

DESENVOLVIMENTO DE AMBIENTE VIRTUAL PARA TREINAMENTO DE INTERFACE CONTROLADA POR RASTREAMENTO DO OLHAR

ALEXANDRE L. C. BISSOLI, MARIANA M. SIME, BERTHIL B. LONGO, TEODIANO F. BASTOS-FILHO

*Laboratório de Automação Inteligente, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, Vitória-ES
E-mails: alexandre-bissoli@hotmail.com, mariana.midori@gmail.com, berthilbl@gmail.com,
teodiano.bastos@ufes.br*

Abstract— Intelligent environments can be of great help for people with severe motor disabilities, allowing them to control the lighting and electronic equipment through a Human Computer Interface (HCI) controlled by Videoculography (VOG). In order to train the HCI for users, a Virtual Environment (VE) that simulates a house with the equipment to be driven was developed at UFES. The aim of this study is to present the VE here developed, the HCI based on eye tracking and evaluating its usability and performance during training. Volunteers, including two with disabilities, used and evaluated the system using the System Usability Scale (SUS). The SUS overall average was 92.5 points, which is considered an excellent device according to SUS classification. The performance was evaluated through a modified version of Goal Attainment Scale (GAS), and 14 out of the 16 participants had performance above expectations by researchers.

Keywords— Intelligent environment, Virtual reality, Eye tracking, Usability Scale.

Resumo— Ambientes inteligentes podem ser de grande auxílio para pessoas com deficiência motora severa, permitindo-lhes controlar a iluminação e equipamentos eletrônicos de um ambiente através de uma Interface Humano-Computador (IHC), acionada por Videoculografia (VOG). Visando o treinamento para uso da IHC, foi desenvolvido na UFES um Ambiente Virtual (AV) que simula uma casa com os equipamentos a serem acionados. O objetivo deste trabalho foi apresentar o AV desenvolvido, a IHC por rastreamento do olhar, bem como avaliar a sua usabilidade e desempenho durante o treino. Ao todo, dezesseis pessoas, sendo duas com deficiência, utilizaram e avaliaram o sistema através do instrumento *System Usability Scale* (SUS). A média geral do SUS foi 92,5 pontos, sendo considerado um excelente dispositivo, de acordo com a classificação do instrumento. O desempenho foi avaliado através de uma versão modificada da *Goal Attainment Scale* (GAS), sendo que 14 dos 16 participantes tiveram desempenho acima do esperado pelos pesquisadores.

Palavras-chave— Ambiente inteligente, Realidade virtual, Rastreamento do olhar, Escala de Usabilidade.

1 Introdução

Comprometimentos sensitivos, motores, de linguagem e comportamentais, em diversos níveis, são comuns em pessoas com deficiências motoras, acarretando em déficits não só para a realização de atividades do cotidiano, mas também na interação com pessoas e objetos (Pedretti e Early, 2004).

Frequentemente, essas pessoas se tornam bastante dependentes de familiares e/ou cuidadores. Nesse sentido, o uso de dispositivos de tecnologia assistiva (TA) tem se apresentado como de relevante importância nos tratamentos de reabilitação, visto que tais equipamentos ampliam formas de comunicação, de mobilidade, de controle do ambiente, de integração com as redes sociais e de habilidades de aprendizado. O objetivo com uso da TA é melhorar a funcionalidade e a participação social dessas pessoas com deficiência (Luzo, Mello e Capanema, 2004).

Em se tratando de pessoas com deficiência motora severa, um ambiente inteligente pode ser uma indicação, pois nele a iluminação e os equipamentos eletrônicos (TV, aparelho de som, ventilador) podem ser controlados mesmo com pouca mobilidade (pessoas com tetraplegia ou com doenças neuromusculares, por exemplo). Este controle pode ser realizado por meio de uma Interface Homem-

Computador (IHC) (Rampinelli et al, 2012), configurada para ser acionada por Videoculografia (VOG). *Eye tracking* por VOG, ou rastreamento dos olhos é uma tecnologia que consiste em determinar o ponto de olhar da pessoa em uma tela.

Nos chamados *eye trackers*, dispositivos equipados com *eye tracking*, os usuários podem utilizar o movimento dos olhos como uma modalidade de interface homem-computador, a qual pode ser combinada com outros dispositivos de entrada, tais como mouse, teclado, toque e gestos, possibilitando diversas aplicações: jogos, navegação web, e-livros, estudos de mercado e testes de usabilidade (Halton, 2008).

Os *eye trackers* são utilizados para calcular o ponto onde o usuário está olhando, por meio de informações extraídas do seu rosto e olhos. As coordenadas do ponto são calculadas em relação a uma tela do monitor que o usuário está olhando, e são representadas por um par de coordenadas (x, y) indicado no sistema de coordenadas da tela (Figura 1).

A fim de acompanhar o movimento dos olhos do usuário e calcular as coordenadas do ponto do olhar, o *eye tracker* deve ser colocado abaixo da tela do computador e apontado para o usuário, conforme indicado na Figura 1.

Quando o sistema é calibrado, o software do *eye tracker* calcula o ponto do olhar do usuário com uma

precisão angular média de 0,5 a 1°. Assumindo que o usuário se senta cerca de 60 cm de distância do *eye tracker*, esta precisão corresponde a um erro médio na tela de 0,5 a 1 cm. A calibração é um procedimento simples que consiste em seguir com o olhar uma bolinha apresentada na tela, e a duração total é de cerca de um minuto.

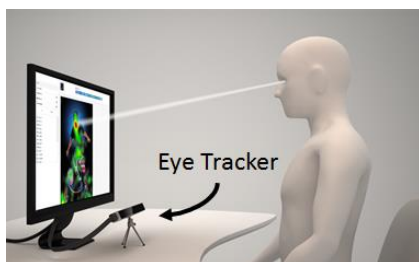


Figura 1. Ponto da tela que o usuário está olhando. Fonte: website da empresa The Eye Tribe (<http://dev.theeyetribe.com/general/>)

Por outro lado, uma IHC pode ser beneficiada com o uso de Ambiente Virtual (AV) (Halton, 2008). Essa tecnologia tem um amplo campo de utilização, por exemplo, em salas de aula virtuais ou simuladores de voo e direção, e vem sendo utilizada desde a década de 1970 (Kilner e Tori, 2004). Em AVs, é comum o uso de avatares para representarem os usuários. Os avatares são modelos que podem ser usados como substitutos de “pessoas reais” para diversas funções (Badler, 1997), podendo ter forma humana, animal, realista ou caricaturada (Kurlander, Skelly e Salesin, 1996). Eles ainda podem ser representados por formas tridimensionais, como visto normalmente em jogos e simuladores, ou forma bidimensionais, comumente usadas em ícones de fóruns de internet ou comunicação on-line (Fink, 1999).

Assim, visando o treinamento de usuários para o uso da IHC, foi desenvolvida na Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, um AV que simula uma casa com três cômodos. O usuário é representado por um avatar com deficiência motora, (usuário de cadeira de rodas), que pode se locomover pela casa utilizando a IHC, onde equipamentos eletrônicos podem ser ligados e desligados pelo usuário.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi apresentar a IHC controlada por rastreamento dos olhos e avaliar tanto sua usabilidade quanto o desempenho do usuário ao utilizar o sistema.

2 Interface Humano-Computador (IHC)

O sistema desenvolvido será apresentado em duas partes que se complementam: IHC e AV. A Figura 2 apresenta um diagrama de blocos com todas as opções disponíveis na interface de controle.

O menu principal da interface desenvolvida no *Matlab* possui cinco ícones (quadrados), onde cada quadrado corresponde a um comando (Figura 3). As opções “Quarto” e “Sala” correspondem ao conjunto de equipamentos disponíveis para o usuário nesses

respectivos cômodos. A opção “Comunicação” será abordada em outro trabalho, visto seu semelhante nível de complexidade e de detalhamento. A opção “Navegação” corresponde ao controle de locomoção da cadeira de rodas no ambiente virtual, e a opção “Fechar” é para encerrar o uso da interface.

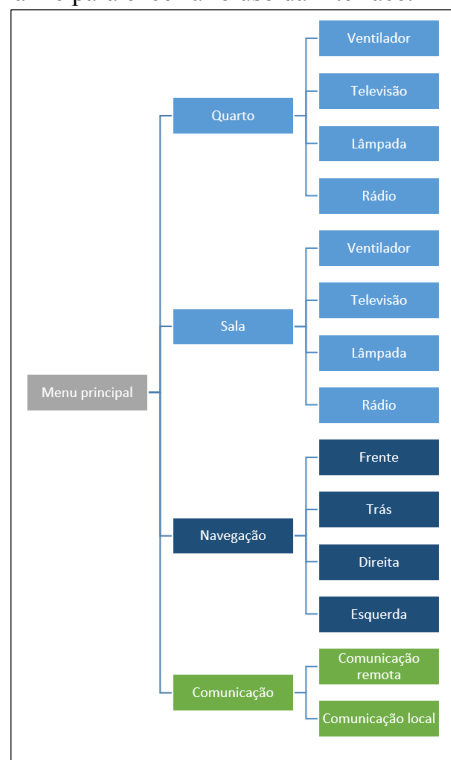


Figura 2. Estrutura da Interface de Controle.

Os comandos da IHC são dados através do movimento dos olhos do usuário, utilizando o *eye tracker*, da empresa *The Eye Tribe*. Através do recurso de controlar o cursor do mouse com o movimento dos olhos, o usuário pode posicionar o cursor em qualquer ponto da interface. Para que a IHC reconheça um comando, basta que o usuário olhe durante 1 s para dentro de um dos quadrados.



Figura 3. Menu principal da Interface Homem-Computador.

Ao selecionar a opção “Quarto”, será apresentado ao usuário quatro opções de equipamentos para ligar/desligar, além de opção de fechar essa interface e retornar à interface principal. O ventilador do quarto e o ventilador da sala, por exemplo, são equipamentos diferentes um do outro e possuem

interfaces correspondentes, apesar de terem a mesma aparência.

Quando um equipamento é ligado, o fundo dele na interface fica em amarelo, como é o caso do “Ventilador” e do “Rádio” apresentados na Figura 4. Já a “Televisão” e a “Lâmpada” estão desligadas, e por isso o fundo da imagem é branco. Este é o estado atual dos equipamentos do “Quarto”, pois os equipamentos da “Sala” possuem outro estado independente.



Figura 4. Sub-menu mostrando os equipamentos disponíveis no “Quarto”.

A Figura 4 mostra a sub-interface que aparece caso o usuário olhe para o quadrado “Quarto” ou “Sala” na interface principal.

Após ligar ou desligar os equipamentos desejados, o usuário pode dar o comando “Fechar” e retornar à interface principal. Ao selecionar a opção “Navegação” na interface principal, é apresentada ao usuário a interface com quatro comandos relacionados à locomoção da cadeira de rodas, além do comando de fechar a interface e retornar à interface principal (Figura 5).



Figura 5. Sub-menu “Navegação”

Se o usuário olhar durante 1 s para dentro de um dos quadrados disponíveis nessa interface, o comando correspondente será identificado. A Figura 5 mostra um usuário olhando para o comando “Frente”. Neste caso, depois de reconhecido o comando, o fundo do quadrado correspondente será alterado para amarelo durante 1 s e depois voltará a ser branco. Ao dar esse comando, a IHC enviará o comando para o AV que irá mover a cadeira de rodas para frente por uma distância equivalente a 1 metro. Se o usuário quiser deslocar-se 4 metros para frente,

por exemplo, então ele deverá dar o comando “Frente” quatro vezes. O comando “Trás” é o contrário do comando “Frente” e desloca a cadeira 1 metro para trás. Os comandos “Direita” e “Esquerda” giram a cadeira 30° para o respectivo lado.

3 Ambiente Virtual (AV)

A Figura 6 mostra o usuário dando o comando “Frente” na sub-interface “Navegação” para locomover a cadeira 1 metro para frente no Ambiente Virtual.

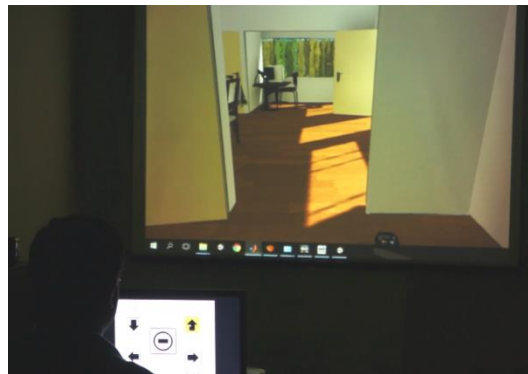


Figura 6. Usuário olhando para o comando “Frente” no monitor, e ao fundo a projeção do AV, o qual recebe esses comandos.

Para a realização dos testes, a IHC foi colocada no monitor para o usuário, e o AV foi projetado na parede atrás do monitor, como pode ser visto na Figura 6. Por estarem no mesmo computador, a comunicação entre a IHC e o AV foi feita através do Protocolo UDP.

A estrutura do AV foi construída no software Blender 3D versão 2.75, o qual consiste em uma casa com uma sala, um quarto, uma cozinha e um quintal com uma passarela que circunda toda a casa (Figura 7). O usuário pode navegar por todos esses espaços utilizando a interface, e os equipamentos eletrônicos foram distribuídos na sala e no quarto. A funcionalidade do AV foi feita utilizando o software Unity 5, um dos programas mais adequados para essa finalidade (Silva e Silva, 2011).



Figura 7. Vista aérea do Ambiente Virtual desenvolvido.

4 Testes com usuários

Para avaliar a usabilidade e o desempenho com o uso do sistema, foram convidadas a participar pessoas sem e com deficiência motora, de ambos os sexos. As pessoas sem deficiência (grupo controle) correspondem a alunos de graduação e pós-graduação da UFES, e as pessoas com deficiência foram selecionadas a partir de um projeto de extensão do curso de Terapia Ocupacional da UFES, denominado “Intervenção da Terapia Ocupacional com pacientes com sequelas neurológicas”, que visa a reabilitação de pessoas com sequelas advindas de lesões ou doenças neurológicas.

Seguindo a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo – CEP/UFES através do parecer nº. 976.828.

Foi realizado convite aos participantes e agendado um dia para a realização do teste no Laboratório de Automação Inteligente – LAI/UFES.

No laboratório, a pesquisa foi explicada detalhadamente e, após assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o sujeito foi posicionado sentado diante do *eye tracker* e do monitor de computador no qual a IHC poderia ser visualizada e acionada. Mais à frente dessa estrutura foi disposta a tela, na qual foi projetado o AV.

O sistema foi apresentado, ressaltando a planta da casa, os cômodos, a posição dos equipamentos, a forma de controle do cursor para acioná-los e orientações a respeito da navegação com a cadeira de rodas. Após, foi realizada a etapa de calibração do *eye tracker*, seguindo as orientações do fabricante.

O teste consistiu em realizar 18 tarefas ditadas sequencialmente, as quais estavam divididas em 3 blocos com diferentes quantidades de comandos e detalhamentos, sendo: bloco 1 – tarefas detalhadas compostas por comandos somente da cadeira de rodas ou somente de controle dos equipamentos; bloco 2 – tarefas detalhadas que mesclavam comandos da cadeira de rodas e de controle dos equipamentos; bloco 3 – tarefas com menos detalhamentos dos passos. A Figura 8 apresenta as 18 tarefas realizadas por cada um dos participantes. Os números seguidos de letras, que constam nas descrições das tarefas, correspondem à quantidade de vezes e a direção em que o participante deveria dar o comando. Todas as tarefas foram ditadas por um dos pesquisadores.

Ressalta-se que o teste de cada participante foi filmado para posterior análise.

Cada participante, após realizar todas as tarefas na sequência, sem pausa, respondeu o instrumento *System Usability Scale* (SUS). Este instrumento é auto-aplicável e visa a avaliação rápida e simples da usabilidade de produtos ou serviços. O SUS se caracteriza por 10 itens pontuados por uma escala de Likert de 5 pontos, variando de “1 – discordo totalmente” a “5 – concordo totalmente”. As afirmações apresentadas no instrumento abrangem

uma variedade de aspectos da usabilidade do sistema, tais como necessidade de apoio, treino e complexidade e, portanto, têm um nível elevado de validade aparente para a medição de um sistema de usabilidade (Brooke, 1996).

Bloco	Tarefa	Descrição da tarefa
1	1	Abrir interface, navegação, 4F, fechar, fechar interface.
	2	Abrir interface, sala, ligar lâmpada, ligar TV, fechar, fechar interface.
	3	Abrir interface, navegação, 1F, 3E, fechar, fechar interface.
	4	Abrir interface, sala, desligar TV, ligar rádio, fechar, fechar interface.
	5	Abrir interface, sala, desligar lâmpada, ligar ventilador, fechar, fechar interface.
	6	Abrir interface, sala, desligar rádio, desligar ventilador, fechar, fechar interface.
	7	Abrir interface, navegação, 4F, fechar, fechar interface.
2	8	Abrir interface, navegação, 3E, 1F, 3D, 2F, fechar, quarto, ligar ventilador, fechar, fechar interface.
	9	Abrir interface, navegação, 3D, fechar, quarto, ligar lâmpada, ligar rádio, fechar, fechar interface.
	10	Abrir interface, navegação, 3D, 2F, 3E, 2F, 1E, 1F, 2E, 1F, fechar, fechar interface.
	11	Abrir interface, quarto, desligar rádio, fechar, navegação, 6D, fechar, quarto, ligar TV, fechar, fechar interface.
	12	Abrir interface, quarto, desligar TV, desligar lâmpada, fechar, navegação, 1F, 3D, fechar, fechar interface.
	13	Abrir interface, quarto, desligar ventilador, fechar, navegação, 2F, 3E, 4F, 2D, fechar, fechar interface.
	14	Abrir interface, navegação, 1F, 1D, 2F, 3E, fechar, fechar interface.
3	15	Abrir interface, navegação, dar a volta na casa para chegar à cozinha, fechar interface.
	16	Abrir interface, navegação, ir até o quarto e acender a luz, fechar interface.
	17	Abrir interface, navegação, ir até a sala, ligar ventilador e lâmpada e ir para a cozinha, fechar interface.
	18	Abrir interface, navegação, sair da cozinha pela esquerda, dar a volta na casa, parar na porta da sala, fechar interface.

Figura 8. Quadro de tarefas. Sendo: F – ir para frente; E – ir para esquerda; D – ir para direita.

A avaliação do desempenho do usuário com o uso do sistema foi realizada através de uma versão modificada do *Goal Attainment Scaling* (GAS). O GAS se propõe a avaliar a eficácia de um tratamento ou intervenção a partir de metas estabelecidas entre o próprio sujeito e seu terapeuta (Krasny-Pacini et al, 2013), sendo cada meta classificada numa escala de 5 pontos, pontuado de -2 (resultado muito pior do que o esperado/baseline) a +2 (melhor resultado possível) e o nível 0 representando o resultado esperado após o tratamento/intervenção.

Para este estudo, buscou-se verificar se o desempenho do usuário, após utilização do sistema, sem qualquer treino, se aproximava do desempenho ideal esperado pela equipe. Assim, foi realizada

somente uma intervenção pontual utilizando o sistema, sendo que as tarefas e parâmetros foram estabelecidos pelo grupo de pesquisadores previamente ao contato com os participantes.

A estrutura de pontuação do GAS foi mantida (escala variando de -2 a +2). Foram determinados valores esperados com relação ao tempo e ao percentual de erros tolerados para a realização de todo o teste. O vídeo de cada participante foi analisado e a pontuação foi realizada.

A seguinte equação (1) foi utilizada para o cálculo do GAS:

$$T = 50 + C \sum Xi \quad (1)$$

Na equação (1), T é o resultado do GAS. O parâmetro C varia com o número de objetivos (neste estudo C=6,2) e o valor de Xi é o conceito de cada objetivo do GAS do participante (-2, -1, 0, 1 ou 2).

5 Resultados

A comunicação entre a IHC e o AV utilizando o Protocolo UDP foi excelente e permitiu que os dois programas trabalhassem em conjunto.

Foi observado que o tempo de reconhecimento de comandos, especificados em 1 s, foi adequado, evitando que comandos indesejados fossem dados pelo usuário e deixando o sistema bastante rápido.

No total, participaram do estudo dezesseis pessoas, sendo duas com deficiência motora (os participantes #3 e #14). Desses, doze eram do sexo masculino (75%) e quatro do sexo feminino (25%). As idades variaram de 20 a 38 anos.

O tempo aproximado de realização de cada teste, desde o momento da apresentação do sistema até a finalização das tarefas, foi de 20 minutos.

Todos os participantes finalizaram as tarefas e responderam ao instrumento SUS. A pontuação de cada participante encontra-se na Figura 9.

A pontuação média geral foi 92,50, com desvio padrão de 8,70, e a média somente do grupo das pessoas com deficiência foi 82,50, com desvio padrão de 15,00.

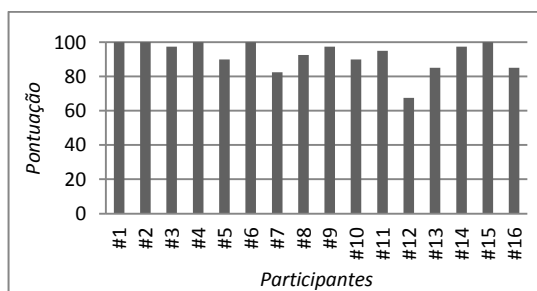


Figura 9. Resultados do SUS (por participante).

No que se refere aos resultados da avaliação de desempenho, a Figura 10 apresenta o tempo total de cada voluntário ao realizar as 18 tarefas, e a Figura 11 apresenta o percentual de erros com relação ao

número de comandos dados. O tempo mínimo foi de 812 s (13 minutos e 32 segundos) e o tempo máximo foi de 1309 s (21 minutos e 49 segundos). A média de todos os participantes foi de 1018 s (16 minutos e 58 segundos) e o desvio padrão de 131 s (2 minutos e 11 segundos). O erro máximo foi de 2% do total de comandos.

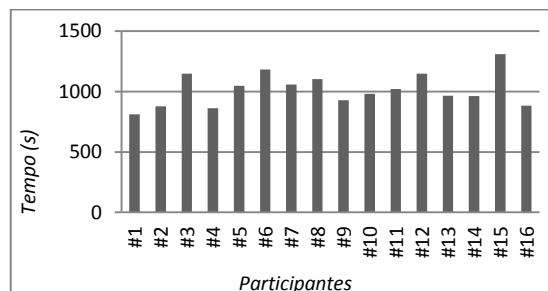


Figura 10. Resultados do tempo total (por participante).

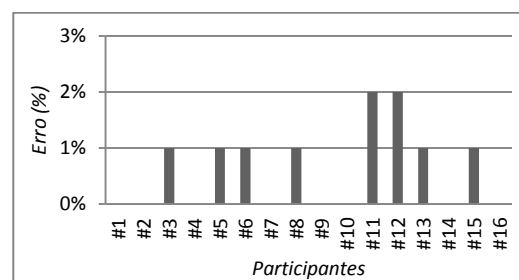


Figura 11. Resultados do erro (por participante).

As Tabelas 1 e 2 apresentam os parâmetros estabelecidos para o GAS com relação ao tempo total e o erro percentual, respectivamente, e a classificação de cada participante. Os intervalos foram definidos com base em resultados preliminares de quatro estudantes envolvidos nessa pesquisa. Na coluna "Frequência" é apresentada a quantidade de participantes classificados em cada intervalo do GAS.

Tabela 1. Parâmetros do GAS de tempo total.

Intervalo	Mínimo (s)	Máximo (s)	Conceito GAS	Frequência
1	0	960	+2	5
2	961	1080	+1	6
3	1081	1200	0	4
4	1201	1320	-1	1
5	1321	1800	-2	0

Tabela 2. Parâmetros do GAS de erro percentual.

Intervalo	Erro (%)	Conceito GAS	Frequência
1	0	+2	8
2	1	+1	6
3	2	0	2
4	3	-1	0
5	4	-2	0

De acordo com a equação (1) e as Tabelas 1 e 2, calculou-se o GAS para cada participante (Figura 12). Como neste trabalho foram considerados dois objetivos (tempo e percentual de erros), o valor de C é 6,2, conforme determinado pela literatura (Krasny-Pacini et al, 2013). Assim, os valores de T variam de 25,2 a 74,8.

Segundo Krasny-Pacini et al (2013), para T igual a 50, o resultado obtido é o esperado. Para valores de T inferiores a 50, o resultado é pior do que o esperado e para valores superiores a 50, o resultado é melhor do que o esperado. Os valores calculados de T para cada participante são apresentados na Figura 12. Assim, os resultados dos testes realizados indicam um desempenho muito melhor do que o esperado.

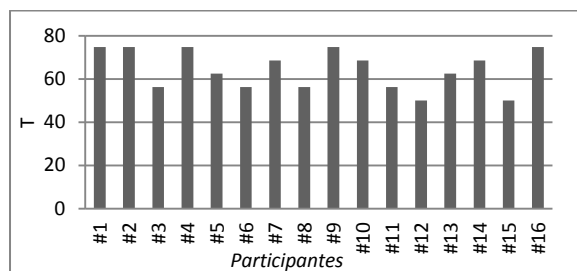


Figura 12. Resultados do GAS (por participante).

6 Conclusão

Pode-se considerar que o sistema foi bem avaliado pelos participantes, através do SUS, com média geral de 92,5. Segundo Bangor, Kortum e Miller (2008), produtos avaliados na faixa dos 90 pontos são considerados excepcionais, produtos avaliados na faixa dos 80 pontos são bons, e produtos avaliados na faixa dos 70 pontos são aceitáveis. Dessa forma, mesmo o grupo das pessoas com deficiência apresentou média de resultados (87,50) que pode ser considerada uma boa avaliação do sistema desenvolvido.

Vale ressaltar que a literatura aponta altos índices de abandono de dispositivos de tecnologia assistiva (Wessels et al., 2003). Nesse sentido, o treino para uso dos equipamentos, tais como o proposto por este projeto, contribuem para que a pessoa com deficiência possa ter uma experiência prévia com a tecnologia. Por isso, as avaliações de usabilidade obtidas neste estudo são de extrema importância, pois indicam que os usuários demonstram satisfação ao utilizar o sistema desenvolvido. O desempenho dos participantes, utilizando o sistema pela primeira vez, sem qualquer treino revelou que o resultado de 14 dos 16 participantes foi acima do esperado (GAS>50), enquanto os 2 restantes tiveram resultado esperado (GAS=50).

Agradecimentos

Os autores agradecem à UFES pela estrutura de laboratórios e equipamentos oferecidos, ao CNPq e à

CAPES (Projeto PGPTA nº 59/2014) pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas.

Referências Bibliográficas

- Badler, N.I. (1997). Real-time virtual humans. In: Computer Graphics and Applications, Proceedings of The Fifth Pacific Conference on. IEEE, p. 4-13.
- Bangor, A.; Kortum, P. e Miller, J.A. (2008). The System Usability Scale (SUS): An Empirical Evaluation, International Journal of Human-Computer Interaction; 24(6).
- Brooke, J. (1996). SUS: a "quick and dirty" usability scale. In: JORDAN, P.W. et al (Eds.). Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis. p.189-194.
- Fink, J. (1999). Cyberseduction: reality in the age of psychotechnology. Avatar (computing). Prometheus Books, p.47-53.
- Halton, J. (2008). Virtual rehabilitation with video games: A new frontier for occupational therapy. Occupational Therapy Now, 9(6), p. 12-14.
- Kilner, C. e Tori, R. (2004). Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade. Realidade Virtual: conceitos e tendências. Editora Mania de Livro. São Paulo. p. 3.
- Krasny-Pacini, A. et al. (2013). Goal attainment scaling in rehabilitation: a literature-based update. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 56, 212-230.
- Kurlander, D.; Skelly, T. e Salesin, D. (1996). Comic chat. In: Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques. ACM, p. 225-236.
- Luzo, M.C.M.; Mello, M.A.F. e Capanema, V.M. (2004). Recursos tecnológicos em terapia ocupacional - órteses e tecnologia assistiva. In: De Carlo, M.M.R.P. e Luzo, M.C.M. (orgs.). Terapia ocupacional: reabilitação física e contextos hospitalares. São Paulo: Roca, p. 99-126.
- Pedretti, L.W.; Early, M.E. (2004). Desempenho ocupacional e modelos de prática para disfunção física. In: Pedretti, L.W.; Early, M.E. Terapia ocupacional: capacidades práticas para disfunções físicas. São Paulo: Roca.
- Rampinelli, M. et al (2012). Implementation of an intelligent space for localizing and controlling a robotic wheelchair. Biosignals and Biorobotics Conference (BRC), ISSNIP, 1-4.
- Silva, R. e Silva, A. (2011). Tecnologias para construção de mundos virtuais: um comparativo entre as opções existentes no mercado, FAZU em Revista, No. 08, pp. 211-215.
- The Eye Tribe [internet]. 2016. Disponível em: <http://theeyetribe.com/>
- Wessels, R. et al. (2003). Non-use of provided assistive technology devices: a literature overview. Technology and Disability; 15(4), 231-238.