

MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO

**REABILITAÇÃO VESTIBULAR COM REALIDADE VIRTUAL EM
PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON**

CURITIBA

2016

MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO

**REABILITAÇÃO VESTIBULAR COM REALIDADE VIRTUAL EM
PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado e Doutorado em Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Distúrbios da Comunicação.

Prof Orientadora: Dra Bianca Simone Zeigelboim

CURITIBA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na fonte
Biblioteca "Sydnei Antonio Rangel Santos"
Universidade Tuiuti do Paraná

S498r Severiano, Maria Izabel Rodrigues.
Reabilitação vestibular com realidade virtual em pacientes com
doença de Parkinson / Maria Izabel Rodrigues Severiano;
orientadora, Prof^a dr^a Bianca Simone Zeigelboim.
112 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba,
2016

1. Realidade Virtual. 2. Reabilitação Vestibular. 3. Doença de
Parkinson. I. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Distúrbios da Comunicação/ Mestrado em Distúrbios da
Comunicação. III. Título.

CDD - 617.882

TERMO DE APROVAÇÃO

MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO

REABILITAÇÃO VESTIBULAR COM REALIDADE VIRTUAL EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON

Esta dissertação foi julgada e aprovada para obtenção do título de Mestre no Programa de Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná.

Curitiba, 18 de maio de 2016.

Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação
Universidade Tuiuti do Paraná

Profa. Dra. Bianca Simone Zeigelboim

Professora Adjunta do Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação
da Universidade Tuiuti do Paraná
Doutora em Ciências da Comunicação Humana pela UNIFESP/EPM

Prof. Dr. Vinicius Ribas da Fonseca

Doutor em Cirurgia pelo IPEM - FEPAR

Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação
da Universidade Tuiuti do Paraná

Prof. Dr. Paulo Breno Noronha Liberasso

Doutor em Distúrbios da Comunicação pela Universidade Tuiuti do Paraná
Médico do Departamento de Neurologia Infantil do Hospital Pequeno Príncipe

AGRADECIMENTO

Agradecer...

A Deus, razão de tudo e para tudo.

A capacidade de pensar unicamente, sistematicamente, ativamente e criativamente.

A constante busca para mudar o que precisa ser mudado.

A incansável disposição de fazer da dificuldade um degrau para a possibilidade.

A meus pais, *in memoriam*, pela grande lição de que somos os únicos responsáveis pelo sucesso de nossas vidas.

Ao **Gerson Luiz**, meu esposo por seu carinho, amizade e apoio durante a minha ausência.

Aos meus filhos, **Arthur Henrique, Raíssa Maria e Paloma Duarte**, cada um com suas particularidades, que me despertaram um imenso amor, transformador de minha própria realidade, grandes presentes mostrando que tudo é possível; minha família inestimável...

A **Geslaine**, grande amiga, talvez não existam palavras suficientes e significativas que me permitam lhe agradecer com justiça. Sua ajuda e seu apoio foram para mim de valor inestimável para concluir esta tarefa. Obrigado por acreditar em mim quando eu achei difícil acreditar em mim mesma.

A **Carolina Massocatto Porto e Dalva Romi Petre**, alunas parceiras neste trabalho, pela colaboração e dedicação nas avaliações e atendimentos dos pacientes para o projeto.

A **Elisangela Valevein Rodrigues**, amiga e parceira que se dispôs a nos ajudar quando os números pareciam conspirar contra nossa pesquisa.

Ao colega **Marcos Maia** pela paciência e disponibilidade em ajudar.

Ao **IFPR e ao Colegiado de Massoterapia** que acolheu nossa pesquisa em seu espaço permitindo sua realização.

Aos **pacientes participantes** e seus familiares que com muita paciência e disposição aceitaram participar do estudo.

A Prof^a **Dra Bianca Simone Zeigelboim** pela orientação, pelos ensinamentos e pelo incentivo, a quem aprendi a admirar pela extrema competência.

Ao Prof. **Dr. Jair Mendes Marques**, sempre prestativo, auxiliando com seus conhecimentos estatísticos de suma importância para conclusão deste trabalho.

Ao **Dr. Helio Teive** por aceitar e nos possibilitar a entrada no setor de neurologia do Hospital de Clínicas de Curitiba.

... E a tantos outros amigos que compartilharam desta “intrigante tarefa” que se chama viver...

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao que considero meu alicerce, minha família, aos meus pais e irmãos pelo aprendizado, pelo amor e pelo exemplo...

A família que construí, aos meus filhos e marido. Agradeço a Deus, por cada um, não poderia ter mais nem menos, tenho o que preciso, amor incondicional, meu porto seguro, o sentimento que nos une é único, especial e eterno...

Amo cada um de vocês!

“Sou o que quero ser, porque posso apenas uma vida e nela só tenho uma chance de fazer o que quero. Tenho felicidade o bastante para fazê-la doce, dificuldades para fazê-la forte, tristeza para fazê-la humana e esperança suficiente para fazê-la feliz. As pessoas mais felizes não têm as melhores coisas elas sabem fazer o melhor das oportunidades que aparecem em seus caminhos”.

Clarice Lispector

RESUMO

A Reabilitação vestibular (RV) com a Realidade virtual (RVi) é um recurso terapêutico que pode ser aplicado em pacientes com Doença de Parkinson - DP com o objetivo de promover a estabilização e melhorar a interação vestíbulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica. A RVi além de melhorar o equilíbrio ajuda o indivíduo a restabelecer a confiança em si mesmo, reduz a ansiedade e melhora o convívio social. As plataformas de RVi possibilitam a imersão em um mundo ilusório e artificial o qual promove uma percepção do ambiente e acarreta mudanças reflexas relacionadas aos sintomas apresentados, estas vêm se mostrando eficaz em indivíduos com doenças Neurodegenerativas, como a DP. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi verificar a efetividade dos exercícios de RV com RVi, pré e pós-aplicação da EEB, do DHI, SF36 e do Teste de sentar e levantar (TSL) em pacientes com DP para verificar a melhora da reabilitação vestibular através da realidade virtual **Metodologia:** 16 pacientes foram avaliados (10 do sexo masculino e 6 do feminino), entre 15 e 82 anos, durante o período de abril à dezembro de 2015. Os pacientes que não se encontraram dentro dos padrões para a aplicação da pesquisa foram excluídos. Os procedimentos adotados para análise da pesquisa foram: anamnese, avaliação otorrinolaringológica, EEB, DHI, SF 36 e TSL. **Resultados:** Correlacionando os resultados das análises foi observado que os pacientes que participaram da pesquisa apresentaram melhora em relação à independência e desempenho do equilíbrio funcional com diferenças significativas nos dados. **Conclusão:** Constatou-se que a RV por meio da RVi com videogame Nintendo Wii® promoveu resultados significativos para o equilíbrio, decorrentes da melhoria da FM e consequentemente para a QV, sendo uma ferramenta apropriada e de baixo custo para o uso na RV, pois promove melhora no equilíbrio postural e na capacidade funcional, reduzindo o risco de quedas.

Palavras – chave: Realidade Virtual, reabilitação vestibular, doença de Parkinson.

ABSTRACT

Vestibular Rehabilitation (VR) with Virtual Reality (RVI) is a therapeutic resource that can be applied in patients with Parkinson's disease - DP in order to promote stability and improve the vestibular-visual interaction, increase the static postural stability and dynamics. RVI and improve the balance helps the individual to restore confidence in itself, reduces anxiety and improves social relations. The IVR platforms allow immersion in an illusory and artificial world which promotes an awareness of the environment and leads to reflex changes related to the symptoms presented, these have shown to be effective in patients with neurodegenerative diseases such as PD.

Objective: The objective of this study was to verify the effectiveness of VR exercises with RVI, pre- and post-implementation of BSE, DHI, SF36 and chair stand test (TSL) in PD patients to verify the improvement of rehabilitation Vestibular through virtual reality

Methods: 16 patients were evaluated (10 males and 6 females), between 15 and 82 years during the period from April to December 2015. patients who did not meet up to the standards for the application the research were excluded. The procedures adopted for the analysis of the survey were: anamnesis, ENT examination, BSE, DHI, SF 36 and TSL.

Results: Correlating the results of the analysis it was observed that patients who participated in the survey showed improvement in relation to the independence and performance of functional balance with significant differences in the data.

Conclusion: It was found that the RV through RVI game with Nintendo Wii® promoted significant results for the balance from improved FM and consequently for QOL, with an appropriate and cost-effective tool for use in the RV because promotes improvement in postural balance and functional capacity, reducing the risk of falls.

Key - words: Virtual Reality, vestibular rehabilitation, Parkinson's disease

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LABIRINTO ÓSSEO E NERVO VESTÍBULO COCLEAR, MODELO DE POSIÇÃO NATURAL, PROJETADO SOBRE O OSSO TEMPORAL. VISTA SUPERIOR.....	20
FIGURA 2 - ESTRUTURAS DE TECIDO MOLE JUNTO AO LABIRINTO ÓSSEO.	23
FIGURA 3 - LABIRINTO MEMBRANÁCEO E MÁCULAS DO VESTÍBULO.	24
FIGURA 4 - O LABIRINTO VESTIBULAR.....	25
FIGURA 5 - CINOCÍLIOS, ESTEROCÍLIOS E OTÓLITOS	26
FIGURA 6 - AMPOLA E CÚPULA.....	27
FIGURA 7 - NERVO VESTÍBULOCOCLEAR.	29
FIGURA 8 - CEREBELO	36
FIGURA 9 - MÚSCULOS EXTRAOCULARES E INERVAÇÃO.	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESTATÍSTICAS DESCRIPTIVAS DAS IDADES E TEMPO DE DOENÇA	64
TABELA 2 - SINAIS E SINTOMAS NA DP	73
TABELA 3 ESTÁTISTICAS DESCRIPTIVAS DAS TRÊS AVALIAÇÕES DE DHI,.....	74
TABELA 4 - CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NA PRÉ-AVALIAÇÃO ENTRE	75
TABELA 5 – CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NA 2 ^a AVALIAÇÃO ENTRE DHI,.....	75
TABELA 6 – CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NA 3 ^a AVALIAÇÃO ENTRE.....	76
TABELA 7 – CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE DHI, BERG, SF36 E	76
TABELA 8 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS JOGOS (10 SESSÕES).....	77
TABELA 9 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS JOGOS (20 SESSÕES).....	77

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DESCRIÇÃO DOS DOMÍNIOS DO SF36	68
QUADRO 2 - DESCRIÇÃO DOS JOGOS DE EQUILIBRIO DO WII FIT PLUS ®	70
QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DOS JOGOS DE FM DO WII FIT PLUS® UTILIZADOS	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Aspectos emocionais
AF	Aspectos físicos
AS	Aspectos Sociais
AVDs	Atividades De Vida Diária
CF	Capacidade Funcional
CSC	Canais Semicirculares
D	Dor
DHI	<i>Dizziness Handicap Inventory</i>
DP	Doença De Parkinson
EEB	Escala De Equilíbrio De Berg
ES	Estado Geral De Saúde
EVA	Escala Visual Analógica
FLM	Fascículo Longitudinal Medial
FM	Força Muscular
GPI	Globo Pálido Interno
LCR	Líquido Encéfalo Raquidiano
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
NB	Núcleos Basais
NGF	Fator De Crescimento Dos Nervos
NVP	Núcleo Ventral Posterior
PSP	Paralisia Supranuclear Progressiva
QV	Qualidade De Vida
QVRS	Qualidade De Vida Relacionada À Saúde
RV	Reabilitação Vestibular
RVE	Reflexo Vestibuloespinal
RVi	Realidade Virtual
Rvo	Reflexo Vestíbulo Ocular
SF 36	Questionário De Qualidade De Vida - <i>The 36 Item Short Form Health Survey</i>
SM	Saúde Mental
SN	Sistema Nervoso

SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
SNr	Substância Negra Reticulata
SV	Sistema Vestibular
TSL	Teste de Sentar e Levantar
V	Vitalidade
VENG	Vectoeletronistagmografia
WBB	<i>Wii Balance Board®</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1	Anatomofisiologia do Sistema Vestibular	20
2.1.1	Cerebelo	33
2.1.2	Sistema vestibular e sistema visual.....	37
2.1.3	Sistema Vestibular e Sistema Somatossensorial	39
2.1.4	Neuroplasticidade.....	41
2.1.5	Tipos de Plasticidade	44
2.1.6	Importância da Neuroplasticidade	46
2.1.7	Bases Fisiológicas Da Reabilitação Vestibular.....	47
2.1.8	Realidade Virtual	49
2.2	PARKINSONISMO.....	52
2.2.1	Parkinsonismo Primário e Secundário ou Pósencefálico	54
2.2.2	Parkinsonismo-plus ou sintomático	54
2.2.3	Parkinsonismo heredodegenerativo ou familiar	55
2.2.4	Doença de Parkinson	55
2.2.5	Principais Sintomas.....	59
2.3	FORÇA E EQUILÍBRIO	61
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	64
3.1	CASUISTICA.....	64
3.2	MÉTODO	65
3.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	72
4	RESULTADOS.....	73
5	DISCUSSÃO	78
5.1	LIMITAÇÃO DO ESTUDO	87
6	CONCLUSÃO	88
	REFERÊNCIAS	89
	APENDICE	101
	ANEXOS	102
	ANEXO A - DHI.....	102
	ANEXO B - VERSÃO BRASILEIRA DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA-SF-36	
	103	
	ANEXO C – ESCALA DE EQUILIBRIO DE BERG.....	109

1 INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é um distúrbio neurológico relativamente frequente, causada pela perda ou degeneração de células nervosas localizadas numa região do mesencéfalo, chamada substância negra, responsável pela produção de dopamina. A perda de células que contém dopamina afeta a capacidade do organismo de controlar os movimentos normais, o que se torna aparente somente quando os níveis cerebrais de dopamina estão abaixo de 20% do normal (GROSSMANN, 1998).

A DP é caracterizada por distúrbios motores e disfunções posturais, apresentando uma tríade característica, podendo aparecer um dos sinais, a predominância do mesmo ou todos eles: tremor, um dos achados mais característicos da doença; bradicinesia que aparece sob a forma de lentidão e pobreza dos movimentos (dificuldade em iniciá-los) e rigidez muscular, caracterizada pelo aumento do tônus muscular. Além disso, somam-se outros sintomas, instabilidade postural, pele excessivamente gordurosa, ptialismo (sialorréia), distúrbios vasomotores (hipotensão ortostática), alterações emocionais, disfonia e espasmos dolorosos. (National Parkinson Foundation, NPF – EUA).

A instabilidade postural é, provavelmente, o sintoma menos específico e o mais incapacitante de todos os sintomas, o indivíduo geralmente fica em pé em uma posição encurvada e todos os seus reflexos posturais encontram-se diminuídos. Alterações da marcha, que ocorre “em bloco”, o corpo todo ou grande parte dele, com passos curtos e saltitantes, também é observado com frequência. Devido à combinação da bradicinesia e da rigidez, pode-se perceber a perda de reflexos proprioceptivos antecipatórios e reações protetoras contra a queda, apraxia da marcha axial e apendicular, disfunção vestibular e hipotensão ortostática (BARROS *et al*, 2006).

A instabilidade postural ocorre com o progresso da doença provocando quedas, que por sua vez restringem a mobilidade, independência funcional e participação social do paciente. Uma vez que o equilíbrio se deteriora na DP, é importante ter uma ferramenta quantificável para que os profissionais de saúde possam utilizar para monitorar essas mudanças em seu paciente.

Dentre os protocolos de avaliação do equilíbrio corporal, a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) tem sido apontada como um dos principais instrumentos utilizados para identificar e avaliar comprometimento do equilíbrio em diferentes populações (SCALZO *et al*, 2006).

Além desta escala também há o questionário *Dizziness Handicap Inventory* (DHI), específico para tontura, que consiste em uma avaliação subjetiva composta por 25 perguntas a respeito da saúde física, emocional e sobre a capacidade funcional do indivíduo. Este se propõe avaliar a autopercepção dos efeitos incapacitantes ocasionados pela tontura; e o questionário de Qualidade de Vida (SF 36), instrumento genérico de avaliação de qualidade de vida, de fácil aplicação e compreensão, formado por 36 itens, englobados em 8 escalas ou domínios. São eles: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental.

Estes instrumentos podem contribuir para quantificar o efeito da terapêutica por intermédio da reabilitação vestibular (RV) com realidade virtual (RVi) em pacientes com DP (JACOBSON e NEWMAN, 1990; CICONELLI, 1999; ZEIGELBOIM e JURKIEWICZ, 2013).

A reabilitação motora deve ser considerada na DP como um processo de "reaprender" como mover-se para responder de forma satisfatória às demandas da vida diária. Ela se baseia na premissa de que o treinamento leva ao melhor desempenho, tanto em termos de aquisição de novas competências ou reaquisição de competências adquiridas anteriormente (KRAKAUER, 2006; GUADAGNOLI, 2004 e ROSTAMI, 2009 *apud* MENDES, 2012).

Uma das formas de contribuir com a reabilitação motora é tratar das disfunções vestibulares que interferem no controle postural, por meio da RV. Este tipo de terapêutica iniciou-se com Cawthorne e Cooksey, em meados de 1940 (HERDMAN, 1998; 2005 *apud* FUNABASHI *et al*, 2009).

A RV age fisiologicamente sobre o sistema vestibular (SV), sendo um recurso terapêutico que envolve estimulações visuais proprioceptivas e vestibulares, com o intuito de manter o equilíbrio corporal dos pacientes com sintomas vertiginosos.

A RV tem uma proposta de atuação baseada em mecanismos centrais de neuroplasticidade conhecidos como adaptação, habituação e substituição para obtenção da compensação vestibular (BASSETTO *et al*, 2007).

Existem diversas técnicas de RV indicadas para o tratamento de sinais e sintomas da instabilidade postural, dentre elas a RVi que possibilita a modificação das estratégias de movimento da cabeça, dos olhos e determina o papel dessas respostas na manutenção do equilíbrio (ZEIGELBOIM e JURKIEWICZ, 2013).

A utilização da RVi como instrumento de avaliação, de reabilitação ou tratamento permite ir além das limitações das ferramentas tradicionais, ela contribui para potencializar os efeitos das intervenções existentes e otimizar a sua eficiência na reabilitação motora, no equilíbrio e/ou na marcha (DORES *et al*, 2012).

O objetivo do presente estudo foi verificar a efetividade dos exercícios de RV com RVi, pré e pós-aplicação da EEB, do DHI, SF36 e do Teste de sentar e levantar (TSL) em pacientes com DP.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomofisiologia do Sistema Vestibular

A orelha interna possui receptores que fornecem informações essenciais aos sentidos do equilíbrio e da audição. (MARTINI, TIMMONS e TALLITSCH, 2009). A orelha interna constitui-se de uma série de estruturas localizadas na parte petrosa do osso temporal, entre a orelha media e o meato acústico interno. São uma serie de cavidades ósseas (labirinto ósseo) e dentro dessas cavidades, ductos e sacos membranáceos (labirinto membranáceo) (DRAKE, VOGL e MITCHELL, 2010).

O labirinto ósseo mede no seu eixo maior cerca de 20 mm de comprimento e está contido em ambos os lados da cabeça, paralelo à face posterior da porção petrosa. (DANGELO e FATTINI, 2002). Ele é como um estojo denso que envolve e protege o labirinto membranáceo, seus contornos externos acompanham exatamente os contornos do labirinto membranáceo e suas paredes externas se fundem com o osso temporal adjacente (MARTINI, TIMMONS e TALLITSCH, 2009).

Pode-se descrever este labirinto como uma serie de cavidades contidas na cápsula ótica da parte petrosa do osso temporal, sendo assim, a cápsula ótica é formada por osso mais denso do que o restante da parte petrosa do temporal, entretanto o labirinto ósseo é o espaço cheio de líquido, circundado pela cápsula ótica (MOORE, 2013).

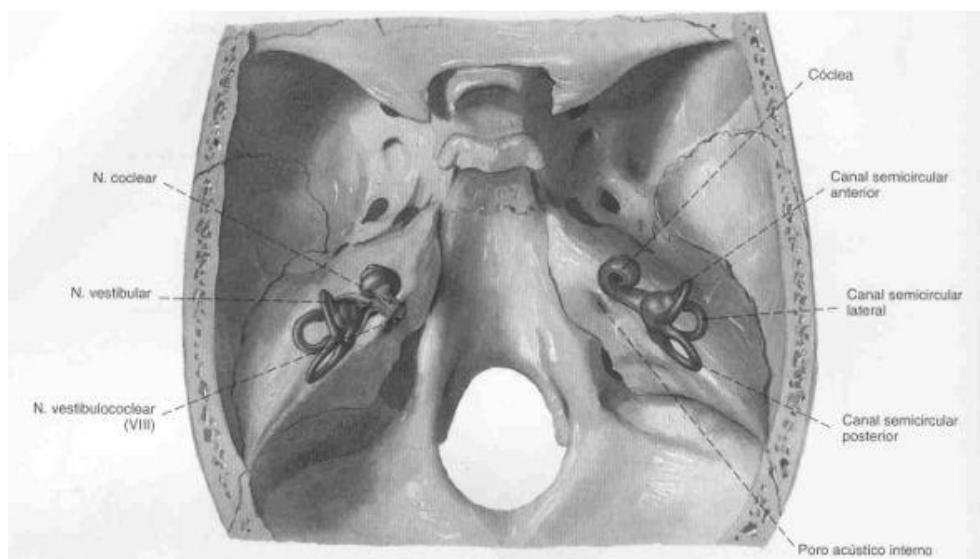


Figura 1. Labirinto ósseo e nervo vestíbulo coclear, modelo de posição natural, projetado sobre o osso temporal. Vista superior. **Fonte:** Sobotta. Atlas de Anatomia Humana. 1993 p.376

Para Drake; Vogl e Mitchell (2010) o labirinto ósseo constitui-se em partes: o vestíbulo, três canais semicirculares (CSC) e a cóclea, os quais são revestidos por periósteo e contém o labirinto membranáceo, que possui as seguintes partes, ductos semicirculares, ducto coclear e dois sacos, outrículo e o sáculo. Esses espaços membranáceos estão cheios de endolinfa, líquido aquoso semelhante ao líquido intracelular diferente da composição da perilinfa que se assemelha ao líquido extracelular.

Martini, Timmons e Tallitsch (2009) referem que essas cavidades contêm um líquido claro chamado de perilinfa, esse líquido flui entre os labirintos ósseos e membranáceos e tem propriedade semelhante ao líquor – líquido encéfalo raquidiano (LCR). Estes autores, afirmam que a endolinfa tem uma concentração relativamente alta de íons potássio e uma concentração relativamente baixa de íons sódio, enquanto os líquidos extracelulares têm tipicamente, concentrações iônicas de sódio e potássio, respectivamente altas e baixas.

O labirinto membranáceo, contendo a endolinfa, está suspenso no labirinto ósseo repleto de perilinfa, seja por delicados filamentos semelhantes de aracnóide-mater que atravessam o espaço subaracnóideo ou pelo grande fílamento espiral. Este não flutua porém participa da estimulação de órgãos de equilíbrio e audição respectivamente (MOORE, 2013).

Moore (2013) divide estruturalmente e funcionalmente o labirinto ósseo em três áreas, cóclea, vestíbulo e canais semicirculares:

- **Cóclea:** é a parte em forma de concha do labirinto ósseo que contém o ducto coclear, a parte da orelha interna associada à audição. O canal espiral da cóclea começa no vestíbulo e faz duas voltas e meia ao redor de um centro ósseo, chamado modíolo, o centro cônico de osso esponjoso em torno do qual o canal espiral da cóclea faz a volta. O modíolo contém canais para os vasos sanguíneos e para distribuição dos ramos do nervo coclear (parte do nervo vestíbulo coclear – VIII par craniano). Na volta basal, o labirinto ósseo comunica-se com o espaço subaracnóideo superior ao forame jugular através do aqueduto da cóclea.

- **Vestíbulo:** porção central do labirinto ósseo é uma pequena câmara oval e mede cerca de 5 cm de comprimento.

Van de Graaff (2003) diz que o vestíbulo contém uma janela no qual o estribo se encaixa e outra janela a da cóclea na extremidade oposta. O labirinto membranáceo no interior do vestíbulo consiste em dois sacos interligados chamados utrículo e sáculo. O utrículo é maior do que o sáculo e se encontra na porção póstero-superior do vestíbulo. Ambos, o utrículo e o sáculo, contêm receptores que são sensíveis à gravidade e os movimentos lineares (aceleração) da cabeça. O vestíbulo é contínuo com a cóclea óssea anteriormente, os CSC posteriormente e a fossa posterior do crânio pelo aqueduto do vestíbulo.

- **Canais semicirculares:** São em número de três, comunicam-se com o vestíbulo do labirinto ósseo e ocupam três planos no espaço. Medindo 1,5 mm de diâmetro estão localizados posteriormente ao vestíbulo, os canais ósseos semicirculares anteriores, posteriores e laterais, posicionados em ângulos retos uns aos outros. Os ductos semicirculares formam o labirinto membranáceo no interior dos CSC (VAN DE GRAAFF, 2003). Cada um desses canais forma dois terços de um círculo, que são ligados às extremidades, ao vestíbulo e outra extremidade dilatada chamada ampola. Desta forma, cada um dos três ductos semicirculares tem uma ampola membranácea nas extremidades e se conectam com a parte superior e posterior do utrículo (DRAKE; VOGL E MITCHELL, 2010). Sendo assim, os receptores no interior dos ductos semicirculares são sensíveis as aceleração e desaceleração angulares da cabeça, principalmente movimentos rotacionais (VAN DE GRAAFF, 2003).

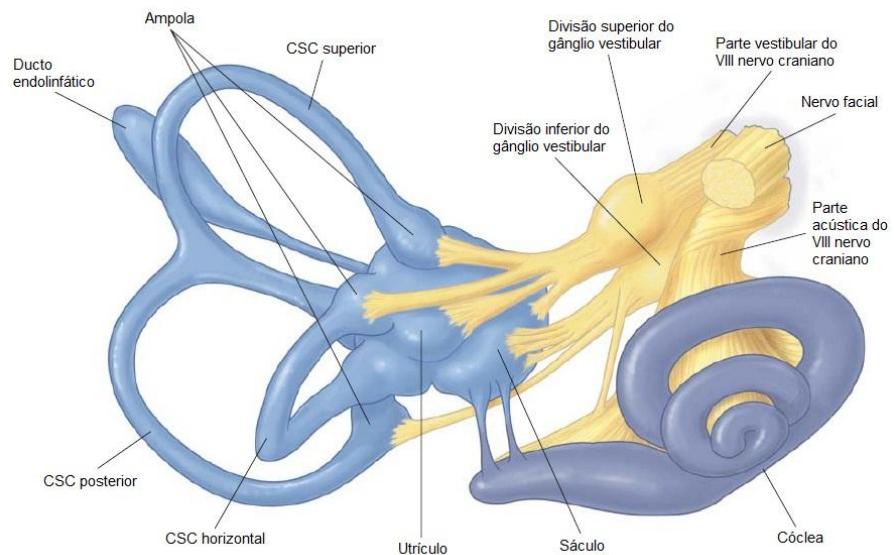


Figura 2. Estruturas de tecido mole junto ao labirinto ósseo. **Fonte:** Frohman EM. The dizzy patient. ACP Medicine. 2009; 1-19

Para Dangelo e Fattini (2002) o labirinto membranáceo, constituído pelo sáculo, utrículo e ductos semicirculares, está diretamente relacionado com o equilíbrio, e se classifica em duas partes,

a) O labirinto vestibular é constituído pelo utrículo e pelo sáculo (duas pequenas vesículas comunicantes situados no vestíbulo do labirinto ósseo) e três ductos semicirculares (situados nos canais semicirculares);

b) A segunda parte do labirinto membranáceo que é o labirinto coclear é constituída pelo ducto coclear, situado na cóclea.

Cinco dos seis componentes do labirinto membranáceo estão relacionados ao equilíbrio. Dois sacos (utrículo e sáculo) e os três ductos semicirculares (anterior posterior e lateral). Anatomicamente o utrículo é o maior dos dois sacos, têm forma oval, alongada e irregular e encontra-se na parte posterossuperior do vestíbulo do labirinto ósseo. Todos os CSC desembocam no utrículo e anatomicamente são semelhantes (uma extremidade dilatada, formando a ampola) e o canal semicircular que é menor. Já o sáculo é um saco arredondado pequeno, situado na parte antero-inferior do labirinto ósseo (DRAKE; VOGL E MITCHELL, 2010).

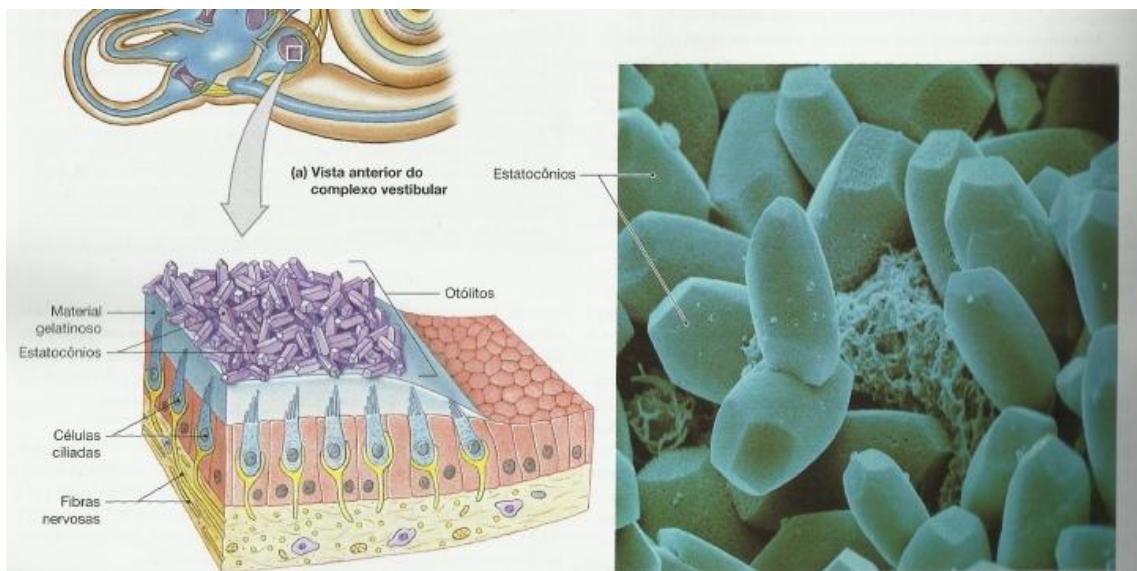


Figura 3. Labirinto membranáceo e máculas do vestíbulo. **Fonte:** MARTINI, TIMMONS e TALLITSCH. Anatomia Humana. Porto Alegre: Artmed, 2009.

O sistema vestibular (SV) é o sistema sensorial responsável por detectar sensações de equilíbrio. Estes sistemas de tubos e câmeras ósseas se localizam na parte petrosa do osso temporal, chamado labirinto ósseo. Dentro deste sistema há tubos e câmeras membranosas, chamada de labirinto membranoso, a parte funcional do SV. Como já descrito anatomicamente temos a cóclea (ducto coclear), três CSC e duas grandes câmeras,utrículo e o sáculo formando o labirinto membranoso. Sendo a cóclea, o principal órgão para a audição, mas, com pouca relação com o equilíbrio; já os canais semicirculares,utrículo e o sáculo são todas partes integrantes do mecanismo de equilíbrio (GUYTON e HALL, 2011).

O SV utiliza células ciliadas para transmitir os movimentos, estas estão confinadas em conjuntos de câmeras interconectadas (labirinto vestibular); a energia mecânica derivada do movimento de cabeça é transmitida às células ciliadas. Cada célula ciliada dos órgãos vestibulares estabelece sinapse excitatória com a terminação de um axônio sensorial do nervo vestibular, um ramo do nervo vestibulo-coclear - VIII nervo craniano. No labirinto vestibular, o utrículo e sáculo são estruturas conhecidas como órgãos otolíticos e detectam a força da gravidade e as inclinações da cabeça. Já os CSC são sensíveis à rotação da cabeça (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008).

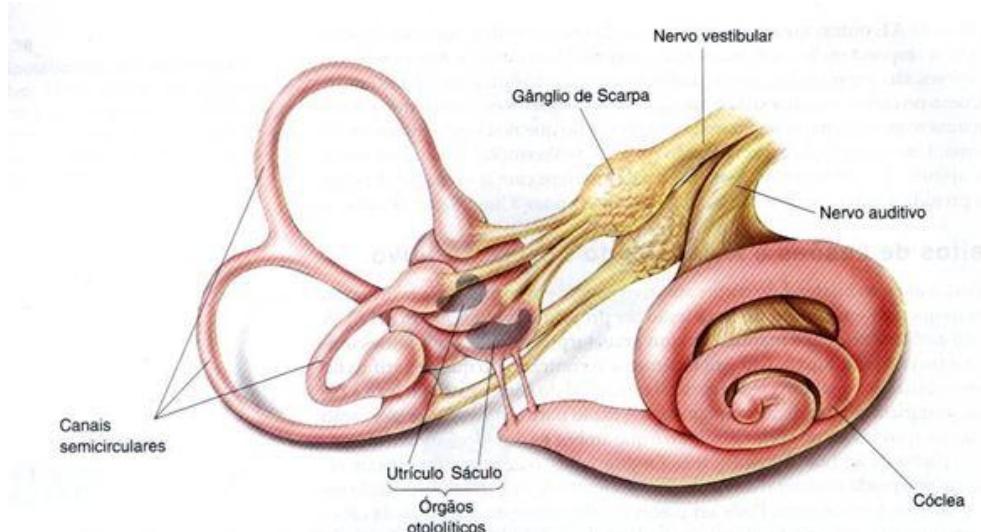


Figura 4. O labirinto Vestibular. Localização dos órgãos otolíticos (utrículo e sáculo) e CSC. **Fonte:** BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008 *et al.* Neurociências: Desvendando o sistema nervoso. São Paulo: Manole, 2002.

As informações detectadas pelos órgãos otolíticos e pelos CSC são enviadas especificamente ao complexo nuclear, vestibular e ao cerebelo (HERDMAN, 2002).

A mácula vestibular, área sensorial discreta localizada na superfície interna de cada utrículo e sáculo, têm 2 mm de diâmetro e contem células ciliadas dispostas em uma camada de células de sustentação com os seus estereocílios projetados para dentro de uma estrutura gelatinosa. Cada célula ciliada tem aproximadamente 50 a 70 pequenos cílios, os esteriocílios e um grande (comprido) chamado cinocílios que fica localizado em um lado e os esteriocílios ficam cada vez mais curtos em direção ao outro lado da célula (GUYTON e HALL, 2011).

As células de sustentação são controladas por fibras sensitivas aferentes e conseguem sustentar de 80 a 100 esteriocílios longos em sua superfície livre. As células ciliadas são mecanorreceptores altamente especializados, sensíveis a distorção dos seus esteriocílios. À medida que muda a orientação da cabeça, no espaço o peso das máculas distorce os cílios, assim estes transmitem sinais apropriados, para o SNC controlar o equilíbrio. A capacidade de oferecer sensações de equilíbrio no vestíbulo e de audição na cóclea depende da presença de estruturas acessórias que restrinjam as fontes de estimulação (MOORE, 2013).

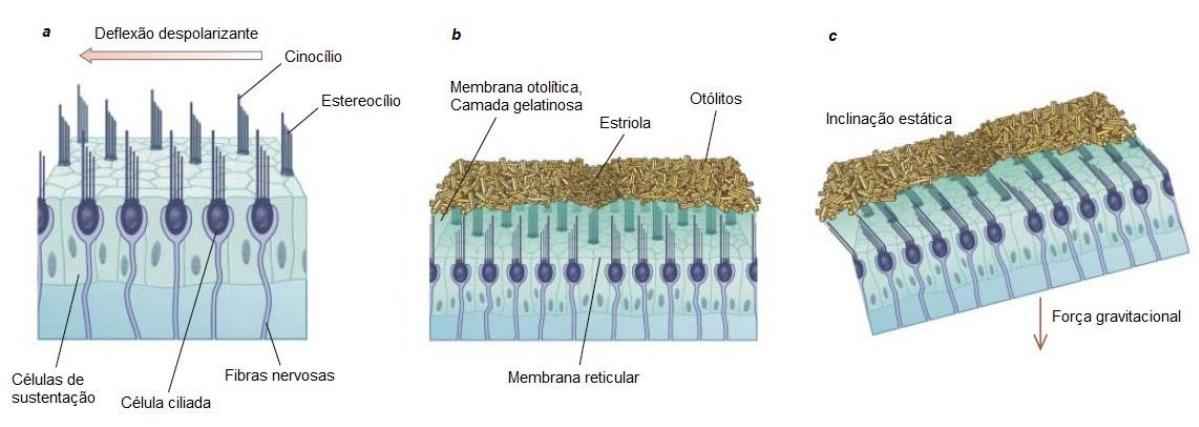


Figura 5. Cinocílos, esterocílios e otólitos.

(a) Os órgãos otólitos (utrículo e sáculo) são especialmente adaptados para detectar acelerações lineares, incluindo aquelas no plano gravitacional. (b) Os estereocílios e cinocílios da célula ciliada do otolito projetam-se para dentro de uma membrana gelatinosa, que é coberta por partículas cristalinas de carbonato de cálcio, denominadas otólitos. (c) Forças de cisalhamento impostas através da membrana são produzidas com a inclinação estática e resultam em alterações características da movimentação dos estereocílios, capazes de produzir despolarização ou hiperpolarização dependendo da direção dos movimentos. **Fonte:** Frohman EM. The dizzy patient. ACP Medicine. 2009; 1-19

Os CSC são três em cada órgão vestibular, conhecidos como canal anterior, lateral e posterior que ficam dispostos em ângulos retos entre si representando os três planos no espaço (GUYTON e HALL, 2011).

Para Herdman (2002) os CSC, anterior e posterior são verticais e o canal semicircular lateral é horizontal. Cada ducto semicircular apresenta em suas extremidades um alargamento chamado de ampola. Os canais e as ampolas ficam preenchidos pela endolinfa e o fluxo deste líquido excita as células receptoras que detectam as movimentações da cabeça, captando informações referentes ao equilíbrio.

O epitélio sensorial associado a um CSC localiza-se na pilha de tecidos em forma de sela encontrada na ampola. Essa região de células ciliadas e sustentação tecidual é chamada de crista. Os estereocílios e cinocílios das células ciliadas da crista projetam-se para dentro da estrutura gelatinosa denominada cúpula, e esta se estende para a raiz da ampola. A movimentação da endolinfa do canal inclina a cúpula que, por sua vez, inclina os estereocílios das células ciliadas. O crânio contém dois conjuntos de CSC. De cada lado, há um canal horizontal, anterior e outro posterior. Os cinocílios estão orientados na direção da lateral utricular da crista, no canal horizontal, e na direção da lateral do canal da crista, nos canais verticais (FROHMAN, 2009).

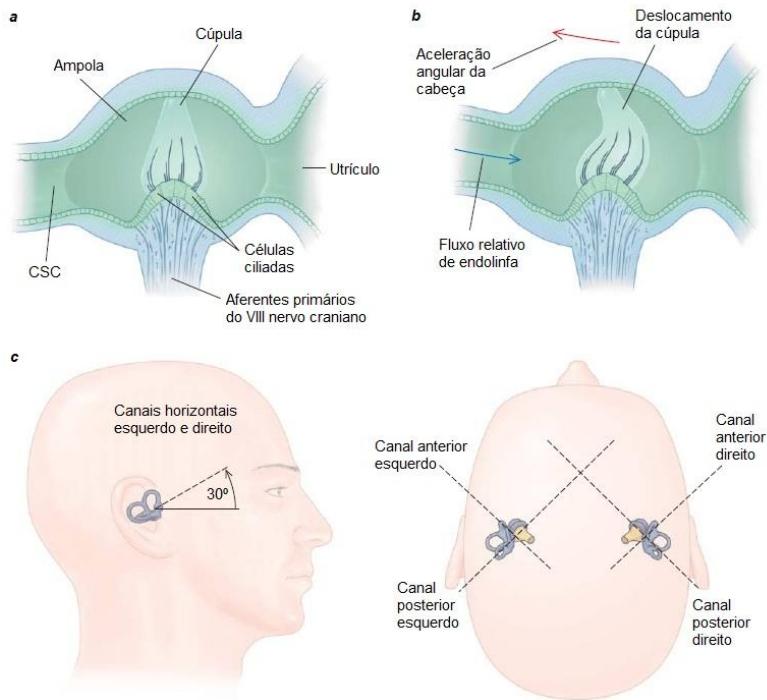


Figura 6. Ampola e cúpula

(a) A ilustração mostra a organização funcional da cúpula e as células ciliadas associadas junto à ampola dos canais semicirculares (CSC). A cúpula muda de posição, dependendo da direção da aceleração angular. (b) A relação existente entre os estereocílios e cinocílios das células ciliadas também é representada. A movimentação dos estereocílios (deslocamento da cúpula) na direção do cinocílio resulta na despolarização dos axônios da célula ciliada, que se projetam através do VIII nervo craniano para dentro das vias vestibulares do tronco encefálico. A movimentação dos estereocílios na direção oposta resulta em hiperpolarização. Arranjos anatômicos similares são observados no sáculo e no utrículo. (c) Representação da localização dos CSC na cabeça. Nos CSC laterais, o cinocílio está localizado no lado mais próximo do utrículo. Nos CSC superior e posterior, o cinocílio está distante do utrículo. **Fonte:** Frohman EM. The dizzy patient. ACP Medicine. 2009; 1-19

Todas as células ciliadas na ampola ficam excitadas ou inibidas conjuntamente, pois possuem seus cinocílios orientados na mesma direção. Assim quando a cabeça é mobilizada em qualquer direção, a parede do canal e a cúpula começam a girar e a endolinfa tende a se atrasar em relação ao movimento devido à inércia gerada no local. Este movimento mais lento da endolinfa gera uma força sobre a cúpula e esta força a encurva e dobra os esteriocílios estimulando ou inibindo a liberação de um neurotransmissor das células ciliadas para as terminações axonais do nervo vestibular (BEAR, CONNORS E PARADISO, 2008).

Os impulsos sensoriais dos órgãos vestibulares são conduzidos ao encéfalo por via do nervo vestibular, componente do nervo vestibulococlear (DRAKE; VOGL E MITCHELL, 2010).

O SV desempenha um papel de suma importância quando se trata da manutenção do equilíbrio corporal (DANGELO e FATTINI, 2002).

As vias vestibulares centrais comandam e incorporam as informações das movimentações da cabeça e do corpo e as utilizam para controlar a eferência dos neurônios motores que ajustam a posição da cabeça, olhos e corpo (BEAR, CONNORS E PARADISO, 2008).

À interação do equilíbrio com o sistema nervoso central (SNC) é feito por meio das fibras nervosas aferentes que provém das cristas ampulares ou das máculas otolíticas, que atingem a cavidade craniana pelo meato acústico interno e se encontram os corpos celulares bipolares formando o gânglio de Scarpa ou gânglio Vestibular. Essas fibras formam a porção vestibular do oitavo par de nervos craniano (DANGELO e FATTINI, 2002), conhecido como nervo esteatoacústico.

Este nervo também é, com suas principais partes, o nervo vestibular e o nervo coclear. O nervo vestibulococlear está localizado lateralmente a origem do nervo facial, no limite entre a ponte e o bulbo. Este nervo parte dos receptores sensitivos da orelha interna e penetra o meato acústico interno na companhia do nervo facial (MARTINI, TIMMONS e TALLITSCH, 2009).

O nervo vestibulococlear se divide dentro do osso temporal, na extremidade distal do meato acústico interno, em dois nervos, um que conduz fibras aferentes especiais para audição o nervo coclear e outro para o equilíbrio, o vestibular. (DRAKE; VOGL E MITCHELL, 2010).

Para Machado (2003) parte do nervo vestibular é formada por fibras que se originam dos nervos sensitivos do gânglio vestibular e conduzem impulsos nervosos relacionados ao equilíbrio, originados em receptores da porção vestibular do ouvido interno. A parte do nervo coclear é constituída de fibras que se originam nos nervos sensitivos do gânglio espiral e conduzem impulsos nervosos relacionados à audição. As fibras do nervo vestíbulo coclear classificam-se como aferentes somáticas especiais.

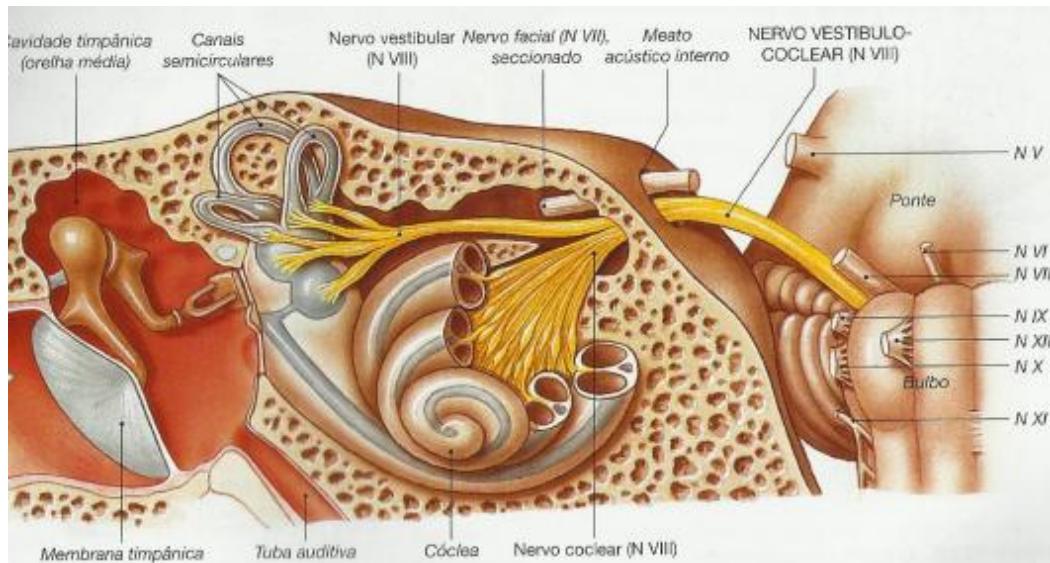


Figura 7. Nervo vestíbulococlear. **Fonte:** MARTINI, TIMMONS e TALLITSCH. Anatomia humana. Porto Alegre: Artmed, 2009.

O nervo vestibular superior é quem recebe as fibras dos ductos lateral e superior,utrículo e sáculo, o nervo vestibular inferior é o que recebe fibras do sáculo e ducto semicircular posterior, sendo constituídas por cerca de 20 mil fibras nervosas (axônios de neurônios) de diâmetro variável, a maioria mielinizada (CAOVILLA *et al*, 1997).

A estimulação das células ciliadas no SV ativa os neurônios do nervo vestibular. Estas fibras transmitem impulsos pelo nervo vestíbulococlear ao cerebelo e para os núcleos vestibulares do bulbo (VAN DE GRAAFF, 2013).

BEAR, CONNORS e PARADISO (2008) afirmam que os axônios vestibulares primários do VIII par de nervos craniano fazem conexões diretas com os núcleos vestibulares, ao mesmo lado do tronco encefálico e cerebelo. Estes núcleos vestibulares também recebem aferências de outras partes do SNC, incluindo o cerebelo, os sistemas sensoriais, somático e visual.

Os núcleos vestibulares possuem várias subdivisões que se projetam para vários alvos rostrais (tronco encefálico) e caudais (medula espinhal). Sendo assim, os axônios dos órgãos otolíticos projetam-se para o núcleo vestibular lateral formando a via trato vestíbulo-espinhal, os neurônios que controlam os músculos dos membros posteriores, auxiliando na manutenção da postura ereta corporal.

Já os axônios dos CSC projetam-se para o núcleo vestibular medial, através do fascículo longitudinal medial para excitar os neurônios motores dos músculos do tronco e do pescoço que orientam a cabeça, mesmo em movimentação (BEAR, CONNORS E PARADISO, 2008).

Os núcleos vestibulares, superior e medial, recebem principalmente informações provenientes dos canais semicirculares; enviam grande número de sinais nervosos para o fascículo longitudinal medial (FLM), para promover os movimentos de correção dos olhos, como também enviam sinais pelo feixe vestíbuloespinhal medial, para promover os movimentos adequados do pescoço e da cabeça. O núcleo vestibular lateral recebe sinais provenientes doutrículo e sáculo e transmitem sinais de saída para a medula espinhal pelo feixe vestíbuloespinhal lateral, controlando assim o movimento corporal e o núcleo vestibular inferior, que recebe sinais dos CSC e doutrículo, envia sinais tanto para o cerebelo quanto para a formação reticular do tronco cerebral (GUYTON e HALL, 2011).

BEAR, CONNORS e PARADISO (2008) mencionam que em paralelo com os demais sistemas sensoriais, o SV também faz conexões com o tálamo (neocortex). Os núcleos vestibulares enviam axônios ao núcleo ventral posterior (NVP) do tálamo projetando-se para regiões próximas a face e ao córtex somatossensorial primário e na área cortical motora primária. Isto proporciona uma considerável integração das informações sobre os movimentos corporais, dos olhos e do campo visual.

Os núcleos vestibulares são estações de integração das informações enviadas pelas estruturas envolvidas na manutenção do equilíbrio corporal, controlando os três reflexos fundamentais para o equilíbrio: o vestíbulo-ocular, vestíbulo-espinhal e vestíbulo-cerebelar e também os demais reflexos oculares e espinhais coadjuvantes. Cabe ressaltar que algumas fibras do nervo vestibular não se dirigem a estes núcleos e terminam diretamente no cerebelo, principalmente no lóbulo flóculonodular, constituindo a via vestíbulo-cerebelar diretamente (CAOVILLA *et al*, 1997).

Machado (2003) divide os neurônios em dois tipos: os neurônios I, que são as células bipolares localizados no gânglio de Scarpa e que seus prolongamentos periféricos, pequenos, ligam-se aos receptores, e os prolongamentos centrais, muito maiores, constituem a porção vestibular do nervo vestíbulococlear.

As fibras do nervo vestíbuloclear fazem sinapse com os neurônios II. Os neurônios II localizam-se nos núcleos vestibulares, onde a partir destes núcleos, consideram-se dois trajetos (MACHADO, 2003):

- a. **Via consciente:** apesar da controvérsia sobre o trajeto da via, admite-se que quando se refere à localização da área vestibular no córtex, ela está no lobo parietal próximo ao território da área somestésica correspondente à face. Admite-se também a existência de outra área vestibular no lobo temporal próximo a área auditiva.
- b. **Via inconsciente:** axônios de neurônios II dos núcleos vestibulares formam o fascículo vestíbulo cerebelar que ganha o córtex do arquicerebelo, passando pela parte medial do pedúnculo cerebelar inferior, que constitui o chamado corpo justa-restiforme, fazendo exceção apenas algumas fibras que vão diretamente ao cerebelo sem sinapse nos núcleos vestibulares.

Os núcleos vestibulares dão origem a diversas projeções, por meio do FLM para os núcleos óculo motores e exercendo assim potente controle sobre os movimentos oculares (reflexo vestibulocular). Ainda há outras projeções que dão origem aos tratos vestibuloespinal lateral e medial que ativam músculos do tronco e do pescoço contribuindo assim para o equilíbrio e para os movimentos da cabeça (reflexo vestibulocólico). Há também projeções ao cerebelo, assim como para o tálamo (BERNE *et al*, 2009).

Quando a cabeça é movida ou quando se encurva o pescoço, diversos mecanismos de reflexos são evocados. Berne *et al* (2009) referem que existem três tipos de reflexos posturais: reflexos vestibulares, reflexo tônico do pescoço e reflexo de endireitamento.

- **Reflexos vestibulares:** a rotação da cabeça ativa receptores sensoriais nos canais semicirculares. Além de gerar movimentos oculares ainda resultam em reajustes posturais. Estes ajustes são realizados por um comando transmitido para a medula por meio dos tratos vestibuloespinais lateral e medial e dos tratos reticuloespinais. Para dar sustentação à coluna o trato vestibuloespinal lateral é ativado, já o trato vestibuloespinal medial causa contrações dos músculos do pescoço, conhecido como reflexo vestibulocólico.
- **Reflexo tônico do pescoço:** representa outro reflexo posicional, estes são ativados pelos fusos musculares dos músculos do pescoço.

- Reflexo de endireitamento: tendem a restaurar a posição modificada da cabeça e do corpo para a posição normal.

BEAR, CONNORS e PARADISO (2008) referem que o reflexo vestíbulo ocular (RVO) tem uma função particularmente importante do SV central, manter os olhos orientados para uma determinada direção, mesmo realizando movimentos com a cabeça. O RVO atua na detecção das rotações da cabeça, o movimento ajuda a manter a sua linha de visão em um alvo. Este reflexo é desencadeado pela aferência vestibular, mais do que pela aferência visual inclusive no escuro ou com os olhos fechados.

O RVO gera movimentos oculares, promovendo a estabilização do olhar durante a movimentação cefálica; o reflexo vestibuloespinal (RVE) gera movimentos corporais compensatórios com o objetivo de manter a estabilidade cefálica e postural. A integração de informações no SNC, provenientes dos SV, sistema visual e proprioceptivo desencadeiam reflexos oculares e espinais promovendo a manutenção do equilíbrio. O equilíbrio postural é a capacidade do ser humano em permanecer ereto e se movimentar sem apresentar flutuações ou quedas. (Caovilla *et al*, 1997; Herdman, 2002; Schubert e Minor, 2004 *apud* Fukunaga *et al* 2014)

O SV é considerado uma das estruturas fundamentais na manutenção do equilíbrio, já que é tido como referencial absoluto em relação aos outros que também participam desta função Gazzola *et al*, (2010), acrescentam de forma relevante a essa afirmativa que dentre as principais alterações decorrentes do processo de envelhecimento humano, em se tratando de sistemas de controle postural, é enfatizado o SV, cujas alterações quando associadas às doenças crônicas no idoso podem provocar sérias disfunções no equilíbrio corporal, com prejuízo significativo à capacidade funcional (FARYNIUK, 2015).

Para o equilíbrio corporal estático e dinâmico ser mantido, é necessário um conjunto de estruturas funcionalmente entrosadas: o SV, os olhos e o sistema proprioceptivo. (GUYTON e HALL, 2011).

2.1.1 Cerebelo

Do latim, cerebelo significa cérebro pequeno. Pode-se afirmar que ele é, primariamente, um centro para o controle do movimento no que se refere a equilíbrio e coordenação e tem expressivas conexões com o cérebro e a medula espinhal (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008).

O cerebelo deriva da parte dorsal do mesencéfalo, situado dorsalmente ao bulbo e a ponte. Repousa sobre a fossa cerebelar do osso occipital e está separado do cérebro por uma prega dura-máter chamada tenda do cerebelo. Órgão do SNC representa cerca de 1/10 do volume total do encéfalo e contém mais de 50% do número total de neurônios deste sistema (MACHADO, 2003; BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008).

O cerebelo não é dividido exatamente na metade, a linha média se distingue apenas pela protuberância longitudinal por sobre o encéfalo, região chamada de vermis, que então separa os dois hemisférios cerebelares, esta divisão também é funcional.

O vermis envia eferências para as estruturas do tronco encefálico que contribuem para as vias espinhais ventro-mediais descendentes, as quais controlam a musculatura axial. Os hemisférios estão relacionados com outras estruturas encefálicas que contribuem para as vias laterais, particularmente o córtex cerebral. (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008).

Outras estruturas como as folhas do cerebelo, fissura, lóbulos, lamina, corpo, córtex, flóculos e núcleos cerebelares são encontradas anatomicamente como estruturas presentes no cerebelo. Filogeneticamente o cerebelo possui três grandes divisões, o cerebelo vestibular, cerebelo espinhal e o cerebelo cerebral.

O cerebelo vestibular, também conhecido como vestibulocerebelo, arquicerebelo e corresponde ao lobo flocculonodular e porções do vérmis. Está relacionado com os núcleos vestibulares tendo uma relação fundamental para o controle dos movimentos e equilíbrio (DOUGLAS, 2002; GUYTON e HALL, 2011).

Para Machado (2003) o cerebelo vestibular recebe informações impulsos dos CSC (ouvido interno) que informam sobre a posição e permitem ao cerebelo coordenar a atividade muscular mantendo-se em equilíbrio.

Para Martin (2014) o vestibulocerebelo também é essencial para a fixação do olhar por meio de controles combinados dos olhos e da cabeça.

O cerebelo espinhal (paleocerebelo) está relacionado com os fusos neuromusculares e órgãos neurotendínosos, que originam impulsos nervosos, proprioceptivos, após um trajeto da medula espinhal e bulbo chegam ao cerebelo levando informações sobre o grau de contrações dos músculos. Tais informações são relevantes para a regulação do tônus e da postura.

Já o cerebelo cerebral, também conhecido como cerebelo cortical ou neocerebelo, está relacionado ao controle de movimentos finos e elaborados (MACHADO, 2003). O referido autor afirma que milhares de fibras nervosas trazendo informações dos mais diversos setores do sistema nervoso (SN) chegam ao cerebelo humano por meio de um complexo sistema de vias aferentes e eferentes. As conexões aferentes do cerebelo terminam no córtex cerebral e apresentam três tipos de fibras, as aferentes de origem vestibular, medular e pontina.

As fibras aferentes de origem vestibular se distribuem distintamente pelo arquicerebelo, são originadas na parte vestibular do ouvido interno e tem a importante função sobre a posição da cabeça e a manutenção do equilíbrio e da postura básica.

As fibras aferentes de origem medular são representadas principalmente pelos tratos espinocerebelar anterior e posterior, penetram no cerebelo e terminam no córtex paleo cerebelo. Estes recebem estímulos, sinais sensoriais originados em receptores proprioceptivos e assim permite avaliar o grau de contração dos músculos, do tendão articular e tendões, bem como a posição e a velocidade dos movimentos.

Para Henneman (1982) o cerebelo exerce uma influência reguladora sobre a atividade muscular, recebendo impulsos essenciais para o controle do movimento originados em receptores das articulações, tendões, músculos, pele e também de órgãos terminais do sistema visual, auditivo e vestibular.

Já as fibras aferentes de origem pontina, são chamadas de ponto cerebelares tem origem nos núcleos pontinos e penetram no cerebelo distribuindo-se para o córtex neocerebelo, desta forma chegam informações oriundas do córtex cerebral de todos os lobos cerebrais (MACHADO, 2003).

Para Bear, Connors E Paradiso, 2008 *et al* (2008) as eferências pontinas conduzem informações do córtex cerebral especificando a meta do movimento pretendido.

As conexões eferentes do cerebelo exercem influência sobre os neurônios motores da medula espinhal. Caovilla, Ganança e Munhoz (1997) descrevem que as fibras vestibulares aferentes se dirigem ao lobo flóculonodular, ao núcleo fastígio e ao vérmis cerebelar. O lobo flóculonodular é uma verdadeira área vestibular no cerebelo, pois a maioria de suas aferências é de origem vestibular, já as fibras cerebelares eferentes diretas e cruzadas se dirigem aos núcleos vestibulares.

Braun e Anderson (2009) e Guyton (1993) enumeram três importantes funções do cerebelo: equilíbrio, tônus postural e movimento. A função do **equilíbrio** é desempenhada pelas partes do cerebelo que se diferenciam a partir das estruturas de função vestibular no bulbo: o lóbulo flóculonodular e, secundariamente, as regiões medianas do corpo do cerebelo (vérmis), esse com suas projeções, é responsável na participação da orientação do corpo no espaço e no seu equilíbrio. O **tônus postural** importante para um perfeito posicionamento do corpo no espaço está juntamente com a regulação do equilíbrio e o controle dos reflexos posturais. O **movimento** também tem íntima relação com o cerebelo já que existe correlação clínica bastante definida entre determinados distúrbios do movimento e lesões de áreas cerebelares específicas.

A manutenção do equilíbrio e da postura se faz basicamente pelo arquicerebelo e pela zona medial (vérmis), promovendo a contração dos músculos axiais e proximais dos membros mantendo o equilíbrio e a postura normal. Esta influência é transmitida aos neurônios motores pelos tratos vestíbuloespinhal e retículo-espinhal (MACHADO, 2003).

Danos ao cerebelo resultam em movimentos descoordenados e imprecisos para Bear, Connors e Paradiso, (2008). Todas as situações que levam a interrupções do cerebelo e suas conexões envolvem a organização do movimento, especialmente o movimento rápido junto com a diminuição do equilíbrio e do controle postural central. Além disso ocorre a perda do aprendizado motor (UMPHRED, 2011).

O controle motor envolve diferentes áreas corticais cerebrais, contudo para que a função motora seja normal o cerebelo e os gânglios de base devem funcionar associados a estas áreas.

O cerebelo é vital para o controle das atividades rápidas motoras, como correr, digitar, tocar um instrumento e falar. Ele controla o sequenciamento das atividades motoras, a evolução de um movimento para o subsequente, e a interação entre os músculos agonistas e antagonistas. Já os gânglios de base controlam padrões complexos de movimento muscular, intensidade e direção do movimento e o sequenciamento de múltiplos movimentos sucessivos e paralelos para atingir objetivos motores específicos (GUYTON, 1993).

Os gânglios de base controlam os movimentos voluntários e estabelecem a postura, apresentam as seguintes estruturas: globo pálido, núcleo caudado, nucleio subtalâmico, putame e substância negra (BEAR e ANDERSON, 2009).

Segundo Martin (2014) lesões ao cerebelo produzem sinais motores nos membros do mesmo lado da lesão. Existem três sinais clássicos de lesão no cerebelo a ataxia, o tremor e o nistagmo.

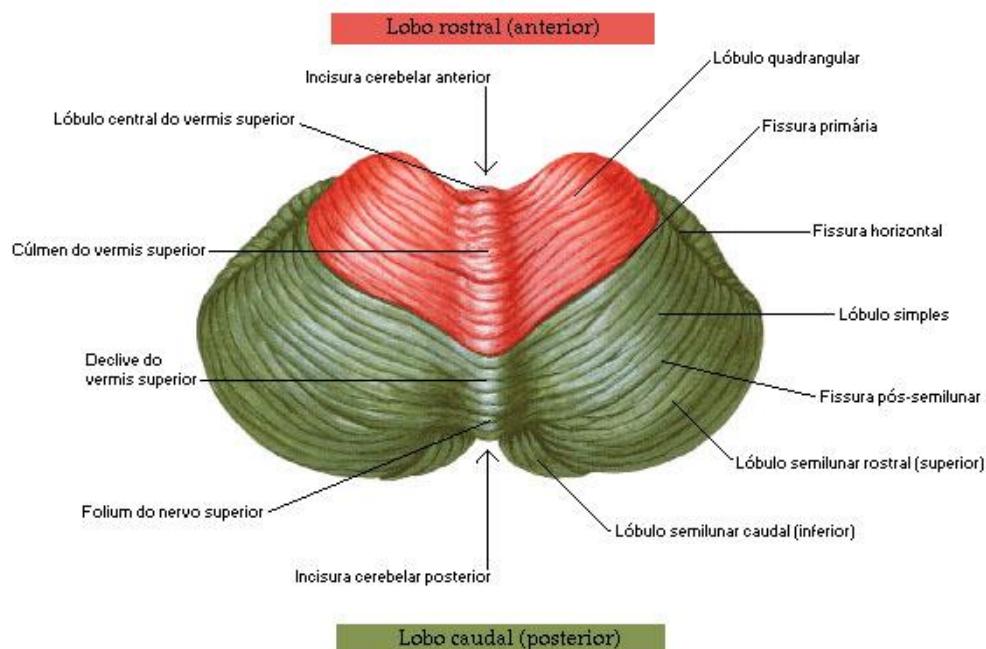


Figura 8. CEREBELO **Fonte:** <http://www.auladeanatomia.com/neurologia/cerebelo1.jpg>

O controle motor, não é simplesmente o comando de músculos para se contraírem, ele exige uma sequência detalhada, temporizada e de grande precisão de contrações musculares, função esta determinada pelo cerebelo. A lesão nesta parte do SN causa movimentos descoordenados, sem precisão, condição esta denominada de ataxia (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008).

As lesões ocorridas nos núcleos de base podem acarretar patologias que se expressam em disfunções motoras, cognitivas e emocionais, dentre elas encontra-se a DP.

Os núcleos basais (NB) fazem conexões entre o córtex motor e outras regiões do córtex cerebral e estão envolvidos no controle do movimento. Os NB, o tálamo, o cerebelo e partes associativas do córtex cerebral, participam do planejamento e da programação dos movimentos intencionais. À medida que ocorre a concretização da aprendizagem, os movimentos tornam-se automáticos.

2.1.2 Sistema vestibular e sistema visual

Como descrito anteriormente por Guyton e Hall (2011) o SV é inervado por vias aferentes localizadas no gânglio de Scarpa, seus prolongamentos se unem aos axônios que se originam no gânglio espiral da cóclea, constituindo o nervo vestíbulo-coclear.

Machado (2003) ao descrever sobre as fibras eferentes dos núcleos vestibulares afirma que o fascículo longitudinal medial é constituído em grande parte de fibras e este está envolvido em reflexos que permitem ao olho ajustar-se aos movimentos da cabeça.

Para Guyton e Hall (2011) felizmente a cada vez que a cabeça é rodada ou movimentada, sinais dos CSC fazem que os olhos se desviam em direção igual e oposta à rotação da cabeça, e isso resulta em reflexos transmitidos pelos núcleos vestibulares e pelo fascículo longitudinal medial para os núcleos oculomotores.

Os autores demonstram que as fibras desse fascículo terminam nos núcleos dos nervos oculomotores (III, IV, VI pares de nervos cranianos) e apresentam ligações com os músculos oculares, o autor ainda comenta sobre as interconexões entre os núcleos do tronco cerebral por meio deste fascículo. Fortes sinais são transmitidos dos centros de controle do equilíbrio do corpo, no tronco cerebral para o sistema oculomotor (núcleos vestibulares por meio do FLM).

Por meio desta estrutura fisiológica o reflexo vestíbulo-ocular (RVO) é realizado, o SV mantém os olhos orientados para uma determinada direção, mantendo sua linha de visão firmemente fixa (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008).

Barela (2000) descreve sobre a importância da visão na manutenção do equilíbrio corporal, onde enquanto a qualidade da informação visual não é afetada, o equilíbrio corporal permanece constante, quando essa informação é manipulada, com deslocamento do campo visual ou diminuição da acuidade visual ocorre o aumento da oscilação corporal, existindo um prejuízo na manutenção do equilíbrio.

Guyton e Hall (2011) descrevem sobre a importância da informação visual para a manutenção do equilíbrio, mesmo após a destruição do SV e perda proprioceptiva, uma pessoa pode ainda utilizar de maneira eficaz os mecanismos visuais para manter o equilíbrio, pois as imagens visuais auxiliam o indivíduo na manutenção do equilíbrio apenas pela detecção visual através de uma informação global (visão). Diversas pessoas com completa destruição dos sistemas vestibulares apresentam equilíbrio próximo do normal quando estão com os olhos abertos ou quando executam movimentos lentos, mas a ausência de informação visual ou na execução de movimentos rápidos perdem o equilíbrio. Douglas (2002) afirma que o córtex visual sensibilizado determina modificações do tônus postural, no qual predominam modificações tônicas da musculatura antigravitatória.

Bear, Connors e Paradiso (2008) ressaltam a importância de que para se obter uma visão precisa, é necessário que a imagem permaneça estável nas retinas, apesar do movimento da cabeça, cada olho pode ser movido por um conjunto de seis músculos extraoculares. O RVO atua pela detecção das rotações da cabeça e imediatamente comanda um movimento compensatório dos olhos na direção oposta, o movimento ajuda a manter sua linha de visão firmemente fixa em um alvo visual, como o RVO é um reflexo disparado pela aferência vestibular, ele opera surpreendentemente bem, inclusive mesmo no escuro ou quando os olhos estão fechados.

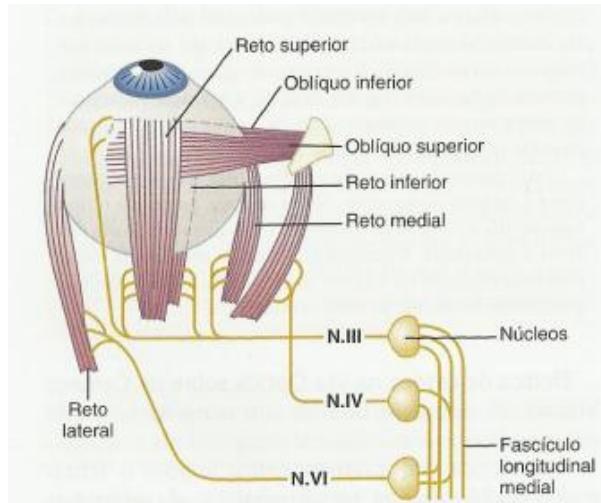


Figura 9. Músculos extraoculares e Inervação. **Fonte:** HALL, J.E. Tratado de fisiologia médica. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

2.1.3 Sistema Vestibular e Sistema Somatossensorial

Ambos o SV e somatossensorial são extremamente importantes para o controle postural, sendo este descrito por Schulz *et al* (2001). Mochizuki e Amadio (2003) afirmam que o controle postural é realizado por um sistema complexo que visa controlar a posição dos segmentos do corpo, permitindo a realização dos movimentos e atingindo os objetivos de suporte, estabilidade e equilíbrio. Este sistema envolve a percepção, a integração dos estímulos sensoriais, o planejamento motor e a execução da postura adequada para o movimento pretendido (NEWTON In: Umpred, 2004).

Para cada movimento realizado, contrações musculares apropriadas ocorrem baseadas em informações sensoriais garantindo a posição corporal desejada (HORAK e MACPHERSON, 1996). Estas informações sensoriais, provenientes dos sistemas visuais, vestibulares, auditivos e somatossensoriais auxiliam o SNC na realização de ajustes posturais.

Há três modalidades sensoriais responsáveis pela orientação postural: a Propriocepção, responsável pelo senso de posição e movimento de parte do corpo relativa à outra parte do corpo; a Expropriocepção, responsável pela sensação de posição e movimento de uma parte do corpo em relação ao ambiente; e a Exterocepção, que é responsável por localizar um objeto no ambiente em relação a outro. O SV é puramente exproprioceptivo (NASHNER, 1981).

O equilíbrio é uma das funções do sistema de controle postural e demonstra a habilidade de adquirir e controlar as posturas necessárias para manter o centro de gravidade sobre a base de suporte, em resposta a um dado ambiente sensorial (NEWTON In: Umpred, 2004)

Isto é alcançado por um complexo sistema de aferências e eferências neurais, atuando sobre a musculatura tônica antigravitária (DOUGLAS, 2002) e pelas propriedades viscoelásticas dos músculos. As informações sensoriais presumivelmente ocorrem pela integração de *inputs* sensoriais provindos do labirinto, córtex visual e sistema somatossensorial em altos níveis do SNC, forma usada para o controle postural agindo por ajustes posturais involuntários, principalmente por meio trato vestíbulo-espinhal na musculatura tônica antigravitária (DOUGLAS, 2002; GIACOMINI *et al*, 2004 e NEWTON In: Umpred 2004)

Resumindo, o núcleo vestibular integra as informações sensoriais vindas dos SV, sistema visual, e sistema somatossensorial e, diante disso distingue o movimento corporal do movimento do ambiente, evoca reflexos posturais e oculomotores e coordena a função dos músculos intrínsecos dos olhos (fixação do olhar) e da musculatura axial e proximal dos membros (DOUGLAS, 2002).

O sistema somatossensorial informa o SNC a respeito da posição e do movimento das diversas partes do corpo umas com relação às outras e com relação à superfície de suporte (SCHULZ *et al*, 2001). Este sistema engloba toda informação sensorial vinda dos mecanoceptores da pele, músculos, ossos e articulações. Os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi, inervados por fibras mielinizadas de grande calibre (Ia e II), são importantes origens de estímulos que provocam reações posturais (GDOWSKI e MCCREA 2000, NEWTON In: Umpred 2004); juntamente com os receptores cutâneos (terminações de Ruffini, células de Merkel e receptores de campo), que também oferecem informações ao sistema postural (SCHULZ *et al* 2001; KANDEL, SCHWARTZ e JESSEL 2003).

2.1.4 Neuroplasticidade

O mecanismo cerebral que interessa a este estudo é o da neuroplasticidade cerebral, que:

... é mais bem compreendido através do conhecimento do neurônio, da natureza das suas conexões sinápticas e da organização das áreas cerebrais. A cada nova experiência do indivíduo, portanto, redes de neurônios são rearranjadas, outras tantas sinapses são reforçadas e múltiplas possibilidades de respostas ao ambiente tornam-se possíveis. (AGONILHA, 2000)

A neuroplasticidade considerada como uma propriedade peculiar ao SNC em desenvolvimento, atualmente é elementar no entendimento da neurofisiologia do tecido cortical adulto e nos processos de aprendizagem e memória (KANDEL, SCHWARTZ e JESSEL, 2003). A cada estímulo, a cada nova necessidade de interação e, principalmente, a cada nova aprendizagem, novos circuitos neuronais são ativados, novas sinapses são formadas. Se algum tipo de lesão causar perda de tecido nervoso e consequentemente de neurônios, inicia-se uma série de fenômenos, onde os neurônios íntegros modificam-se tanto do ponto de vista morfológico quanto funcional para assumirem, na medida do possível, a função daqueles que se perderam. A evolução do SNC no decorrer da vida devido a sua capacidade plástica permite os processos de aprendizagem por estimulação constante e diversificada ou permite os processos de reabilitação, como nos casos de doenças neurodegenerativas ou de lesão com perda tecidual do SNC (MIRANDA-NETO; MOLINARI e SANT'ANA, 2002).

A neuroplasticidade cerebral é comprovada por vários neurocientistas, sendo estudada já em 1942 por Rita Levi-Montalcini, agraciada com o Prêmio Nobel de Fisiologia/Medicina de 1986. O prêmio se referiu à descoberta feita em parte no Brasil, nos laboratórios do Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em meados de 1950. Esta cientista confirmou a presença do NGF, sigla, em inglês, de fator de crescimento dos nervos, um fluído produzido pelo próprio organismo, que, ao tocar as células nervosas têm a espantosa propriedade de fazê-las crescer (VERISSIMO e FALCONE, 1991).

Santos (2012), explica que o SNC possui células características, os neurônios, que possuem a capacidade de estabelecer conexões entre si quando recebem estímulos advindos do ambiente externo ou do próprio organismo.

Uma vez estimulados, os neurônios geram impulsos de natureza elétrica e liberam íons e substâncias químicas que lançadas nas sinapses (espaços vazios entre um neurônio e outro) estabelecem ligações entre eles.

A cada novo estímulo, a rede de neurônios se recompõe e reorganiza o que possibilita uma diversidade enorme de respostas. Esta capacidade que os neurônios têm de fazer novas conexões é a neuroplasticidade.

A plasticidade cerebral é a denominação usada para referenciar a capacidade adaptativa do SNC; habilidade para modificar sua organização estrutural e funcional. "Essa plasticidade envolve todos os níveis do sistema nervoso, do córtex e até da medula espinal" (GAZZANIGA e HEATHERTON, 2005).

É a propriedade do SNC que permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência e como adaptação a condições mutantes e a estímulos repetidos (KOLB e WHISHAW, 2002; KANDEL, SCHWARTZ e JESSEL, 2003).

As células do SNC são dotadas de plasticidade. Os neurônios podem transformar, de modo permanente ou pelo menos prolongado, a sua função e sua forma, em resposta à ação do ambiente externo (ODA, SANT'ANA e CARVALHO, 2002). Apesar dos diversos estudos realizados, ainda não se tem uma idéia clara de como a neurogênese adulta é regulada, ainda que se reconheçam os cinco tipos de plasticidade neural: regeneração, plasticidade axônica, dendrítica, somática e sináptica. Esta última possui fundamental importância na formação de redes neurais, permitindo o desenvolvimento adequado da capacidade cognitiva dos indivíduos (LENT, 2001).

Kandel; Schwartz e Jessel (2003); Ratey (2002) apud Silva e Kleinhans (2006) afirmam que o mecanismo de plasticidade envolve a estimulação de receptores na superfície celular por neurotransmissores e novas sínteses protéicas que alteram a forma física e a estrutura das sinapses. Locais de contato entre os axônios e os dendritos permeiam a plasticidade sináptica respaldo do aprendizado, da memória e da cognição. A cada nova experiência as redes de neurônios são rearranjadas, outras tantas sinapses são reforçadas, envolvendo múltiplas possibilidades de respostas. Em consequência disso, o potencial para a recuperação funcional após uma lesão depende de inúmeros fatores, como idade do indivíduo, local e tempo da lesão e a natureza dela.

Outra explicação sobre o termo plasticidade para complementar a compreensão é dada por Marcucci e Vandresen (2006) como:

“... possíveis mecanismos de reorganização neuronal, como: o recrutamento de vias funcionalmente homólogas, mas anatomicamente distintas das áreas lesionadas, sinaptogênese, arborização dendrítica e ativação de áreas secundárias visto no desmascaramento, ou seja, conexões que sob circunstâncias normais são pouco utilizadas, mas respondem fortemente após a lesão cerebral, refletindo uma redundância nas conexões corticais”.

A habilidade do tecido nervoso adulto em alterar sua anatomia em resposta a estímulos externos e internos. A adição de novos neurônios (neurogênese) em uma rede neuronal já existente é o maior exemplo de neuroplasticidade (KEMPERMANN, 2002).

A plasticidade cerebral define-se como a aptidão do SNC de se adaptar, permitindo modificações na sua organização estrutural e funcional. O fenômeno de plasticidade cerebral inclui mecanismos de modificações neuroquímicas, sinápticas, do receptor, da membrana e ainda de outras estruturas neuronais (AGUILAR-REBOLLEDO, *apud* ODA, SANT'ANA e CARVALHO, 2002).

Quando o SNC sofre uma lesão estrutural ou funcional, este experimenta mudanças no intuito de restaurar estas lesões, que podem ocorrer em vários níveis deste sistema. Inúmeras reabilitações podem comprovar esta capacidade cerebral. O processo da reabilitação e os programas de reabilitação envolvem inúmeros profissionais, neurologistas, neurocirurgiões médicos especializados no tratamento de lesões cerebrais e suas sequelas; neuropsicólogos, especialistas em entender os efeitos das lesões cerebrais e na avaliação da extensão da lesão cerebral. Terapeutas ocupacionais para auxiliar na recuperação de funções perdidas ou no reaprendizado de habilidades essenciais, fonoaudiólogos e outros que formalmente compõem este quadro.

A plasticidade está relacionada a fatores externos:

A plasticidade em um sentido amplo é um fenômeno simultâneo, ainda que todos os cérebros humanos sejam similares ao ponto de vista anatômico, fisiológico e bioquímico o comportamento humano difere de uma pessoa para outra, esta diferença no comportamento reflete a plasticidade do cérebro de se adaptar ao meio (ODA, SANT'ANA e CARVALHO, 2002).

Então o que se pode concluir parcialmente é que esta plasticidade pode se dar de diferentes formas, como se observa a seguir mais detalhadamente.

2.1.5 Tipos de Plasticidade

Conhecer os diferentes tipos de plasticidade neuronal, a capacidade de substituir circuitos cerebrais lesionados é importante para entender de que forma ocorrem os arranjos das redes neuronais para diminuir os efeitos provocados por diferentes deficiências ou danos neurológicos, bem como podem ocorrer interferências terapêuticas ou não, neste processo (CARDOSO *et al*, 2004).

As terapias de reabilitação podem ativar todas estas formas de neuroplasticidade, com exceção da plasticidade somática, que seria a proliferação ou morte de células nervosas. Para Lent (2001) a neuroplasticidade pode ter valor compensatório funcional, mas nem sempre isso ocorre, pois as transformações neuronais que respondem ao ambiente nem sempre restauram funções perdidas. Ao contrário: às vezes produzem funções mal adaptativas ou patológicas. Sendo assim, são de extrema importância o atendimento e a estimulação precoce. Quanto mais cedo houver acompanhamento, maiores as chances de melhora funcional.

A plasticidade axônica de tipo regenerativo ocorre como resultado de uma ação drástica do ambiente (uma lesão) sobre o axônio, e se caracteriza pelo recrescimento do coto proximal do mesmo axônio.

De acordo com YANG *et al* apud ANDRAD e LÖHR Jr (2005), ela acontece principalmente no sistema nervoso periférico (SNP), tendo em vista que a plasticidade axônica é facilitada por um ambiente favorável composto por mielina que, por sua vez, é produzida pelas células de Schwann, que orientam o crescimento axonal. No caso de indivíduos que sofreram traumatismos envolvendo secção de nervos periféricos, por exemplo, podem obter uma recuperação das funções de maneira parcial ou completa caso haja uma intervenção rápida.

Na plasticidade axônica, os terminais axônicos de neurônios sadios podem reorganizar sua distribuição em respostas diferentes a estímulos ambientais. Os axônios têm grande capacidade de crescer e também de regredir.

CHEUNG, BROMAN *apud* ANDRAD e LÖHR Jr (2005) exemplificam este tipo de plasticidade,

Existe uma etapa da vida em que há um período de maior neuroplasticidade, chamado período crítico, que ocorre por meio da plasticidade axônica ou ontogenética. Este período compreende a fase que vai do 0 aos 2 anos de idade, sendo fundamental para um desenvolvimento normal do sistema nervoso.

Dessa forma, um ambiente rico em estímulos é fundamental para a aquisição de várias capacidades cerebrais, uma vez que eles proporcionam a excitação necessária para a modificação permanente dos circuitos neurais. Segundo Lent o desenvolvimento da linguagem humana é um exemplo de plasticidade axônica em que a recuperação das funções lingüísticas decorrentes de lesões cerebrais na infância são mais facilmente recuperável do que em adultos em decorrência da neuroplasticidade axônica.

Este tipo de plasticidade explica a capacidade de aprendizagem do cérebro humano, aprendemos durante toda a nossa vida, do nascimento até a morte. Porém o que ocorre é que em alguns momentos aprendemos mais rapidamente, uma espécie de “janelas de oportunidades”, quando o cérebro fica particularmente receptivo a certos estímulos e muito apto a aprender (Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OCDE).

Outro tipo de plasticidade é a sináptica, é caracterizada por alterações nas sinapses entre as células nervosas. A informação que viaja na forma de impulsos elétricos ao longo de um axônio é convertida em um sinal químico, o qual é liberado nas conexões interneurais este sinal químico é convertido novamente em elétrico. Esta transformação da informação em elétrica-química-elétrica pode acarretar alterações duradouras nas conexões interneuronais por meio da plasticidade sináptica. Este sistema possui um papel fundamental nos processos do aprendizado e memória (ANDRAD e LÖHR JR, 2005).

Muitos sistemas neurais apresentam plasticidade sináptica de longa duração, o que explica que o cérebro possui múltiplos sistemas de memória. É a utilização dos neurônios, no desempenho das múltiplas funções orgânicas e psíquicas, que vai estimulá-los a estabelecerem um número crescente de comunicações entre si, através da ativação ou da formação de novas sinapses.

Como antenas receptoras das informações transmitidas através das sinapses de um neurônio a outro, os dendritos são candidatos potenciais à ocorrência de plasticidade estrutural, a plasticidade dendrítica. Ela se caracterizada por alterações no número, no comprimento, na disposição espacial e na densidade das espinhas dendríticas, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento do indivíduo (ANDRAD e LÖHR JR, 2005).

O último tipo de plasticidade é a somática. Esta é a possibilidade de alteração da capacidade proliferativa ou da morte de uma população de neurônios, em resposta a interferências do mundo exterior.

Este tipo de plasticidade é a chave para a utilização de células-tronco, outro ramo científico de inúmeras pesquisas, pois estas células são capazes de proliferar e depois diferenciar-se em diferentes tipos celulares. Por causa dessas duas capacidades, as células-tronco são objetos de intensas pesquisas, pois poderiam, no futuro, funcionar como células substitutas em tecidos nervosos lesionados ou doentes, como nos casos da doença de Alzheimer, Parkinson, Acidentes Vasculares Cerebrais, entre outros (ANDRAD e LÖHR JR, 2005).

2.1.6 Importância da Neuroplasticidade

A confluência dos resultados obtidos em numerosas pesquisas recentes vem demonstrando que circuitos cerebrais lesionados podem ser substituídos por circuitos vizinhos intactos, em maior ou menor grau, dependendo da especialização da área afetada. O fenômeno, denominado neuroplasticidade, pode ser explorado na reprogramação das redes neuronais cerebrais, de forma a diminuir os efeitos provocados por diferentes deficiências ou danos neurológicos. (COSTA, 2000)

As discussões sobre neuroplasticidade envolvem muitos elementos, estruturas e funções referentes ao SNC e seus componentes, principalmente o cérebro.

A plasticidade proporciona a entrada em atividade de circuitos previamente existentes, antes silenciosos; proporciona a estabilização de conexões transitórias, que desapareceriam em circunstâncias normais; o brotamento de axônios vizinhos às regiões lesadas e inativas; ou mesmo diferentes combinações dessas possibilidades (LENT, 2001).

Baseados nos inúmeros conceitos que envolvem a neuroplasticidade, cabem as observações sobre reabilitação, buscando através destas a “ligação” com esta particularidade cerebral.

Em se tratando de lesão vestibular, o SNC efetua espontaneamente a recuperação funcional do desequilíbrio pela neuroplasticidade. Entretanto, a recuperação do comportamento motor muitas vezes se dá de forma incompleta, necessitando da intervenção por meio de exercícios específicos, repetitivos e prolongados com o objetivo de potencializar a neuroplasticidade (ZEIGELBOIM, GANANÇA e GANANÇA, 2013 in ZEIGELBOIM e JURKIEWICZ, 2013).

2.1.7 Bases Fisiológicas Da Reabilitação Vestibular

Todas as funções do cérebro representam uma interação entre os processos genéticos e de desenvolvimento com os fatores ambientais, como o aprendizado. O mapa cerebral de um adulto está sujeito a constantes modificações baseadas na exploração de seus caminhos sensoriais. A possibilidade de plasticidade cerebral abre perspectivas para a busca de soluções dos problemas causados por danos e deficiências cerebrais associadas a variados tipos de acidentes ou doenças.

Sempre que o indivíduo empenhar-se em aprender novas formas de atividade física ou cognitiva, a plasticidade está sendo conduzida, novas sinapses e novos circuitos neuronais surgirão para oferecer substrato orgânico para a mente coordenar as aprendizagens motoras e executar as aprendizagens que envolvem as diferentes funções psíquicas. Na prática quando aprendemos algo e o fazemos automaticamente devemos tentar aprender algo novo, diferente, para estimular grupos musculares poucos usados, bem como os neurônios relacionados à propriocepção e ao controle motor destes músculos serão trabalhados (MIRANDA-NETO; MOLINARI e SANT'ANA, 2002).

Nos distúrbios de equilíbrio o SNC tem mecanismos naturais de compensação vestibular, mecanismos centrais de neuroplasticidade conhecidos como adaptação, habituação e substituição para que ocorra a resolução do conflito sensorial (ZEIGELBOIM, GANANÇA e GANANÇA, 2013 in ZEIGELBOIM e JURKIEWICZ, 2013).

Na adaptação o SV irá aprender a receber e processar informações, mesmo que inadequadas e incompletas, adequando-as aos estímulos apresentados. A habituação é a redução ou anulação de respostas inadequadas do SNC por estímulos repetitivos. A substituição vestibular é a priorização central que almeja substituir as informações relacionadas ao equilíbrio ausentes ou conflitantes (ZEIGELBOIM, GANANÇA e GANANÇA, 2013 in ZEIGELBOIM e JURKIEWICZ, 2013).

A RV é um recurso terapêutico usado como tratamento em pacientes com distúrbios do equilíbrio corporal, ela atua baseada nos mecanismos relacionados à plasticidade neuronal do SNC promovendo a estabilização visual e nas condições que produzem informações sensoriais conflitantes e diminuindo a sensibilidade individual à movimentaçãocefálica (NORRÉ, 1990; GANANÇA, CAOVILLA e MUNHOZ, 1997 apud RODRIGUES *et al*, 2009).

A possibilidade de plasticidade cerebral a partir de influências ambientais é essencial para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas para tratamento de diversas desordens cerebrais. No caso do distúrbio de equilíbrio a RV é uma ferramenta muito útil, tanto para melhorar o equilíbrio como uma função profilática. Os exercícios de RV visam à melhor interação vestibulovisual durante a movimentaçãocefálica, ampliando a estabilidade postural estática e dinâmica. A RV ajuda a restabelecer a autoconfiança, reduz a ansiedade e melhora o convívio social e o equilíbrio corporal, sendo a Realidade Virtual (RVi) a estratégia de RV deste estudo (ZEIGELBOIM, GANANÇA e GANANÇA, 2013 in ZEIGELBOIM e JURKIEWICZ, 2013).

A incapacidade que a DP provoca sensibiliza pesquisadores na busca do controle medicamentoso ou na cura desta doença, contudo as terapias devem auxiliar estes pacientes, visando à estabilização dos déficits apresentados. Os déficits motores chamam mais a atenção para o paciente e para os familiares, porém é muito importante que se utilizem alternativas de reabilitação envolvendo a fala, a memória e a atenção (AGONILHA, 2008).

A RV tem como objetivo reduzir os sintomas que impedem o paciente de ter uma vida funcional e socialmente ativa. Minimizar tais sensações é de grande importância para que o indivíduo volte a participar das atividades que realizava antes da manifestação dos sintomas, deixar de isolar-se socialmente e se beneficiar não apenas no aspecto físico como também psicológico (HOFFMAN, EINSTADTER e KROENKE, 1999 *apud* FUNABASHI *et al*, 2009; HERDMAN, 2002).

Por intermédio da história clínica do paciente, das provas oculomotoras alteradas no exame vestibular e de seu resultado, seja ele de origem periférica ou central, temos subsídios suficientes para saber qual protocolo personalizado a ser utilizado no paciente. Desta forma, tornar a terapêutica mais eficaz, eficiente e efetiva, seja por protocolos convencionais ou por meio da RVi, estratégia de RV deste estudo.

2.1.8 Realidade Virtual

A RVi configura-se como uma interface avançada de terceira geração para aplicações computacionais, na qual o usuário pode interagir, em tempo real, a partir de um ambiente tridimensional sintético, utilizando dispositivos multisensoriais (KIRNER *et al*, 1995).

Esta tecnologia surgiu com o pesquisador Ivan E. Sutherland, que desenvolveu o primeiro sistema gráfico interativo, que interpreta desenhos como dados de entrada e realiza associações com topologias conhecidas, gerando novos desenhos (Sutherland, 1963). Em meados dos anos 70 surge o termo (RVi) devido à necessidade de uma definição para diferenciar as simulações computacionais tradicionais dos mundos digitais que começavam a ser criados. Estas interfaces de terceira geração produziam interações sobre as situações geradas, utilizando-se de comandos não convencionais, diferenciando-se das interfaces dotadas apenas de reprodução de multimídia, mantidas até então por interfaces bidimensionais de primeira e segunda geração (BOTEZA e CRUVINEL, 2009).

O avanço tecnológico contribuiu significativamente para o desenvolvimento de jogos virtuais destinados à prática de atividade física, desenvolvidos para empregar o movimento humano como elemento de entrada, com a finalidade de aumentar o gasto calórico e a interatividade (BEKKER e EGGEN, 2008)

A RVi vem se mostrando eficaz em indivíduos com sintomas cronificados, por meios de exercícios de movimentos de olhos, cabeça e corpo para estimulação da plasticidade neuronal do SNC, estimulando a adaptação de impulsos vestibulares deficientes ou anormais. A abordagem terapêutica pode ser multidisciplinar objetivando melhoria de equilíbrio global e de qualidade de vida, além da restauração da orientação espacial mais próxima da fisiológica (MATOS, GOMES e SASAKI, 2010).

A RVi é um recurso terapêutico que pode ser aplicado em pacientes com distúrbios já mencionados anteriormente com o objetivo de promover a estabilização e melhorar a interação vestíbulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica. As plataformas de RVi possibilitam a imersão em um mundo ilusório e artificial o qual promove uma percepção do ambiente e acarreta mudanças reflexas relacionadas aos sintomas apresentados.

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 (RODRIGUES *et al*, 2009).

Bruin *et al* (2010) apontam vantagens da realização de exercício físico com jogos por meio de RVi, quando comparados ao treinamento de equilíbrio convencional. Estes autores destacam que os benefícios dos treinamentos físicos com jogos virtuais se devem à adaptação dos cenários e protocolos terapêuticos, de acordo com a necessidade e interesse, possibilitando ganhos de equilíbrio, coordenação motora, além de ativar o aprendizado motor, pela modificação da arquitetura cerebral, o que contribui para a melhora da independência e motivação ao exercício.

A característica fundamental da RVi é a interatividade, é um conjunto de sistemas cujo funcionamento permite ao seu usuário algum nível de participação ou de suposta participação. E esta interatividade é em tempo real, o sistema faz a captação da entrada de um usuário e modifica o mundo virtual instantaneamente. A RV simula em computação gráfica um mundo de aparência realista, e o usuário se estimula pela rápida mudança da tela dada pelos seus comandos. (BURDEA e COIFFET, 2003)

A RVi é uma interface de usuário de computador de alta qualidade que envolve a simulação em tempo real e situações com múltiplos canais sensoriais, visuais, auditivos, táticos, olfativos e de paladar. Para Ring (2008) os sistemas de RVi oferecem aos médicos o controle sobre a duração do exercício, intensidade e ambientes que as tarefas do mundo real não. Usuários em RV podem executar tarefas que não podem ser capazes de executar com segurança ou em todas as situações do mundo real.

A RVi procura restabelecer o equilíbrio corporal estimulando e acelerando os mecanismos naturais de neuroplasticidade no SNC por meio de exercícios específicos dos olhos, cabeça e/ou corpo com o objetivo de corrigir ou suprimir as informações sensoriais alteradas ou ausentes (HERDMAN, 2002; HORAK, 2009).

Os sistemas de RVi diferem entre si de acordo com os níveis de imersão e de interatividade que proporcionam ao usuário. Esses níveis são alcançados pelos diversos tipos de dispositivos de entrada e saída de dados do sistema, além do desempenho do computador que o hospeda (BOTEZA e CRUVINEL, 2009).

A RVi também pode ser caracterizada pela coexistência integrada de três idéias básicas: imersão, interação e envolvimento. A RVi de imersão está ligada ao sentimento de fazer parte do ambiente. Um sistema imersivo é obtido com o uso de capacete de visualização. Além do fator visual, o som é de grande importância para este tipo de RVi, e o posicionamento do usuário e dos movimentos da cabeça também irão influenciar a captação dos dados (BOTEZA e CRUVINEL, 2009).

A visualização de uma cena 3D em um monitor é considerada não imersiva, com jogos que utilizam a RVi, conhecidos como "Exergaming", uma combinação de games desenvolvidos para atividades físicas, ou seja, jogos que utilizam dispositivos de interação física com o usuário como forma de exercício (DALEY, 2009; SOUSA, 2011).

Este é o caso do console Nintendo Wii®, um novo estilo de RVi juntamente com seu periférico, a plataforma Wii Balance Board®, ou usando um controle remoto, que age como interface entre o indivíduo e o ambiente de RV em atividades que envolvem principalmente a interação entre o ambiente real e o virtual por meio dos membros inferiores. O paciente interage por meio de um sistema de detecção de movimento e representação no vídeo.

As características deste periférico proporcionam grande interação com diversos tipos de tarefas em RV, fazendo desse sistema um ambiente atraente e barato para o desenvolvimento de propostas de reabilitação motora e atividades físicas gerais com RV, o feedback fornecido pela imagem na tela da TV gera um reforço positivo, facilitando a formação e o aperfeiçoamento dos exercícios (Braga *et al*, 2012; Silva *et al*, 2013).

As vantagens terapêuticas do uso de RVi estão relacionadas com a capacidade de controlar precisamente as características do ambiente ao redor, incluindo o tempo de estímulos visuais, auditivos e mecânicos. A exposição repetida permite o aprendizado de estratégias de controle motor adaptadas em resposta a estes estímulos (MICHALSKI *et al*, 2012).

Os exercícios promovidos na Wii Balance Board® enfatizam o controle do movimento. A plataforma capta a instabilidade dos movimentos e proporciona situações às articulações que fisiologicamente ativam impulsos proprioceptivos, os quais são integrados em vários centros sensoriomotores, para regulação automática dos ajustes na contração dos músculos posturais, mantendo o controle postural e contribuindo ainda para geração de adequados níveis de atividade física (TREML *et al*, 2013).

2.2 PARKINSONISMO

No homem as doenças dos gânglios basais são conhecidas como desordens do movimento. Estas desordens podem aparecer tanto pelo excesso de movimentos involuntários caracterizando as hipercinesias como: hemibalismo, coréia, doença de Huntington, entre outras; quanto pela escassez de movimentos acompanhada de rigidez identificando as hipocinesias, como a DP (PONZONI e CAIRASCO, 1995).

Cabe ressaltar que DP e parkinsonismo não são sinônimos. Parkinsonismo é um termo genérico que designa uma série de doenças com causas diferentes e que têm em comum a presença de sintomas parkinsonianos (ou seja, aqueles sintomas encontrados na DP).

O parkinsonismo é marcado por certa classe de doenças que apresentam diminuição da neurotransmissão dopaminérgica nos gânglios da base. Classificadas em: parkinsonismo primário, secundário, plus e heredodegenerativas. Sendo a DP a correspondente ao parkinsonismo primário (ROWLAND, 2003)

Alguns sinais não invalidam o diagnóstico de DP, entretanto devem ser motivo de alerta e reflexão para o diagnóstico de outra forma de parkinsonismo:

- Quedas precoces: geralmente ocorrem em fases mais avançadas da doença;
- Quedas frequentes e de início precoce sugerem outro quadro, como a paralisia supranuclear progressiva (PSP).
- Paralisia do olhar conjugado, principalmente do olhar vertical para baixo, que não ocorre na DP.
- Progressão muito rápida: a DP evolui geralmente de maneira lenta, principalmente em pacientes mais jovens.

O Parkinsonismo é uma extensa categoria de doenças que apresentam clinicamente um conjunto de sintomas semelhantes à DP. Dentre os sintomas estão presença de tremor de repouso, rigidez muscular plástica, bradicinesia e instabilidade postural. Associado a estes sinais pode-se encontrar sinais piramidais, fraqueza muscular e sinais de liberação piramidal: espasticidade, hiperreflexia, sinal de Babinski e clônu, alterações da motilidade ocular extrínseca, sinais cerebelares, de disfunção autonômica, de neuropatia periférica e de disfunção cognitiva (ROWLAND, 2003).

Os termos síndrome parkinsoniana e síndrome rígido-acinética também são usados para descrever o mesmo quadro (MENESES e TEIVE, 2003).

A avaliação por meio de anamnese e exame neurológico, e exames complementares como a tomografia do crânio, ressonância magnética e avaliação metabólica vai estabelecer a etiologia de uma síndrome parkinsoniana (BARBOSA *et al*, 2003).

2.2.1 Parkinsonismo Primário e Secundário ou Pósencefálico

A DP é uma das muitas formas de parkinsonismo e também a mais frequente. Corresponde a 80% de todas as formas de parkinsonismo (MENESES e TEIVE, 2003). Como não se conhece a causa da DP, ela é também chamada de parkinsonismo primário. Este tipo de parkinsonismo será mais especificado posteriormente.

O parkinsonismo secundário é causado por drogas, intoxicações exógenas, infecções, doença vascular cerebral, traumatismo cranoencefálico, processos expansivos do SNC, hidrocefalia, distúrbios metabólicos, hipoxia, tumores e hemiatrofia (NITRINI e BACHESCHI, 2003; ROWLAND, 2003).

Para Nitrini e Bacheschi; Rowland, 2003 as drogas que bloqueiam os receptores dopaminérgicos, como os neurolépticos, e os antivertiginosos (bloqueadores de canais de cálcio), como a funarizina e a cinarizina, são as que mais se destacam como causas deste tipo de parkinsonismo. Nos idosos altas doses desses medicamentos são problemáticas e a gravidade dos efeitos observados pode estar relacionada com DP subclínica. As síndromes parkinsonianas determinadas por drogas, geralmente são controladas apenas com remoção da causa básica, ou seja, a retirada desses agentes geralmente reverte os sintomas após poucas semanas, embora em alguns casos os efeitos possam perdurar (BARBOSA *et al*, 2003).

2.2.2 Parkinsonismo-plus ou sintomático

O parkinsonismo-plus é a denominação empregada para caracterizar quadros neurológicos em que uma síndrome parkinsoniana, geralmente apenas expressada por acinesia e rigidez (sem tremor) associa-se a distúrbios autonômicos, cerebelares, piramidais, de neurônio motor inferior ou, ainda, de motricidade ocular extrínseca. Dentre as principais causas podemos citar: Atrofia de Múltiplos Sistemas; Degeneração Estriatonigral; Atrofia Olivopontocerebelar; Síndrome de Shy-Drager; Paralisia Supranuclear Progressiva; Degeneração Cortico-Basal e Demência dos Corpos de Lewy (BARBOSA *et al*, 2003).

Também chamado de degeneração de múltiplos sistemas, ocorre em associação com sinais e sintomas de outros distúrbios neurológicos (GREENBERG, AMINOFF e SIMON, 2003). Normalmente não apresenta melhora mensurável com a administração de medicamentos anti-Parkinson, como a levodopa (O'SULLIVAN e SCHMITZ, 2004).

2.2.3 Parkinsonismo heredodegenerativo ou familiar

Causado por doença de Hallervorden Spatz, doença de Huntington, Lubag (distoria-parkinsonismo ligada ao X), citopatias mitocôndrias com necrose estriada, neuroacantocitose e doença de Wilson (ROWLAND, 2003). Raramente o parkinsonismo ocorre em base familiar. As mutações no gene parkim (6q25.2-q27) são a principal causa de parkinsonismo familiar autossômico recessivo de início precoce e de DP juvenil esporádica (GREENBERG, AMINOFF e SIMON, 2003).

2.2.4 Doença de Parkinson

A DP ou mal de Parkinson, é uma condição neurológica crônica e progressiva que afeta os neurônios dopaminérgicos pigmentados da substancia negra e do *lócus cerulus* dos gânglios de base (BRAUN e ANDERSON, 2009)

A DP foi descrita primeiramente por James Parkinson em “An Essay on the Shaking Palsy” (1817) como “paralisia agitante”. Meio século depois Jean-Martin Charcot, considerado o primeiro professor de doenças do SN no mundo, homenageou James Parkinson pela descrição clássica da doença, sugerindo a mudança do nome da enfermidade, de paralisia agitante para DP (“la maladie de Parkinson”), por outro lado, Charcot acrescentou várias contribuições pessoais na descrição do quadro clínico (TEIVE, 1998).

Esta doença afeta o sistema extrapiramidal, formado pelo tálamo, cerebelo e gânglios da base. Estas estruturas, através de suas conexões, estão envolvidas em vários processos, inclusive a modulação do controle motor. A disfunção de estruturas do sistema extrapiramidal influencia a iniciação, a modulação e a conclusão do movimento (LIPPINCOOT, 2004; GODEIRO, FELÍCIO e PRADO, 2006).

A DP é caracterizada por quatro sinais essenciais: rigidez, tremor, bradicinesia, e instabilidade postural. As presenças de dois dos três primeiros sinais já caracterizam e são essenciais ao diagnóstico da doença; já a instabilidade postural não é usada como diagnóstico, por ser inespecífica, entretanto ao deslocar o centro de equilíbrio do paciente, ele é lento para reagir e reequilibrar-se, e em estados mais avançados pode não reagir e cair (CORRÊA E TUMAS,2010).

Rigidez de grande parte ou da maioria da musculatura do corpo; tremor involuntário das áreas envolvidas mesmo quando a pessoa está em repouso, e sempre com freqüência fixa de 3 a 6 ciclos/s, e grave capacidade de iniciar o movimento, denominada acinesia. (GUYTON, 1993)

A caracterização de movimentos involuntários esta associada a lesões do núcleo de base, na DP especificamente na substancia negra, resultando na diminuição de dopamina nas fibras nigro-estriais, causando a hipocinesia, diminuição da atividade motora mediada pelo córtex (MACHADO, 2003).

Meynert (1871) foi quem primeiro sugeriu que na DP haveria um funcionamento defeituoso dos núcleos da base. Os núcleos de base são massas de substância cinzenta distribuídas pelo cérebro. A falta da estimulação dopaminérgica de neurônios GABAérgicos do striatum (putâmem e núcleo caudado) que inibem a SNr (substância negra reticulata) e o Gpi (globo pálido interno); e da inibição dopaminérgica de neurônios GABAérgicos do striatum que inibem o Gpe (globo pálido externo) levaria a um aumento do "tônus" inibitório sobre o tálamo ventrolateral, ocorrendo o distúrbio motor. Assim o córtex cerebral receberia menor estímulo para iniciar o movimento.

A prevalência da DP é estimada em cerca de 90 a 187 casos por 100.000 habitantes. A faixa etária mais acometida situa-se entre os 50 e 70 anos, com o pico aos 60 anos. A incidência em homens é ligeiramente maior que em mulheres (3:2). No entanto, pacientes com idade inferior a 40 anos ou mesmo 21 anos também podem ser acometidos pela moléstia. No primeiro caso fala-se em parkinsonismo de início precoce e no segundo fala-se em parkinsonismo juvenil.

É um dos distúrbios do movimento mais encontrados na população idosa, representando até 2/3 dos pacientes que visitam os grandes centros de distúrbios do movimento em todo o mundo. A prevalência da DP tem sido estimada entre 85 e 187 casos por 100000 pessoas e a incapacidade funcional produzida pela doença é comparável à causada pelos acidentes vasculares encefálicos (TEIVE, 1998).

Atualmente, segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 1% da população com mais de 65 anos tem a doença. No mundo todo, mais de quatro milhões de pessoas são afetadas e no Brasil estima-se que cerca de 200 mil pessoas com mais 60 anos sejam portadoras da doença que foi descrita pela primeira vez na Inglaterra, pelo médico James Parkinson.

Tem distribuição universal e atinge todos os grupos étnicos e classes sócio-econômicas. Estima-se uma prevalência de 100 a 200 casos por 100.000 habitantes. Sua incidência e prevalência aumentam com a idade (TANNER *et al*, 1997).

O quadro anatomo-patológico na DP é rico. Os corpos de Lewy são considerados a principal característica patológica da DP, podendo ser encontrados em outras doenças degenerativas ou mesmo em indivíduos assintomáticos. Tais corpos são inclusões citoplasmáticas eosinofílicas constituídas por várias estruturas de natureza protéica encontradas em áreas de degeneração celular, podendo ser consideradas como marcadores de perda neuronal.

A explicação para a origem da DP apresenta hipóteses diversas. Para cada uma delas há discordância ou não induzindo a o pensamento que a origem da DP se deva a uma combinação de fatores aliados a outros que possam vir a ser descobertos.

A falta de dopamina (neurotransmissor que age nos núcleos da base) acarreta o surgimento da DP. Para alguns autores sua etiologia é obscura, mas diversos fatores como os genéticos, a arterosclerose, o acúmulo excessivo de radicais livres de oxigênio, as infecções virais, o traumatismo craniano, o uso de medicamentos antipsicóticos e fatores ambientais, podem ser desencadeantes da doença (BASSETTO *et al*, 2008).

Vários estudos sugerem fatores ambientais relacionados à doença, muitos dos casos são em indivíduos que residem no meio rural, e por consequência mais expostos a herbicidas e pesticidas, e a identificação que MPTP (1-metil-4fenil-1, 2, 3,6-tetraido-piridina) usados por usuários de drogas, que mimetiza a DP.

Esta pré-toxina, componente comum de algumas substâncias, se converte em metabólitos tóxicos que determinam a morte de células dopaminérgicas (BEKRIS *et al*, 2010).

Entretanto acredita-se que o envelhecimento é o fator mais consistente e impactante, seguido pela suscetibilidade genética.

No Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas - DP, estabelecido pela PORTARIA SAS/MS Nº 228 DE 10 DE MAIO DE 2010, estabeleceu-se parâmetros sobre esta doença no Brasil e de diretrizes nacionais para diagnóstico, tratamento e acompanhamento dos indivíduos com esta doença. Pode-se afirmar que a gravidade e a progressão dos sintomas variam enormemente de um paciente para outro, e até o momento, não existe um teste diagnóstico para essa doença.

O diagnóstico da DP requer a identificação de alguma combinação dos sinais motores cardinais (tremor de repouso, bradicinesia, rigidez roda denteada, anormalidades posturais).

Hughes *et al* (1992) citam que segundo o Banco de Cérebro da Sociedade de Parkinson do Reino Unido os critérios podem ser divididos em três grupos:

a. Critérios necessários para diagnóstico de DP:

- Bradicinesia e pelo menos um dos seguintes sintomas: rigidez muscular; tremor de repouso (4-6 Hz) avaliado clinicamente; instabilidade postural não causada por distúrbios visuais, vestibulares, cerebelares ou proprioceptivos

b. Critérios negativos (excludentes) para DP:

- História de AVC de repetição
- História de trauma craniano grave
- História definida de encefalite
- Crises oculogíricas
- Tratamento prévio com neurolépticos
- Remissão espontânea dos sintomas
- Quadro clínico estritamente unilateral após três anos
- Paralisia supranuclear do olhar
- Sinais cerebelares
- Sinais autonômicos precoces
- Demência precoce
- Liberação piramidal com sinal de Babinski
- Presença de tumor cerebral ou hidrocefalia comunicante
- Resposta negativa a altas doses de levodopa
- Exposição a metilfeniltetraperidinium

c. Critérios de suporte positivo para o diagnóstico de DP (três ou mais são necessários para o diagnóstico)

- Início unilateral
- Presença do tremor de repouso
- Doença progressiva
- Persistência da assimetria dos sintoma
- Boa resposta a levodopa
- Presença de discinesias induzida por levodopa
- Resposta a levodopa por 5 anos ou mais
- Evolução clínica de 10 anos ou mais.

O diagnóstico definitivo para DP só é possível através da necropsia do cérebro, os critérios propostos para confirmação histopatológica da DP consiste na redução substancial de células nervosas na substância negra (examinada em quatro secções de cada uma das regiões das áreas antes de concluir que os Corpúsculos de Lewy estão ausentes) (PAIVA, 2011).

2.2.5 Principais Sintomas

Os principais sintomas da DP são: rigidez; tremor, bradicinesia e instabilidade postural (TEIVE, 1998).

Na DP o tônus muscular é aumentado. A rigidez sempre presente na DP só pode ser facilitada temporariamente por medicamentos anti-Parkinson, entretanto, ela aumenta durante o movimento. Na DP o rosto é frequentemente marcado por certo tipo de aparência. Para alguns pacientes, a rigidez provoca a sensação de dor, especialmente nos braços e ombros. A rigidez parkinsoniana é plástica ou cérea (hipertonia muscular observada nas afecções extrapiramidais) sendo diferente da rigidez elástica característica de lesões do sistema piramidal.

Acomete um segmento, um hemicorpo ou ambos os lados, atingindo todos os músculos indistintamente. O deslocamento a movimentação passiva é uniforme, podendo estar presente o sinal da roda dentada (que se traduz pelo caráter intermitente da resistência que oferece uma articulação durante sua movimentação passiva).

A rigidez e o tremor são as manifestações iniciais da doença na maior parte dos casos. Estes sintomas "positivos" seriam mais bem percebidos pelo paciente que o fenômeno negativo (bradicinesia). A rigidez pode estar ausente nas fases iniciais da doença. Em exames neurológicos a forma de sensibilizá-la seria com a de manobra de co-activação (SANVITO, 2002).

O **tremor** é o sintoma que o público identifica mais frequentemente com a DP, afeta mais comumente as mãos, porém, mais de 25% dos pacientes apresentam apenas um tremor muito ligeiro ou mesmo nenhum. O tremor pode ser pior num só lado do corpo. Além de afetar os membros, envolve às vezes a cabeça, a garganta, a face e os maxilares. O tremor parkinsoniano mais típico é observado durante o repouso, diminuindo ou desaparecendo quando se inicia o movimento (MOREIRA e TOSO NETO, 2007).

Este tremor pode ainda se manifestar na manutenção prolongada de uma postura. A frequência do tremor é de cerca de 4 a 6 Hz. Na forma de DP com tremor predominante (DP benigna), este pode ser de frequência menor. O tremor acomete preferencialmente os membros, na sua forma mais conhecida acomete os dedos das mãos tendo a característica de "contar dinheiro" ou "rolar pílulas". Podendo acometer o segmento cefálico (neste, o mais comum é o "bater de dentes"), podendo-se encontrar formas de tremores mais complexas (SANVITO, 2002).

Quando os tremores não estejam se manifestando continuamente ou claramente, a sensibilização deste sinal consiste em fazer com que o paciente se abstraia com cálculos mentais.

A **bradicinesia** significa a lentidão do movimento, responsável pela movimentação pobre e lenta do doente. Este sintoma é caracterizado pelo atraso em se iniciar os movimentos, causados pela demora do cérebro em transmitir as instruções necessárias às partes apropriadas do corpo. Quando as instruções são recebidas, o corpo responde lentamente nas ações de execução.

Este sinal é o que mais serve para diferenciar o parkinsonismo de outras alterações motoras. Corresponde a uma lentidão dos movimentos, especialmente os automáticos, havendo uma pobreza geral da movimentação (SANVITO, 2002; PINHEIRO, 2006).

A face do paciente com DP é inexpressiva ou congelada, a mímica é pobre (hipomimia ou amimia). A fala é monocórdica (monótona e sem modulação), e no fim de uma frase o doente pode repetir palavras ou sílabas (palilalia). A escrita modifica-se estando presente a micrografia. Ainda estará presente a dissinergia oculocefálica, na qual o doente, ao dirigir os olhos para um determinado lado, não acompanha com a cabeça o movimento dos olhos (SANVITO, 2002).

A **instabilidade postural** deve-se à perda de reflexos posturais. Este sinal é algumas vezes colocado como fazendo parte da rigidez muscular.

A propriocepção muscular e articular, o SV e a visão são algumas das fontes de alimentação do sistema extrapiramidal no controle do tono postural. Os pacientes assumem uma postura muito característica com a cabeça em leve flexão, tronco ligeiramente inclinado para frente, flexão moderada da perna sobre a coxa e do antebraço sobre o braço, com excesso da pinça digital nas mãos. O tronco fletido ventralmente. A imagem lembra a de um esquiador (MENESES; TEIVE, 1996).

Para SANVITO (2002) outros sinais e sintomas podem estar presentes na DP, como o excesso de reflexos axiais da face (particularmente o orbicular das pálpebras), sialorréia (resultado da bradicinesia para deglutição), hipersecreção sebácea, edema de membros inferiores, depressão do humor e quadro de inquietação muscular (acatisia), além de déficit cognitivo, quase uma constante nos pacientes com DP.

2.3 FORÇA E EQUILÍBRIO

Para Gonçalves, Gurjão e Gobbi, 2007 a força e a flexibilidade muscular são essenciais no que diz respeito à realização de atividades de vida diária. O processo natural de envelhecimento acarreta mudanças nos vários sistemas do corpo humano, inclusive os sistemas músculo-esquelético, vestibular, visual e proprioceptivo, contribuindo para prejuízos no equilíbrio postural.

A instabilidade postural, somada a fatores tanto fisiológicos como patológicos, pode predispor a pessoa idosa a quedas (PIMENTEL e SCHEICHER, 2013).

A instabilidade postural não é apenas uma característica do envelhecimento, ela também aparece em doenças de ordem neurológica como a DP e as Ataxias, onde há também a presença de desequilíbrio, entretanto causada por outros fatores.

De acordo com Lopes *et al* (2009), a prática de atividades de equilíbrio, além de aumentar a autoconfiança, proporciona melhora nas capacidades funcionais, melhorando seu desempenho nas tarefas do cotidiano que demandam equilíbrio, minimizando principalmente os riscos de quedas.

Gomes *et al*, (2009), porém, encontraram que os idosos que apresentaram menor força de preensão manual foram os que relataram ocorrência de duas ou mais quedas. A força muscular é um dos componentes fundamentais para avaliação da forma física, níveis baixos de FM, por exemplo, pode ser causa de quedas, assim como histórico de uma ou mais quedas pode limitar os movimentos e consequentemente diminuir os níveis de FM.

Bruniera *et al* (2014), menciona que vários estudos foram realizados com idosos relacionados a exercícios de força, equilíbrio e tarefas de funcionalidade relacionadas às atividades da vida diária objetivando melhorar a capacidade física destes indivíduos e reduzir o risco de quedas. A eficiência do treinamento de força pode reverter mudanças relacionadas à idade tais como velocidade da marcha, comprimento de passada, cadência e pode melhorar no índice de desenvolvimento de torque e desempenho funcional.

O risco de quedas está presente em idosos que apresentam baixas velocidades de caminhada e quanto mais lenta for à marcha, maior a instabilidade postural que se agrava como em doenças como a DP.

O controle postural é influenciado pela idade e se agrava de forma mais acentuada em idosos institucionalizados, especialmente pela falta de atividade física e a redução das tarefas da vida diária (PADOIN *et al*, 2010).

A falta de estímulos físicos tem sido demonstrada como coadjuvantes no aumento das limitações intelectuais e físicas e podem levar o individuo a invalidez, a um profundo abatimento moral, os quais agravam e são fatores predisponentes de doenças crônico-degenerativas e outras patologias (BRUNIERA *et al* (2014)).

Os pré-requisitos biomecânicos para o equilíbrio postural referem-se ao alinhamento dos segmentos, a amplitude dos movimentos, flexibilidade, condições de base de sustentação e força muscular. Tais condições são diretamente afetadas por doenças como o Parkinson, as alterações do equilíbrio e risco de quedas contribuem para o prejuízo da qualidade de vida na DP e aumentam a morbimortalidade desta doença. Uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos nas alterações do equilíbrio é fundamental (PAIVA, 2011).

Com o aumento da expectativa de vida da população e dos altos custos financeiros com o tratamento de doenças prevalentes na velhice, como a DP, as intervenções devem estar voltadas para os aspectos preventivos e não curativos. Como profilaxia são indicadas as atividades relacionadas à manutenção do equilíbrio e a prevenção de quedas através de exercícios físicos (PEREIRA, GOMES e OLIVEIRA, 2007).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CASUISTICA

Foi realizado um estudo transversal entre abril e dezembro de 2015. A amostra foi constituída por 16 pacientes avaliados independentes do tipo e tempo de tratamento da doença (6 do sexo feminino e 10 do sexo masculino), portadores de DP oriundos do Departamento de Clínica Médica do Hospital de Clínicas de Curitiba e da Associação Paranaense dos Portadores de Parkinsonismo. A variação de idade foi entre 15 e 82 anos (média de 57,56 anos e desvio padrão de 18,72 anos), com diagnóstico de DP. O tempo de doença em média foi de 5,19 anos, desvio padrão de 3,27, mínimo de 01 ano e máximo de 11 anos (Tabela 1).

TABELA 1 - ESTATÍSTICAS DESCRIPTIVAS DAS IDADES E TEMPO DE DOENÇA (ANOS)

VARIÁVEL	N	MÉDIA	MÍNIMA	MEDIANA	MÁXIMA	DESVIO PADRÃO
Idade	16	57,56	15,00	59,5	82,00	18,72
Tempo de doença	16	5,19	1,00	4,5	11,00	3,27

Fonte: Dados coletados

Para a realização das avaliações foram observados os aspectos éticos, conforme Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Institucional parecer nº 089554/2014 e autorizado pelos pacientes pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

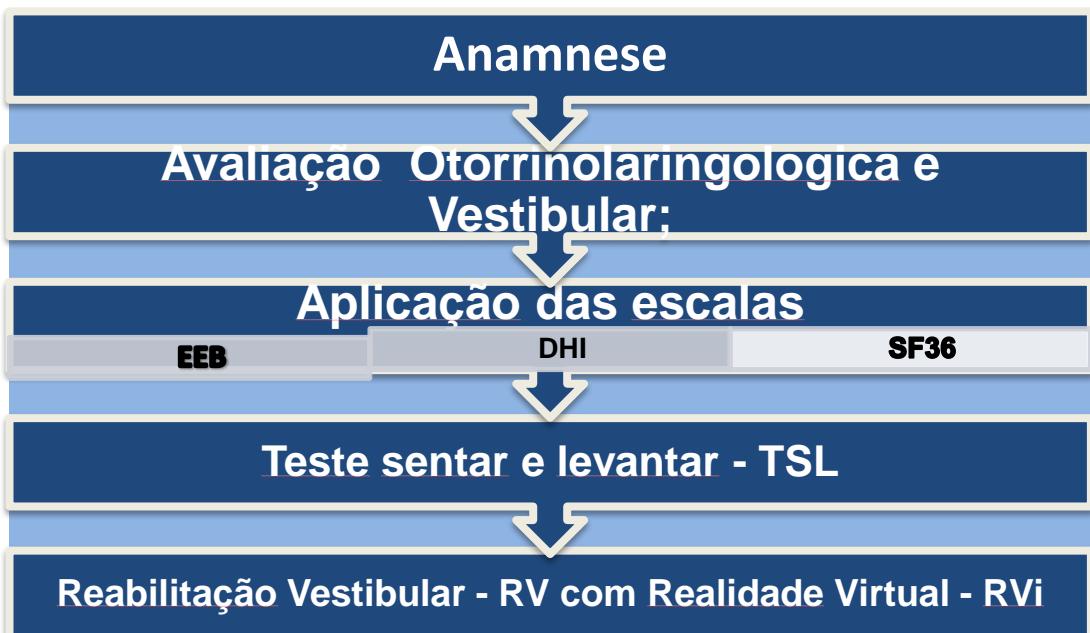
Os pacientes realizaram inicialmente avaliação no Setor de Otoneurologia da Universidade Tuiuti do Paraná e após, sessões de reabilitação no laboratório de massoterapia do Instituto Federal do Paraná.

Os critérios de inclusão na pesquisa foram pacientes adultos portadores da DP que não possuíam alteração musculoesquelética significativa que impossibilitasse a realização da avaliação e reabilitação vestibular.

Foram excluídos da pesquisa pacientes com alteração otológica, incapazes de atender e compreender comando verbal simples, déficit visual grave e outras anormalidades que impossibilitassem a realização dos procedimentos propostos.

3.2 MÉTODO

Os procedimentos iniciais seguiram o esquema abaixo:



- Anamnese

A anamnese foi realizada com ênfase aos principais sintomas e sinais otoneurológicos;

- Avaliação otorrinolaringológica;

A avaliação otorrinolaringológica cujo objetivo foi excluir qualquer alteração que pudesse interferir na pesquisa;

- Avaliação vestibular

Esta consistiu na submissão dos pacientes às seguintes provas que compõem o exame vestibular: pesquisa da vertigem e dos nistagmos de posição/posicionamento, espontâneo e semiespontâneo. A disfunção vestibular na DP requer uma avaliação do sistema vestibular, esta é feita através de uma avaliação otoneurológica que consiste em um conjunto de procedimentos que permite uma avaliação fisiopatológica do sistema vestibular e sua relação com o sistema nervoso central com ênfase em interligações vestíbulo-oculomotoras, vestibulocerebelares, e cervicais-vestibuloprioceptivas (ZEIGELBOIM *et al*, 2011).

Foram pesquisados a vertigem e os 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. Foi fixado com pasta eletrolítica, um eletrodo ativo no ângulo lateral de cada olho e na linha média frontal, formando um triângulo isósceles, o que permite a identificação dos movimentos oculares, horizontais, verticais e oblíquos, e também, o cálculo da velocidade angular da componente lenta do nistagmo (VACL).

Foi utilizada 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 Neurograff®. Realizou-se as seguintes provas oculares e labirínticas à VENG, de acordo com critérios propostos por Mangabeira-Albernaz, Ganança e Ponte (1976): Calibração dos movimentos oculares, pesquisa dos nistagmos espontâneo e semiespontâneo, pesquisa do rastreio pendular, pesquisa dos nistagmos optocinético, pré e pós-rotatórios e pré e pós-calóricos. O tempo de estimulação calórica em cada orelha com ar a 42°C e 18°C com duração de 80s para cada temperatura e as respostas foram registradas com os olhos fechados e, a seguir, com os olhos abertos para a observação do efeito inibidor da fixação ocular (EIFO).

Após estas avaliações os pacientes foram encaminhados para dar inicio à RVi, e submeteram a Pré e pós - aplicação da EEB, DHI e SF36, e TSL.

- Escala de Equilíbrio de Berg - EEB

A EEB, versão brasileira, escala adaptada culturalmente à população brasileira pelos autores Myamoto *et al* (2004) é utilizada para determinar os fatores de risco para perda da independência e para quedas. Avaliou-se o desempenho do equilíbrio funcional em 14 itens comuns à vida diária. Cada item possui uma escala ordinal de cinco alternativas que variam de 0 a 4 pontos. Os pontos são baseados no tempo em que uma posição pode ser mantida na distância em que o membro superior é capaz de alcançar à frente do corpo e no tempo para completar a tarefa. A pontuação máxima pode chegar a 56 pontos, quanto maior a pontuação, melhor o equilíbrio (ZEIGELBOIM, 2013).

As análises são realizadas mediante os resultados obtidos em cada pontuação ou pelo tempo individual para desenvolver as habilidades para o desempenho de tarefas de controle do equilíbrio corporal. Apresentando **escore de queda de baixo risco, médio risco, alto risco e 100% de risco** (grifo nosso) (ZEIGELBOIM, 2013).

- *Questionário Dizziness Handicap Inventory - DHI*

Utilizou-se o DHI elaborado por Jacobson e Newman, adaptado à população brasileira por Castro *et al* (ZELGENBOING *et al*, 2008).

O objetivo deste questionário é avaliar a interferência da tontura na qualidade de vida dos pacientes, sendo uma avaliação subjetiva composta por 25 perguntas a respeito da saúde física, emocional e da capacidade funcional do indivíduo; com as seguintes opções de respostas: “sim”, “não” ou “às vezes”. Para cada resposta afirmativa foram atribuídos quatro pontos, para cada negativa, zero ponto e para cada resposta “às vezes”, contaram-se dois pontos (GOMES PATATAS *et al*, 2009). As questões 01, 04, 08, 11, 13, 17 e 25 avaliam o aspecto físico, as questões 02, 09, 10, 15, 18, 20, 21, 22 e 23 avaliam o aspecto emocional e as questões 03, 05, 06, 07, 12, 14, 16, 19 e 24 avaliam o aspecto funcional. O DHI avalia a autopercepção dos efeitos incapacitantes impostos pela tontura (GANANÇA *et al*, 2004). **A somatória igual a 100 representa o pior escore, e zero o melhor possível** (JACOBSON, NEWMAN, 1990, grifo nosso).

Como o DHI brasileiro original não apresenta interpretação em graus de *handicap*, para fins de análise, a pontuação deste trabalho foi distribuída em 4 graus: 0 a 25 pontos (sem handicap), 26 a 50 pontos (handicap leve), 51 a 75 pontos (handicap moderado) e 76 a 100 pontos (handicap severo) (MOREIRA *et al*, 2006).

- Questionário de Qualidade de vida SF – 36

O SF36 é um instrumento genérico de avaliação de qualidade de vida, de fácil administração e compreensão, formada por 36 itens (Quadro 1), engloba oito escalas ou componentes: capacidade funcional (CF), aspectos físicos (AF), dor (D), estado geral da saúde (ES), vitalidade (V), aspectos sociais (AS), aspectos emocionais (AE) e saúde mental (SM).

Os dados são analisados a partir da transformação das respostas de cada domínio em escore. Este escore varia de zero a cem, que corresponde ao pior ao melhor estado de saúde (CICONELLI, 1999; MARTINEZ, 2002; CABRAL, 2011).

QUADRO 1 - DESCRIÇÃO DOS DOMÍNIOS DO SF36

DOMÍNIO	Nº ITENS	BREVE DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO
Capacidade funcional - CF	10	Avalia a presença e a extensão das limitações impostas à capacidade física.
Aspectos físicos – AF	02	Avalia as limitações quanto ao tipo e quantidade de trabalho, bem como as dificuldades de realização do trabalho e das atividades da vida diária (AVDs).
Aspectos emocionais - AE	03	Avalia o impacto de aspectos psicológicos no bem-estar do indivíduo.
Dor – D	02	Baseado numa questão do questionário SF-20 sobre a intensidade da dor, acrescido da interferência da dor nas atividades de vida diária.
Estado Geral de Saúde – ES	05	Avalia como o paciente se sente em relação a sua saúde global.
Vitalidade- V	04	Considera o nível de energia, com a fadiga sendo derivado do questionário Mental Health Inventory (MHI).
Aspectos sociais – AS	02	Analisa a integração do indivíduo em atividades sociais.
Saúde mental – SM	05	Investigam as dimensões de ansiedade, depressão, alteração do comportamento ou descontrole emocional e bem-estar psicológico.

Fonte: A Autora

- O Teste de Sentar-Levantar (TSL)

O TSL é um procedimento simples, que tem como objetivo avaliar a destreza na execução das ações de sentar e levantar de uma cadeira. O avaliador deve posicionar-se à frente e em diagonal ao avaliado, procurando uma visão completa de seus movimentos e a fim de fornecer segurança ao mesmo. Este último aspecto é especialmente importante na avaliação de pessoas com DP. O avaliado deve estar descalço e sem meias, trajando roupas que não restrinjam o arco de movimento das articulações do tornozelo, joelho, quadril e tronco. O TSL avalia a FM dos MMII e foi utilizado por se tratar de um teste de habilidade.

Foi solicitado ao avaliado que levantasse e sentasse da cadeira, com extensão total do joelho, cinco vezes, tão rápido quanto conseguisse e o tempo foi cronometrado por meio do cronômetro de contagem progressiva da marca iPhone4® (BASTONE; JACOB FILHO, 2004).

O TSL foi realizado após as 10 sessões de RVi com jogos de equilíbrio e reavaliado após as 10 sessões de jogos de equilíbrio e FM, totalizando duas avaliações.

- Reabilitação Vestibular (RV) por meio da Realidade Virtual (RVi).

A RV foi realizada com RVi com uso do Wii®, marca Nintendo Wii fit Plus® com a utilização do *Wii-Remote* e do *Wii Balance Board* (WBB). A WBB é uma plataforma, cuja maior característica são os sensores que detectam a posição do gamer e para onde ele está apontando na tela. Ou seja, em alguns jogos, o jogador tem que realizar os mesmos movimentos que ele faria num jogo real. A RV com jogos de RVi foi realizada em fases distintas, na primeira etapa os jogos tiveram duração de 30 minutos, no total de 10 sessões, duas vezes por semana, 04 jogos de equilíbrio. Foram reaplicadas as avaliações e na segunda etapa acrescentou-se a avaliação de força pelo teste de sentar - levantar TSL e na rotina anterior a execução de mais 4 exercícios de força.

Os jogos foram selecionados para favorecer as mudanças de equilíbrio e instabilidade postural. O objetivo principal foi verificar a evolução dos pacientes que realizaram a RV por meio da RVi utilizando o sistema o Wii®. Os participantes da pesquisa realizaram o mesmo numero de sessões de RVi, com o mesmo intervalo entre as sessões e submetidos à mesma pré e pós avaliação. Entretanto a RVi utilizou sistemas distintos, foi personalizada a cada paciente, pois estava diretamente ligada a fatores tais como capacidade física para a realização dos exercícios, disposição do paciente de realizar o protocolo indicado e seu estado psicológico (ZEIGELBOIM, 2013).

Na primeira etapa os jogos foram classificados como de equilíbrio: o Soccer Heading® o indivíduo cabeceia virtualmente bolas de futebol que são chutadas ao seu encontro; o Table tilt® jogo de encaixar esferas em orifícios específicos, as quais são controladas pelo movimento do centro de pressão dos indivíduos na WBB; o Ski Slalom® o qual, o participante permanece virtualmente sob um esqui e tem a missão de se deslocar por entre as bandeiras posicionadas no circuito, em zig-zag; e o Tightropewalk® que objetiva caminhar em uma corda bamba (Quadro 02).

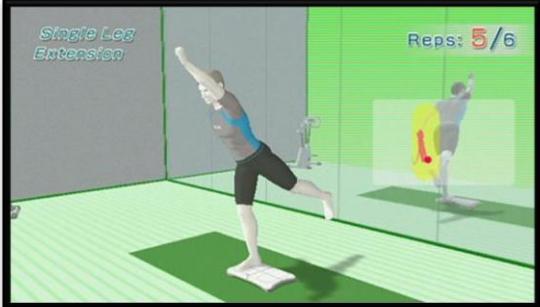
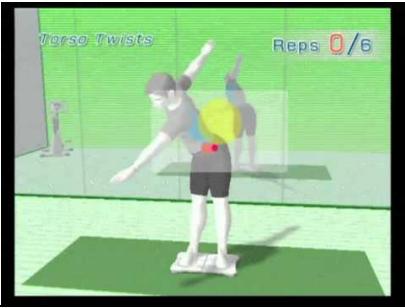
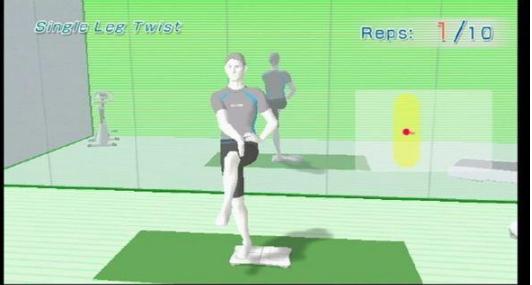
QUADRO 2 - DESCRIÇÃO DOS JOGOS DE EQUILÍBRIO DO WII FIT PLUS ®

JOGO	DESCRÍÇÃO	OBJETIVO
Soccer Heading	Sobre o WBB realizar transferência de peso ântero-posterior e látero-lateral para “acertar” virtualmente a cabeça na bola (cabecear).	Estratégias de tornozelo e quadril, estímulos sacádicos, movimento cefálico e treino de equilíbrio dinâmico.
Table tilt®	Sobre o WBB realizar deslocamentos láterolateral e ânteroposterior, simulando estar em uma prancha instável com objetivo de colocar as bolas dentro de buracos. A cada nível atingido somam-se mais 20 segundos, num total de oito possíveis níveis com progressão da dificuldade.	Estratégia de tornozelo, ajuste fino do centro de pressão e coordenação motora.
Ski Slalom®	Sobre o WBB, fazer movimentos para esquerda e direita (laterolateral) e movimentos de tronco (flexão, extensão e flexão lateral) e de cintura pélvica, a fim de passar entre várias bandeiras (zig-zag)	Ganho de coordenação motora e equilíbrio.
Tightropewalk®	Sobre o WBB simula-se a marcha alternando os pés, representando o equilíbrio em uma corda bamba. Há também simulação de um salto, num rápido movimento de flexo-extensão dos joelhos.	Equilíbrio estático (apoio retilíneo). Equilíbrio dinâmico (marcha controlada). Praxia global (coordenação óculo-pedal)

Fonte: A autora

Na fase seguinte acrescentaram-se quatro exercícios de FM, selecionados para melhorar o equilíbrio, que além de depender da interação da visão, da sensação vestibular e periférica, dos comandos centrais e das respostas neuromusculares estão particularmente relacionados à FM (Quadro 3).

QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DOS JOGOS DE FM DO WII FIT PLUS® UTILIZADOS

Single leg extension® 	Permanecer em apoio unipodal sobre o WBB enquanto realiza movimentos de flexo-extensão dos MMSS e dos MMII contralateral.	Controle estacionário do centro de massa; treino de equilíbrio e FM (tríceps, dorso e quadril) contra o centro de gravidade.
Torso Twist® 	Sobre a WBB realizar rotações de tronco para a direita e para a esquerda e em seguida associar as rotações de tronco com flexão para ambos os lados.	Controle estacionário do centro de massa enquanto o movimento de rotação é realizado; treino de equilíbrio e FM abdominais.
Sideways leg lift® 	Sobre a WBB, equilibrar-se em um dos MMII, realizar abdução de MMSS (ombro) e MMII (quadril) contralateral.	Controle estacionário do centro de massa, treino de equilíbrio e FM em músculos abdominais e abdutores de ombro.
Single leg Twist® 	Sobre o WBB equilibrar-se em um dos MMII, realizar movimento do MMSS elevado levando ao encontro do joelho do MMII contralateral em frente ao corpo.	Controle estacionário do centro de massa, treino de equilíbrio e FM em músculos abdominais e coxa.

Fonte: A autora

As fases de treinamento do presente estudo foram realizadas simultaneamente, evitando intercorrências e supostas alterações que comprometeriam a validade do mesmo.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados são decorrentes da análise de dados realizada por meio de métodos descritivos (distribuição de frequência e médias estatísticas), teste t student (para comparar os mesmos sujeitos em dois momentos distintos) e testes não paramétricos que comparam as distribuições de dados, a correlação entre variáveis não simétricas (coeficiente de correlação de Spearman e ANOVA).

Fixou-se 0,05 ou 5% o nível de rejeição na hipótese de nulidade.

4 RESULTADOS

Quanto aos resultados das provas do exame vestibular, nas pesquisas do nistagmo de posição, calibração dos movimentos oculares, nistagmos espontâneo e semiespontâneo, rastreio pendular, nistagmos optocinético e pós-rotatórios, não evidenciaram alterações. As alterações observadas ocorreram apenas na prova calórica. À prova calórica evidenciou maior prevalência de normorreflexia em 11 casos (69%), seguido da hiporreflexia unilateral em dois casos (12,5%), hiperreflexia unilateral e hiporreflexia bilateral ambas com um caso (6,25%) em cada. Ressaltamos que um caso (6%) era portador de marca passo e não realizou exame vestibular. O paciente não possuía autorização médica para a sua realização.

Em quatro pacientes (25%) ocorreram disfunções vestibulares periféricas, sendo três casos de disfunção vestibular periférica deficitária (18,75%) e um caso (6,25%) de disfunção vestibular periférica irritativa. O exame vestibular foi normal em 11 casos (69%).

As queixas mais referidas na anamnese foram: tremor e rigidez muscular (75%); falta de equilíbrio (37,5%) e dificuldade de marcha; dormência, zumbido e disartria (12,5%), como demonstra a Tabela 2.

TABELA 2 - SINAIS E SINTOMAS NA DP

SINAIS E SINTOMAS	N	% (n=16)
Tremor	12	75
Rigidez muscular	12	75
Falta de equilíbrio	6	37,5
Parestesia	3	18,75
Dificuldade de marcha	2	12,5
Zumbido	2	12,5
Disartria	2	12,5
Tontura	1	6,25
Cansaço ao falar	1	6,25
Disfagia	1	6,25

Fonte: Dados coletados

Ao nível de significância de 0,05 (5%), não existe diferença significativa entre os resultados da pré-avaliação, 2^a avaliação e pós-avaliação, para o DHI, EEB e SF36, conforme mostra a tabela 3.

Entretanto para o SF 36, da primeira à terceira avaliação, a média e o desvio padrão apresentaram maior variação para os domínios (AF) e (AE). Esta variação no SF 36 pode estar relacionada à escolha deste instrumento, pois o SF 36 é um questionário que avalia apenas o estado de saúde geral e não o específico relacionado à doença, neste caso a DP. Para qualquer condição clínica diferenciada, como nas doenças neurodegenerativas, ao responder o questionário o paciente, não se percebe como saudável. Na DP o indivíduo se considera doente e foi clara a dificuldade dos pacientes ao responder o SF 36, no sentido de autoavaliar seu estado de saúde, ao que o teste se propõe.

O conceito de QV considerado na construção do SF 36 foi relacionado à saúde, a DP, por se tratar de uma doença neurodegenerativa progressiva sem a possibilidade de cura não dá ao indivíduo a clara impressão de que são situações diferentes, saúde geral e DP.

TABELA 3 - ESTÁTISTICAS DESCRIPTIVAS DAS TRÊS AVALIAÇÕES DE DHI, EEB, SF36 E TSL – MÉDIA E DESVIO PADRÃO

VARIÁVEIS	AV 1 (n=16)	AV 2 (n=16)	AV 3 (n=16)	P
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	
DHI	32,00 (16,05)	28,88 (20,89)	28,88 (17,16)	0,6962
EEB	52,00 (7,31)	50,38 (9,43)	51,38 (8,74)	0,5418
SF36 – CF	70,94 (24,85)	73,44 (24,75)	69,06 (24,10)	0,6675
SF36 – AF	42,19 (40,54)	56,25 (37,08)	45,31 (38,96)	0,6556
SF36 – Dor	61,06 (27,10)	67,31 (28,95)	58,19 (26,62)	0,5940
SF36 – ES	63,25 (14,55)	70,38 (17,79)	67,06 (13,37)	0,2415
SF36 – V	61,88 (11,38)	65,63 (11,38)	62,19 (12,24)	0,3232
SF36 – AS	71,09 (22,23)	83,59 (16,28)	81,25 (22,36)	0,0558
SF36 – AE	45,83 (45,34)	45,83 (43,67)	62,50 (41,94)	0,2167
SF36 – SM	66,00 (19,92)	70,75 (13,83)	69,50 (18,64)	0,6729
TSL	-	14,79 (5,95)	12,13(3,52)	*0,0222

FONTE: Dados coletados

Para o TSL comparando o primeiro e o segundo resultados observou-se significância (0,0222), o que também refere à melhora na execução do TSL após a reabilitação com RVi.

A relação das variáveis DHI, BERG e SF36 com a pontuação dos jogos nas três avaliações estão distribuídas na Tabela 04 (pré-avaliação), Tabela 05 (2ª avaliação) e Tabela 06 (pós-avaliação).

TABELA 4 - CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NA PRÉ-AVALIAÇÃO ENTRE DHI, EEB E SF36 COM OS DIVERSOS JOGOS (n = 16)

VARIÁVEL	SOCCER HEADING®		TABLE TILT®		TIGHTROPE WALK®		SKY SLALOM®	
	R	P	R	p	R	P	R	P
DHI	-0,3378	0,2007	-0,4167	0,1083	-0,4821	0,0586	0,6514	*0,0063
EEB	0,6553	*0,0059	0,5186	*0,0396	0,6274	*0,0093	-0,6083	*0,0124
SF36 – CF	0,0370	0,8918	0,3752	0,1522	0,5063	*0,0454	-0,6105	*0,0120
SF36 – AF	0,2147	0,4245	0,2639	0,3233	0,3815	0,1448	-0,1689	0,5317
SF36 – D	-0,2769	0,2991	-0,1050	0,6987	-0,2635	0,3241	0,3398	0,1979
SF36 – ES	0,0443	0,8706	0,0544	0,8413	0,1310	0,6288	-0,1903	0,4803
SF36 – V	-0,1890	0,4833	0,0917	0,7355	-0,1088	0,6884	-0,2469	0,3567
SF36 – AS	0,1487	0,5826	0,1684	0,5329	0,2377	0,3753	-0,1441	0,5945
AF36 – AE	-0,2977	0,2628	0,0032	0,9907	-0,3570	0,1747	0,2129	0,4285
AF36 – SM	-0,2084	0,4385	0,1785	0,5084	0,0522	0,8479	-0,3530	0,1798

Legenda: R = coeficiente de correlação de Spearman

Fonte: Dados coletados

Considerando a 1ª avaliação antes da reabilitação com a RVi observou-se que a EEB tem correlação significativa com todos os jogos; o DHI com o Sky Slalom®, e o SF-36 domínio CF com o Tightropewalk® e com o Ski Slalom®.

TABELA 5 – CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NA 2ª AVALIAÇÃO ENTRE DHI, EEB E SF36 COM OS DIVERSOS JOGOS (n = 16)

VARIÁVEL	SOCCER HEADING®		TABLE TILT®		TIGHTROPEWAL K®		SKY SLALOM®	
	R	p	R	p	R	P	R	P
DHI	-0,1538	0,5694	-0,2877	0,2798	-0,4825	0,0584	0,6534	*0,0061
EEB	0,4320	0,0947	0,2097	0,4356	0,3937	0,1313	-0,5039	*0,0466
SF36 – CF	0,4000	0,1247	0,4446	0,0844	0,6707	*0,0045	-0,6455	*0,0069
SF36 – AF	-0,0286	0,9163	0,1809	0,5027	0,0895	0,7418	-0,3622	0,1680
SF36 – Dor	-0,0718	0,7916	-0,1330	0,6233	0,1011	0,7096	0,0329	0,9038
SF36 – ES	0,1304	0,6303	0,1235	0,6486	0,0052	0,9847	-0,2828	0,2886
SF36 – V	-0,0520	0,8482	-0,3779	0,1490	0,1492	0,5814	0,2660	0,3194
SF36 – AS	0,1882	0,4851	0,0688	0,8001	0,3741	0,1534	-0,1590	0,5564
SF36 – AE	-0,3676	0,1613	-0,2204	0,4121	0,0847	0,7552	0,2310	0,3893
SF36 – SM	-0,1481	0,5841	0,3802	0,1463	0,3107	0,2415	-0,6129	*0,0116

Legenda: R = coeficiente de correlação de Spearman

Fonte: Dados coletados

A segunda avaliação pós-treinamento de equilíbrio apresentou correlação entre EEB, DHI; com o SF36 nos domínio CF e SM com o e Sky Slalom®. E no domínio CF resultado significativo para o jogo Tightropewalk®. O que sugere que o Sky Slalom é um jogo de boa resposta para a reabilitação do equilíbrio.

TABELA 6 – CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NA 3^a AVALIAÇÃO ENTRE DHI, EEB E SF36 COM OS DIVERSOS JOGOS/FM (n = 16)

VARIÁVEL	SOCCER HEADING®		TABLE TILT®		TIGHTROPEWALK®		SKY SLALOM®	
	R	p	R	p	R	p	R	P
DHI	-0,3277	0,2154	-0,1262	0,6414	-0,5427	*0,0298	0,4065	0,1182
EEB	0,4045	0,1202	0,1073	0,6926	0,4155	0,1094	-0,2427	0,3650
SF36 – CF	0,2970	0,2640	0,3606	0,1700	0,5359	*0,0324	-0,4826	0,0583
SF36 – AF	-0,0558	0,8374	-0,2816	0,2908	0,0162	0,9524	0,0150	0,9559
SF36 – D	0,1424	0,5987	-0,2523	0,3459	0,0446	0,8698	-0,4171	0,1080
SF36 – ES	0,1433	0,5965	-0,1576	0,5599	0,3349	0,2048	0,2354	0,3802
SF36 – V	-0,4628	0,0711	-0,0537	0,8433	0,0267	0,9217	0,0892	0,7426
SF36 – AS	-0,1664	0,5380	0,1428	0,5977	0,2225	0,4075	-0,2309	0,3896
SF36 – AE	-0,0510	0,8513	-0,1818	0,5005	0,1204	0,6570	-0,1556	0,5651
SF36 – SM	0,2586	0,3334	-0,1224	0,6516	0,3059	0,2492	-0,2900	0,2759

Legenda: R = coeficiente de correlação de Spearman

Fonte: Dados coletados

Após o treinamento de equilíbrio associado à FM existe correlação significativa entre DHI e SF36-CF com Tightropewalk®.

De um modo geral a pontuação obtida nos jogos não representou dados significativos para melhora. O objetivo deste estudo não era avaliar o desempenho de cada paciente em cada jogo e sim verificar a correlação entre equilíbrio e qualidade de vida.

Na tabela 7 apresenta-se a correlação de Spearman entre DHI, BERG, SF36 e TSL, pós-avaliação. Observa-se que existe correlação significativa entre DHI, Berg e SF36 na CF e o após o treinamento de 20 sessões e com os exercícios de FM incluídos.

TABELA 7 – CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE DHI, BERG, SF36 E TSL, PÓS-AVALIAÇÃO

VARIÁVEL	N	R	P
DHI	16	0,5438	*0,0294
Berg	16	-0,8077	*0,0002
SF36 – CF	16	-0,7066	*0,0022
SF36 – AF	16	-0,4059	0,1188
SF36 – Dor	16	-0,3521	0,1811
SF36 – E.S	16	-0,1799	0,5049
SF36 – V	16	0,1943	0,4708
SF36 – AS	16	-0,3147	0,2352
AF36 – AE	16	-0,4181	0,1071
AF36 – SM	16	-0,1334	0,6223

Fonte: Dados coletados

Na tabela 8 consideramos os resultados da primeira para a segunda avaliação, com o objetivo de avaliar os resultados após o treinamento de RVi, com

os jogos de equilíbrio, existiu diferença significativa apenas para Tightropewalk® e Sky Slalom®.

**TABELA 8 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS JOGOS (10 SESSÕES)
ATRAVÉS DO TESTE T DE STUDENT (n = 16)**

JOGO	1ª SESSÃO		10ª SESSÃO		P
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Soccer Heading	27,75	18,63	40,06	29,45	0,2180
Soccer Heading/FM	33,06	27,00	42,34	25,04	0,0893
Table Tilt	19,37	6,12	28,66	21,84	0,0741
Table Tilt/FM	22,44	10,19	25,72	10,40	0,1752
Tightropewalk	34,69	8,84	50,44	23,22	*0,0193
Tightropewalk /FM	43,18	17,38	50,44	26,20	0,0747
Sky Slalom	73,38	14,59	73,40	17,72	*0,0067
Sky Slalom/FM	77,36	18,88	66,11	18,85	0,0546

FONTE: Dados coletados

Na tabela 9 apresentamos a comparação dos resultados dos jogos após a reabilitação finalizada (após 20 sessões).

**TABELA 9 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS JOGOS (20 SESSÕES)
ATRAVÉS DO TESTE T DE STUDENT (n = 16)**

JOGO	1ª SESSÃO		20ª SESSÃO		P
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Soccer Heading	27,75	18,63	42,34	25,04	0,1129
Tightropewalk	19,37	6,12	25,72	10,40	*0,0348
Table Tilt	34,69	8,84	55,37	26,20	*0,0053
Sky Slalom	73,38	14,59	66,11	18,85	0,1622

Fonte: Dados coletados

Existe diferença significativa para Table Tilt® e Tightropewalk®, entretanto observa-se resultados muito relevantes na prática, o relato de percepção de melhora na situação de desconforto causada pela doença na totalidade dos pacientes avaliados.

5 DISCUSSÃO

Souza *et al* (2011) relata que na literatura nacional não foram encontrados artigos que apresentassem resultados de estudos epidemiológicos de modo válido da DP, não existindo estimativas oficiais nos portais de dados epidemiológicos do Governo brasileiro. No Censo 2000, o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística divulgou a estimativa de uma população de cerca de 200 mil indivíduos com DP. A prevalência em pessoas com idade entre 60 e 69 anos é de 700/100.000, e entre 70 e 79 anos é de 1500/100.000, o que representa a incidência no Brasil de quase quatro vezes maior em pessoas com menos de 70 anos e quase três vezes maior com pessoas a partir dos 70 anos. Para Teive (2011), a DP, acomete cerca de 1% da população acima de 60 anos e 2% acima de 70 anos, representando a segunda doença neurodegenerativa mais comum. Neste estudo a média etária é de 57,56 anos o que confirma esta prevalência. Quanto ao aspecto sexo, foram 10 pacientes do sexo masculino e 06 do feminino, uma leve prevalência do sexo masculino.

A mediana deste grupo no fator idade é de 59,5 anos, medida de tendência central que divide a amostra ao meio, valor também muito próximo aos dados coletados por Teive (2011).

Na análise da anamnese, notou-se a ocorrência de tremor, rigidez muscular e falta de equilíbrio. Estas são as características básicas da DP associadas à bradicinesia e outras alterações relatadas como a dificuldade de marcha, os mesmos achados dos estudos de Teive (1998); Souza, Barreto e Santos (2010) e Umprehed (2014). Estes sinais e sintomas são clássicos e resultantes da depleção de dopamina na substância negra (CAMARGOS, 2004).

Esta doença afeta o sistema extrapiramidal, formado pelo tálamo, cerebelo e gânglios da base. A deficiência de dopamina gera disfunções nas vias nigroestriatais e consequente desorganização no circuito dos gânglios basais, ocasionando alterações motoras decorrentes da hipoatividade da via direta e hiperatividade da via indireta que resultam em um desarranjo na via tálamo-cortical (KANASHIRO, 2009).

As massas nucleares centrais de substância cinzenta contêm praticamente toda a dopamina do cérebro humano. A dopamina é uma das aminas neurotransmissoras e a sua falta resulta na degeneração neuronal. O uso de fármacos fenotiazínicos causa um bloqueio químico da sua ação. O mecanismo pelo qual essa alteração neuroquímica ocasiona os sintomas da doença é considerado ainda complexo e pouco compreendido (JONES E GODWIN-AUSTEN, 1982 apud BASSETO *et al*, 2008).

O tremor é a manifestação inicial da doença, caracterizado como um tremor de repouso que afeta as mãos, de início, unilateral, podendo ser assimétrico, ocorrendo em cerca de 70% dos pacientes. Pode ocorrer na região do queixo e da língua; de uma forma geral o tremor reduz de intensidade ou desaparece com a postura e com o movimento e, ao contrário, o tremor aumenta com o estresse (TEIVE, 2011), fato este bem observado no estudo, quando o paciente relatava situações particulares de estresse ou preocupação o tremor era mais visível.

Para Lees *et al* (2009) a presença de processo degenerativo além do sistema nigroestriatal pode explicar uma série de sintomas e sinais não motores, tais como alterações do olfato, distúrbios do sono, hipotensão postural, constipação, mudanças emocionais, depressão, ansiedade, sintomas psicóticos, prejuízos cognitivos e demência, dentre outros; que implicam em alterações na QV.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, saúde é definida como "estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente pela ausência de doença ou enfermidade. Recentemente, o conceito tomou-se mais abrangente e passou a ser denominado como: qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS). Saúde é aceita como **parte essencial** da QV (CAMARGOS, 2004, grifo nosso).

Instrumentos genéricos e específicos podem ser utilizados para avaliar o autorelato de QV, como o SF36 aplicado nesta pesquisa. Para Meyers *et al* (2000), QV refere-se à capacidade de obter satisfação física, social, psicológica e comportamental.

Embora medidas de QV serem significativas e relevantes para neurologistas, podem não obter resposta para as pessoas com condições como na DP, pois estas medidas não dizem respeito diretamente às suas circunstâncias e necessidades, e sim devem ser usadas em combinações para tratar as realidades clínicas e existenciais desta condição neurológica. O que corrobora com os achados estatísticos deste estudo pois os resultados do SF 36 apresentaram relação apenas em alguns domínios. Entretanto os pacientes relataram a melhora em suas atividades de um modo geral e na sua QV no decorrer do treinamento.

Sobre o equilíbrio postural, a EEB é muito comumente encontrada em diversas pesquisas científicas, pois promove resultados fidedignos, confiáveis, além de fácil aplicação em doenças como as AEC's, AVC, PC, **DP** (AZEVEDO *et al*, 2008; SAPOSNIK *et al*, 2010; GORDON, ROOPCHAND-MARTIN e GREGG, 2012; POMPEO *et al*, 2012; grifo nosso).

Na avaliação inicial (1^a avaliação) do equilíbrio postural estático por meio da EEB, observou-se que este grupo apresentou escores muito próximos do valor máximo desta escala, 56 pontos. Os elementos do teste são movimentos comuns nas AVD, indicando o equilíbrio do sujeito ao realizar as atividades motoras, podendo assim prever a probabilidade de ocorrência de quedas (MIYAMOTO *et al*, 2004) levando-se em consideração escores maiores ou menores que 45. Entretanto os valores desvio padrão (dp de 7,31 a 9,43) indicaram uma dispersão dos dados dentro da amostra, 12,5% destes pacientes obtiveram escores abaixo de 45, antes e após a reabilitação, indicadores preditivos de futuras quedas segundo Berg *et al* (1989).

Para Melnik e Oremland (2004), são diversas as formas de intervenções que visam promover melhora do equilíbrio e consequente independência funcional, dentre elas a RV com RVi, aplicadas neste estudo.

Os pacientes deste estudo não relataram o sintoma de tontura, e apresentaram escores relativamente baixos no DHI, $32 \pm 16,05$ na 1^a avaliação, e após o treinamento, $28,88 \pm 17,16$, e mesmo não encontrando um p significativo no pré e pós-treinamento, o grupo apresentou um ganho de 3,12 pontos. Considerando que o maior escore total obtido seria 100 pontos, situação em que se observa um prejuízo máximo causado pela tontura; e o menor, zero ponto, que revela nenhum prejuízo devido à tontura, na vida do paciente, o handicap foi leve neste grupo.

No presente estudo, a marcha não foi avaliada, porém os pacientes mostraram instabilidade postural no ato de caminhar. As alterações do controle postural estático e da marcha e consequentemente maior risco de quedas, podem ser atribuídas à disfunção do reflexo vestíbulo-espinhal que gera ataxia de marcha.

O paciente apresenta uma base de apoio mais alargada, marcha lenta, desvios laterais, e deficiências das estratégias reativas de tornozelo e quadril para manter o centro de gravidade dentro da base de sustentação (HERDMAN; SCHUBERT; TUSA, 2001; COHEN; SENGI-HAPEYKAR, 2011; DONÁ; PERRACINI e GAZZOLA, 2013).

Para Rowland (2003) os ambientes de realidade virtual tem muitas aplicações potenciais, dentre eles, terapia e reabilitação das incapacidades físicas, neste caso a DP. Para Dores *et al* (2012) a RVi pode ser utilizada em diferentes pacientes para promover aprendizagem motora, reabilitação tanto como intervenção quanto avaliação; redução do medo de cair com estratégias de intervenção inovadoras baseados em tarefas funcionais melhorando os processos afetados pelo envelhecimento; particularmente a necessidade de atingir um equilíbrio na interação entre a função sensório-motoras e as exigências cognitivas da RVi e também atividade física regular. Pode ser eficaz na melhoria da discinesia físicas causados por doenças cerebrovascular, pois se utiliza da imersão e interação favorecendo novas abordagens para o tratamento de déficits de memória e motores, efeitos estes verificados neste estudo.

Outra vantagem da RVi é a de “mergulhar o paciente” prendendo sua atenção por um período maior, oferecendo um ambiente seguro para pacientes de risco de queda, realimentação imediata para o paciente tornando a terapia mais emocionante e aumentando a motivação deste (RIVA *et al*, 1998; CHO *et al*, 2002 e STANDEN *et al*, 2005).

A RVi oferece um ambiente único com a apresentação de estímulos que pode ser controlada sistematicamente para permitir um nível ótimo de desafio, progredindo nas dificuldade da tarefa para a melhoria do desempenho (STEWART *et al*, 2006); este recurso não foi utilizado neste estudo, porém considerando a reabilitação como individualizada esta pode ser uma forma de progredir com os exercícios de reabilitação de acordo com a “facilidade’ que o paciente encontrar ao realizar seus jogos.

A RVi induz a neuroplasticidade cerebral e os benefícios podem ser transferidos para o mundo físico, sendo esta alternativa promissora de aproximação à vida real aumentando o nível de generalização das habilidades desenvolvidas em programas que usam esse tipo de tecnologia (DORES *et al*, 2012).

Neste estudo observou-se uma melhora clínica e a reabilitação funcional atribuída ao processo de compensação vestibular ativado no SNC por meio dos exercícios de RVi, pois este busca a funcionalidade do sistema vestibular através de mecanismos de neuroplasticidade denominados de habituação, substituição e adaptação (HERDMAN; WHITNEY, 2002; BASSETTO *et al*, 2007; ZEIGELBOIM, GANANÇA E GANANÇA IN: JURKIEWICZ, 2013) verificados na melhoria dos índices de DHI, Berg e SF36 no domínio CF e pelos melhores índices no TSL.

O console Nintendo Wii® é uma das plataformas mais utilizadas atualmente na prática da RVi, ele é descrito como uma ferramenta eficaz na reabilitação de pacientes de todas as idades em diversas patologias como a AEC precoce ou não, PC, DP e em disfunções vestibulares (GUY; CLEARLY; HENDERSON, 2010; SCHIAVINATO *et al*, 2010; ARAÚJO, 2010; DEUTSCH *et al*, 2011; ZETTERGREN *et al*, 2011; ESCULIER *et al*, 2012; LOUREIRO *et al*, 2012; PAVÃO *et al*, 2013; ZEIGELBOIM *et al*, 2013; GONÇALVES *et al*, 2014).

Para obtenção dos melhores efeitos da reabilitação, por meio do videogame Nintendo Wii®, fez-se uma seleção de jogos respaldada no princípio da RV, ou seja, visando suscitar a estabilização ocular durante os movimentos da cabeça, proporcionando a interação visuovestibular durante esta movimentação; diminuindo a sensibilidade individual à movimentação cefálica, melhorando a estabilidade estática e dinâmica nas condições que produzem informações sensoriais conflitantes (DONÁ; PERRACINI e GAZZOLA, 2013).

Estes jogos proporcionam estímulos multisensoriais (visual, auditivo, visuovestibular e somatossensorial), todos com objetivo de estimular a reorganização do sistema vestibular por meio da neuroplasticidade. O Wii Balance Board envolve estratégias reativas e proativas do controle postural, por meio do “feedback” visual e do desafio para adquirir melhor desempenho e concluir os jogos (MAIA, 2014).

Considerando os princípios da RV supracitados, foram selecionados quatro jogos do Wii Fit Plus: Soccer Heading® Table tilt® Ski Slalom® Tightropewalk®. Esses jogos promovem estímulos sacádico, optocinéticos, perseguição ocular lenta,

além do controle fino do centro de pressão e treino das estratégias reativas de tornozelo e quadril, movimento cefálico, ajuste fino do centro de pressão e coordenação motora, equilíbrio estático (apoio retilíneo) e equilíbrio dinâmico (marcha controlada) e praxia global (coordenação óculo-pedal) por meio do Wii Balance Board (SILVA, 2012).

Após as 10 sessões foram adicionadas os jogos de FM: Single leg extension®; Torso Twist®; Sideways leg lift® e Single leg Twist® .

Estes jogos promovem o controle estacionário do centro de massa; treino de equilíbrio e FM (tríceps, dorso e quadril) contra o centro de gravidade enquanto o movimento de rotação é realizado; treino de equilíbrio e FM dos músculos abdominais e abdutores de ombro e em músculos da coxa.

A inclusão de exercícios de força se baseia em autores como Rodrigues-de-Paula *et al* (2011) indivíduos com DP perdem a força muscular e esta pode comprometer o equilíbrio e a habilidade para realizar atividades de vida diária como caminhar ou levantar-se de uma cadeira. A manutenção de um programa de exercício regular como, por exemplo, fortalecimento muscular de membros inferiores e quadril melhoram as atividades funcionais.

Wiechmann, Ruzene e Navega (2013) concluíram que o treinamento resistido por 13 semanas em membros inferiores promove melhora significante da mobilidade funcional e do equilíbrio postural em idosos sem doença específica. Níveis adequados de força muscular e flexibilidade, dentre outros fatores, são determinantes para a eficácia na execução dos diferentes movimentos envolvidos na realização das atividades da vida diária (AVD) acarretando na maior dependência e redução de sua qualidade de vida (GONÇALVES, GURJÃO E GOBBI, 2007)

Para Dos Anjos *et al* (2012) entre os 25 e 80 anos, ocorre redução de 40 a 50% de massa muscular maior em membros inferiores, quando comparada aos membros superiores, essas alterações senescentes são comuns, mas seu aparecimento pode ser acelerado pelo sedentarismo, em que o sedentarismo irá aumentar a predisposição ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e outras condições crônico-degenerativas como a DP. A atividade física é provavelmente o melhor investimento na saúde para as pessoas em processo de envelhecimento.

Além de contribuir para a melhora da flexibilidade e da força, aumenta a perspectiva de vida, minimiza os efeitos degenerativos provocados pelo envelhecimento, a RVi aplicada neste estudo pode ser uma alternativa segura e atrativa de substituição de atividades físicas e que proporciona melhora em equilíbrio e FM.

Para Lopes *et al* (2009) e Dean *et al* (2009) a atividade física desencadeia alterações motoras que amenizam as perdas funcionais, acarretando ganhos na capacidade funcional com menor gasto energético nas AVDs.

Com o objetivo de avaliar a habilidade e a mobilidade dos MMII, aplicou-se o TSL, estudos relacionados afirmam que para a melhora do equilíbrio o indivíduo precisa ter força muscular (FARIA, 2003). Assim para a manutenção do equilíbrio é necessário que haja integridade do sistema sensório-motor, o qual inclui força muscular, propriocepção, mecanismos antecipatórios e adaptativos, dentre os quais se destacam as estratégias motoras (CARVALHO e ALMEIDA, 2009).

Neste estudo observou-se a melhora de força representada pelos resultados no TSL, com melhoria no tempo de execução deste teste após o treinamento, representado pela relação significativa do DHI, BERG e SF36- CF com o TSL. E também afirmar pelos resultados obtidos que os jogos Table tilt® e Tightropewalk® são os que são mais indicados para o equilíbrio, com resultados mais significativos após as 20 sessões.

A reabilitação do equilíbrio corporal com jogos interativos apresenta a vantagem de ser um método lúdico, com maior interação do paciente ao seu tratamento, por apresentar um gráfico de pontuação, que o motiva a melhorar o seu desempenho a cada nova sessão (SILVA *et al*, 2013).

Desta forma, na DP este protocolo de tratamento foi eficiente e pode ser uma alternativa válida para o tratamento de pacientes com distúrbios do equilíbrio corporal de origem vestibular. Os resultados positivos do tratamento também estão relacionados à motivação do paciente em realizar a reabilitação e melhorar seu desempenho nos jogos. Além disso, é importante considerar que os exercícios realizados podem melhorar a coordenação motora geral e o condicionamento físico (DEUTSCH *et al*, 2011; MULLINS *et al*, 2012).

O uso da RVi por meio do videogame Nintendo Wii® traz para a reabilitação do equilíbrio postural na DP uma ferramenta lúdica e multisensorial, que envolve o paciente com motivação e entusiasmo na rotina contínua do processo de reabilitação. Utilizando seu acessório Balance Board pode-se trabalhar a força aplicada no sentido vertical (center of pressure – COP) seus ajustes finos do COP de maneira contínua e lúdica.

Esse recurso tecnológico é um recurso adicional aos outros métodos convencionais da fisioterapia. Como vantagem da RV pode-se salientar a possibilidade de aplicação a uma diversidade de domínios, de funções cognitivas, comportamentos, doenças neurológicas e incapacidades físicas; as características inovadoras da RV que permitem ultrapassar limitações das intervenções tradicionais e o enorme potencial desta tecnologia, assistindo-se a um esforço crescente de validar a sua utilização na reabilitação em geral e em particular na reabilitação (neuro) cognitiva (MAIA, 2014).

O processo de reabilitação consiste em um desafio para profissionais, pacientes e suas famílias. Em se tratando de doenças neurodegenerativas como a DP este processo é longo e cansativo. Neste estudo, na tentativa de superar as limitações das intervenções tradicionais, a tecnologia de RV por meio da RVi aplicada à reabilitação se tratou de uma possibilidade de exercícios relacionados ao domínio motor, melhorando o equilíbrio e indiretamente a melhoria da QV.

Esta tecnologia pôde vencer muitas vezes as incapacidades físicas, principalmente pelo fator motivacional, o paciente percebeu as suas dificuldades e os ganhos motores, o paciente “joga”, e pela própria característica do jogo, quer vencer as etapas.

Pelo relato diário dos pacientes observou-se principalmente a melhora da propriocepção, a percepção de posicionamento que o corpo tem no espaço. À medida que o corpo se adaptou aos estímulos visuais os movimentos passaram a ser mais bem coordenados e consequentemente observou-se melhoria no equilíbrio. Os pacientes perceberam o seu posicionamento do tronco e posicionamento dos pés na marcha, e que isto interfere melhoraram a questão do equilíbrio.

Estudos de Doná, Lima, E Santana (2014), analisaram os efeitos dos jogos do Nintendo Wii™ na reabilitação do equilíbrio postural dinâmico em adultos de meia idade e idosos com vestibulopatia e concluíram que a reabilitação por meio do Nintendo Wii® foi efetiva para promover redução da tontura, melhor desempenho em tarefas de locomoção e redução do risco de quedas em pacientes com vestibulopatia periférica crônica.

Santos *et al* (2013) em estudos com o videogame como ferramenta na melhora de marcha e equilíbrio em pacientes com DP , concluiu que os pacientes foram capazes de aprender a maioria dos jogos que lhe foram propostos. E mesmo que haja habilidades prejudicadas pela doença, a maioria pôde ter seu desempenho melhorado por meio do treino com o auxílio da RVi em suas demandas cognitivas e motoras.

Loureiro *et al* (2012) em um estudo piloto sobre a viabilidade da terapia virtual na reabilitação de pacientes com DP sugere que a RVi representa uma alternativa potencialmente eficaz para facilitar a fisioterapia, que deve enfatizar a relação entre melhorias de controle equilíbrio e estímulos sensoriais externos.

No estudo de Schiavinato *et al* (2010), também foi utilizado um protocolo com exercícios de equilíbrio do Wii Fit® com a Balance Board, neste verificou-se melhora do equilíbrio, o que sugere que esta pode ser a nova ferramenta tecnológica com a vantagem de estabilidade, praticidade e boa relação custo x benefício, permitindo que se trabalhe sem risco de queda, quando bem orientado e auxiliado pelo terapeuta, corroborando achados deste estudo. (TREML *et al*, 2013).

Os pacientes com DP possuem comprometimento do equilíbrio, ficando susceptíveis a quedas. Estes conseguiram realizar o treinamento utilizando o Nintendo Wii® e obtiveram pequena melhora nos testes aplicados.

Outros aspectos observados foram os aspectos sociais, a grande maioria dos pacientes não se ausentaram das sessões mesmo com dificuldades, pois alguns necessitam de acompanhante e ao obter alterações positivas quer continuar com a reabilitação.

5.1 LIMITAÇÃO DO ESTUDO

Em aspectos metodológicos pode-se observar a necessidade de estudos com amostras maiores, introdução de grupo controle além de um número maior de sessões. Isto permitiria a comparação e generalização de resultados gerando dados acerca da utilização da RV com a RVi.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou os benefícios da reabilitação vestibular por meio da realidade virtual, na pré e pós-aplicação das escalas DHI, EEB, SF-36 e TSL em pacientes com DP. Constatou-se que a RV por meio da RVi com videogame Nintendo Wii® promoveu resultados significativos para o equilíbrio, decorrentes da melhoria da FM e para a QV.

Conclui-se que a realidade virtual por meio do jogo Wii Fit Plus é uma ferramenta apropriada e de **baixo custo** para o uso na RV, pois promove melhora no equilíbrio postural e na capacidade funcional, reduzindo o risco de quedas. Ela apresenta resultados eficazes no tratamento de comprometimentos motores de patologias neurológicas, desde que considerados aspectos como a duração, frequência e tipos de jogos utilizados.

As doenças neurodegenerativas como a DP causam impacto no Sistema Único de Saúde quer pelo fornecimento dos medicamentos gratuitos pelo Programa de Medicamentos Excepcionais, quer por se beneficiar de programas terapêuticos de reabilitação, envolvendo fisioterapia, fonoaudiologia, terapia ocupacional e suporte psicológico e familiar, buscando evitar e/ou retardar a perda de suas funcionalidade e habilidades motoras. Tais serviços são ofertados na Rede SUS, nos Centros Especializados em Reabilitação com modalidade de reabilitação física minimizando a incapacidade funcional causada pelos sintomas parkinsonianos. A inclusão da reabilitação com a utilização do Wii é uma alternativa de baixo custo que pode ser inserida nestes centros, favorecendo a motivação e melhoria de equilíbrio e FM, como visto nos resultados deste estudo.

Benefícios relacionados a autoestima e a integração social também foram observados e relatados pelos pacientes durante as sessões, o que suscita a possibilidade de mais estudos avaliando estes aspectos psicológicos.

Sugere-se outros estudos verificando o aumento do numero das sessões, pois os resultados de apenas 10 sessões não foi tão significativo quanto após as 20 sessões.

REFERÊNCIAS

- AGONILHA, D.C. Compreensão de Sentenças nos Indivíduos com Doença de Parkinson. 98 p.. Dissertação da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- AGONILHA, D.C. O que é plasticidade Neuronal. Disponível em <http://www.profala.com/artneuro1.htm>. Acesso em 07/04/2015.
- ANDRAD, A.L.M.; LÖHR Jr, A. A Plasticidade Neural e suas Implicações nos Processos de Memória e Aprendizagem. RUBS, Curitiba, v.1, n.3, p.12-16, 2005.
- BARBOSA, E.R. *et al.* Parkinsonismo precoce associado a lesões palidais de tipo "eye-of-the-tiger". Arq. Neuro-Psiquiatr. [online]. 1995, vol.53, n.2, pp. 294-297. ISSN 0004-282X .
- BARELA, J.A. Estratégias de controle de movimentos complexos: ciclo percepção ação no controle postural. Ver. Paul. de Educação Física, suplemento 3, p. 79-88, 2000.
- BARROS *et al.* análise do comprometimento de fala de sujeitos portadores de doença de parkinson na fase inicial e intermediária. rev neurocienc, 14(2):023-028, 2006.
- BASSETTO, J.M. *et al.* Achados otoneurológicos em pacientes com doença de Parkinson. Rev Bras Otorrinolaringol; 74.3 350-5, 2008.
- BASSETTO, J.M. *et al.* Reabilitação Vestibular em Idosos com Parkinson. Rev. CEFAC, São Paulo, v.9, n.2, 269-81, 2007.
- BASTONE, A.C., JACOB FILHO, W. Effect of na exercise program on functional performance of institutionalized elderly. Journal of Rehabilitation Research and Development, v.41, n.5, p.659-668, 2004.
- BEAR, M.F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BEKKER, T.M.; EGGEN, B.H. Designing for children's physical play. In: Extended abstracts on Human factors in computing systems, 2008, Florence: Italy, 2008. p.2871-2876.
- BEKRIS, L.M, IGNACIO, F.M. and CYRUS, P. Z. The Genetics of Parkinson Disease. Journal of geriatric psychiatry and neurology 23.4 (2010): 228–242. PMC. Web. 22 Aug. 2015.
- BERNE, M.B *et al.* Berne & Levy Fisiologia. 6.ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2009.

BERTOLDI, F.C.; SILVA, J.A.M.; FAGANELLO-NAVEGA, F.R. Influência do fortalecimento muscular no equilíbrio e qualidade de vida em indivíduos com doença de Parkinson. *Fisioter. Pesqui.*, São Paulo , v. 20, n. 2, p. 117-122, 2013 .

BOTEGA, L.C.; CRUVINEL, P.E.. Realidade Virtual: Histórico,Conceitos e Dispositivos. Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada. XI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: SBC - Sociedade Brasileira de Computação,p. 8-30, 2009.

BRAGA, M.M. *et al.* Treinamento sensório motor com Nintendo Wii® e disco proprioceptivo: efeitos sobre o equilíbrio de mulheres jovens saudáveis; *R. bras. Ci. e Mov* 2012;20(3):37-45.

BRAUN, C.A., ANDERSON, C.M. Fisiopatologia: alterações funcionais na saúde humana; tradução Anapaula Sommer Vinagre *et al.* Porto Alegre: Artmed, 2009.

BRUNIERA, C.A.V. *et al.* Comparação da estabilidade postural em idosas residentes em instituição de longa permanência e praticantes de exercício físico. *Revista da Educação Física / UEM*, 25(2), 223-230. <https://dx.doi.org/10.4025/reveducfis.v25i2.20235.2014>

BRUIN, E.D *et al.* Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly: Some theoretical considerations; *ZGerontolGeriat.*, n. 43, p. 229–234, 2010.

BURDEA, G.C.; COIFFET, P. *Virtual Reality Technology*. 1. ed. New Jersey. John Wiley & Sons, 2003. 3-4 p.

CABRAL, D.L. Comparação dos instrumentos SF-36 e perfil de saúde no Nottingham para avaliação da qualidade de vida de indivíduos pós Acidente Vascular Encefálico. Recife: O Autor, 2011.

CAMAIONI D. Impaired postural control in patients affected by tension-type headache. *European Journal of Pain* 2004 Dec; 8(6):579-583.

CAMARGOS, A. C. R. *et al.* O Impacto da Doença de Parkinson na Qualidade de Vida: Uma Revisão De Literatura *Rev.bras. fisioter.* Vol. 8, No. 3 (2004), 267-272

CAOVILLA, H.H. *et al.* Noções de Neuroanatomofisiologia do sistema vestibular. *Rev. Bras. Med. Otorrinolaring* v. 4, n. 1, 1997a, p. 11-19.

CARDOSO *et al.* Utilização de ambientes virtuais na reabilitação de pacientes com lesão cerebral por AVC e TCE. Edital CT-Saúde 24 .2004: 1-6.

CARVALHO R. L, ALMEIDA GL. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. *Rev Neurocienc*, n. 17, p. 156-60, 2009.

CHRISTOFOLLETTI, G. *et al* . Eficácia de tratamento fisioterapêutico no equilíbrio estático e dinâmico de pacientes com doença de Parkinson. *Fisioter. Pesqui.*, São Paulo , v. 17, n. 3, p. 259-263, 2010 .

CICONELLI, R.M. et al. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). Revbrasreumatol, v. 39, n. 3, p. 143-50, 1999.

COMPREENDENDO o Cérebro: Rumo a uma Nova Ciência do Aprendizado - Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).1 ed, São Paulo, Editora Senac,

COSTA, R. M. Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva de Pacientes Neurológicos e Psiquiátricos, Tese D.Sc, Coppe Sistemas-UFRJ, Rio de Janeiro. 2000

DALEY, A. J. Can Exergaming Contribute to Improving Physical Activity Levels and Health Outcomes in Children? Journal Pediatrics, v. 2, n. 124, p. 763-771, 2009.

DANGELO, J.G.; FATTINI, C.A. Anatomia básica dos sistemas orgânicos: com a descrição dos ossos, junturas, músculos, vasos e nervos. São Paulo, Atheneu, 2002.

DEUTSCH, J. E. et al. Nintendo Wii Sports and Wii Fit Game Analysis, Validation, and Application to Stroke Rehabilitation. Topics In Stroke Rehabilitation, Frederick, v.18, n.6, p.701-719, 2011.

DIAS R.S., SAMPAIO I.L.A, TADDEO L.S. Fisioterapia X Wii: a introdução do lúdico no processo de reabilitação de pacientes em tratamento fisioterápico. In: VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment; 2009 Oct 8-10; Rio de Janeiro; 2009.

DONÁ, F.; ARAÚJO, J. P. F.; MAIA, D. A. R.; ALVES, A. M.; KASSE, C. A. Jogos eletrônicos na reabilitação do equilíbrio em idoso com doença vestibular: caso clínico. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v.12, n.1, p.693-702, jan./jul. 2014.

DONÁ F. et al, Uso do Videogame na Reabilitação do Equilíbrio Postural em Pacientes com Vestibulopatia Crônica. Revista Equilíbrio Corporal e Saúde, v. 6, n. 2, 2015.

DONÁ, F. et al. Reabilitação do equilíbrio corporal por realidade virtual em uma idosa com vestibulopatia periférica crônica. RBM rev. bras. med, v. 67, n. supl. 3, 2010.

DONÁ, F. et al. Uso do Videogame na Reabilitação do Equilíbrio Postural em Pacientes com Vestibulopatia Crônica. Revista Equilíbrio Corporal e Saúde, v. 6, n. 2, 2015.

DONÁ, F.; PERRACINI, M. R.; GAZZOLA, J. M. Avaliação Físico-Funcional do paciente com disfunção. In: ONISHI, E. T. et al. (Org.) Avaliação e reabilitação do equilíbrio corporal: Abordagem interdisciplinar. São Paulo: Ektor Tsuneo Onishi, cap.5, p. 46-64, 2013.

DOS SANTOS,C. G. , Plasticidade neuronal em Entrevista com Dr. Drauzio Varella.Disponível em < <http://drauziovarella.com.br/envelhecimento/plasticidade-neuronal/>> acesso em 23/05/2015.

DORES, A.R *et al.* Realidade Virtual na Reabilitação: Por Que Sim e Por Que Não? Uma Revisão Sistemática. Acta Med,25(6):414-421, Port 2012.

DOUGLAS C.R. Tratado de fisiologia aplicada às ciências da saúde. São Paulo, Robe editorial, 2002.

DRAKE, R.L; VOGL, W; MITCHELL, A.W.M. Gray`s, anatomia para estudantes.Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

FARYNIUK,J.H. A Importância da Vestibulometria no Prognóstico e Terapêutica do Equilíbrio Corporal na Ataxia Espinocerebelar Dominante.110 p. Tese apresentada ao Programa de Mestrado e Doutorado em Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2015.

FRANCIELI, T.T.M, DE JESUS,M. Treino de Equilíbrio nos Pacientes com Doença de Parkinson Utilizando o Console Nintendo Wii®.Monografia aprovada pelo curso de Fisioterapia, da Universidade São Francisco, para obtenção da graduação em Fisioterapia. Data da aprovação: 12/12/2011.

FERREIRA E. Paradigmas do jogar: interação, corpo e imersão nos videogames. In: VIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica; 2009.

FROHMAN, EM. The dizzy patient. ACP Medicine. 2009; 1-19. Acesso em 04/07/2015.

FUKUNAGA J.Y. *et al*, Postural control in Parkinson's disease. Braz J Otorhinolaryngol. 2014; 80:508-14.

FUNABASHI, M. *et al*. Proposta de avaliação fisioterapêutica para pacientes com distúrbio do equilíbrio postural. Fisoter. mov, v. 22, n. 4, p. 509-517, 2009.

GANANÇA F.F. *et al*. Interferência da tontura na qualidade de vida de pacientes com síndrome vestibular periférica. Rev Bras Otorrinolaringol. 2004;70(1):94-101.

GANANÇA, F. F.; GANANÇA, C. F. Reabilitação vestibular: princípios e Técnicas. In: GANANÇA, M. M.; MUNHOZ, L. S. M.; CAOVILLA, H. H.; SILVA, M. L. G. Estratégias terapêuticas em otoneurologia. São Paulo: Atheneu, 2001. p. 33-54.

GARCIA-CAIRASCO, N.. Considerações sobre as relações neurais e etológicas na avaliação das alterações do controle motor: II. Modelos experimentais. Arq. Neuro-Psiquiatr. [online]. 1989, vol.47, n.2, pp. 172-181. ISSN 0004-282X.

GAZZANIGA, S. M.; HEATHERTON. Ciência Psicológica: mente, cérebro e comportamento. Porto Alegre: Artmed, 2005.

- GAZZOLA, J.M. et al. Realidade virtual na avaliação e reabilitação dos distúrbios vestibulares. *Acta ORL*, v. 27, n. 1, p. 22-7, 2009.
- GADOWSKI, G.T.; MCCREA, R.A. Neck proprioceptive inputs to primate vestibular nucleus neurons. *Experimental brainresearch*, v. 135, n. 4, p. 511-526, 2000.
- GIACOMINI, P.G et al .Impaired postural control in patients affected by tension-type headache. *European Journal of Pain* 2004 Dec; 8(6):579-583.
- GODEIRO Jr, C.O., FELÍCIO, A.C., PRADO, G.F. The extrapyramidal system: anatomy and syndromes. *Rev Neurocienc*. 2006;14(1):48-51
- GOMES,G.A.O. et al. Comparação entre idosos que sofreram quedas segundo desempenho físico e número de ocorrências. *Rev Bras Fisioter* 2009; 3(5):430-7.
- GOMES PATATAS, O.H.; FREITAS GANANÇA, C., FREITAS GANANÇA, F. Qualidade de vida de indivíduos submetidos à reabilitação vestibular *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, vol. 75, núm. 3, mayo-junio, 2009, pp. 387-394.
- GONÇALVES, G. B.; LEITE, M. A. A.; ORSINI, M.; PEREIRA, J. S. Effects of using the Nintendo Wii Fit Plus Platform in the sensorimotor training of gait disorders in Parkinson's disease. *Neurology International*, Pavia, v.6, n.1, p.5048, jan. 2014.
- GREENBERG, D.A.; AMINOFF, M.J.; SIMON, R.P. *Neurologia clinica*. 8 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- GROSSMANN,M. Com Parkinson e de bem com a Vida: experiência de uma parkinsoniana. São Paulo: Lemos Editorial. 1998.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12 ed. Rio de Janeiro, Elsevier Ed., 2011.
- GUYTON, A.C. *Neurociência Básica*. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 1993.
- HALTON J. Virtual rehabilitation with video-games: Anew frontier for occupational therapy. *J Occupational Therapy Now* 2008;9(6):12-4.
- HENNEMAM, E. O cerebelo. In: MOUNTCASTLE, Vernon B. *Fisiología médica*. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982.
- HERDMAN, S. J. *Reabilitação vestibular*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002. 591 p.
- HORAK F.B, MACPHERSON, J.M. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell L, Shepard J (eds). *Handbook of physiology*. New York: Oxford, 1996
- HORAK, F.B. Postural Compensation for Vestibular Loss. *Annals of the New York Academy of Sciences*. New York, v.28, n.1, p.57-68, may. 2009.

HORAK. F.B, SHUPERT, C. Função do Sistema Vestibular no Controle Postural. In: Herdman SJ, editor. Reabilitação Vestibular. Barueri: Editora Manole; 2002. p. 25 - 51.

HUGHES AJ, DANIEL SE, KILFORD L, LEES AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinicopathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1992;55(3):181-4.

JACOBSON, G.P.; NEWMAN, C.W. The development of the dizziness handicap inventory. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, v. 116, n. 4, p. 424-427, 1990.

JURKIEWICZ, A.L, ZEIGELBOIM, B.S., ALBERNAZ, P.L.M, Alterações vestibulares em processos infecciosos do sistema nervoso central. *Revista distúrbios da comunicação*. Pubmed, US. national library V. 14, n. 1, 2001, p.27-48.

KANASHIRO, A.M.. Avaliação da função vestibular através da vertical visual subjetiva em pacientes com doença de Parkinson. 2009. Tese (Doutorado em Neurologia - Multidisciplinaridade na Otoneurologia) - Faculdade de Medicina, University of São Paulo, São Paulo, 2009.

KANDEL E.R., SCHWARTZ J.H, JESSEL T.M. Princípios da Neurociência. 4 ed. Barueri: Manole; 2003.

KANDEL, E. et al. Fundamentos da Neurociência e do Comportamento. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 1997.

KEMPERMANN, G., GAST, D. and GAGE, F. H. (2002), Neuroplasticity in old age: Sustained fivefold induction of hippocampal neurogenesis by long-term environmental enrichment. *Ann Neurol.*, 52: 135–143. doi: 10.1002/ana.10262

KIRNER, C. et al. Virtual Environments for Shared Interactive Visualization. Workshop of the german-brazilian cooperative program in informatics, Berlin - Alemanha, 1995.

KOLB, Bryan; WHISHAW, Ian Q. Neurociência do Comportamento. Barueri: Editora Manole Ltda, 2002.

KRAKAUER, J.W. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Current opinion in neurology*, v. 19, n. 1, p. 84-90, 2006.

LENT, R. Cem Bilhões de Neurônios – Conceitos Fundamentais de Neurociência. São Paulo. Editora Atheneu, 2001.

LEVI-MONTALCINI, RITA. A detetive de nervos: depoimento. [março, 1991]. Rio de janeiro: Revista Superinteressante. Entrevista concedida a Monica Falcone e Suzana Veríssimo.

LIPINCOTT, Williamns e Wilkins, Springhouse Corporation. Fisiopatologia: Série Incrivelmente Fácil. Rio de janeiro: Ed. Guanabara, 2 ed, 2004.

LOPES, K.T *et al.* Prevalência do medo de cair em uma população de idosos da comunidade e sua correlação com mobilidade, equilíbrio dinâmico, risco e histórico de quedas. RevBrasFisioter, v. 13, n. 3, p. 223-9, 2009.

LOUREIRO, A.P.C., RIBAS, C.G., ZOTZ, T.G.G, CHEN, R. E RIBAS, F. Feasibility of virtual therapy in rehabilitation of Parkinson's disease patients: pilot study. 2012. Fisioterapia em Movimento, 25(3), 659-666.

MACHADO, A. B.M.. Neuroanatomia Funcional. São Paulo: Ed. Atheneu, 2 ed. 2003.

MARCUCCI, F.C.I., VANDRESEN FILHO, S. Métodos de investigação funcional do cérebro e suas implicações na prática da fisioterapia neurológica. Rev Neurocienc 2006; 14(4):198-203.

MARTIN, J.H. Neuroanatomia. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014

MARTINI, F.H.; TIMMONS, MJ; TALLITSCH, RB. Anatomia humana. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

MATOS ,V.S.B.; GOMES, F.S; SASAKI, A.C. Aplicabilidade da Reabilitação Vestibular nas Disfunções Vestibulares Agudas. Revista Equilíbrio Corporal e Saúde; v.2; n.1, p. 76-83, 2010.

MATSUDO, S. M. *et al* . Evolução do perfil neuromotor e capacidade funcional de mulheres fisicamente ativas de acordo com a idade cronológica. Rev. Bras. Med. Esporte, Niterói, v. 9, n. 6, 2003.

MATTOS, J.P.; CECHELA, C.O; ADAMS, J.G. E LIMA, J.M.B. Aspectos neuroquímicos do parkinsonismo: revisão da literatura. Arq. Neuro-Psiquiatr. [online]. 1982, vol.40, n.3, pp. 289-295. ISSN 0004-282X.

MELNICK M.E., OREMLAND B. Disfunção do movimento associada a problemas cerebelares. In: Umphred DA. Fisioterapia neurológica. 4. ed. Barueri: Manole, 2004, p.757-65.

MENDES, F.A.S. Aprendizado motor após treinamento baseado em realidade virtual em doença de parkinson: efeitos das demandas motoras e cognitivas dos jogos. tese (Doutorado – programa de pós graduação em psicologia. Área de concentração: neurociencias e comportamento) - Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

MENESES, M. S.; TEIVE, H. A. G. Doença de Parkinson. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MICHALSKI, A, C.M. *et al*. Assessment of the postural control strategies used to play two Wii FitTMvideogames. Gait Posture, 36 (2012), pp. 449–453.

MIRANDA-NETO, M.H.; MOLINARI, S.L.; SANT'ANA, D.M.G. Relações entre estimulação, aprendizagem e plasticidade do Sistema nervoso. Arq. Apadec, 6(1): 9 - 14,2002.

MIYAMOTO et al. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res.* 2004;37(9):1411-21.

MOCHIZUKI, L., AMADIO, C.A. As funções do controle postural durante a postura ereta. *Rev. Fisioter Univ. São Paulo* 2003; 10(1): 7-15.

MOORE K.L.; DALLEY, A.F.; AGUR, A.M.R. Anatomia orientada para a clínica. 6. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

MOREIRA, E. R.; TOSO NETO. G. Avaliação funcional de pacientes com mal de Parkinson através do teste de caminhada de seis minutos. 2007,35 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Fisioterapia). Centro Universitário Claretiano, Batatais, SP, 2007.

MOUSSALLE, S. Guia Prático de Otorrinolaringologia: anatomia, fisiologia e semiologia. Porto Alegre: Edifícrs, 1997.

MULLINS, N. M. et al. Physiological and Perceptual Responses to Nintendo® Wii Fit™ in Young and Older Adults. *International journal of exercise science*, Kentucky, v.5, n1, p.79-92, 2012.

NASHNER, L.M. Analysis of stance posture in humans. In: Towe AL, Lusche ES. *Handbook of behavior neurology*. New York: Plenum Press, 1981, v.5, p.527-65.

National Parkinson Foundation, NPF – EUA. Disponível em <http://www.parkinson.org/>. Acesso em abril de 2015

NEWTON RA. Questões e teorias atuais sobre controle motor: avaliação de movimento e postura. In: Umpred DA. Reabilitação Neurológica. 4 ed. Barueri: Manole; 2004. p. 142-54.

NITRINI, R.; BACHESCHI, L. Alberto. A neurologia que todo médico deve saber. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003

NORRE, M.E, BECKERS, A. Vestibular habituation training: exercise treatment for vertigo based on habituation effect. *Otolanngol Head hTeckSurg.* 1989; 101:14-19.

O'SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. Fisioterapia: avaliação e tratamento. 4. ed. São Paulo: Manole, 2004.

ODA, J.Y; SANT'ANA, D.M. G; CARVALHO, J.; Plasticidade e regeneração funcional do Sistema nervoso:contribuição ao estudo de revisão. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar* 6(2); 171-176, 2002.

OLMEDO, P.J. Videoconsola Wii: Lesiones provocadas por uso inadecuado versus aportaciones al mantenimiento y restauración de la salud. *Trances* 2010; 2(1): 1-13.

PADOIN, P. G.; GONÇALVES, M. P.; COMARU, T.; SILVA, A. M. V. Análise comparativa entre idosos praticantes de exercício físico e sedentários quanto ao risco de quedas. *O mundo da Saúde*, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 158-164, 2010.

PAIVA, L.S. Avaliação do Equilíbrio em Pacientes com Doença de Parkinson por meio de Exame de Posturografia em Unidade Virtual [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade De Medicina - Programa De Pós-Graduação Em Medicina: Ciências Médicas; 2011. 72 p.]

PAVÃO, S. L. SOUSA. N. V. C.; OLIVEIRA, C. M.; CASTRO, P. C. G.; SANTOS, M. C. M. O ambiente virtual como interface na reabilitação pós-AVE: relato de caso. Fisioterapia em movimento, Curitiba, v. 6, n. 2, p.455-462, 2013.

PEREIRA, M.M.; GOMES, L.; OLIVEIRA, R.J. Síncope e quedas na prática do Tai Chi Chuan em idosos. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, v. 12, n. 112, 2007. <http://www.efdeportes.com/efd112/sincopes-e-quedas-na-pratica-do-tai-chi-chuan-em-idosos.htm>

PIMENTEL, I.; SCHEICHER, M.E. Comparação da mobilidade, força muscular e medo de cair em idosas caidoras e não caidoras. Rev. bras. geriatr. gerontol., Rio de Janeiro , v. 16, n. 2, p. 251-257, 2013.

PIÑA-GARZA, JE. Fenichel neurologia clínica pediátrica. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PINHEIRO, J.E.S. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006, p.355-60.

POMPEU JE, MENDES FAS, SILVA KG, LOBO AM, OLIVEIRA TP, ZOMIGNANI AP, et al. Effect of Nintendo Wii -based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: A randomised clinical trial. Physiotherapy; n. 98, p. 196-204, 2012.

PONZONI,S.,GARCIA-CAIRASCO,N. Neurobiologia do parkinsonismo: I.substratos neurais e neuroquímica dos gânglios basais. Arq. Neuro-Psiquiatr. [online]. 1995, vol.53, n.3b, pp. 706-710. ISSN 0004-282X.

REZENDE, C.R.; TAGUCHI, C.K.; ALMEIDA, J.G. et al. Reabilitação vestibular em pacientes idosos portadores de vertigem posicional paroxística benigna. R. Bras. Otorrinol.,São Paulo, v. 69, n. 34, p. 34-38, jul-ago., 2003

RING H. Is neurological rehabilitation ready for “immersion” in the virtual reality world?.Disabil Rehabil.1998;20:98–101.

RODRIGUES, T. P. et al. Reabilitação vestibular com realidade virtual em pacientes com Doença de Ménière. Rev. Equilíbrio Corporal e Saúde; n.1, p.9-20, 2009.

ROSA, A. A. A; BARROS, E.; SOARES, J.L. Sintomas e sinais na prática médica. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ROWLAND, L.P MD. MERRIT tratado de neurologia. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003, p.768-83.

RUBERT V.A., REIS, D.C., ESTEVES A.C. Doença de Parkinson e exercício físico.Rev. Neurocienc,2007;15/02:135-140.

SANTOS, L.M.P *et al.* O Videogame como Ferramenta na Melhora de Marcha e Equilíbrio em Pacientes com Doença De Parkinson. CCBS – Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento, São Paulo, v.13, n.1, p. 28-38, 2013.

SAPOSNIK G, MAMDANI M, BAYLEY M, THORPE KE, HALL J, COHEN LG, TEASELL R. Effectiveness of Virtual Reality Exercises in Stroke Rehabilitation (EVREST): Rationale, Design, and Protocol of a Pilot Randomized Clinical Trial Assessing the Wii Gaming System. International Journal of Stroke, n. 5, p. 47 – 51, 2010.

SAPOSNIK G, TEASELL R, MAMDANI M, HALL J, MCILROY W, CHEUNG D, *et al.* Rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke. Stroke; n. 41, p. 1477-84, 2010. <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.584979>.

SANVITO, W. L. Propedêutica neurológica básica. São Paulo: Atheneu, 2002.

SCALZO, P. L. *et al.* Validation of the Brazilian version of the Berg balance scale for patients with Parkinson's disease. Arquivos de neuro-psiquiatria, v. 67, n. 3B, p. 831-835, 2009.

SCHIAVINATO A.M *et al.* Influência do Wii Fit no equilíbrio de paciente com disfunção cerebelar: estudo de caso. J Health Sci Inst 2010;28(1):50-2.

SCHIAVINATO, A.M. et al. Influência da realidade virtual no equilíbrio de paciente portador de disfunção cerebelar – Estudo de Caso. RevNeurocienc., v. 19, n. 1, p. 119-127, 2011.

SCHUBERT, M.C., MINOR, L.B. Vestibulo-ocular physiology underlying vestibular hypofunction. Phys Ther. 2004;84:373-85.

SCHULZ, J.B. *et al.* Visualization Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor Control: Theory and practical applications. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 2001.

SILVA, D.O. *et al.* Performance de sujeitos jovens saudáveis em um programa de treinamento em realidade virtual: efeito imediato e ao longo do tempo. RBPFFEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício 9.51 (2015): 24-30.

SILVA, D.O. *et al.* Treinamento de sujeitos hemiparéticos em tarefas virtuais utilizando o Nintendo Wii= Training of hemiparetic subjects with virtual tasks using the Nintendo Wii. Fisioterapia Brasil, Rio de Janeiro, v. 14, n. 5 , p.344-350,, out. 2013.

SILVA, M.F.M.C; KLEINHANS, A.C.S. Processos cognitivos e plasticidade cerebral, Síndrome de Down nd. Rev. bras. educ. espec. Marília, v. 12, n. 1, abril 2006.

SOBOTTA, J. Atlas de anatomia humana. 20. ed. vol 1. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

SOUZA F.H. O uso do Nintendo® Wii como instrumento de reabilitação na Fisioterapia: revisão bibliográfica [acesso em 6 out 2010]. Disponível em: http://artigocientifico.tebas.inghost.net/uploads/artc_1283750849_64.pdf

SOUZA, BARRETO E SANTOS. Avaliação da Atividade Funcional e Qualidade de Vida Em Mulheres Com Doença De Parkinson. Revista Saúde e Pesquisa, v. 3, n. 2, p. 167-172, maio/ago. 2010 - ISSN 1983-1870.

SOUZA, C. F. M. et al. A doença de Parkinson e o processo de envelhecimento motor: uma revisão de literatura. Rev Neuroscienc, 19(4), 718-23. 2011.

TANNER C, HUBBLE J, CHAN P. Epidemiology and genetics of Parkinson's disease. In Movement Disorders: Neurologic principles and Practice. Watts RL, Koller WC, editors. New York: McGraw-Hill; 1997. p. 137-52.

TEIVE, HÉLIO A.G.. O papel de Charcot na doença de Parkinson. Arquivos de Neuro-Psiquiatria, 56(1), 141-145. 1998.

TREML C.J., et al/O uso da plataforma Balance Board como recurso fisioterápico em idosos. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, 16(4), 759-768.2013.

UMPHRED, DA. Reabilitação neurológica. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

VAGHETTI CAO, BOTELHO SSC. Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de Exergames. Ciênc Cognição 2010;15(1):76-88.

VAN DE GRAAFF, KM. Anatomia humana. 6.ed. São Paulo: Manole, 2003

VIIIRRE E, SITARZ R. Vestibular Rehabilitation using visual displays: preliminary study. Laryngoscope. 2002;112(3): 500-3.

WILKINSON I, GRAHAM L. Essential Neurology. 4 ed. Malden: Blackwell Publishing, 2005, 278p.

ZANONI, A.; GANANÇA, F. F. Realidade virtual nas síndromes vestibulares. Rev Bras Med; v.67(supl.1), p. 113-116, 2010

ZEIGELBOIM e BS JURKIEWICZ AL. Multidisciplinariedade na Otoneurologia.São Paulo: Roca, 2013

ZEIGELBOIM, B. S. et al .Eletronistagmografia em ataxia espinocerebelar do tipo 3 (SCA3) e do tipo 2 (SCA2). Arq. Neuro-Psiquiatr., São Paulo , v. 69, n. 5, p. 760-765, Oct. 2011.

ZEIGELBOIM, B.S. et al. Reabilitação vestibular com realidade virtual na ataxia espinocerebelar. Audiol., Commun. Res. [online]. n. 18, n.2, 2013.

ZEIGELBOIM, B.S., GANANÇA, C.F. e GANANÇA, F.F.. Reabilitação Vestibular. In: ZEIGELBOIM e BS JURKIEWICZ AL. Multidisciplinariedade na Otoneurologia. São Paulo: Roca, 2013

APENDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidada a participar de um projeto de pesquisa intitulado “AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR EM DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS” que tem como objetivo verificar os benefícios da reabilitação vestibular com realidade virtual, por meio de avaliação vestibular pré e pós-aplicação das escalas de equilíbrio de Berg, visual analógica e de qualidade de vida, em indivíduos com Ataxia e a doença de Parkinson, melhorar a capacidade de locomoção, aumentando a estabilidade ao andar reduzindo desta forma os desvios de marcha; aumentar a capacidade de orientação espacial do indivíduo; diminuir a sensação de flutuação e quedas; aperfeiçoar a capacidade de execução de tarefas de vida diária, gerando autoconfiança que acarretará positivamente nos aspectos da vida familiar, social e profissional.

Após entender e concordar em participar do estudo, a Sr.(a) irá responder um questionário com 50 perguntas devendo levar aproximadamente 30 minutos. Após responder o questionário o mesmo irá realizar sessões de reabilitação virtual com Wii ®, marca Nintendo, 2 vezes por semana durante 10 sessões, ao término destas sessões o Sr(a) responderá o mesmo questionário respondido inicialmente.

Não há benefício direto para o participante desse estudo. Somente no final do estudo poderemos concluir a presença de algum benefício. Porém, os resultados obtidos com este estudo poderão ajudar a melhorar o tratamento do indivíduo. Não haverá riscos ou desconfortos ao aceitar participar.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Sua participação neste estudo é totalmente voluntária, ou seja, você somente participa se quiser.

A não participação no estudo não implicará em nenhuma alteração no seu acompanhamento médico tão pouco alterará a relação da equipe com o mesmo.

Após assinar o consentimento, você terá total liberdade de retirá-lo a qualquer momento e deixar de participar do estudo se assim o desejar, sem quaisquer prejuízos à continuidade do tratamento e acompanhamento na instituição.

Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em reuniões ou publicações, contudo, sua identidade não será revelada nessas apresentações.

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas, o responsável pelo estudo é a fonoaudióloga Dra. Bianca Simone Zeigelboim, que poderá ser encontrada no telefone: (41) 33317807

Concordo em participar do estudo. Li e entendi o documento de consentimento e o objetivo do estudo, bem como seus possíveis benefícios e riscos. Tive oportunidade de perguntar sobre o estudo e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Entendo que estou livre para decidir não participar desta pesquisa.

Eu autorizo a utilização dos registros pelo pesquisador.

Entendo que ao assinar este documento, não estou abdicando de nenhum de meus direitos legais.

Receberei uma via assinada e datada deste documento.

NOME DO VOLUNTÁRIO (em letra de forma)

ASSINATURA DO VOLUNTÁRIO

____ / ____ / ____
DATA

ASSINATURA DO MEMBRO DA EQUIPE DE PESQUISA

ANEXOS

ANEXO A - DHI

Aspecto	Questões	Respostas		
		Sim	Às vezes	Não
		(4)	(2)	(0)
Físico	O olhar para cima piora o seu quadro de tontura?			
Emocional	Por causa da sua doença, você se sente frustrado?			
Funcional	Por causa da sua doença, você restringe suas viagens turísticas ou trabalho?			
Físico	Caminhar ao longo dos corredores de um supermercado piora seu quadro?			
Funcional	Por causa do seu problema, você tem dificuldade para deitar-se na cama ou levantar-se dela?			
Funcional	A sua doença restringe sua participação em atividades sociais, como sair para jantar, ir ao cinema, dançar ou ir a festas?			
Funcional	Por causa da sua doença, você tem dificuldades para ler?			
Físico	Atividades de esporte ou limpeza doméstica pioram seu quadro clínico?			
Emocional	Por causa da sua doença, você tem medo de sair de casa sem algum acompanhante?			
Emocional	Por causa da sua doença, você se sente desconfortável (envergonhado) na frente dos outros?			
Físico	Movimentos rápidos da cabeça pioram seu estado clínico?			
Funcional	Por causa da sua doença, você evita lugares altos?			
Físico	Mudar de posição na cama, quando deitado (a), piora seu quadro clínico?			
Funcional	Por causa da sua doença, torna-se difícil realizar atividades domésticas mais vigorosas?			
Emocional	Por causa da sua doença, você tem medo de que pessoas pensem que você está embriagado?			
Funcional	Por causa da sua doença, é difícil para você andar desacompanhado?			
Físico	Caminhar na calçada piora o seu quadro clínico?			
Emocional	Por causa da sua doença, sua concentração fica prejudicada?			
Funcional	Por causa da sua doença, você tem medo de andar no escuro?			
Emocional	Por causa da sua doença, você tem medo de ficar em casa desacompanhado (a)?			
Emocional	Por causa da sua doença, você se sente prejudicado(a)?			
Emocional	Por causa da sua doença, você já teve problemas de relacionamento com amigos ou familiares?			
Emocional	Por causa da sua doença, você fica deprimido(a)?			
Funcional	A sua doença interfere nas suas atividades profissionais?			
Físico	Debruçar-se piora seu quadro clínico?			

Fonte: Castro et al., 2007 (18)

Figura 1. Questionário de *handicap* para tontura

ANEXO B - VERSÃO BRASILEIRA DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA - SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentido cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode animá-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranquilo?	1	2	3	4	5	6

e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitiva- mente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

CÁLCULO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA

Fase 1: Ponderação dos dados

Questão	Pontuação
---------	-----------

01	Se a resposta for 1 2 3 4 5	Pontuação 5,0 4,4 3,4 2,0 1,0
02		Manter o mesmo valor
03		Soma de todos os valores
04		Soma de todos os valores
05		Soma de todos os valores
06	Se a resposta for 1 2 3 4 5	Pontuação 5 4 3 2 1
07	Se a resposta for 1 2 3 4 5 6	Pontuação 6,0 5,4 4,2 3,1 2,0 1,0
08	<p>A resposta da questão 8 depende da nota da questão 7</p> <p>Se $7 = 1$ e se $8 = 1$, o valor da questão é (6)</p> <p>Se $7 = 2$ à 6 e se $8 = 1$, o valor da questão é (5)</p> <p>Se $7 = 2$ à 6 e se $8 = 2$, o valor da questão é (4)</p> <p>Se $7 = 2$ à 6 e se $8 = 3$, o valor da questão é (3)</p> <p>Se $7 = 2$ à 6 e se $8 = 4$, o valor da questão é (2)</p> <p>Se $7 = 2$ à 6 e se $8 = 3$, o valor da questão é (1)</p> <p>Se a questão 7 não for respondida, o escorre da questão 8 passa a ser o seguinte:</p> <p>Se a resposta for (1), a pontuação será (6)</p> <p>Se a resposta for (2), a pontuação será (4,75)</p> <p>Se a resposta for (3), a pontuação será (3,5)</p> <p>Se a resposta for (4), a pontuação será (2,25)</p> <p>Se a resposta for (5), a pontuação será (1,0)</p>	
09	<p>Nesta questão, a pontuação para os itens a, d, e ,h, deverá seguir a seguinte orientação:</p> <p>Se a resposta for 1, o valor será (6)</p> <p>Se a resposta for 2, o valor será (5)</p> <p>Se a resposta for 3, o valor será (4)</p> <p>Se a resposta for 4, o valor será (3)</p> <p>Se a resposta for 5, o valor será (2)</p> <p>Se a resposta for 6, o valor será (1)</p> <p>Para os demais itens (b, c,f,g, i), o valor será mantido o mesmo</p>	

10	Considerar o mesmo valor.
11	<p>Nesta questão os itens deverão ser somados, porém os itens b e d deverão seguir a seguinte pontuação:</p> <p>Se a resposta for 1, o valor será (5) Se a resposta for 2, o valor será (4) Se a resposta for 3, o valor será (3) Se a resposta for 4, o valor será (2) Se a resposta for 5, o valor será (1)</p>

Fase 2: Cálculo do Raw Scale

Nesta fase você irá transformar o valor das questões anteriores em notas de 8 domínios que variam de 0 (zero) a 100 (cem), onde 0 = pior e 100 = melhor para cada domínio. É chamado de raw scale porque o valor final não apresenta nenhuma unidade de medida.

Domínio:

- Capacidade funcional
- Limitação por aspectos físicos _____
- Dor
- Estado geral de saúde
- Vitalidade
- Aspectos sociais
- Aspectos emocionais

- Saúde mental

Para isso você deverá aplicar a seguinte fórmula para o cálculo de cada domínio:

Domínio:

Valor obtido nas questões correspondentes – Limite inferior x 100

Variação (Score Range)

Na fórmula, os valores de limite inferior e variação (Score Range) são fixos e estão estipulados na tabela abaixo.

Domínio	Pontuação das questões correspondidas	Limite inferior	Variação
Capacidade funcional	03	10	20
Limitação por aspectos físicos	04	4	4
Dor	07 + 08	2	10
Estado geral de saúde	01 + 11	5	20
Vitalidade	09 (somente os itens a + e + g + i)	4	20
Aspectos sociais	06 + 10	2	8

Limitação por aspectos emocionais	05	3	3
Saúde mental	09 (somente os itens b + c + d + f + h)	5	25

Exemplos de cálculos:

- Capacidade funcional: (ver tabela)

Domínio: Valor obtido nas questões correspondentes – limite inferior x 100

Variação (Score Range)

Capacidade funcional: $\frac{21 - 10}{20} \times 100 = 55$

O valor para o domínio capacidade funcional é 55, em uma escala que varia de 0 a 100, onde o zero é o pior estado e cem é o melhor.

- Dor (ver tabela)
- Verificar a pontuação obtida nas questões; por exemplo: 5,4 e 4, portanto somando-se as duas, teremos: 9,4
- Aplicar fórmula:

Domínio: Valor obtido nas questões correspondentes – limite inferior x 100

Variação (Score Range)

Dor: $\frac{9,4 - 2}{10} \times 100 = 74$

O valor obtido para o domínio dor é 74, numa escala que varia de 0 a 100, onde zero é o pior estado e cem é o melhor.

Assim, você deverá fazer o cálculo para os outros domínios, obtendo oito notas no final, que serão mantidas separadamente, não se podendo soma-las e fazer uma média.

Obs.: A questão número 02 não faz parte do cálculo de nenhum domínio, sendo utilizada somente para se avaliar o quanto o indivíduo está melhor ou pior comparado a um ano atrás.

Se algum item não for respondido, você poderá considerar a questão se esta tiver sido respondida em 50% dos seus itens.

ANEXO C – ESCALA DE EQUILIBRIO DE BERG

NOME:	IDADE:	SEXO
DIAGNÓSTICO:		
SEQUELAS:		

Escala de Equilíbrio de Berg

DESCRÍÇÃO DOS ITENS	Pontuação (0-4)
1. Sentado para em pé	_____
2. Em pé sem apoio	_____
3. Sentado sem apoio	_____
4. Em pé para sentado	_____
5. Transferências	_____
6. Em pé com os olhos fechados	_____
7. Em pé com os pés juntos	_____
8. Reclinar à frente com os braços estendidos	_____
9. Apanhar objeto do chão	_____
10. Virando-se para olhar para trás	_____
11. Girando 360 graus	_____
12. Colocar os pés alternadamente sobre um banco	_____
13. Em pé com um pé em frente ao outro	_____
14. Em pé apoiado em um dos pés	_____

TOTAL

INSTRUÇÕES GERAIS

- Demonstre cada tarefa e/ou instrua o sujeito da maneira em que está escrito abaixo. Quando reportar a pontuação, registre a categoria da resposta de menor pontuação relacionada a cada item.
 - Na maioria dos itens pede-se ao sujeito manter uma dada posição por um tempo determinado. Progressivamente mais pontos são subtraídos caso o tempo ou a distância não sejam atingidos, caso o sujeito necessite de supervisão para a execução da tarefa, ou se o sujeito apóie-se num suporte externo ou recebe ajuda do examinador
 - É importante que se torne claro aos sujeitos que estes devem manter seus equilíbrios enquanto tentam executar a tarefa. A escolha de qual perna permanecerá como apoio e o alcance dos movimentos fica a cargo dos sujeitos. Julgamentos inadequados irão influenciar negativamente na performance e na pontuação.
 - Os equipamentos necessários são um cronômetro (ou relógio comum com ponteiro dos segundos) e uma régua ou outro medidor de distância com fundos de escala de 5, 12,5 e 25cm. As cadeiras

utilizadas durante os testes devem ser de altura razoável. Um degrau ou um banco (da altura de um degrau) pode ser utilizado para o item #12

1. SENTADO PARA EM PÉ

- ❖ INSTRUÇÕES: Por favor, fique de pé. Tente não usar suas mãos como suporte.
- () 4 capaz de permanecer em pé sem o auxílio das mãos e estabilizar de maneira independente
- () 3 capaz de permanecer em pé independentemente usando as mãos
- () 2 capaz de permanecer em pé usando as mão após várias tentativas
- () 1 necessidade de ajuda mínima para ficar em pé ou estabilizar
- () 0 necessidade de moderada ou máxima assistência para permanecer em pé

2. EM PÉ SEM APOIO

- ❖ INSTRUÇÕES: Por favor, fique de pé por dois minutos sem se segurar em nada.
- () 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- () 3 capaz de permanecer em pé durante 2 minutos com supervisão
- () 2 capaz de permanecer em pé durante 30 segundos sem suporte
- () 1 necessidade de várias tentativas para permanecer 30 segundos sem suporte
- () 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem assistência
- ❖ Se o sujeito é capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, marque pontuação máxima na situação sentado sem suporte. Siga diretamente para o item #4.

3. SENTADO SEM SUPORTE PARA AS COSTAS MAS COM OS PÉS APOIADOS SOBRE O CHÃO OU SOBRE UM BANCO

- ❖ INSTRUÇÕES: Por favor, sente-se com os braços cruzados durante 2 minutos.
- () 4 capaz de sentar com segurança por 2 minutos
- () 3 capaz de sentar com por 2 minutos sob supervisão
- () 2 capaz de sentar durante 30 segundos
- () 1 capaz de sentar durante 10 segundos
- () 0 incapaz de sentar sem suporte durante 10 segundos

4. EM PÉ PARA SENTADO

- ❖ INSTRUÇÕES: Por favor, sente-se.
- () 4 senta com segurança com o mínimo uso das mão
- () 3 controla descida utilizando as mãos
- () 2 apóia a parte posterior das pernas na cadeira para controlar a descida

- () 1 senta independentemente mas apresenta descida descontrolada
 () 0 necessita de ajuda para sentar

5. TRANSFERÊNCIAS

❖ INSTRUÇÕES: Pedir ao sujeito para passar de uma cadeira com descanso de braços para outra sem descanso de braços (ou uma cama)

- () 4 capaz de passar com segurança com o mínimo uso das mãos
 () 3 capaz de passar com segurança com uso das mãos evidente
 () 2 capaz de passar com pistas verbais e/ou supervisão
 () 1 necessidade de assistência de uma pessoa
 () 0 necessidade de assistência de duas pessoas ou supervisão para segurança

6. EM PÉ SEM SUPORTE COM OLHOS FECHADOS

❖ INSTRUÇÕES: Por favor, feche os olhos e permaneça parado por 10 segundos

- () 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos
 () 3 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos com supervisão
 () 2 capaz de permanecer em pé durante 3 segundos
 () 1 incapaz de manter os olhos fechados por 3 segundos mas permanecer em pé
 () 0 necessidade de ajuda para evitar queda

7. EM PÉ SEM SUPORTE COM OS PÉS JUNTOS

❖ INSTRUÇÕES: Por favor, mantenha os pés juntos e permaneça em pé sem se segurar

- () 4 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto
 () 3 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto, com supervisão
 () 2 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente e se manter por 30 segundos
 () 1 necessidade de ajuda para manter a posição mas capaz de ficar em pé por 15 segundos com os pés juntos
 () 0 necessidade de ajuda para manter a posição mas incapaz de se manter por 15 segundos

8. ALCANCE A FRENTE COM OS BRAÇOS EXTENDIDOS PERMANECENDO EM PÉ

❖ INSTRUÇÕES: Mantenha os braços estendidos a 90 graus. Estenda os dedos e tente alcançar a maior distância possível. (o examinador coloca uma régua no final dos dedos quando os braços estão a 90 graus. Os dedos não devem tocar a régua enquanto executam a tarefa. A medida registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar enquanto o sujeito está na máxima inclinação para frente possível. Se possível, pedir ao sujeito que execute a tarefa com os dois braços para evitar rotação do tronco.)

- () 4 capaz de alcançar com confiabilidade acima de 25cm (10 polegadas) () 3 capaz de alcançar acima de 12,5cm (5 polegadas)

- 2 capaz de alcançar acima de 5cm (2 polegadas)
- 1 capaz de alcançar mas com necessidade de supervisão
- 0 perda de equilíbrio durante as tentativas / necessidade de suporte externo

9. APANHAR UM OBJETO DO CHÃO A PARTIR DA POSIÇÃO EM PÉ

- ❖ INSTRUÇÕES: Pegar um sapato/chinelo localizado a frente de seus pés

 - 4 capaz de apanhar o chinelo facilmente e com segurança
 - 3 capaz de apanhar o chinelo mas necessita supervisão
 - 2 incapaz de apanhar o chinelo mas alcança 2-5cm (1-2 polegadas) do chinelo e manter o equilíbrio de maneira independente
 - 1 incapaz de apanhar e necessita supervisão enquanto tenta
 - 0 incapaz de tentar / necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

10. EM PÉ, VIRAR E OLHAR PARA TRÁS SOBRE OS OMBROS DIREITO E ESQUERDO

- ❖ INSTRUÇÕES: Virar e olhar para trás sobre o ombro esquerdo. Repetir para o direito. O examinador pode pegar um objeto para olhar e colocá-lo atrás do sujeito para encorajá-lo a realizar o giro.

 - 4 olha para trás por ambos os lados com mudança de peso adequada
 - 3 olha para trás por ambos por apenas um dos lados, o outro lado mostra menor mudança de peso
 - 2 apenas vira para os dois lados mas mantém o equilíbrio
 - 1 necessita de supervisão ao virar
 - 0 necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

11. VIRAR EM 360 GRAUS

- ❖ INSTRUÇÕES: Virar completamente fazendo um círculo completo. Pausa. Fazer o mesmo na outra direção

 - 4 capaz de virar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
 - 3 capaz de virar 360 graus com segurança para apenas um lado em 4 segundos ou menos
 - 2 capaz de virar 360 graus com segurança mas lentamente
 - 1 necessita de supervisão ou orientação verbal
 - 0 necessita de assistência enquanto vira

12. COLOCAR PÉS ALTERNADOS SOBRE DEDGRAU OU BANCO PERMANECENDO EM PÉ E SEM APOIO

❖ INSTRUÇÕES: Colocar cada pé alternadamente sobre o degrau/banco. Continuar até cada pé ter tocado o degrau/banco quatro vezes.

() 4 capaz de ficar em pé independentemente e com segurança e completar 8 passos em 20 segundos

() 3 capaz de ficar em pé independentemente e completar 8 passos em mais de 20 segundos

() 2 capaz de completar 4 passos sem ajuda mas com supervisão

() 1 capaz de completar mais de 2 passos necessitando de mínima assistência

() 0 necessita de assistência para prevenir queda / incapaz de tentar

13. PERMANECER EM PÉ SEM APOIO COM OUTRO PÉ A FREnte

❖ INSTRUÇÕES: (DEMOSTRAR PARA O SUJEITO - Colocar um pé diretamente em frente do outro. Se você perceber que não pode colocar o pé diretamente na frente, tente dar um passo largo o suficiente para que o calcanhar de seu pé permaneça a frente do dedo de seu outro pé. (Para obter 3 pontos, o comprimento do passo poderá exceder o comprimento do outro pé e a largura da base de apoio pode se aproximar da posição normal de passo do sujeito)).

() 4 capaz de posicionar o pé independentemente e manter por 30 segundos

() 3 capaz de posicionar o pé para frente do outro independentemente e manter por 30 segundos

() 2 capaz de dar um pequeno passo independentemente e manter por 30 segundos

() 1 necessidade de ajuda para dar o passo mas pode manter por 15 segundos

() 0 perda de equilíbrio enquanto dá o passo ou enquanto fica de pé

14. PERMANECER EM PÉ APOIADO EM UMA Perna

❖ INSTRUÇÕES: Permaneça apoiado em uma perna o quanto você puder sem se apoiar

() 4 capaz de levantar a perna independentemente e manter por mais de 10 segundos

() 3 capaz de levantar a perna independentemente e manter entre 5 e 10 segundos

() 2 capaz de levantar a perna independentemente e manter por 3 segundos ou mais

() 1 tenta levantar a perna e é incapaz de manter 3 segundos, mas permanece em pé independentemente

() 0 incapaz de tentar ou precisa de assistência para evitar queda

() PONTUAÇÃO TOTAL (máximo = 56)

Ass pesquisador:

Data: / /