# Seguindo um cientista do Rio até o interior de Goiás

João Sérgio dos S. Assis[1], J. F. Marinho de Araújo[2], Marcos F. de Carvalho[3]

Laboratório de Interface Cérebro Computador - LabBCI
Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais - NCE
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Av. Athos da Silveira Ramos, 274 - Prédio do CCMN - Bloco C - Cidade Universitária - Ilha do Fundão
CEP: 21.941-590 - Rio de Janeiro – RJ – Brasil – Tel.: 55 21 2598-3169 - Fax: 55 21 2598-3226
[1]joao@nce.ufrj.br; [2]fmarinho@nce.ufrj.br, [3]fialho@nce.ufrj.br

**Resumo**. Muitas vezes o trabalho de um engenheiro se resume a fazer máquinas interagirem com outras máquinas. Quando um pesquisador desenvolve um produto para resolver um problema que envolve um grupo humano, sobretudo um grupo vulnerável como deficientes físicos, uma série de novos problemas aparecem. A fronteira entre o técnico e o social é rompida. Este trabalho trata de seguir um pesquisador brasileiro desenvolvendo uma ferramenta computacional para auxiliar pessoas com múltiplas deficiências físicas a poder interagir com outras pessoas. Ao seguir este pesquisador em ação, serão percorridos os caminhos que o levaram do Rio de Janeiro até o interior de Goiás, de problemas técnicos a problemas humanos, da Informática até a Ética.

**Palavras-Chave:** Assistividade, ICC, deficiências múltiplas, EEG, giroscópio, Ética.

## 1. Introdução

Até recentemente, era comum que uma pessoa que optasse por abraçar uma carreira na área de engenharia eletrônica ou informática, imaginasse estar entrando num mundo de máquinas, desumanizado. Ao se olhar para os primeiros anos de uma instituição como o Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da UFRJ é possível ter a mesma impressão. Entre seus primeiros projetos de software (um compilador para a linguagem Fortran [1]) e hardware (um processador de ponto flutuante para o IBM 1130 [2]), pode-se dizer que, usando de uma certa liberdade de interpretação, eram projetos que faziam máquinas "conversarem" com outras máquinas. Certamente isso é uma simplificação, pois estas fronteiras entre o que é humano e o que é maquina nunca são tão simples de determinar.

Um marco para o fim desta fronteira no NCE ocorreu em 1993 quando um professor de Computação Gráfica e pesquisador da instituição, José Antônio Borges, resolveu ajudar um aluno cego a cursar sua disciplina. Este é o ponto de partida para o desenvolvimento do DOSVOX e de diversas ferramentas computacionais que auxiliam pessoas com variados tipos de deficiência a interagir com o computador [3]. Um grupo de pesquisa em acessibilidade foi criado e, a partir daí, saiu-se da zona de conforto da computação para enfrentar desafios multidisciplinares, obrigando os pesquisadores a ter de também lidar com uma série de problemas na área de medicina, psicologia e ética.

Recentemente, o grupo de acessibilidade do NCE começou a trabalhar em conjunto com o laboratório de pesquisas em interface cérebro-computador (LabBCI). Paralelamente, um novo desafio surgiu para este grupo. Até então, as ferramentas eram destinadas a um público alvo com uma única deficiência. O que fazer quando surge um usuário com dois tipos de deficiência? A solução encontrada foi criar um híbrido de duas ferramentas já desenvolvidas: o DOSVOX (software para pessoas cegas) e o microFênix (software para pessoas com deficiências motoras) [4]. Este trabalho segue o pesquisador que está desenvolvendo este híbrido, desde o começo da montagem da rede até a apresentação de um protótipo do produto para o usuário que inspirou sua criação.

## 2. Programa Híbrido

Thamires Aguiar tem 19 anos e é portadora de uma doença rara: mucopolissacaridose (MPS VII). Por causa desta doença ela tem a coluna e as mãos deformadas, não tem tato em seus dedos e é cega. Antônio Borges já havia visto o nome Thamires em algumas mensagens da rede de usuários do DOSVOX, mas não havia nada nestas mensagens que chamasse alguma especial atenção para ela. Segundo uma estimativa, o DOSVOX tem cerca de 60 mil usuários [5]. Porém, Thamires, devido a sua deficiência, não é uma usuária comum, pois, para ter acesso ao teclado do computador, tem de utilizar sua boca como se fosse um dedo (figura 1). Ela procurou Antônio pedindo ajuda, pois precisava de uma nova interface com o DOSVOX, uma vez que sua doença é progressiva e ela tem cada vez mais dificuldade para utilizar o sistema.

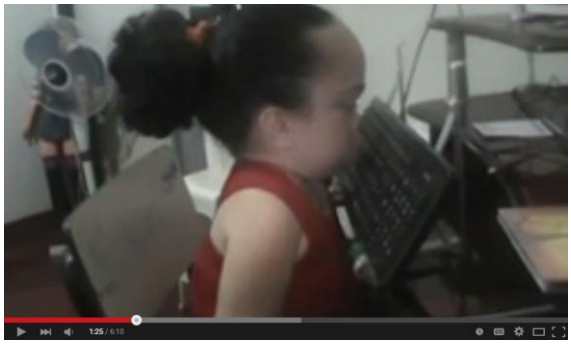


*Figura 1: Thamires Aguiar utilizando o computador*
*(Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=rmUtchXYkEk consultado em 24/06/15)*

Na mesma época, Antônio participou da banca de qualificação de mestrado de Marcos Fialho. Marcos estava trabalhando no LabBCI em novas formas de interpretar os sinais de eletroencefalograma (EEG) para utilizar em interfaces de computador e a pesquisa estava se mostrando grande demais para os prazos de sua tese. Antônio foi conhecer o trabalho de Marcos no laboratório e descobriu que o aparelho que estava sendo utilizado para ler os sinais de EEG, o neuroheadset Epoc da Emotiv [6], continha também um giroscópio. Um giroscópio é dispositivo capaz de detectar e medir as rotações que tenha sofrido. Antônio viu que este aparelho poderia ser utilizado na nova forma de interface desejada por Tamires. Assim, de translação em translação, os interesses de Thamires, Antônio e Marcos foram convergindo.

O grupo de acessibilidade do NCE, além do DOSVOX tem também programas destinados a auxiliar pessoas com deficiência motora, como o Motrix e o microFênix. Porém, segundo Marcos:

> "Para tratar os problemas da pessoa com deficiência múltipla não basta integrar as soluções existentes para cada tipo de deficiência. Supondo uma pessoa que seja deficiente visual e motor, a junção do Dosvox com o Motrix, por exemplo, não atenderia suas necessidades. Isto ocorre porque os sistemas, além de não serem adaptáveis, foram construídos com abordagens próprias para cada tipo de deficiência específica". [7]

No DOSVOX, boa parte da interação consiste em selecionar opções de menus com as setas (para cima e para baixo), apertando a tecla "Enter" para confirmação de uma seleção ou a tecla "Esc" para desistir. O que permite a um cego utilizar o programa é que cada opção de menu e cada texto que aparece na tela deve ser 'falado" pelo computador através de um sintetizador de voz, o mesmo acontecendo com as teclas digitadas pelo usuário.

Um programa como o microFênix também funciona através de um sistema de menus mas a seleção de uma opção é feita através de um dispositivo acionador que pode ser um interruptor, um microfone ou qualquer dispositivo que possa indicar uma intenção consciente do usuário. Um texto pode ser digitado através de teclados especiais (teclados virtuais), onde as teclas vão sendo sequencialmente destacadas até que o usuário indique, por meio do acionador, qual a próxima letra que deseja escrever.

O grande problema para o usuário com múltiplas deficiências é que estes programas não foram feitos para trabalhar em conjunto. No caso do DOSVOX, este parte do princípio que o usuário consegue usar um teclado normal. Já no caso do microFênix, seu menu e o teclado especial não estão conectados a um sintetizador de voz. A solução implementada por Marcos é utilizar o giroscópio preso à cabeça do usuário para que através de movimentos para frente, para trás, para a esquerda e para a direita (chamados genericamente de cabeçadas), simular as teclas acionadoras do DOSVOX. Para a digitação de textos foi incorporado um teclado virtual como o do microFênix, porém integrado com o sintetizador de voz.

No caminho para se tornar uma caixa-preta, o novo software ganha um nome provisório: GiroVox. Sua rede, porém, ainda é pequena, conta apenas com o Antônio, a Thamires e o Marcos. Antes que o programa seja considerado pronto, novos atores terão de ser incorporados a esta rede.

Antes de poder usar as cabeçadas como acionadores no seu programa, Marcos precisa descobrir o que é uma cabeçada e como ela é traduzida pelo giroscópio. Uma bateria de testes é realizada com cinco pessoas sem deficiência, colegas de trabalho de NCE. Cada uma destas pessoas deve ficar fazendo movimentos com a cabeça nas quatro direções e os dados produzidos pelo giroscópio são utilizados por Marcos para traçar gráficos (inscrições). Assim será possível saber o que é uma cabeçada, quando ela começa e quando termina. O dado importante retirado destas inscrições é a velocidade angular do movimento de cabeça. A partir de um certo valor de velocidade, o programa entende que houve uma cabeçada. Para validar o programa, novos testes têm de ser realizados e novos atores agregados à rede. Um segundo conjunto de testes é realizado agora com trinta pessoas sem deficiência, o que permitiu verificar se os dados obtidos no primeiro teste eram válidos no contexto do programa.

## 3. O Pesquisador Vai Até o Usuário

Bruno Latour, no seu livro clássico Ciência em Ação, apresenta a ideia de seguir um cientista enquanto realiza o seu trabalho. Fatos e artefatos produzidos pelos cientistas, quando não provocam mais controvérsia e vão sendo difundidos, se transformam em caixas pretas, tornando difícil entender os conflitos e as dificuldades que envolveram sua produção. Seguir um cientista, enquanto a caixa preta de seu produto ainda não está fechada, permite que se possa compreender os caminhos que levaram ao resultado final [8]. Para continuar acompanhando o trabalho do pesquisador, este artigo faz uma longa viagem.

Iporá, em Goiás, fica a 250 quilômetros de Goiânia. No dia 2 de abril de 2015, Marcos, realizou uma grande viagem do Rio de Janeiro até esta cidade para se encontrar com Thamires. O motivo da visita foi mostrar seu trabalho e testar se os dados (parâmetros de funcionamento) determinados a partir de pessoas sem deficiência serviriam para uma situação real de uso.

Em poucos minutos de testes, descobriu-se que o programa não detectava os movimentos da usuária que inspirou o desenvolvimento do sistema. Para que o teste pudesse prosseguir, os parâmetros tiveram de ser ajustados na hora, de forma empírica. Após esta reconfiguração, Thamires utilizou o programa por cerca de uma hora. Um novo problema surgiu ao longo do teste: o teclado virtual ainda não estava totalmente pronto. Ao invés de anunciar, a cada linha do teclado, quais as teclas estavam naquela linha, o programa simplesmente dizia linha um, linha dois, etc. Marcos teve de contornar este problema informando o conteúdo de cada linha para Thamires até que ela soubesse de cor seu conteúdo.

Ao final do teste, a avaliação de Thamires mesmo com o problema do teclado foi totalmente positiva. Nas suas próprias palavras (em depoimento gravado por Marcos, mas não disponibilizado publicamente):

> “Estou muito feliz. Gostei da experiência, apesar de estar na fase inicial, apesar de ser apenas um embrião. Eu gostei bastante de ter esta oportunidade de saber que estão estudando esta possibilidade. Que é um grande avanço. No início eu fiquei meio assim, por que o giroscópio não estava reconhecendo meus gestos, mas com o controle da sensibilidade deu tudo certo”.

## 4. A Rede Precisa Crescer Ainda Mais

O teste com a Thamires foi considerado um sucesso, mas agora ela quer começar a utilizar o novo programa o quanto antes. Para usar o novo programa ela vai precisar ter um giroscópio. O teste foi realizado com um neuroheadset Epoc, um aparelho caro, importado e nem todos usuários terão facilidade para adquiri-lo. O aparelho usado no teste não pode ser doado para Thamires, pois ele é utilizado por outros pesquisadores do LabBCI, em outro projetos.

A solução para isso é agregar novos atores para a rede. O LabBCI tem uma equipe de projetistas de hardware e esta foi mobilizada para construir um dispositivo de baixo custo que possa ser facilmente adquirido (ou mesmo cedido) aos futuros usuários do sistema. Como solução para o problema, a equipe de hardware utilizou um módulo baseado num circuito integrado MPU-6050 [9] (que contém um giroscópio) controlado por um Arduíno [10]. Estes dois circuitos devem ficar presos a uma tiara para facilitar o posicionamento na cabeça do usuário. Sua alimentação poderá ser feita por quatro pilhas comuns (o que apresenta a desvantagem de ser relativamente pesado e necessitar de alguém para fazer a reposição das pilhas) ou por um cabo ligado a porta USB de um computador (cabos são incômodos).

A equipe de hardware tem pressa para produzir seu protótipo e rapidamente encomenda suas peças. Porém, uma falha do correio entrega a encomenda em outro local da universidade. Após duas semanas de espera, a solução é comprar novos componentes de um fornecedor local, sem depender dos correios. Resolvidos os problemas de logística, o aparelho é construído, testado e funciona conforme o esperado. Mas um protótipo não é um produto acabado. Antes de entregar a Thamires será necessário reduzir o seu tamanho e peso, resolver o problema da fonte de alimentação e melhorar sua aparência.

Outro problema que Marcos tem de enfrentar é que ele precisa realizar testes com mais pessoas com deficiência. Thamires se ofereceu para divulgar o trabalho e conseguir pessoas para participar destes testes. Porém, fazer um grupo de testes exige uma autorização de um conselho de ética. A necessidade de submeter a pesquisa a um comitê de ética é resguardar o ser humano, garantindo-lhe o direito a privacidade, ressarcimento de gastos e indenização por problemas surgidos em virtude da pesquisa [7].

Marcos não tinha experiência com comitês de ética e seus prazos. O primeiro problema que surgiu foi que a instituição (NCE) não estava cadastrada na Plataforma Brasil (sistema criado em 2012 para o cadastramento das pesquisas que necessitam de submissão ao Comitê de Ética [11]). Feito o cadastro da instituição e da pesquisa, ele descobriu que não conseguiria obter a aprovação, realizar os testes e analisar os resultados a tempo de defender sua tese.

## 4. Conclusão

Trabalhar com pessoas envolve anseios pessoais e questões éticas. Marcos desenvolveu um protótipo e mostrou para Thamires, que o aprovou e quer usá-lo o quanto antes. A pressa de Thamires tem a ver com sua doença que é progressiva. Marcos também tem pressa, precisa defender sua tese. O Comitê de Ética visa proteger a todos, inclusive Marcos e Thamires, e tem seu tempo para dar consentimento e permitir o progresso da pesquisa. A equipe de hardware construiu um dispositivo que funciona, mas novos trabalhos terão de ser realizados para que ele seja entregue. Antônio, Thamires, Marcos, GiroVox, giroscópio, Comitê de Ética e a equipe de hardware formam uma rede que ainda não está totalmente estabilizada. Porém, seguir o trabalho de Marcos na montagem desta rede permite compreender as dificuldades enfrentadas por um engenheiro à medida que, em seu trabalho, ele se afasta do técnico e penetra mais fundo no social.

## Referências


[1] Araujo, J. F. M.; Soeiro, M. C. A. ; Salenbauch, P. . COPPEFOR - O compilador FORTRAN residente da COPPE/UFRJ. In: IIII SHIALC, 2014, Montevideu. Anais SHIALC 2014, 2014.

[2] Santos, F. F., A Construção Sociotécnica do PPF: Um Processador de Ponto Flutuante para o IBM 1130 Desenvolvido no NCE/UFRJ, Tese de M.Sc., Núcleo de Computação Eletrônica, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

[3] Borges, J.A.S.. *Do Braile ao DOSVOX – Diferenças nas Vidas dos Cegos Brasileiros*. Dissertação (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

[4] Borges, J.A.S.; Mazillo, B.; Takano, D.; Xerez, D.. *Tecnologia Brasileira com microFênix – Novas ferramentas de Tecnologia Assistiva para pessoas com grandes incapacidades físicas.* V Congreso IBERDISCAP 2008 – Tecnologías de Apoyo a La Discapacidad, Cartagena, Colombia, 2008.

[5] *Portal dos sistemas de acessibilidade da UFRJ – DOSVOX, Motrix e microFênix,* acessado em 27/06/2015, disponivel em: http://intervox.nce.ufrj.br.

[6] *Emotiv Software Development Kit, User Manual for Release 1.0.0.5*, 2011.

[7] Carvalho, M.F.. *Proposta de Interface Baseada em Giroscópio para Auxiliar Pessoas com Deficiência Múltipla no Uso do Sistema DOSVOX*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

[8] Latour, B. *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*, São Paulo: Editora Unesp, 1999

[9] *MPU-6050 Six-Axis (Gyro + Accelerometer) MEMS MotionTracking™ Devices*, acessado em abril de 2015, disponível em http://www.invensense.com/products/motion-tracking/6-axis/mpu-6050/.

[10] *Arduino*, acessado em março de 2015, disponível em http://www.arduino.cc/.

[11] *SISNEP – Sistema Nacional de Informações sobre Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos* - consultado em 28/06/2015, disponível em: http://portal2.saude.gov.br/sisnep/Menu_Principal.cfm