança / jovem a movimentar-se.

**Tecnologia de apoio com motor para a mobilidade** – A criança / jovem controla activamente o joystick ou interruptor eléctrico que permite mobilidade independente. A base de mobilidade pode ser uma cadeira de rodas, scooter ou outro tipo de dispositivo com motor para a mobilidade.

**Auto-propulsionar cadeira de rodas manual** – A criança / jovem utiliza activamente os braços e mãos ou pés para propulsionar as rodas e mover-se.

**Transportada** – Uma pessoa empurra manualmente uma tecnologia de apoio (por exemplo, cadeira de rodas ou carrinho de bebé) para deslocar a criança / jovem de um lugar para outro.

**Anda** – Salvo especificação em contrário indica a ausência de ajuda física de outra pessoa ou a utilização de auxiliar de locomoção. Uma ortótese (ou seja, "aparelho" ou tala) pode ser utilizada.

**Cadeira de rodas** – Refere-se a qualquer tipo de dispositivo com rodas que permita à pessoa mover-se (por exemplo, carrinho de bebé, cadeira de rodas manual ou cadeira de roda eléctrica).

### TÓPICOS PARA CADA NÍVEL

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| NÍVEL I   | - | Anda sem limitações   |
| NÍVEL II  | - | Anda com limitações   |
| NÍVEL III | - | Anda utilizando um dispositivo auxiliar de locomoção                        |
| NÍVEL IV  | - | Auto-mobilidade com limitações; Pode utilizar tecnologia de apoio com motor |
| NÍVEL V   | - | Transportado numa cadeira de rodas manual                                   |

### DISTINÇÃO ENTRE OS NÍVEIS

**Distinção entre o Nível I e II** - Comparadas com as crianças e jovens de Nível I, as crianças e jovens de Nível II têm limitações em andar longas distâncias e no equilíbrio; podem necessitar de auxiliar de marcha na fase inicial desta aprendizagem; podem necessitar de cadeira de rodas para longas distâncias na rua e na comunidade; necessitam de corrimão para subir e descer escadas; têm dificuldades em correr e saltar.

**Distinção entre o Nível II e III** - As crianças e jovens de Nível II são capazes de andar sem auxiliar de marcha após a idade de 4 anos (embora possam querer usá-lo às vezes). As crianças e jovens de Nível III necessitam de usar andarilho dentro de casa e usam cadeira de rodas na rua e na comunidade.

**Distinção entre o Nível III e IV** - As crianças e jovens de Nível III sentam-se sozinhas ou pelo menos requerem no máximo muito pouco apoio externo para se sentarem; são mais independentes na transferência para a posição de pé; deslocam-se com andarilho. As crianças e jovens de Nível IV funcionam sentados (geralmente com apoio) e a autonomia na mobilidade é limitada. Geralmente são transportadas em cadeira de rodas ou usam cadeira de rodas eléctrica.

**Distinção entre o Nível IV e V** - As crianças e jovens de Nível V têm graves limitações no controle da cabeça e do tronco e requerem múltiplas tecnologias de apoio e assistência física. A autonomia na mobilidade só é conseguida se a criança/ jovem tiver possibilidade de aprender a utilizar cadeira de rodas eléctrica.



## Gross Motor Function Classification System – Expanded and Revised (GMFCS – E & R)

### ANTES DO 2º ANO DE VIDA

**NÍVEL I:** A criança senta-se no chão e sai desta posição. Mantém-se sentada com as mãos livres para manipular os objectos. Galinha sobre as mãos e joelhos, põe-se de pé e anda agarrada à mobília. Entre os 18 meses e os 2 anos anda sem apoio e sem necessidade de auxiliar de marcha.

**NÍVEL II:** A criança senta-se no chão, mas pode ter necessidade do apoio das mãos para manter o equilíbrio. A criança rasteja sobre o abdómen ou galinha sobre as mãos e joelhos. Pode pôr-se de pé e dar alguns passos agarrada à mobília.

**NÍVEL III:** A criança mantém-se sentada com apoio lombar. Volta-se e rasteja para a frente sobre o abdómen.

**NÍVEL IV:** A criança tem controle da cabeça, mas necessita de apoio do tronco para se sentar no chão. Volta-se de decúbito ventral para dorsal e pode voltar-se de dorsal para ventral.

**NÍVEL V:** A deficiência física limita o controle voluntário do movimento. A criança é incapaz de manter o controle anti-gravidade da cabeça e do tronco em decúbito ventral e na posição sentada. Necessita de assistência do adulto para se voltar.

### ENTRE OS 2 E OS 4 ANOS

**NÍVEL I:** A criança senta-se no chão com as mãos livres para manipular objectos. Os movimentos de sentar no chão, sair da posição sentada e pôr-se de pé são efectuados sem a ajuda do adulto. O método preferencial de locomoção é a marcha sem necessidade de qualquer ajuda técnica.

**NÍVEL II:** A criança senta-se no chão, mas pode ter dificuldade em equilibrar-se quando utiliza ambas as mãos para manipular objectos. Os movimentos de sentar no chão e sair da posição sentada são efectuados sem a ajuda do adulto. A criança põe-se de pé com apoio numa superfície estável. Galinha apoiada nas mãos e joelhos com pedrão alternado. Anda agarrada à mobília e a sua forma de locomoção preferencial é a marcha com ajuda técnica.

**NÍVEL III:** A criança mantém-se sentada no chão em "posição de w" (flexão e rotação interna das ancas e joelhos) e pode necessitar da ajuda do adulto para se sentar. A forma preferencial de locomoção espontânea da criança é rastejando sobre o abdómen ou galinhando apoiada nas mãos e joelhos (muitas vezes sem alternância). A criança pode pôr-se de pé com apoio numa superfície estável e deslocar-se de lado agarrada à mobília em curtas distâncias. Pode andar curtas distâncias com auxiliar de marcha só dentro de casa e com apoio do adulto para o guiar e dar a volta.

**NÍVEL IV:** A criança mantém-se sentada no chão, quando aí colocada, mas é incapaz de manter a postura e o equilíbrio sem utilizar as mãos para apoio, precisando frequentemente de equipamento adaptado para se sentar ou ficar de pé. Consegue deslocar-se rebolando, rastejando sobre o abdómen ou galinhando sobre as mãos e joelhos sem movimentos alternados, curtas distâncias (dentro do quarto).

**NÍVEL V:** A deficiência física limita o controle voluntário dos movimentos e a capacidade de manter a postura da cabeça e do tronco, anti-gravidade. Todas as áreas das funções motoras estão limitadas. As limitações funcionais das posições sentada e de pé não são totalmente compensadas com os equipamentos adaptados e tecnologias de apoio. No nível V a criança não tem qualquer mobilidade independente e necessita de ser transportada. Algumas crianças conseguem autonomia na mobilidade usando cadeira de rodas eléctrica com múltiplas adaptações.

### ENTRE OS 4 E OS 6 ANOS

**NÍVEL I:** A criança senta-se e levanta-se de uma cadeira sem necessidade de se apoiar nas mãos. Levanta-se do chão e da posição sentada numa cadeira para a posição de pé sem necessidade de se apoiar em objectos. Anda dentro e fora de casa e sobe escadas. Capacidade emergente para comer e saltar.

**NÍVEL II:** A criança senta-se numa cadeira com ambas as mãos livres para manipular objectos. Levanta-se do chão ou de uma cadeira para a posição de pé, mas necessita muitas vezes de uma superfície estável para se apoiar ou içar com os membros superiores. Anda em casa e na rua só em superfícies planas e distâncias curtas sem necessidade de auxiliar de marcha. Sobe escadas com apoio do corrimão, mas não consegue correr nem saltar.

**NÍVEL III:** A criança senta-se numa cadeira normal, mas pode necessitar de apoio pélvico ou do tronco para maximizar a função das mãos. Senta-se e levanta-se de uma cadeira com a ajuda de uma superfície estável para se apoiar ou içar com os membros superiores. Anda em superfícies planas com auxiliar de marcha e sobe escadas com ajuda do adulto. É frequentemente transportada para percorrer distâncias longas ou na rua em terreno irregular.

**LEVEL IV:** A criança senta-se numa cadeira, mas necessita de adaptações para estabilizar o tronco e maximizar a função das mãos. Senta-se e levanta-se de uma cadeira com ajuda do adulto ou de uma superfície estável para se apoiar ou para se içar com os membros superiores. Na melhor das hipóteses pode ser capaz de percorrer distâncias curtas com um andorlo e a supervisão de um adulto, mas tem dificuldade em dar as curvas e em manter o equilíbrio em superfícies irregulares. Na comunidade tem de ser transportada. Pode ser autónoma conduzindo cadeira de rodas eléctrica.

**NÍVEL V:** A incapacidade física limita o controle voluntário dos movimentos e a capacidade de manter uma postura anti-gravidade da cabeça e do tronco. Todas as áreas da função motora estão limitadas. As limitações funcionais das posições sentada e de pé não são totalmente compensadas com os equipamentos adaptados e as tecnologias de apoio. No nível V, a criança não tem qualquer mobilidade independente e necessita de ser transportada. Algumas crianças conseguem autonomia na mobilidade em cadeira de rodas eléctrica com múltiplas adaptações.

## ENTRE OS 6 E OS 12 ANOS

**NÍVEL I:** A criança anda sem limitações dentro e fora de casa, na escola e na comunidade. Sobe e desce escadas sem necessidade de corrimão. Consegue correr e saltar, mas a velocidade, o equilíbrio e a coordenação são limitadas. As crianças podem participar em actividades físicas e de desporto dependendo das suas escolhas pessoais e de factores do meio ambiente.

**NÍVEL II:** A criança anda na maior parte dos contextos, mas pode ter dificuldade em percorrer longas distâncias. Tem limitações em superfícies irregulares ou inclinadas e em espaços com muita gente ou confinados ou quando transporta objectos. Sobe e desce escadas com apoio no corrimão ou com assistência física se não houver corrimão. Fora de casa e na comunidade pode necessitar de assistência física ou auxiliar de marcha ou cadeira de rodas para longas distâncias. Na melhor das hipóteses tem uma aptidão mínima para actividades motoras globais tais como correr e saltar. Devido às limitações nas actividades motoras globais, pode necessitar de adaptações para participar nas actividades físicas e de desporto.

**NÍVEL III:** A criança anda com auxiliar de marcha de controlo manual dentro de casa na maioria das situações. Quando sentada pode necessitar de um cinto para alinhamento pélvico e controlo do equilíbrio. Para passar de sentada ou do chão para a posição de pé, requer assistência física de uma pessoa ou de apoio numa superfície estável. Para longas distâncias necessita de cadeira de rodas. Pode subir e descer escadas, apoiando-se no corrimão com supervisão ou assistência física. Devido às limitações na marcha pode necessitar de adaptações para participação nas actividades físicas e no desporto, incluindo cadeira de rodas manual ou eléctrica.

**NÍVEL IV:** A mobilidade da criança requer, na maioria das situações, assistência física ou cadeira de rodas eléctrica. A criança necessita de adaptações para controlo da pélvis e do tronco para se sentar e de assistência física na maioria das transferências. Em casa pode ter mobilidade no chão (rebolar, rastejar ou galinhar), deslocar-se distâncias curtas com assistência física ou usar cadeira de rodas eléctrica. Se posicionada pode utilizar na escola ou em casa um andeirão com suporte do tronco. Na escola, na rua e na comunidade é transportada numa cadeira de rodas manual ou pode usar cadeira de rodas eléctrica. As limitações na mobilidade exigem adaptações para participação nas actividades físicas e no desporto, incluindo assistência física e/ou cadeira de rodas eléctrica.

**NÍVEL V:** A criança é transportada em cadeira de rodas em todos os contextos. Dificuldade no controlo da postura anti-gravidade da cabeça e do tronco e no controlo dos movimentos dos membros superiores e inferiores. São usadas tecnologias de apoio para melhoria do alinhamento da cabeça, da postura sentada e de pé e/ou da mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. As transferências requerem a assistência física total de um adulto. Em casa, pode percorrer distâncias curtas no chão ou ser transportada por um adulto. Pode conseguir alguma autonomia na mobilidade usando cadeira de rodas eléctrica, com múltiplas adaptações para sentar e no acesso ao controlo. As limitações na mobilidade exigem adaptações para participação na actividade física e no desporto, incluindo assistência física e uso de cadeira de rodas eléctrica.

## ENTRE OS 12 E OS 18 ANOS

**NÍVEL I:** Anda dentro e fora de casa, na escola, nos espaços exteriores e na comunidade. É capaz de subir e descer o passeio sem ajuda física e de subir e descer escadas sem necessidade de utilizar o corrimão. Consegue correr e saltar mas a velocidade, equilíbrio e coordenação são limitadas. Pode participar em actividades físicas e desportivas dependendo das suas escolhas pessoais e de factores ambientais.

**NÍVEL II:** Anda, na maior parte dos contextos. Factores ambientais (como terreno irregular ou inclinado, distâncias longas, restrições de tempo, alterações dimetéricas, e aceleração dos pares) e preferências pessoais influenciam as escolhas a nível da mobilidade. Na escola ou trabalho, pode andar utilizando um dispositivo auxiliar de locomoção, por motivos de segurança. Nos espaços exteriores e comunidade, pode utilizar cadeira de rodas para longas distâncias. Sobe e desce escadas segurando no corrimão ou com assistência física de uma pessoa, caso não exista corrimão. As limitações na execução de actividades motoras globais podem implicar a necessidade de adaptações para permitir a participação em actividades físicas e desportivas.

**NÍVEL III:** É capaz de andar utilizando um dispositivo auxiliar de marcha. Comparado com indivíduos de outros níveis, demonstra uma maior variabilidade de métodos de mobilidade, dependendo da capacidade física e de factores ambientais e pessoais. Na posição de sentado, pode ser necessário utilizar um cinto para alinhamento pélvico e controlo do equilíbrio. As transferências do chão ou de sentado para a posição de pé, requerem assistência física de uma pessoa ou apoio numa superfície estável. Na escola, pode auto-propulsionar uma cadeira de rodas ou utilizar tecnologias de apoio com motor para a mobilidade pessoal. Nos espaços exteriores e na comunidade é transportado numa cadeira de rodas manual ou utiliza tecnologias de apoio com motor para a mobilidade pessoal. Pode subir e descer escadas, usando o corrimão com supervisão ou com ajuda física de uma pessoa. As limitações na marcha podem implicar a necessidade de adaptações para permitir a participação em actividades físicas e desportivas, incluindo a utilização de cadeira de rodas manual ou tecnologias de apoio com motor para a mobilidade.

**NÍVEL IV:** Utiliza cadeira de rodas na maior parte dos contextos. Necessita de assento adaptado para controlo pélvico e de tronco. Nas transferências necessita de ajuda física de uma ou duas pessoas. Pode suportar peso nos membros inferiores para ajudar nas transferências. No espaço interior, pode andar distâncias curtas com ajuda física de uma pessoa, utilizar cadeira de rodas, ou quando posicionado usar andeirão com suporte do tronco. É capaz de manobrar tecnologias de apoio com motor para a mobilidade pessoal. Quando estas tecnologias de apoio não estão disponíveis ou não é viável a sua utilização, é transportado numa cadeira de rodas manual. As limitações na mobilidade podem implicar a necessidade de adaptações para permitir a participação em actividades físicas e desportivas, incluindo a ajuda física de uma pessoa ou tecnologias de apoio com motor para a mobilidade.

**NÍVEL V:** É transportado em cadeira de rodas manual em todos os contextos. Está limitado na capacidade de manter posturas anti-gravidade da cabeça e tronco, e no controlo dos movimentos dos membros superiores e dos membros inferiores. São utilizadas tecnologias de apoio para melhorar o alinhamento da cabeça, a posição de sentado, o posicionamento e a mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. Para realizar as transferências é necessária ajuda física de uma ou duas pessoas ou um elevador/grua. Pode ter controlo da cadeira. As limitações na mobilidade implicam a necessidade de adaptações para permitir participar em actividades físicas e desportivas, incluindo a ajuda física de uma pessoa e a utilização de tecnologias de apoio com motor para a mobilidade.



## ANEXO 2: Sistema de Classificação de Habilidade Manual (ELIASSON et al., 2006).

### Informações aos usuários

O Sistema de Classificação de Habilidade Manual (MACS) descreve como as crianças com paralisia cerebral (PC) usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias. O MACS descreve cinco níveis. Os níveis são baseados na habilidade da criança em iniciar sozinho a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para realizar atividades manuais na vida diária. O folheto do MACS também descreve as diferenças entre os níveis adjacentes para tornar mais fácil a determinação de qual nível corresponde melhor à habilidade das crianças na manipulação de objetos.

Os objetos referidos são aqueles relevantes e apropriados à idade da criança, usados em tarefas como comer, vestir-se, brincar, deslizar ou escrever. Trata-se de objetos que estão dentro do espaço pessoal das crianças, excluindo-se aqueles que estão fora do seu alcance. Objetos usados em atividades avançadas que requerem habilidades especiais como tocar um instrumento não estão incluídos nestas considerações.

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, consequentemente, influenciam o nível do MACS. Para obter informações acerca de como a criança manipula vários objetos no dia-a-dia é necessário perguntar a alguém que conhece bem a criança. O MACS visa classificar o que as crianças rotineiramente fazem e não seu melhor desempenho em uma situação específica de teste.

O MACS é uma descrição funcional que pode ser usada como complemento do diagnóstico de paralisia cerebral e seus subtipos. 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 não considera as diferenças de função entre as mãos; em vez disso aborda o modo como as crianças manipulam objetos apropriados à idade. O MACS não pretende explicar as razões para os déficits na habilidade manual.

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 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".

Contudo, cada nível inclui crianças com funções relativamente variadas. É improvável que o MACS seja sensível a mudanças após uma intervenção; há toda a probabilidade de que os níveis do MACS sejam estáveis ao longo do tempo.

Os cinco níveis do MACS constituem uma escala ordinal, que significa que os itens são "ordenados", mas as diferenças entre os níveis não são necessariamente iguais, nem as crianças com paralisia cerebral são igualmente distribuídas nos cinco níveis.



Tradutores: Ms. Daniela Baleroni Rodrigues Silva, Profa. Dra. Luzia Lara Pfeifer e Profa. Dra. Carolina Araújo Rodrigues Fumagalli, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Ciências do Comportamento, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

E-mail:am-christin.eliasson@ki.se; [am@macs.org](mailto:am@macs.org)

Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rosblad B, Beckung E, Arner M, Örnvall AM, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2006 48:549-554



### Manual Ability Classification System Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos

MACS classifica como as crianças com paralisia cerebral usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias.

- MACS descreve como crianças usam habitualmente suas mãos para manipular objetos em casa, escola e ambientes comunitários (o que a criança faz), ao invés do que é conhecido por ser a sua melhor capacidade.
- Para obter informação sobre a maneira como a criança manipula vários objetos no seu cotidiano, é necessário questionar alguém que conhece bem a criança, ao invés de realizar um teste específico.
- Os objetos que a criança manipula devem ser adequados à sua idade.
- O MACS classifica a habilidade global da criança para manipular objetos e não cada mão separadamente.

2005, updated 2010



# MACCS

## O que você precisa saber para utilizar o MACCS?

A habilidade da criança em manipular objetos em atividades diárias relevantes, por exemplo, durante o brincar e o lazer, comendo e vestindo-se.

Em qual situação a criança é independente e até que ponto ela precisa de suporte e adaptação?

**Distinções entre os níveis I e II**

As crianças no nível I podem ter limitações para manipular objetos muito pequenos, passados 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.

- I. **Manipula objetos facilmente e com sucesso.** No máximo, limitações na facilidade de realizar tarefas manuais que requerem velocidade e precisão. Porém, quaisquer limitações nas habilidades manuais não restringem a independência nas atividades diárias.

- II. **Manipula a maioria dos objetos mas com a qualidade e / ou velocidade da realização um pouco reduzida.** Certas atividades podem ser evitadas ou serem realizadas com alguma dificuldade; maneiras alternativas de realização poderiam ser utilizadas, mas as habilidades manuais geralmente não restringem a independência nas atividades diárias.

- III. **Manipula objetos com dificuldade; necessita de ajuda para preparar e/ ou modificar as atividades.** O desempenho é lento e obtido com sucesso limitado em relação à qualidade e quantidade. Atividades são realizadas independentemente se elas tiverem sido organizadas ou adaptadas.

- IV. **Manipula uma variedade limitada de objetos facilmente manipuláveis em situações adaptadas.** Desempenham parte das atividades com esforço e com sucesso limitado. Requer suporte e assistência contínuos e/ ou equipamento adaptado, para mesmo assim realizar parcialmente a atividade.

- V. **Não manipula objetos e tem habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples.** Requer assistência total.

**Distinções entre os níveis 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 conteúdo ambiental.

**Distinções entre os níveis III e IV**

As crianças do nível III podem desempenhar atividades selecionadas se a situação é pré-estabelecida e se tiverem supervisão e tempo suficiente. As crianças no nível IV necessitam de ajuda contínua durante a atividade e podem, na melhor das hipóteses, participar significativamente somente em partes de uma atividade.

**Distinções entre os níveis 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.

**ANEXO 3:** Trabalho apresentado e publicado no evento “*International Conference on Cerebral Palsy and other Childhood-onset Disabilities*” em Estocolmo, Suécia de 1 a 4 de Junho de 2016. Disponível em: < <http://eacd2016.org/wp-content/uploads/2015/02/Abstract-book.pdf> >.



### Access computer by children and young people with cerebral palsy

**Ligia Maria Presumido Braccialli** – Physiotherapist. Physical Rehabilitation PhD. Professor in Education Postgraduate Program at University “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, Sao Paulo. Email: [bracci@marilia.unesp.br](mailto:bracci@marilia.unesp.br);

**Marcelo Grandini Spiller** – Physiotherapist. Education MSc. Doctorate student in Education Postgraduate Program at University “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, Sao Paulo. Email: [m\\_grandini@yahoo.com.br](mailto:m_grandini@yahoo.com.br);

**Mauro Audi** – Physiotherapist. Education MSc. Doctorate student in Education Postgraduate Program at University “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, Sao Paulo. Email: [mauroaudi@unimar.br](mailto:mauroaudi@unimar.br)

**Ariane Lopes de Araújo** - Physiotherapist Professional Improvement Program at University “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, Sao Paulo. Email: [aneeh\\_lopes@hotmail.com](mailto:aneeh_lopes@hotmail.com)

**Andréia Naomi Sankako** – Education PhD. Physiotherapist at University “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, Sao Paulo. Email: [asankako@yahoo.com.br](mailto:asankako@yahoo.com.br).

### ABSTRACT

**Background:** Children and youth with cerebral palsy who have upper limb motor deficits may struggle to access the computer. Use of technologies can help these difficulties. Do these people know and use technological resources? **Aim:** Identify the technological resources used for computer access by children and young people with cerebral palsy. **Method:** The study included 37 parents of children and youth with cerebral palsy, with level I to V MACS and GMFCS I to V, mean age 10 years ( $\pm$  5 years). Data collection was performed using a translated and adapted survey of Davies et al. (2010b) questioned about various technologies for computer access and access mode. Data were submitted to descriptive statistical analysis, and the chi-square test to assess the relationship between variables, was considered significant at  $p < 0.05$ . **Results:** Findings indicated there is no evidence of association between computer use and user gender ( $p = 0.286$ ), topographic distribution ( $p = 0.877$ ); GMFCS level ( $p = 0.1533$ ); and the level of MACS ( $p = 0.225$ ). About place to use computer, 35% use at home and at school; 23% non-use; 18% at school and at friends' houses; 15% only at home; 9% use only in school. Regards computer access, 73% of respondents are using mouse and standard keyboard and only 27% have adapted devices. As for accessibility features in the operational systems only 24% knew about this information, however 65% of respondents were aware about devices can facilitate access computer. **Conclusion:** Although computer facilitate child and youth with cerebral palsy access information, there is still a portion of that population has no access to this equipment, and many families don't know the accessibility options available on the own computer.

**ANEXO 4:** Trabalho publicado na Revista Educação, Formação e Tecnologias. Disponível em: <<http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/516>>.

*Educação, Formação & Tecnologias* (janeiro-junho, 2016), 9 (1), 72-84  
Submetido: janeiro, 2016 / Aprovado: maio, 2016



## Acesso ao computador por crianças e jovens com paralisia cerebral

**LIGIA MARIA PRESUMIDO  
BRACCIALLI<sup>†</sup>**

Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
bracci@marilia.unesp.br

**MARCELO GRANDINI  
SPILLER<sup>‡</sup>**

Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
m\_grandini@yahoo.com.br

**MAURO AUDI<sup>III</sup>**

Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
mauroaudi@unimar.br

**ARIANE LOPES DE  
ARAÚJO<sup>IV</sup>**

Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
aneeh\_lopes@hotmail.com

**ANDRÉIA NAOMI  
SANKAKO<sup>V</sup>**

Universidade Estadual  
Paulista "Júlio de Mesquita  
Filho, Brasil  
asankako@yahoo.com.br

**Resumo:** O computador tem se constituído um importante recurso de tecnologia assistiva para crianças e jovens com paralisia cerebral. No entanto, devido défices motores nos membros superiores esses indivíduos podem apresentar dificuldades para acessar o computador. Assim, é importante conhecer como essa população utiliza o computador, como ocorre o acesso e se utiliza algum tipo de recurso específico ou opções de acessibilidade para auxiliar nesta atividade. O objetivo do estudo foi identificar o perfil de crianças e jovens brasileiros com paralisia cerebral usuários de computador e verificar se existe uma associação entre o comprometimento motor e gênero e o uso de computador. Participaram deste estudo 37 pais de crianças e jovens brasileiros com paralisia cerebral, classificadas entre o nível I e V no Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com Paralisia Cerebral (MACS) e no Sistema de Classificação da Função Motora Grossa Ampliado e Revisto (GMFCS). Para a coleta de dados, os participantes do estudo responderam individualmente um questionário de acesso ao computador, traduzido e adaptado para o português do Brasil. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e foi realizado o teste do qui-quadrado para avaliar a associação entre as variáveis. Os dados indicaram que há associação entre o uso de computador e o nível da MACS e entre o uso de computador e a distribuição topográfica, mas não há evidência de associação entre o uso de computador e o gênero do usuário, e do uso de computador e o nível da GMFCS).

Os dados permitiram também caracterizar os participantes relativamente a questões de acesso e uso do computador e outros dispositivos, bem como relativamente a conhecimentos de acessibilidade. Apesar de o computador facilitar o acesso da criança e jovem com paralisia cerebral à informação, uma parcela dessa população ainda não tem acesso a esse equipamento, e muitas famílias não conhecem as opções de acessibilidade disponíveis no próprio computador.

**Palavras-chave:** Ajudas Técnicas, Tecnologia Assistiva, Computador, Paralisia Cerebral.

### 1. INTRODUÇÃO

Existem no Brasil 13.273.969 pessoas com algum tipo de deficiência motora, entre essas, 4.442.246 apresentam severa limitação ou não conseguem realizar atividade de modo algum (IBGE, 2012). Segundo o Censo Escolar de 2011, 437.132 alunos com deficiência estão matriculados no ensino fundamental (INEP, 2012).

**ANEXO 5:** Trabalho publicado na Revista Informática na Educação: Teoria & Prática. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica>>.

## Acesso ao Computador: Comparação do Desempenho de Jovens com Diferentes Dispositivos de Entrada

### Computer Access: Comparison of Youth Performance with Different Input Devices

**GLÁUCIA SANCHES GUIMARÃES**

Universidade Estadual Paulista – UNESP -Campus Marília

**MARCELO GRANDINI SPILLER**

Universidade Estadual Paulista – UNESP -Campus Marília

**LÍGIA MARIA PRESUMIDO BRACCIALLI**

Universidade Estadual Paulista – UNESP - Campus Marília

**Resumo:** Há diferentes dispositivos para facilitar o acesso ao computador, porém, poucos estudos para verificar a eficácia dos mesmos. O objetivo deste estudo foi comparar o desempenho de jovens ao utilizarem dispositivos de acesso ao computador. Participaram do estudo cinquenta jovens saudáveis com idades entre 15 e 25 anos. Para a coleta de dados foi utilizado computador com tela sensível ao toque, mouse e o *Camera Mouse*. Foram utilizados três softwares para avaliar tempo de reação e acurácia dos participantes: *Discrete Aiming Task*, *Tracking Task* e *Single Switch Performance Test*. Os resultados demonstraram que nas atividades de precisão e tempo de reação, o mouse e a toque na tela foram os dispositivos que geraram os melhores desempenhos. Conclui-se que, o *Camera Mouse* foi o dispositivo que gerou os piores desempenhos.

**Palavras-chave:** Recursos para computador; Acesso; TIC.

**Abstract:** There are different types of devices to facilitate access to a computer, however, only few studies are aimed at verifying their efficacy. The objective of this study is to compare the performance of young subjects while using different computer access devices. Fifty healthy youngsters, aging between 15 and 25, took part in the study. Three softwares were used to evaluate the participants' reaction time and accuracy: *Discrete Aiming Task v.2.0*, *Tracking Task v.2.0* and *Single Switch Performance Test (SSPT)*. Results attested that in precision and time reaction activities, the mouse and the touch-screen were the devices generating the best performances. It is concluded that, within the devices used, the *Camera Mouse* software was the one generating the worst performances.

**Keywords:** Resources to computer; Access; TIC.

GUIMARÃES, Gláucia Sanches; SPILLER, Marcelo Grandini; BRACCIALLI, Lígia Maria Presumido. Acesso ao computador: comparação do desempenho de jovens com diferentes dispositivos de entrada. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 146-156, mai./ago. 2017.