

# Reabilitação vestibular com realidade virtual na ataxia espinocerebelar

## Vestibular rehabilitation with virtual reality in spinocerebellar ataxia

Bianca Simone Zeigelboim<sup>1</sup>, Sandra Dias de Souza<sup>1</sup>, Heidi Mengelberg<sup>1</sup>, Hélio Afonso Ghizoni Teive<sup>2</sup>, Paulo Breno Noronha Liberalesso<sup>3</sup>

### RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar os benefícios da reabilitação vestibular (RV) com realidade virtual, por meio de avaliação pré e pós-aplicação da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), em quatro casos de ataxia espinocerebelar (AEC). Os casos foram submetidos aos seguintes procedimentos: anamnese, inspeção otológica, avaliação vestibular e aplicação da EEB pré e pós-RV, com a realidade virtual representada por meio da utilização de jogos do equipamento Wii Fit. Os casos retratam quatro pacientes com diagnóstico genético de AEC (dois tipo 2, um tipo 3 e um em investigação), sendo três do gênero feminino e um do gênero masculino, na faixa etária de 30 a 62 anos. Os pacientes referiram sintomas otoneurológicos e, no exame vestibular, observou-se a presença de nistagmo semiespontâneo com características centrais, ausência de nistagmo pós-rotatório, hiporreflexia e preponderância direcional do nistagmo assimétrica à prova calórica. Nos casos 1 e 2, os pacientes referiram melhora na coordenação dos movimentos e do equilíbrio corporal, independente do escore na EEB ter demonstrado médio risco para queda, antes e após a realização dos exercícios. No caso 3, o paciente apresentou melhora do escore na EEB, bem como do equilíbrio, apresentando baixo risco para queda. O caso 4 não evidenciou melhora na avaliação após a execução dos exercícios. Este estudo de caso demonstrou a possibilidade da aplicação dos exercícios de RV com estímulos virtuais na AEC, com melhora da coordenação motora e do equilíbrio postural.

**Descritores:** Degeneração espinocerebelar; Ataxia; Doenças vestibulares; Eletronistagmografia; Reabilitação

### ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the benefits of the vestibular rehabilitation (VR) with virtual reality through the assessment before and after the application of the Berg Balance Scale (BBS) in four cases of spinocerebellar ataxia (SCA). The cases were underwent the following procedures: anamnesis, ear inspection, vestibular assessment and application of the BBS before and after VR with virtual reality using games from Wii Fit device. The cases describe four patients that were diagnosed with genetically inherited SCA (two type 2, one type 3 and one still under investigation), three of them were female and one was male, with ages ranging from 30 to 62 years. The patients presented otoneurological symptoms and the vestibular test showed the presence of semi-spontaneous nystagmus, absence of post-rotational nystagmus, hyporeflexia, and asymmetric directional preponderance of the nystagmus in the caloric test. Patients from cases 1 and 2 have showed an improvement in motor coordination and in body balance, even though the score presented by the BBS had demonstrated medium risk for falling before and after the exercises. In case 3, the patient's loss of balance and BBS score have improved, presenting low risk of falling; whereas the patient in case 4 did not show any improvement in the assessment after the exercises. This case study shows the applicability of VR exercises with virtual stimuli in SCA with improved motor coordination and postural balance.

**Keywords:** Spinocerebellar degenerations; Ataxia; Vestibular diseases; Electronystagmography; Rehabilitation

Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação, Universidade Tuiuti do Paraná – UTP – Curitiba (PR), Brasil.

(1) Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação, Universidade Tuiuti do Paraná – UTP – Curitiba (PR), Brasil.

(2) Departamento de Clínica Médica, Hospital de Clínicas, Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba (PR), Brasil.

(3) Departamento de Neurologia Infantil, Hospital Pequeno Príncipe e Laboratório de EEG Digital do Hospital da Cruz Vermelha Brasileira – Curitiba (PR), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** *BSZ* foi responsável pela concepção do estudo, orientação geral das etapas e elaboração do manuscrito; *SDS* responsável pela coleta e análise dos dados; *HM* responsável pela coleta e análise dos dados; *HAGT* responsável pela revisão do artigo e redação final; *PBNL* responsável pela revisão do artigo.

**Endereço para Correspondência:** Bianca Simone Zeigelboim. R. Gutemberg, 99/9º andar, Batel, Curitiba (PR), Brasil, CEP: 80420-030.

E-mail: bianca.zeigelboim@utp.br

**Recebido em:** 30/5/2012; **Aceito em:** 15/7/2013

## INTRODUÇÃO

As ataxias espinocerebelares (AEC) são um grupo heterogêneo de enfermidades neurodegenerativas que se caracterizam pela presença de ataxia cerebelar progressiva e têm como manifestações clínicas iniciais a deterioração no equilíbrio e na coordenação, além de distúrbios oculares<sup>(1)</sup>. As ataxias são classificadas em: sensitiva, frontal, vestibular e/ou labiríntica e cerebelar<sup>(2)</sup>.

A etiologia, na maior parte dos casos, é causada por mutações caracterizadas pela presença de um trinucleotídeo CAG, repetido, expansivo e instável, na região codificada do gene avaliado. No Brasil, mais especificamente na região Sul, tem-se avaliado um grande número de famílias portadoras de AECs<sup>(1,2)</sup>. A doença de Machado-Joseph (DMJ) conhecida por AEC tipo 3, descrita inicialmente em açorianos, é a forma mais comum de ataxia hereditária com herança autossômica dominante. Encontrada nos principais estudos epidemiológicos mundiais, é também a forma mais comum de AEC no Brasil<sup>(2,3)</sup>.

As AECs possuem prevalência geográfica variável. A tipo 2, cujo cromossomo é o 12q24.1, gene ATAXIN2, mutação CAG, proteína Ataxin 2, possui alta incidência em Cuba, Índia, Inglaterra, França e Estados Unidos. A tipo 3, cujo cromossomo é o 14q32.1, gene ATAXIN3, mutação CAG, proteína Ataxin 3, possui alta incidência em Portugal, Brasil, Alemanha, Japão e China<sup>(1)</sup>.

Os distúrbios progressivos caracterizam-se pela degeneração dos tratos espinocerebelares. Dentre as manifestações neurológicas presentes, a perda visual e o nistagmo são características frequentes dessas doenças<sup>(4)</sup>.

O cerebelo recebe aferências visuais, auditivas, vestibulares, somatossensoriais do tronco encefálico e informações de receptores somatossensoriais dos membros e de áreas motoras, pré-motoras e pré-frontais do córtex cerebral. O cerebelo apresenta três regiões anatômicas: a) zona medial (verme do cerebelo e núcleo do fastígio), que responde pelo controle da postura, equilíbrio e locomoção; b) zona intermediária (hemisfério intermediário e núcleo interpósito), responsável pelo controle de movimentos e reflexos discretos ipsilaterais dos membros; c) zona lateral (hemisfério lateral e núcleo denteado), responsável pelo planejamento motor e pelos movimentos complexos dos membros orientados pela visão<sup>(5)</sup>.

As lesões cerebelares possuem sintomas clássicos como a ataxia, hipotonia muscular, nistagmo, disartria e tremor ao movimento<sup>(1)</sup>.

O labirinto é responsável pelo equilíbrio e posição do corpo no espaço. Na ocorrência de uma lesão em algum desses sistemas, haverá um conflito de informações e podem surgir sintomas de desequilíbrio corporal e tontura. Há vários tipos de tontura, como por exemplo, a tontura rotatória, conhecida como vertigem e a tontura não rotatória, que pode ser caracterizada por instabilidade, flutuação, desvio de marcha, entre outros aspectos<sup>(6)</sup>.

A reabilitação vestibular (RV) tem sido evidenciada por agir fisiologicamente sobre o sistema vestibular, sendo considerada um recurso terapêutico em razão da sua proposta de atuação, baseada em mecanismos centrais de neuroplasticidade, conhecidos como adaptação, habituação e substituição para obtenção da compensação vestibular<sup>(6)</sup>.

Na adaptação, o sistema vestibular aprende a receber e processar informações, mesmo que inadequadas ou incompletas, com adequação aos estímulos apresentados. Na habituação, processa-se a correção ou a diminuição das respostas inadequadas, quando o sistema vestibular é estimulado e o organismo passa a responder de forma apropriada. A substituição é a priorização central da percepção sensorial, que pretende substituir as informações ausentes ou conflitantes, relacionadas ao equilíbrio corporal<sup>(6)</sup>. O sistema nervoso central (SNC) processa essas informações e gera respostas por meio de reflexos, dentre os quais ressalta-se os reflexos vestibulo-ocular (RVO) e o reflexo vestibuloespinal (RVE)<sup>(6)</sup>.

Assim, a neuroplasticidade refere-se à capacidade que o SNC possui em modificar algumas das suas propriedades morfológicas e funcionais, em resposta às alterações do ambiente<sup>(6)</sup>.

A RV com realidade virtual consiste de uma interação de imagens gráficas, onde ocorre uma interface entre o indivíduo e a máquina. A exploração de aplicações compostas por cenas e situações simuladas, faz com que o indivíduo acredite estar em outra realidade<sup>(7)</sup>. Os benefícios associados a esse tratamento, descritos na literatura, incluem correção do equilíbrio e da postura, melhoria da locomoção, da funcionalidade de membros superiores e inferiores, além de promover maior motivação para o paciente na realização dos exercícios<sup>(8)</sup>.

As AECs fazem parte de um rol de doenças que apresentam alterações importantes, envolvendo a área da Fonoaudiologia e, mais especificamente, a Otoneurologia.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi verificar os benefícios da RV com realidade virtual, por meio de avaliação pré-aplicação e pós-aplicação da Escala de Equilíbrio de Berg em quatro casos de AEC.

## APRESENTAÇÃO DOS CASOS CLÍNICOS

Foram avaliados quatro pacientes, três do gênero feminino e um do gênero masculino, com diagnóstico de AEC (dois casos do tipo 2, um caso do tipo 3 e um caso em investigação), com idades entre 30 e 62 anos, encaminhados do Hospital de Clínicas para o Laboratório de Otoneurologia da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Tuiuti do Paraná, sob nº 058/2008 e realizada após autorização dos pacientes, com assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O diagnóstico da ataxia foi realizado por teste genético, pela técnica de Reação em Cadeia da enzima DNA Polimerase (PCR, *Polymerase Chain Reaction*).

Foram incluídos na pesquisa pacientes com ausência

de afecções de orelha média, sem uso de dispositivos para a marcha e que não haviam realizado nenhuma terapêutica reabilitatória anteriormente. Foram excluídos os pacientes incapazes de atender e compreender o comando verbal simples, com presença de alteração otológica, déficit visual grave ou outras anormalidades que impossibilitassem a realização dos procedimentos propostos.

Foram realizados os seguintes procedimentos:

#### *Anamnese*

Aplicação de um questionário com ênfase para os sinais e sintomas otoneurológicos.

#### *Avaliação Otorrinolaringológica*

Realizada com o objetivo de excluir qualquer alteração que pudesse interferir no exame.

### **Avaliação vestibular**

Os pacientes foram submetidos às seguintes provas que compõem o exame vestibular: pesquisa da vertigem e dos nistagmos de posição/posicionamento, espontâneo e semiespontâneo.

Para a realização da vectoeletronistagmografia (VENG) utilizou-se um aparelho termossensível, com três canais de registro, da marca Berger®, modelo VN316. Utilizou-se, também, uma cadeira rotatória pendular decrescente, da marca Ferrante®, um estimulador visual modelo EV VEC e um otocalorímetro a ar, modelo NGR 05, ambos da marca Neurograft®.

As seguintes provas oculares e labirínticas à VENG foram realizadas: calibração dos movimentos oculares, pesquisa dos nistagmos espontâneo e semiespontâneo, pesquisa do rastreo pendular, pesquisa dos nistagmos optocinético, pré-rotatório e pós-rotatório e pré-calórico e pós-calórico. O tempo de estimulação calórica em cada orelha, com ar a 42°C e 18°C, foi de 80s para cada temperatura. As respostas foram registradas com os olhos fechados e, a seguir, com os olhos abertos, para observação do efeito inibidor da fixação ocular.

### **Aplicação da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), versão brasileira**

Essa escala foi adaptada culturalmente à população brasileira pelo autor<sup>(9)</sup> e tem sido muito utilizada para determinar os fatores de risco para perda da independência e para quedas. Avalia o desempenho do equilíbrio funcional em 14 itens comuns à vida diária. Cada item possui uma escala ordinal de cinco alternativas que variam de zero a quatro pontos. Portanto, a pontuação máxima pode chegar a 56. Os pontos são baseados no tempo em que uma posição pode ser mantida, na distância em que o membro superior é capaz de alcançar a frente do corpo e no tempo gasto para completar a tarefa. Quanto maior a pontuação, melhor o equilíbrio. As análises são realizadas mediante os resultados obtidos em cada pontuação, ou pelo tempo individual necessário para desenvolver as habilidades

para o desempenho de tarefas de controle do equilíbrio corporal. Apresentam escores de queda de baixo risco (56-64), médio risco (53-46), alto risco ou 100% de risco de queda (abaixo de 36)<sup>(10)</sup>.

### **Reabilitação vestibular com jogos de realidade virtual do Wii Fit Plus**

Foram utilizados jogos virtuais do videogame denominado Wii, da marca Nintendo®, que permite ao usuário ter a sensação do movimento em diferentes esportes. O jogo atribuído a este protocolo foi o Wii Fit Plus, que simula movimentos circulares de pelve, extensão, rotação e exercícios de transferência de peso, objetivando mudanças no equilíbrio e na instabilidade postural. Foram aplicados os seguintes jogos: *Bird's - eye Bull's-eye*, *Big Top Juggling* e *Hula Hoop*, visualizados em uma tela de projeção de 1.10 m<sup>2</sup>, utilizando-se, como acessórios, dois consoles da mesma marca, um autofalante e uma prancha de equilíbrio denominada *Balance Board*. Essa prancha funciona como uma superfície que mensura a força aplicada e percebe sensivelmente as mudanças de equilíbrio, por meio de sensores de pressão. Os sensores são responsáveis pela interface entre a máquina e o jogador. Inicialmente, os pacientes foram individualmente familiarizados ao jogo e instruídos com relação aos movimentos necessários para sua execução. Todos os jogos propostos foram realizados, durante 30 minutos, no total de dez sessões, duas vezes por semana.

#### **Caso 1**

Gênero feminino, 44 anos, três anos de tempo de doença, com sintomas de tontura de intensidade moderada e ocorrência esporádica (não soube referir há quanto tempo tem esses sintomas), cefaleia, desequilíbrio à marcha, dificuldade ou dor aos movimentos do pescoço, disfonia, disfagia e tremor. No exame vestibular, evidenciou-se uma disfunção vestibular central deficitária bilateral. Analisando a aplicação da EEB e o desempenho durante a execução dos exercícios, foram observadas as seguintes pontuações: Pré-tratamento - escore de 48 pontos, médio risco para queda, dificuldade e incoordenação de movimentos durante a execução dos exercícios; pós-tratamento - escore de 51 pontos, médio risco para queda e melhora da coordenação dos movimentos durante a realização dos jogos.

#### **Caso 2**

Gênero feminino, 30 anos, dois anos de tempo de doença, com sintomas de tontura desde criança, com forte intensidade e ocorrência frequente, desvio de marcha à esquerda, hipoacusia, disfagia, disartria, agitação durante o sono e insônia. No exame vestibular, notou-se uma disfunção vestibular central deficitária bilateral. Analisando-se a aplicação da EEB e o desempenho durante a execução dos exercícios, foram observadas as seguintes

pontuações: pré-tratamento - escore de 47 pontos, médio risco para queda, tontura inicial durante a realização dos exercícios, boa mobilidade para os movimentos de pelve e dificuldade para transferência de peso sobre a prancha de equilíbrio; pós-tratamento - escore de 50 pontos, médio risco para queda, maior facilidade na realização de exercícios que simulavam transferência de peso e relato de melhora do equilíbrio após a execução dos exercícios.

### Caso 3

Gênero feminino, 30 anos, seis meses de tempo de doença, com sintomas de desequilíbrio à marcha, disfagia, disфония e tontura. O exame vestibular evidenciou uma disfunção vestibular periférica deficitária bilateral. Analisando a aplicação da EEB e o desempenho durante a execução dos exercícios, foram observadas as seguintes pontuações: pré-tratamento – escore de 52 pontos, médio risco para queda, sem queixas durante a execução dos exercícios, com dificuldade em manter-se na prancha de equilíbrio e em acompanhar os movimentos dos jogos; pós-tratamento – escore de 55 pontos, baixo risco para queda e sem desequilíbrio aos movimentos executados na prancha.

### Caso 4

Gênero masculino, 62 anos, quatro anos de tempo de doença, tipo de AEC em investigação, com sintomas de desequilíbrio à marcha, disfagia e visão dupla. O exame vestibular demonstrou uma disfunção vestibular periférica irritativa. Pela análise da aplicação da EEB e do desempenho durante a execução dos exercícios, foram observadas as seguintes pontuações: pré-tratamento – escore de 46 pontos, médio risco para queda, com dificuldade para acompanhar os movimentos de mobilidade pélvica e de membros inferiores; pós-tratamento – escore de 45 pontos, alto risco para queda, e as mesmas dificuldades iniciais e tontura.

## DISCUSSÃO

Verificou-se que, apesar da diferença na faixa etária, tempo de diagnóstico e classificação da AEC, todos os casos referiram dificuldade inicial na execução dos jogos virtuais, provavelmente pela inovação do método utilizado, o que salienta a importância da familiarização ao protocolo<sup>(11)</sup>.

As doenças crônicas que afetam o equilíbrio podem gerar maior inatividade e alterações nas condições físicas desses pacientes. O descondicionamento físico é consequência potencialmente mais incapacitante da disfunção vestibular e, por isso, o movimento deve ser estimulado<sup>(11)</sup>.

A utilização de ambientes e simulações virtuais podem fazer com que o indivíduo acredite estar em outra realidade, possibilitando a associação de comportamentos, movimentos e reações aos objetos virtuais, o que permite a integração do

usuário com o ambiente virtual<sup>(7)</sup>.

No presente estudo, observou-se que nos casos 1 e 2 os pacientes referiram melhora da coordenação dos movimentos e do equilíbrio corporal, independente do escore na EEB ter demonstrado médio risco para queda, antes e após a realização dos exercícios. No caso 3, o paciente apresentou melhora do escore na EEB e do equilíbrio, com baixo risco para queda. Assim, verificou-se que o ambiente virtual foi favorável aos movimentos para o tratamento nos desequilíbrios e instabilidades posturais apresentados pelos pacientes. Os autores<sup>(7)</sup> observaram, por meio do jogo virtual, que os pacientes apresentaram melhora na correção da postura e do equilíbrio, aumento da capacidade de locomoção e da amplitude de movimentos dos membros superiores e inferiores, o que confirmou os resultados acima apresentados.

O caso 4 não evidenciou melhora na avaliação após a execução dos exercícios. Provavelmente, a faixa etária foi à responsável pelas dificuldades desse paciente, pois é de conhecimento científico que, com o envelhecimento fisiológico, evidencia-se a diminuição na mobilidade e na habilidade dos movimentos, além de outros fatores que, associados à senescência e à senilidade, podem justificar um aumento no risco de queda<sup>(12)</sup>.

A realidade virtual apresenta-se como um recurso importante no auxílio em pacientes portadores de déficit de equilíbrio. Por meio de jogos virtuais, o paciente pode interagir com o ambiente virtual proposto e receber um *feedback* visual em relação às mudanças de seus movimentos, criando, dessa forma, estratégias para recuperar e/ou manter o equilíbrio corporal<sup>(13)</sup>.

Os autores<sup>(14)</sup> utilizaram os jogos virtuais de golfe, boxe, tênis, boliche e beisebol do videogame Wii Fit em pacientes portadores de paralisia cerebral e observaram melhora no processo de percepção visual, no controle postural e na mobilidade funcional, o que evidencia o benefício da RV com realidade virtual, em conformidade com a pesquisa apresentada, diferindo somente na doença de base.

Estudos realizados por autores<sup>(15)</sup> em um paciente portador de ataxia cerebelar, utilizando o jogo Wii Fit para estimular o equilíbrio laterolateral e anteroposterior, revelaram que o paciente apresentou melhora, ou seja, um aumento de 23,21% na EEB, sugerindo que a RV com realidade virtual foi importante na recuperação do equilíbrio, proporcionando maior independência para a realização das tarefas diárias, fato este também observado pelos autores do presente estudo.

Sabe-se que o equilíbrio corporal depende da integridade dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial, todos controlados pelo cerebelo. Os exercícios de RV realizados por meio de protocolos convencionais ou com realidade virtual, possuem os mesmos objetivos, que são os de restaurar o equilíbrio corporal, acelerar e estimular mecanismos naturais de compensação vestibular e, assim, potencializar a neuroplasticidade do indivíduo portador de vestibulopatia de origem periférica e/ou central. O que distingue os dois protocolos é a abordagem utilizada, cada vez mais aprimorada, o que torna mais eficazes

os métodos quantitativos de avaliação e de reabilitação dos sistemas responsáveis pelo equilíbrio corporal.

No Brasil, há um interesse, ainda pouco significativo, mas cada vez mais crescente, do uso da realidade virtual na RV em diversas afecções neurológicas. A literatura que aborda o tema em questão ainda é escassa, o que demonstra não só a importância deste estudo, mas também a possibilidade de melhor qualidade de vida a ser proporcionada aos pacientes já tão sofridos e muitas vezes debilitados pelas sequelas causadas pela disfunção cerebelar.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Nos casos estudados, constatou-se alterações labirínticas que indicam afecção do sistema vestibular. Ocorreu a melhora da coordenação dos movimentos e do equilíbrio postural na comparação pré e pós-RV com realidade virtual em pacientes com AEC. A melhora pode ser atribuída às estruturas centrais que atuam na neuroplasticidade e potencializam, dessa forma, mecanismos naturais de compensação do sistema nervoso pela adaptação, habituação e substituição, possibilitando, ao portador de AEC, o melhor desempenho de suas funções.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelo apoio no processo número 309965/2009-8.

## REFERÊNCIAS

1. Teive HAG. Ataxias espinocerebelares. *Arq Neuropsiquiatr.* 2009;67(4):1133-42.
2. Pulst SM. Spinocerebellar ataxia 2 (SCA 2). In: Pulst SM. *Genetics of Movement Disorders.* Amsterdam: Academic Press, 2003. p. 45-56.
3. Teive HAG. Avaliação clínica e genética de oito famílias brasileiras com ataxia espinocerebelar [tese]. Curitiba: Departamento de Medicina Interna da Universidade Federal do Paraná; 2004.
4. Paulson HL. The spinocerebellar ataxias. *J Neuroophthalmol.* 2009Sep;29(3):227-37.
5. Asanuma C, Thach WT, Jones EG. Distribution of cerebellar terminations and their relation to other afferent terminations in the ventral lateral thalamic region of the monkey. *Brain Res.* 1983May;286(3):237-65.
6. Herdman SJ. *Reabilitação vestibular.* 2a. ed. São Paulo: Manole; 2002.
7. Albuquerque EC, Scalabrin EE. O uso do computador em programas de reabilitação neuropsicológica. *Psicol Argum.* 2007;25(50):267-73.
8. Merians AS, Jack D, Boian R, Tremaine M, Burdea GC, Adamowich SV, et al. Virtual reality - augmented rehabilitation for patients following stroke. *Phys Ther.* 2002;82(9):898-915.
9. Myamoto ST, Lombardi Jr I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance-scale. *Braz J Med Biol Res.* 2004;37(9):1411-21.
10. Shumway-Cook AS, Woolacott MH. *Controle motor: teoria e aplicação práticas.* 2a. ed. Barueri: Manole; 2003.
11. Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil.* 2000;9(2):104-16.
12. Santos MLC, Andrade MC. Incidência de quedas relacionada aos fatores de riscos em idosos institucionalizados. *Rev Baiana Saúde Públ.* 2005;29(1):57-68.
13. Sweistrup H. Motor rehabilitation using virtual reality. *J Neuroeng Rehabil.* 2004Dec;1(1):-10.
14. Deutsch JE, Borbely M, Filler J, Hulm K, Guarrera-Bowlby P. Use of a low-cost commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2008Oct;88(10):1196-207.
15. Schiavinato AM, Baldan C, Melatto L, Lima LS. Influência do Wii Fit no equilíbrio de pacientes com disfunção cerebelar: estudo de caso. *J Health Sci Inst.* 2010;28(1):50-2.