

## **Jaque, Aplicativo de comunicação via dispositivos móveis, para crianças com Paralisia Cerebral.**

Rosimeire Flores da Silva Ferreira<sup>1</sup>, Daves Martins<sup>2</sup>, Ana Paula Xavier<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora Rua Bernardo Mascarenhas, 1283 – Fábrica – 36.080-001 – Juiz de Fora – MG – Brasil

<sup>2</sup>Núcleo de Informática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora

<sup>3</sup>Coorientadora, Psicopedagoga, Professora no CAEE/Centro - PJJ

r\_floresilva@hotmail.com, davesmartins@gmail.com, anapaulaxavier74@gmail.com

**Resumo:** A busca por garantir autonomia para pessoas com deficiência tem sido tema recorrente em discursos médicos e acadêmicos. Muitos são os esforços empreendidos na perspectiva de promoção de acessibilidade e equidade para estes sujeitos. Desta forma, existe hoje no mercado, uma gama de ferramentas tecnológicas que auxiliam pessoas com deficiência a interagir de forma mais autônoma na sociedade, seja na perspectiva de locomoção ou de estabelecer uma via comunicacional funcional. Porém, a maioria destas ferramentas é de alto custo e, muitas vezes, de difícil entendimento. O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo utilizando sinais eletrooculográficos como ferramenta de Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) para pessoas com Paralisia Cerebral (PC). Para tal utilizamos a captura de sinal eletrooculográfico por sensores de superfície que foram processados na busca de remover as frequências indesejadas do sinal. Entendemos que, através da interação mobile ser humano, podemos promover e ou facilitar a comunicação, através do reconhecimento de sinais dos olhos. Os resultados ainda são preliminares, mas nos apontam um caminho satisfatório, uma vez que os testes apresentaram aplicabilidade do mesmo, por se tratar de um software de fácil manuseio com imagens atrativas.

**Abstract:** The search for securing autonomy for people with disabilities has been a recurring theme in medical and academic speeches. Many are the efforts undertaken in the prospect of promoting accessibility and fairness to these subjects. In this way, there is today in the market a range of technological tools that assist people with disabilities to interact more autonomously in society, either from the perspective of locomotion or to establish a functional communicational via. But most of these tools are high-cost and often difficult to understand. The aim of this work is to develop an

application using Electrooculographic signals as an Augmentative and Alternative Communication tool (CAA) for people with Cerebral palsy (PC). For this we use the signal capture Electrooculographic by surface sensors that have been processed in the search to remove the unwanted frequencies of the signal. We understand that through the mobile interaction human being, we can, promote and or facilitate communication, through the recognition of eye signs. The results are still preliminary but they point to a satisfactory path, since the tests presented applicability of it, because it is an easy-to-handle software with attractive images.

## 1. Introdução

De acordo com Associação Brasileira de Paralisia Cerebral (ABPC),

A Paralisia Cerebral (PC) descreve um grupo de desordens do desenvolvimento do movimento e da postura, causando limitações nas atividades. São atribuídas a distúrbios não progressivos que ocorrem no cérebro em desenvolvimento. As desordens motoras da PC são geralmente acompanhadas por alterações na sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamento, epilepsia e problemas musculoesqueléticos secundários. (ABPC)<sup>1</sup>

A incidência de casos de PC na população é de dois em cada mil nascidos vivos, em países em desenvolvimento chega a sete por mil nascidos vivos. No Brasil, é estimada a ocorrência de 30.000 a 40.000 casos novos por ano. (CESTARI, ISLENE, CARVALHO, MELO, STUDART, 2013)

Indivíduos com Paralisia Cerebral são muito limitados no que se refere à forma de comunicação e de utilização dos tipos de CAA (Comunicação Alternativa e Aumentativa). Há a necessidade por parte destes indivíduos de um dispositivo de comunicação que não envolva assinatura, digitação ou apontamento do dedo. Infelizmente, a maioria dos métodos comuns de CAA envolvem pelo menos uma, se não mais de uma dessas atividades físicas, o que torna o processo de comunicação para as pessoas com PC uma grande barreira de interação uma vez que apresentam hipertonia<sup>2</sup> nas extremidades (membros superiores e inferiores).

---

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.paralisiacerebral.org.br/> Acesso em 23 de junho de 2018.

<sup>2</sup> A hipertonia muscular se caracteriza por uma tensão muscular exagerada ou permanente do músculo em repouso. Há dois tipos de hipertonia muscular: piramidal e extrapiramidal. A primeira tem a sua origem em problemas do sistema nervoso central e, às vezes, é acompanhada por uma hemiplegia. Já a forma extrapiramidal é causada por disfunção do sistema nervoso que não

Entendemos então que o movimento dos olhos, seja através de fixar o olho ou piscá-lo, seja a alternativa possível que melhor contemple estes indivíduos.

Diante deste quadro, o que se propõe é o uso de sinais bioelétricos na produção de uma ferramenta válida e replicável para o uso de pessoas com PC. Os sinais bioelétricos são produzidos pelas células nervosas juntamente com células musculares, onde as células nervosas são responsáveis pela comunicação e controle dos sistemas internos, podendo ser monitoradas por eletrodos. Os sinais bioelétricos tem várias aplicações como, por exemplo, na medicina onde é utilizada para monitoramento, diagnóstico e tratamento de doenças, além de estar presente em projetos de acessibilidade de pessoas com deficiência (PcD). Os principais sinais bioelétricos são: eletrocardiografia (ECG), a eletromiografia (EMG), a eletroencefalografia (EEG) e a eletro-oculografia (EOG), que será usado nesse trabalho. (OLIVEIRA, 2016).

## **2. Cercando o problema**

### **2.1. Paralisia Cerebral**

Paralisia Cerebral, PC, significa “paralisia do cérebro”, onde atinge os movimentos e a postura do corpo, causada por uma lesão que ocorreu no cérebro antes, durante ou após o nascimento do bebê, danificando algumas partes do cérebro, principalmente as que controlam os movimentos. Depois de danificadas essas partes jamais se recuperam, mas também não pioram. Mas os problemas relacionados aos movimentos, como a postura corporal, pode melhorar ou piorar.

A PC é igualmente designada como encefalopatia crônica não progressiva, causada por lesões ocorridas no encéfalo imaturo, em desenvolvimento, tendo como consequência problemas de motricidade, do tônus e postura, com ou sem comprometimento cognitivo (FONSECA, 2004; GAUZZI e FONSECA, 2004). Estas lesões ocorrem nos diversos estágios de maturação, surgindo antes de 3 anos de idade (KOK, 2003) e tendo causas pré, peri ou pós-natais. (CORN, 2007).

Bobath definiu a PC como sendo:

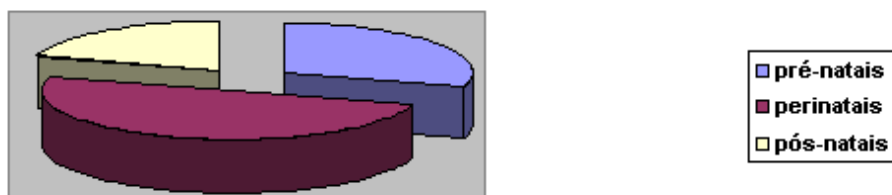
---

integra o trato piramidal, não sendo, portanto, acompanhada de paralisia. Fonte: <https://saude.ccm.net/faq/2319-hipertonia-muscular-definicao>.

“[...] resultado de uma lesão ou mau desenvolvimento do cérebro, de caráter não progressivo, e existindo desde a infância. A deficiência motora se expressa em padrões anormais de postura e movimentos, associados com um tônus postural anormal. A lesão que atinge o cérebro quando ainda é imaturo interfere com o desenvolvimento motor normal da criança.” (BOBATH, 1979, p. 11).

Segundo a Associação Brasileira de Paralisia Cerebral qualquer agressão ao cérebro em desenvolvimento pode causar a PC. Essas causas podem ser divididas em três tipos: pré-natais, perinatais e pós-natais. Pode-se dizer que as causas pré-natais, são as lesões que ocorrem antes do nascimento que são provocadas por algumas doenças da gestante. As perinatais são as lesões neurológicas que acontecem no período que vai do começo do trabalho de parto até 6 horas após o nascimento. As pós-natais acontecem durante a infância, infecções como a meningite, traumas cranianos e tumores podem comprometer o sistema nervoso que ainda está se desenvolvendo.

O gráfico da FIGURA 1 apresenta as causas descritas acima com os períodos.



**Figura 1:** Períodos ocorrentes de PC. - **Fonte:** <http://br.monografias.com/trabalhos3/processo-aprendizagem-aluno-paralisia-cerebral/processo-aprendizagem-aluno-paralisia-cerebral2.shtml>.

Os sintomas da PC são muito variáveis de criança para criança, pois dependem da gravidade e extensão da lesão e da área neurológica comprometida. Entretanto, o denominador mais comum entre elas é o distúrbio motor. Além do distúrbio motor também podem ser citados outros sintomas neurológicos como: crises convulsivas, dificuldades visuais, dificuldades de fala, problemas para alimentação e função respiratória, deficiência auditiva, deficiência mental, entre outros.

Como a parte motora, muitas vezes, é severamente afetada uma grande dificuldade é a de comunicação, o bebê pode não responder ou reagir como os

outros. Isto pode ocorrer devido à falta de controle dos músculos do rosto e dos braços, causando um atraso na fala. Outras crianças podem nem falar de forma clara não apresentando linguagem verbal ou ter outros problemas de fala de ordem fono-articulatória. Embora seja muito difícil saber o que as crianças desejam com o tempo os pais encontram formas de entender, de se comunicar, de expressar onde mais tarde a criança começa a apontar com os braços, pés ou olhos.

O tratamento da PC deve ser realizado o mais precocemente possível e por uma equipe multiprofissional, objetivando um melhor desenvolvimento neuropsicomotor para essas crianças, promovendo o melhor nível de independência possível e o tratamento focado na relação mãe-filho é a única forma de atuar de maneira completa nos casos de PC.

## **2.2. Técnicas de Comunicação**

Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) engloba todas as formas de comunicação que não a fala. Várias modalidades CAA são utilizadas para auxiliar pessoas com todos os tipos de desordens relacionadas à falta ou prejuízos de comunicação, tais como o autismo, distúrbios neurológicos e disfunções fono-articulatórias. Usando uma forma de CAA, as pessoas com deficiência são capazes de se comunicar usando sinais como o apontar de dedo, apontar dos olhos, gesticular ou expressão facial.

Vários ambientes interativos como ferramentas de aprendizagem e de ensino para a reabilitação de crianças com PC têm sido desenvolvidos. A maioria deles são baseados em computadores por meio de plataformas de softwares educativos. Plataformas de software utilizam conteúdo de entretenimento em ambientes educacionais, a fim de apresentar o conhecimento de uma forma lúdica e atraente. Ao fornecer fotos de objetos reais (utilizados na vida diária) ou representações ideográficas e, ou pictográficas, plataformas de softwares incentivam as pessoas com PC a distinguir objetos com base em seu tamanho, cor, tipo, dentre outros elementos. Além disso, este tipo de plataforma de aprendizagem interativa motiva as crianças para correlacionar os objetos com sons e palavras. Para adicionar a capacidade de atração, plataformas fazem uso de imagens animadas.

Fazendo um estudo das técnicas de tecnologia assistiva (TA), especificamente a CAA, encontramos uma infinidade de sistemas simbólicos. Um dos sistemas encontrados e analisados foi o *Picture Communication Symbols* (PCS).

Este sistema (PCS) foi criado pela fonoaudióloga Roxana Mayer Johnson, em 1981, nos EUA, com o objetivo de ampliar materiais de comunicação alternativa, sendo indicado para crianças, adolescentes ou indivíduos que apresentam problemas na fala ou uma fala não funcional, possibilitando estruturar frases curtas e simples.

Ele é composto por um sistema gráfico visual com símbolos pictográficos. São figuras bidimensionais (2D), coloridas que apresentam maior iconicidade e, portanto, menor dificuldade de abstração. Os PCS é o sistema de CAA mais utilizado no Brasil.

Esses PCS são usados em pranchas de comunicação por escolas e centros especializados para crianças com deficiência, usando os símbolos organizados por cores para facilitar a comunicação.

No Brasil, o sistema de símbolos PCS está disponível por meio dos softwares *Boardmaker*® e *Boardmaker com Speaking Dynamically Pro*®.

*Boardmaker* significa “produtor de pranchas” e foi desenvolvido especialmente para criação de pranchas de comunicação alternativa, utilizando PCS (FIGURA 2). A característica do programa é a facilidade de uso, podendo criar e imprimir uma prancha de comunicação complexa em poucos minutos, que serão posteriormente disponibilizados aos usuários como recurso de comunicação.



**Figura 2:** Descrição de imagem: Visualiza-se aqui uma prancha de comunicação com dezoito símbolos gráficos PCS cujas mensagens servirão para escolher alimentos e bebidas. Os símbolos PCS estão organizados por cores nas categorias *social* (oi, podes ajudar?, obrigada); *pessoas* (eu, você, nós); *verbos* (quero, comer, beber); *substantivos* (bolo, sorvete, fruta, leite, suco de maçã e suco de laranja) e *adjetivos* (quente, frio e gostoso). - **Fonte:** <http://www.assistiva.com.br/ca.html>

O programa *Speaking Dynamically Pro® (SDP)* que significa “falar dinamicamente”, associado com o *Boardmaker* dá vida às pranchas, utilizando recursos do computador para integrar funcionalidades poderosas que permite as pranchas emitirem sons através de síntese de voz, abram arquivos de vídeos, interligue pranchas entre si e outras funções que permitem criar jogos, proporcionando uma comunicação eficiente e permitindo a construção de atividades de acessibilidades dentro das escolas. Uma importante característica desse software é que a seleção de teclas de mensagens ou teclas para escrita acontece por meio de varredura e acionadores (FIGURA 3).

A função dos acionadores é gerar um clique que o computador interpreta um comando de seu usuário, forma mais simples de interagir com o computador.



**Figuras 3:** Descrição de imagem: Três modelos de acionadores, sendo os dois primeiros de pressão ao toque e o terceiro chamado de tração, pois funciona com o puxar de um cadarço que gera o clique. - **Fonte:** <http://www.assistiva.com.br/ca.html>

O software *Boardmaker com SDP®* tem um alto custo, pois seu valor de mercado é alto para revenda, tornando difícil a aquisição por meio das escolas e profissionais que trabalham com crianças/pessoas que se beneficiariam deste recurso. Como alternativa, Xavier (2017) nos apresenta o software “Prancha Fácil” (FIGURAS 4 e 5).

“Prancha Fácil”, pode ser baixado gratuitamente no site <https://sites.google.com/a/nce.ufrj.br/prancha-facil/download>. Ele foi desenvolvido pelo Núcleo de Pesquisa em Tecnologia Assistiva – AssistUFRJ e lançado no Congresso Brasileiro de Comunicação Alternativa, em junho de 2015, visando amenizar possíveis barreiras de comunicação das crianças com TEA, uma ferramenta que se descortina como uma opção para confecção das referidas pranchas de CAA e assim promover autonomia, interação e desenvolvimento da comunicação. (XAVIER, 2017)

## O software “Prancha Fácil”:

é muito simples e rápido de utilizar, e com ele é possível fazer pranchas para serem impressas ou utilizadas de forma dinâmica no computador, sem a necessidade de conexão à internet [...] e permite o acesso ao programa por meio do mouse, tela touchscreen, sistema de varredura ou com o auxílio do rastreador de olhos o PCEye X, permitindo, assim, que pessoas com dificuldades motoras graves possam utilizar o software com facilidade.

(<https://sites.google.com/a/nce.ufrj.br/prancha-facil/home>)<sup>3</sup>.

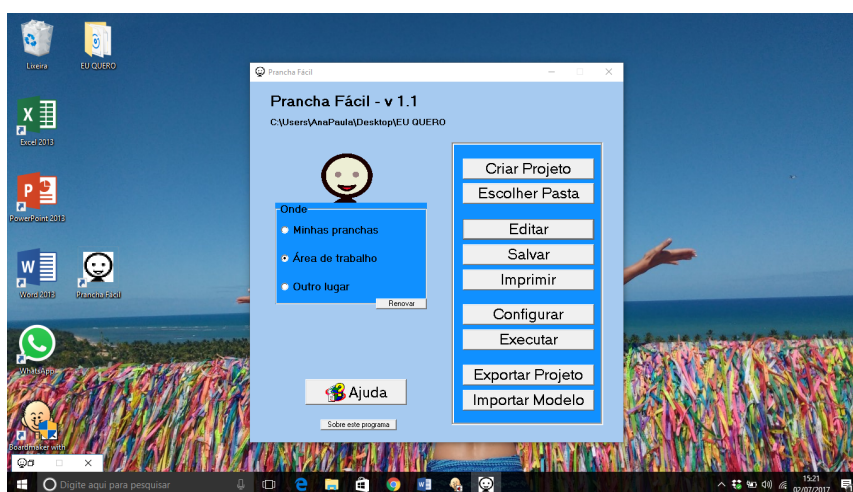


Figura 4: Tela inicial do software “Prancha Fácil” - Fonte: XAVIER, 2017

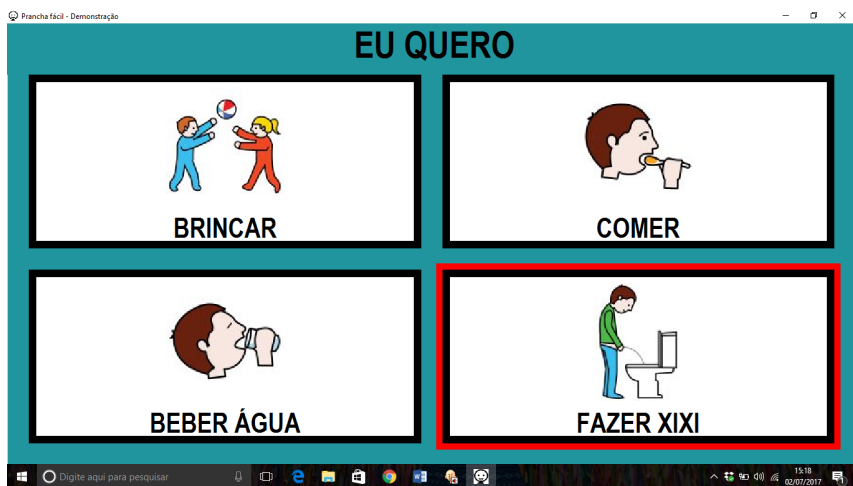


Figura 5: Prancha confeccionada a partir do software “Prancha Fácil” - Fonte: XAVIER, 2017

<sup>3</sup> Acesso em 18 de Maio de 2018



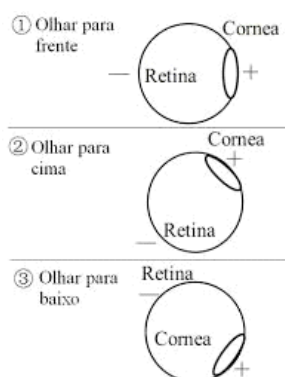
### 2.3. Comunicação ocular

O cérebro humano é composto por neurônios, que são células nervosas que desempenham o papel de conduzir impulsos nervosos e processar informações e estímulos no corpo humano.

O estudo destes impulsos elétricos se apresenta de forma bastante significativa na medicina, uma vez que podem ser usados para monitoramento, diagnóstico e reabilitação.

Esses sinais apresentam também potencial uso em projetos de acessibilidade de pessoas com deficiência através da captação dos potenciais elétricos da região ocular.

A Eletro-oculografia (EOG) é um registro gráfico dos potenciais elétricos entre a córnea e a retina, fornecendo sinais proporcionais ao ângulo (ou a posição) dos olhos em relação à cabeça. Emil Du Bois- Reymond foi o primeiro a observar essa relação em 1848. O potencial entre a córnea e a retina é produzido pela hiperpolarização e despolarização das células nervosas na retina. O olho humano é conceituado um dipolo elétrico. Certos experimentos mostram que a córnea equivale ao polo positivo e a retina ao polo negativo do globo ocular, como ilustrado na FIGURA 6. Desse modo, o sinal resultante é basicamente um registro da diferença da tensão elétrica entre a parte da frente e a parte de trás do olho. (SOUZA, BORGES, NAVES, 2010).

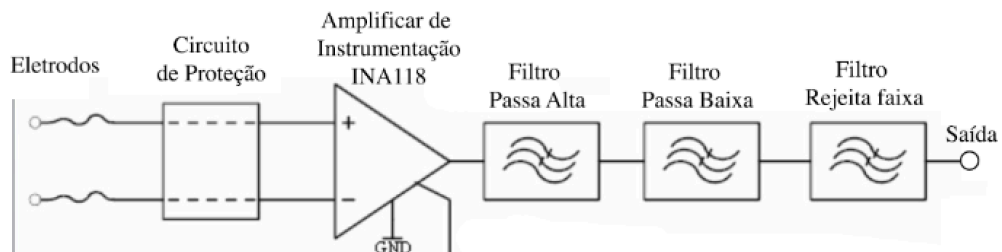


**Figura 6:** Esquema do dipolo elétrico para o olho. **Fonte:**(SOUZA, BORGES, NAVES, 2010).

## 2.4. Captação de Sinais eletrooculográfico

Inicialmente o sinal eletrooculográfico é obtido por sensores de superfície e enviado para um sistema de condicionamento. Devido à baixa amplitude, o sinal retirado passa pelos seguintes processos: uma fase de pré-amplificação, uma fase de pré-filtragem, um segundo estágio de amplificação, e a filtragem em si, formada por filtros analógicos para remover as frequências indesejadas do sinal (SOUZA, BORGES, NAVES, 2010). A FIGURA 7 exemplifica esse processo.

Logo depois, o sinal passa para a fase de digitalização na qual é feita a conversão analógica-digital e a transmissão do sinal para o computador via Universal Serial Bus (USB) utilizando um microcontrolador.

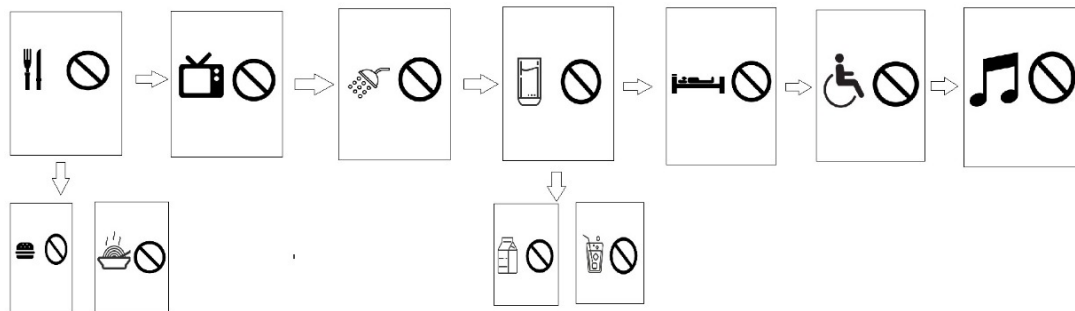


**Figura 7:** Diagrama de blocos dos Estágios de processamento analógico - **Fonte:** (OLIVEIRA, 2016).

## 3. Metodologia

### 3.1. Proposta do Sistema

A proposta desse trabalho é desenvolver um aplicativo móvel que permite pessoas que não possuem comunicação verbal, como PC, a se comunicarem usando um dispositivo móvel (celular ou tablete), com intuito de melhorar suas habilidades de compreensão e comunicação e quebrar seu isolamento. As pessoas não verbais entendem muito bem o significado de símbolos e imagens, e essas imagens serão utilizadas para iniciar e concluir uma atividade específica, tomar banho, ver tv, passear, comer, beber, ou seja, atividades de vida diária (AVD). A modelagem do aplicativo é mostrada abaixo na FIGURA 8.



**Figura 8:** Modelagem App - **Fonte:** Próprio autor

A aplicação proposta apoia a inclusão, a troca de dados, comunicação e criatividade, tornando a comunicação mais acessível. O aplicativo oferece maneiras de escolher imagens e símbolos, correspondentes para expressar humor, necessidades e pensamentos. Ele permite que os usuários a partir de palavras usando imagens e símbolos, possam se comunicar.

A aplicação foi feita a partir de um banco de dados de sinais oculográficos disponibilizado por (OLIVEIRA, 2016).

Esses sinais são simulados através do uso de *Web Service* que irá enviar os sinais coletados através da medição real a partir das possíveis movimentações do olho, tais como, olhar para direita, olhar para esquerda, piscar, etc. Ou seja, a partir do serviço escolhemos os tipos de olhar que será enviado e o serviço envia o sinal referente ao comando utilizado.

O sistema é composto de duas partes: um *Web Service*, que simula o processamento dos sinais EOG e a aplicação móvel. O serviço é responsável pelo envio dos sinais, olhar para direita ou para esquerda e piscar para a aplicação móvel, ou seja, o processamento da escolha da imagem. A aplicação móvel é um aplicativo baseado em Android, usando linguagem Java e se conecta ao serviço para usar os sinais EOG.

O dispositivo Android utiliza uma conexão com internet para enviar a requisição para o servidor. A requisição se refere a opção que a pessoa com PC escolhe por meio do sinal bioelétrico. O serviço por sua vez, já com o sinal interpretado e armazenado, entende a solicitação enviada e responde de acordo com o sinal lido.

A requisição é feita através de um Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP) para o *Web Service*. É desta forma que as informações, neste caso, os

sinais, são consultados e o servidor é capaz de exibir e responder ao usuário do aplicativo a resposta escolhida. A FIGURA 9 representa o processo descrito.

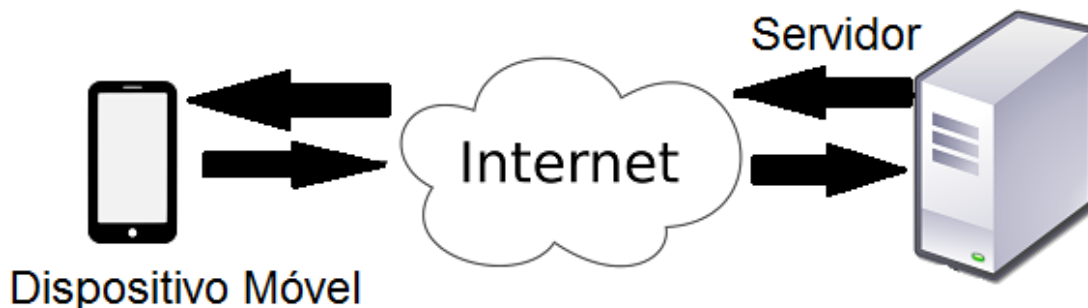


Figura 9: Próprio autor

#### 4. Desenvolvimento

Antes de começar a criação do aplicativo foi feita uma modelagem, preparando várias formas para melhor instruir o usuário.

Foi adotada a IDE Android Studio, com as linguagens de programação Java e XML, que conseguiu atender plenamente os requisitos, refletindo no bom funcionamento do app.

O App foi desenvolvido para pessoas com incapacidades motoras, que por meio dos olhos realizarão a escolha, sendo modelado de acordo com os sinais coletados em laboratório, onde foram coletados sinais do olhar para esquerda, olhar para direita e o piscar dos olhos. Desse modo, o aplicativo "JAQUE" foi desenvolvido para ter somente duas opções de escolhas, direita e esquerda e os símbolos (imagens) que estão representados na FIGURA 10 foram colocados do lado esquerdo sempre acompanhadas com o sinal de negação do lado direito. Assim a pessoa ao olhar para a figura escolhe ela ou não e assim vai percorrendo até encontrar a opção que a satisfaça naquele momento. Ao olhar para opção desejada o piscar dos olhos será um *OK*, o *ENTER* do teclado. Mas todas essas ações serão controladas através do serviço, que por meio dele será emulado os sinais.

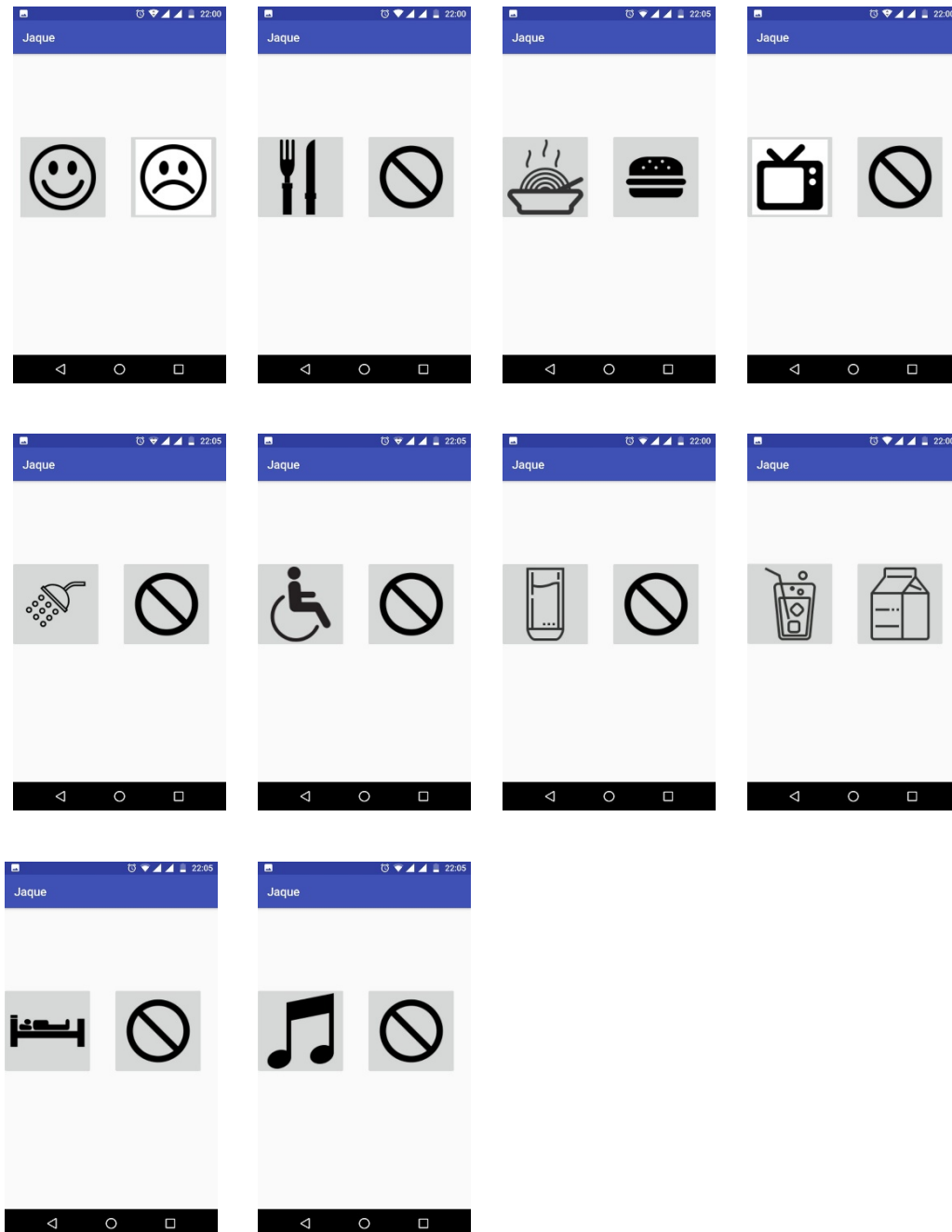


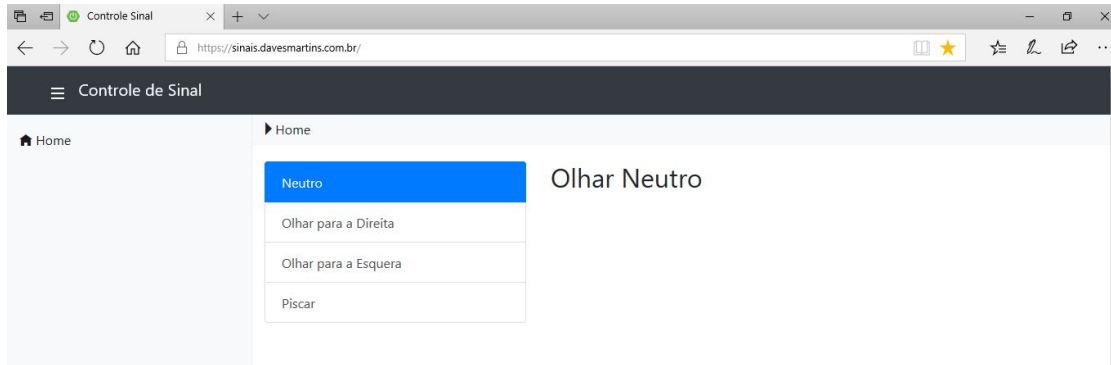
Figura 10: Telas App - Fonte: Próprio autor

## 5. Resultados

Realizou-se testes na aplicação e os resultados obtidos foram satisfatórios. A comunicação entre ela e o servidor funcionaram conforme esperado, mostrando que seu objetivo foi atendido na interpretação dos sinais enviados via servidor.

A FIGURA 11 mostra as opções a serem escolhidas. Ao escolher a opção neutro, o servidor envia o comando para aplicação, que automaticamente interpreta

e mostra na tela do app, representado na FIGURA 12, onde nenhuma opção foi escolhida até o momento, permanecendo a aplicação parada.

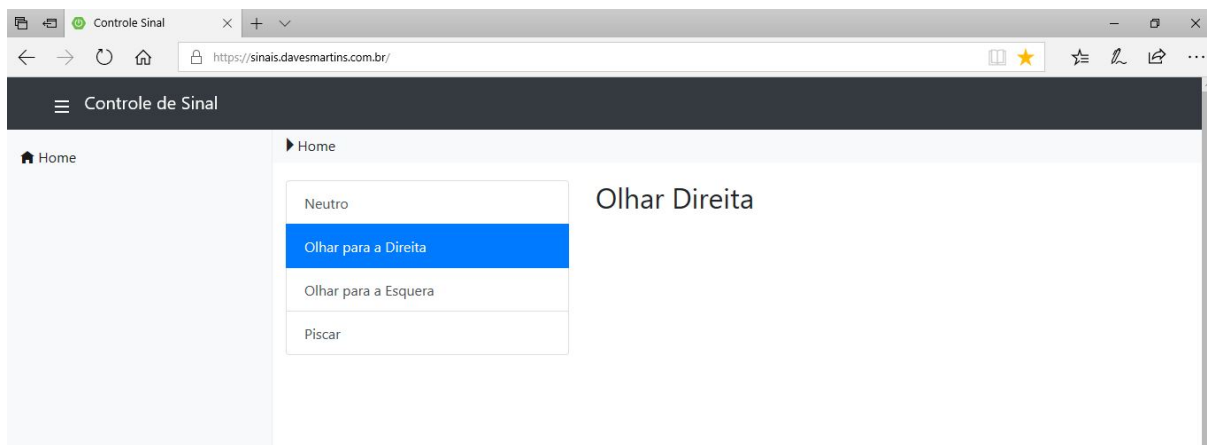


**Figura 11:** Imagem do serviço no ponto neutro. - **Fonte:** Próprio autor



**Figura 12:** Tela do app no neutro. - **Fonte:** Próprio autor

As FIGURAS 13 e 14 representam o olhar para direita, e a opção da direita no app foi selecionada.

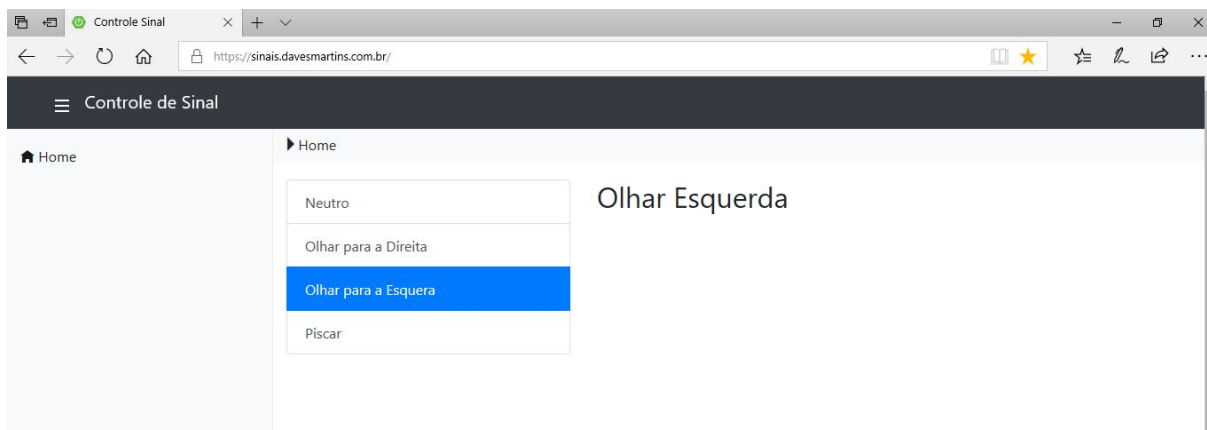


**Figura13:** Imagem do serviço no olhar para direita. - **Fonte:** Próprio autor

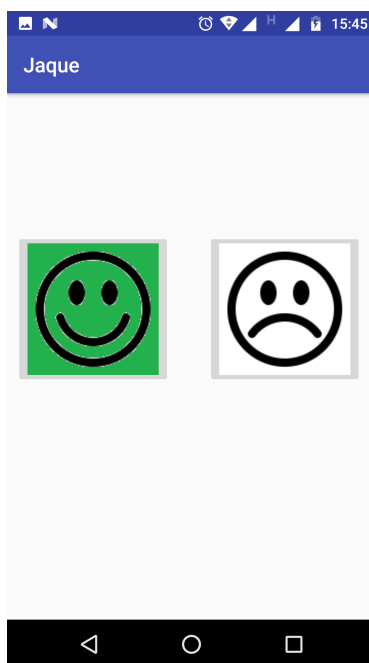


**Figura 14:** Tela do app olhar para direita selecionado. - **Fonte:** Próprio autor

As FIGURAS 15 e 16 representam o olhar para esquerda, e a opção da esquerda no app foi selecionada.



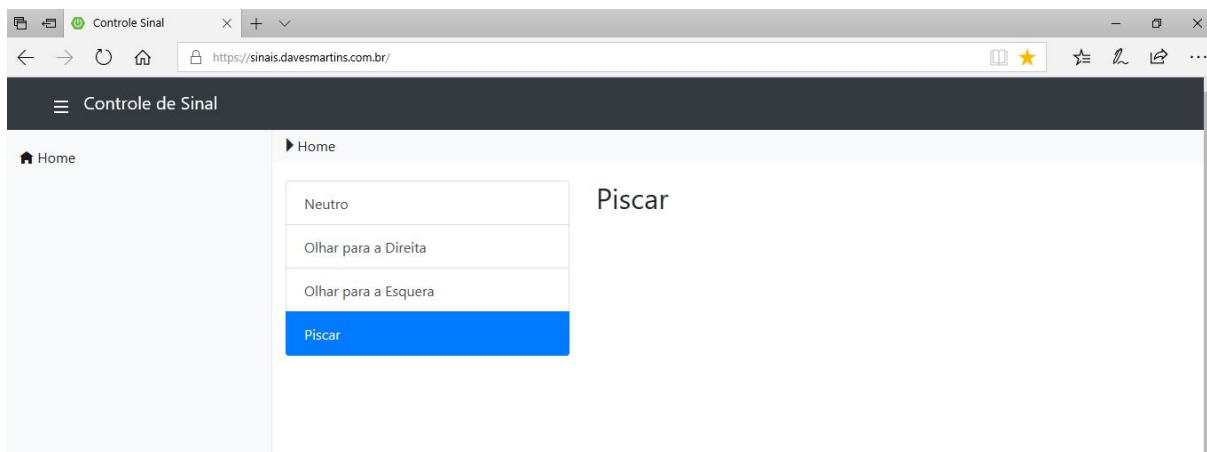
**Figura 15:** Imagem do serviço olhar para esquerda. - **Fonte:** Próprio autor



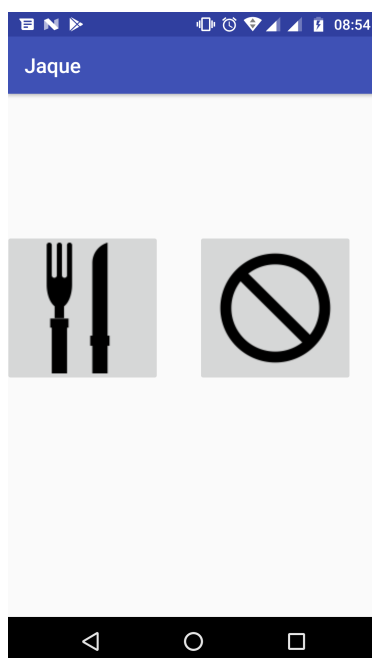
**Figura 16:** Tela do app olhar para esquerda selecionado. - **Fonte:** Próprio autor

As FIGURAS 17 e 18 representam o comando piscar, e o *ENTER* no app é acionado, e a opção escolhida, mudando para a próxima tela.





**Figura 17:** Imagem do serviço piscar. - **Fonte:** Próprio autor



**Figura 18:** Tela do app próxima opção de escolha ao piscar. - **Fonte:** Próprio autor

## 6. Conclusão

A busca por garantir autonomia comunicacional para pessoas não verbais tem se intensificado nos últimos anos. Muitas são as perspectivas e tecnologias apresentadas para este fim, com o uso da CAA.

Nosso trabalho é a produção de um aplicativo que possa ser replicado para que pessoas com PC e, ou aquelas que apresentam potencial comunicativo reduzido, possam se beneficiar e fazer uso do mesmo, na promoção de autonomia e independência.

Esse trabalho apresentou o aplicativo “JAQUE”, cuja função é ler sinais EOG, para auxiliar pessoas com PC a se comunicar com os sinais gerados pelos olhos. Buscou-se integrar a eletro-oculografia e a tecnologia da informação, no desenvolvimento do aplicativo, que roda em um dispositivo móvel, e tem por finalidade a interpretação desses sinais para ajudar, por meio de símbolos pictográficos, as pessoas não verbais a se comunicar.

Tendo perspectivas futuras, a ampliação e melhoria do aplicativo, que poderá se comunicar via *Bluetooth* com um leitor de ondas cerebrais *Emotiv Insight*, que é um aparelho equipado com sensores sem fio, que registra ondas cerebrais e as traduz em dados significativos compreensíveis de entendimento, que será interpretado simultaneamente.

#### **Referências:**

Associação Brasileira de Paralisia Cerebral (ABPC). Disponível em: <<http://paralisiacerebral.org.br/saibamais05.php>>. Acesso em: 23 junho 2018.

BOBATH, K. A Deficiência Motora em Pacientes com Paralisia Cerebral. São Paulo: Editora Manole, 1979.

CESTARI, V. R. F., ISLENE, V. B., CARVALHO, Z. M. F., MELO, E. M., STUDART, R. M. B. Evidências Científicas Acerca da Paralisia Cerebral Infantil. 2013 - Universidade de Fortaleza.

CORN, K. Pacientes com Lesão no Sistema Nervoso Central ao Nascer: paralisia cerebral. In: UMPHRED, D. A. Reabilitação Neurológica Prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

EL-SEOUD, M.S., KARKAR, A., AL JA'AM, J. M., KARAM, O. H., A Pictorial Mobile-based Communication Application for Non-Verbal People with Autism.

EMOTIV. Disponível em: <<https://emotiv.com>>. Acesso em: 17 abril 2018.

FILHO, J.V.A.S., JÚNIOR, X.L.T., ALMEIDA, C.V.R., Software modular para sistema eletrônico baseado na Comunicação Alternativa Aumentativa (CAA), Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, 2010.

FLAUZINO, R.O.S., LAGE, L.A., RODRIGUES, C.S., ZENHA, L., Prática de Construção de Livros Virtuais com uso de Símbolos Picture Communication Symbols – PCS, 2007.

FREIRE S. A., SILVA, K. R., (2008). O Processo de Aprendizagem do Aluno com Paralisia Cerebral no Complexo de Educação Especial André Vidal De Araújo.

Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos3/processo-aprendizagem-aluno-paralisia-cerebral/processo-aprendizagem-aluno-paralisia-cerebral2.shtml>>. Acesso em: 10 março 2018.

FONSECA L. F. Abordagem Neurológica da Criança com Paralisia Cerebral: causas e exames complementares. In: LIMA, C. L. A; FONSECA, L F. Paralisia Cerebral: neurologia, ortopedia e reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 45-66.

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.

KOK, F. As Principais Afecções em Neurologia Infantil – Encefalopatias Não-Progressivas: deficiência mental e paralisia cerebral. In: NITRINI, R; BACHESCHI, L. A. A Neurologia que Todo Médico Deve Saber. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

KONSTANTINIDIS, E. I., LUNESKI, A., FRANTZIDIS, C. A., COSTAS, P., BAMIDIS, P. D., A Proposed Framework of an Interactive Semi-Virtual Environment for Enhanced Education of Children with Autism Spectrum Disorder.

OLIVEIRA, C., Monitoramento Analógico e Digital dos Impulsos Elétricos Cerebrais. 2016. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Mecatrônica, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas – Campus Juiz de Fora, 2016.

SARTORETTO, M. L., BERSCH, R., Assistiva Tecnologia e Educação. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/ca.html>>. Acesso em: 11 março 2018.

Soa WebService Connecting Systems. Disponível em: <<http://www.soawebservices.com.br/como-funciona.aspx>>. Acesso em: 06 maio 2018.

SOUZA, R.H.C, BORGES, F.S., NAVES, E.L.M., Eletro-oculografia no Controle de Mouse, uma Ferramenta de Tecnologia Assistiva, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Uberlândia – MG, 2010.

XAVIER, A. P. Ensino de Crianças com Transtorno do Espectro Autista: ampliando possibilidades com o uso da comunicação alternativa e aumentativa. 2017. 113f. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão/CMPDI) – Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói.