



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEDICINA TROPICAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOENÇAS TROPICAIS**

RODRIGO LUIS FERREIRA DA SILVA

**EFETIVIDADE DO USO DE PROTOCOLOS DE REABILITAÇÃO SENSORIAL
E MOTORA EM PACIENTES HANSENIANOS COM DANO NEURAL NOS PÉS**

**BELÉM
2014**

RODRIGO LUIS FERREIRA DA SILVA

**EFETIVIDADE DO USO DE PROTOCOLOS DE REABILITAÇÃO SENSORIAL
E MOTORA EM PACIENTES HANSENIANOS COM DANO NEURAL NOS PÉS**

Tese de doutorado apresentado à banca
examinadora do Programa de Pós-graduação em
Doenças Tropicais do Núcleo de Medicina
Tropical, da Universidade Federal do Pará.
Orientadora: Profa. Dra. Marília Brasil Xavier

**BELÉM
2014**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEDICINA TROPICAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOENÇAS TROPICAIS

RODRIGO LUIS FERREIRA DA SILVA

**EFETIVIDADE DO USO DE PROTOCOLOS DE REABILITAÇÃO SENSORIAL
E MOTORA EM PACIENTES HANSENIANOS COM DANO NEURAL NOS PÉS**

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Doenças Tropicais do
Núcleo de Medicina Tropical/UFPA

Aprovada em:
Conceito:

Banca Examinadora

Profa. Dra. Marília Brasil Xavier
Orientador - NMT/UFPA

Prof. Dr. Givago da Silva Souza
Membro – NMT/UFPA

Prof. Dr. Juarez Antônio Simões Quaresma
Membro – NMT/UFPA

Profa. Dra. Maria da Conceição Pinheiro
Membro – NMT/UFPA

Profa. Dra. Tereza Cristina Oliveira Corvelo
Membro – NMT/UFPA

AGRADECIMENTOS

A trajetória de construção de uma tese de doutorado, nunca é alcançada sem que haja a participação de muitos colaboradores. Assim sendo venho agradecer a todos aqueles que de maneira direta ou indireta ajudaram-me nesta minha caminhada:

Em primeiro lugar agradeço imensamente a minha família, pelo extremo e caloroso apoio e compreensão durante os últimos anos. Muitos foram os meus momentos de impaciência, ausência, estresse e desmotivação. Felizmente eles nunca me abandonaram e foram o meu verdadeiro suporte pra chegar até aqui. Amo muito todos vocês.

Quero também dizer obrigado aos meus amigos deste programa de pós-graduação pelo apoio e aprendizado. Tornamos-nos ainda mais companheiros e torço muito por vocês.

Devo um agradecimento especial a minha orientadora Dra. Marília Xavier por ter me salvo de um caminho sem volta que pretendia seguir, insistindo em outra temática para elaborar esta tese. Além disso, sua cobrança, incentivo e apoio para que eu chegasse a um produto final de qualidade foram o meu combustível para enfrentar as dificuldades que surgiram no caminho.

Outro agradecimento especial devo a professora, enfermeira e amiga Livia Valentim. Sua dedicação a nossa amizade e seu amor pelo conhecimento foram um dos braços mais fortes em que me apoiei para seguir com esta tese. Sou imensamente grato.

A colaboração do professor Dr. Osmar Pinto também merece meu sincero agradecimento. Seus ensinamentos e objetividade foram valiosos para alcançar este resultado.

Meus agradecimentos também viajam pela rodovia Santarém-Cuiabá e dirigem-se a Rurópolis aonde pude contar com a ajuda de profissionais (fisioterapeuta Indiara Alencar e enfermeira Clébia) e de pacientes que foram extremamente prestativos comigo.

Agradeço ainda aos acadêmicos e orientandos que se envolveram na construção desta tese e que também deram sua parcela de contribuição: Luis Afonso Leite, Luma Vieira, Aline Ribeiro, Delmas Rodrigues, Guilherme da Rocha e Diego Sarmiento.

Além destes mencionados, agradeço também a todos os meus amigos e demais acadêmicos que sempre estiveram me incentivando para atingir a conclusão desse curso com sucesso. Com certeza esta energia foi percebida por mim em todos os momentos.

Aos pacientes e colegas de trabalho da UEASBA, agradeço pelo afeto e parceria ao acompanharem de perto o desenrolar deste árduo trabalho científico.

Por fim, o meu agradecimento mais especial a todos os pacientes que participaram em algum momento desta pesquisa, confiando a mim sua saúde, sua história e seus corpos para que eu conseguisse concluir esta tese. É por vocês que me dedico cada dia mais e mais.

Dedico este trabalho a todos os pacientes acometidos pela hanseníase e a todos os profissionais de saúde que estão envolvidos nesta causa.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar a efetividade de protocolos de estimulação sensorial superficial e profunda na recuperação de pacientes hansenianos com dano neural nos pés. Trinta e seis pacientes distribuídos em 3 grupos de mesmo tamanho foram submetidos a 30 sessões de atendimento fisioterapêutico. O grupo controle (GC) realizou atividades recomendadas pelo Ministério da Saúde, enquanto outros 2 grupos receberam tratamento experimental. O Grupo de Estimulação Sensorial Superficial (GESS) foi caracterizado pela aplicação de diferentes estímulos táteis e térmicos na região plantar. O Grupo de Estimulação Sensorial Profunda (GESP) realizou exercícios proprioceptivos. Os grupos passaram por três avaliações (inicial e após cada 15 sessões de tratamento) aonde se registrava o nível de sensibilidade plantar, o índice do arco plantar e a força de alguns movimentos do pé (dorsoflexão, eversão, flexão plantar e flexão de artelhos) avaliada por uma célula de carga. Em relação à sensibilidade plantar todos os 3 protocolos apresentaram níveis significativamente melhores do que no momento inicial da pesquisa, apesar do desempenho desfavorável do GESS nas primeiras 15 sessões. Quanto ao arco plantar, o GESP apresentou perceptível tendência para sua elevação, desde as primeiras 15 sessões, superando os demais grupos em todos os momentos da pesquisa, embora esta superioridade não tenha alcançado significância estatística. Quanto à evolução da força, o movimento de dorsoflexão apresentou evolução significativa após a realização das 30 sessões apenas para o GC. Para o movimento de eversão, novamente houve ganho significativo de força após 30 sessões de intervenção fisioterapêutica, apenas para o GC. O GESP apresentou evolução significativa apenas de força média e entre a 1ª e a 2ª avaliação. Ao final das 30 sessões de atendimento nenhum dos grupos demonstrou superioridade significativa em relação ao outro. O movimento de flexão dos artelhos demonstrou melhores resultados para o GESP, que foi o único grupo a apresentar evolução significativa de força após as 30 sessões de atendimento, apesar da discreta redução na segunda fase. Ao final desta investigação constatou-se que o GESS demonstrou ser menos efetivo para a melhora da sensibilidade plantar, nas primeiras 15 intervenções, compensando este resultado após a persistência de sua aplicação por mais 15 sessões, quanto então apresentou os melhores resultados de evolução da sensibilidade plantar. Por outro lado o GESP demonstrou apresentar influência tanto sobre o ganho de sensibilidade plantar, quanto sobre a elevação do arco plantar. O GESP foi também mais efetivo para a evolução de força dos movimentos de flexão de artelhos e flexão plantar.

Palavras-Chaves: Hanseníase; Dano neural; Pé.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate effectiveness superficial sensory stimulation and deep sensory stimulation in the recovery of leprosy patients with neural damage in the feet. Thirty six patients categorized into three groups of equal size underwent 30 physical therapy interventions. The control group (CG) conducted activities recommended by the Brazilian Department of Health, while other two groups received experimental treatment. The Sensory Stimulation Surface Group (SSSG) was characterized by application of different tactile and thermal stimulus in the plantar region. The Deep Sensory Stimulation Group (DSSG) held proprioceptive exercises. The groups were subject three evaluations (initial and every 15 treatment sessions). In this evaluations were recorded the plantar sensitivity, the plantar arch index and the strength of some foot movements (dorsiflexion, eversion, plantar flexion and toes flexion) measured by charge cell. Concerning to plantar sensitivity the three protocols had significantly higher levels than in the initial time, despite the unfavorable performance in the early 15 sessions for the SSSG. As to plantar arch, the DSSG showed noticeable trend to elevation, from the early 15 sessions, surpassing the other both groups at all step of the research, although this superiority has not obtained statistical significance. As for the evolution of muscle strength, the dorsiflexion showed a significant evolution after 30 sessions done, just to CG. About eversion movement, there was a significant strength gain after 30 physical therapy interventions, just to GC over again. The DSSG showed significant improvement of the middle strength between the first and the second evaluation, just. At the end of the 30 interventions neither group demonstrated significant superiority over other. The toes flexion showed better results for the DSSG, which was the only group to present strength evolution significant after 30 sessions of care, despite the small decrease in the second phase. At the end of this investigation it was found that the SSSG showed to be less effective for recovery plantar sensitivity, during the first 15 interventions, offsetting this bad result after persistence of its application for a further 15 sessions, when then presented the best results to plantar sensitivity evolution. On the other hand, the DSSG showed to have influence upon plantar sensitivity gain, as well as about increasing the plantar arch. The DSSG was also more effective for the gain strength for the toes flexion and plantar flexion.

Key words: Leprosy; Neural damage; Foot.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Fotomicrografia do <i>Mycobacterium leprae</i> (aumento de 95.000 vezes).....	18
Figura 2.	Kit estesiômetro.....	45
Figura 3.	Pontos para avaliação da sensibilidade cutâneo-plantar.....	46
Figura 4.	Teste de sensibilidade com o uso dos monofilamentos do kit estesiômetro.....	46
Figura 5.	Posicionamento do paciente para fotopodoscopia.....	48
Figura 6.	Definição do eixo longitudinal da área de pressão plantar (“Linha L”) pelo CorelDrawX7®.....	49
Figura 7.	Divisão do eixo longitudinal da área de pressão plantar em 6 sessões de mesmo tamanho, pelo CorelDrawX7®.....	49
Figura 8.	Calibração do <i>software</i> ImageJ® para mensurações, a partir de uma medida conhecida.....	50
Figura 9.	Obtenção das medidas do comprimento istmo e da região do calcâneo pelo <i>software</i> ImageJ®.....	50
Figura 10.	Equipamentos de registro de força. A. notebook; B. Eletromiógrafo Miotool 400 USB® de 4 canais; C. Célula de carga.....	51
Figura 11.	Cadeira de estabilização.....	52
Figura 12.	A. Posicionamento do paciente; B. Estrutura de estabilização do pé, acoplada à célula de carga; C. Fixação do pé do paciente; D. coleta.....	52
Figura 13.	Protocolo para o GESS.....	53
Figura 14.	Protocolo para o GESP.....	55
Figura 15.	Protocolo de atividades para o GC.....	55
Figura 16.	Frequências de evoluções, manutenções e regressões nas diferentes avaliações de sensibilidade superficial.....	63
Figura 17.	Comparação dos resultados das avaliações da sensibilidade plantar entre os 3 momentos avaliativos.....	64
Figura 18.	Comparação dos resultados das avaliações da sensibilidade plantar entre os grupos, nas diferentes fases da pesquisa.....	64
Figura 19.	Frequências de evoluções e regressões nas diferentes avaliações de índice plantar.....	66
Figura 20.	Comparação dos resultados das avaliações do índice do arco plantar entre os 3 momentos avaliativos.....	67
Figura 21.	Comparação dos resultados das avaliações do índice do arco plantar entre os grupos, nas diferentes fases da pesquisa.....	67
Figura 22.	Frequências de regressões/manutenções (↓/Ø) e evoluções (↑) dos valores de força máxima e força média para o movimento de dorsoflexão.....	69
Figura 23.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular dorsoflexor entre os 3 momentos avaliativos.....	70
Figura 24.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular dorsoflexor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	70
Figura 25.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular dorsoflexor entre os 3 momentos avaliativos.....	71
Figura 26.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular dorsoflexor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	71
Figura 27.	Frequências de regressões/manutenções (↓/Ø) e evoluções (↑) dos valores de força máxima e força média para o movimento de eversão.....	73

Figura 28.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular eversor entre os 3 momentos avaliativos.....	74
Figura 29.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular eversor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	74
Figura 30.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular eversor entre os 3 momentos avaliativos.....	75
Figura 31.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular eversor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	75
Figura 32.	Frequências de regressões/manutenções (↓/Ø) e evoluções (↑) dos valores de força máxima e força média para o movimento de flexão dos artelhos....	77
Figura 33.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os 3 momentos avaliativos.....	78
Figura 34.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	78
Figura 35.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os 3 momentos avaliativos.....	79
Figura 36.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	79
Figura 37.	Frequências de regressões/manutenções (↓/Ø) e evoluções (↑) dos valores de força máxima e força média para o movimento de flexão plantar.....	81
Figura 38.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor plantar entre os 3 momentos avaliativos.....	82
Figura 39.	Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor plantar entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	82
Figura 40.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor plantar entre os 3 momentos avaliativos.....	83
Figura 41.	Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor plantar entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.....	83

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1.	Representação esquemática dos níveis de sensibilidade definidos pelos monofilamentos do ki estesiômetro.....	46
Quadro 2.	Esquema de pontuação para avaliação de sensibilidade pelo kit estesiômetro.....	47
Quadro 3.	Comparações entre as diferentes avaliações de um mesmo grupo (análise intragrupos / teste de Friedman).....	58
Quadro 4.	Variações no primeiro momento dos protocolos (nas primeiras 15 sessões) (análise intergrupos / teste de Kruskal-Wallis).....	58
Quadro 5.	Variações no segundo momento dos protocolos (entre a 16 ^a e a 30 ^a sessão) (análise intergrupos / teste de Kruskal-Wallis).....	58
Quadro 6.	Variações totais após a aplicação completa dos protocolos (após as 30 sessões) (análise intergrupos / teste de Kruskal-Wallis).....	58
Tabela 1.	Distribuição dos voluntários quanto às variáveis demográficas gênero e faixa etária.....	60
Tabela 2.	Distribuição dos voluntários de acordo com a classificação clínica da hanseníase, o grau de incapacidade para os pés e o número de troncos nervosos atingidos.....	61
Tabela 3.	Distribuição dos voluntários de acordo com a sua condição de tratamento e o surgimento de quadro reacional durante as duas fases pesquisa.....	61
Tabela 4.	Caracterização da regularidade dos grupos em cada fase da pesquisa.....	61
Tabela 5.	Resultados absolutos e das variações de sensibilidade plantar, em cada grupo e fase da pesquisa.....	62
Tabela 6.	Resultados absolutos e das variações do índice do arco plantar, em cada grupo e fase da pesquisa.....	66
Tabela 7.	Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular dorsoflexor, em cada grupo e fase da pesquisa.....	68
Tabela 8.	Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular eversor, em cada grupo e fase da pesquisa.....	72
Tabela 9.	Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular flexor dos artelhos, em cada grupo e fase da pesquisa.....	76
Tabela 10.	Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular flexor plantar, em cada grupo e fase da pesquisa.....	80

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1ª Aval	Primeira Avaliação
2ª Aval	Segunda Avaliação
3ª Aval	Terceira Avaliação
↑	Evolução(ões) do(s) valor(es) entre diferentes avaliações
∅	Manutenção(ões) do(s) valor(es) entre diferentes avaliações
↓	Regressão(ões) do(s) valor(es) entre diferentes avaliações
Δ	Variação(ões) ou oscilação(ões)
CAPS	Centro de Apoio Psicossocial
DP	Desvio Padrão
EVA	Etil Vinil Acetato
GC	Grupo Controle
GESP	Grupo de Estimulação Sensorial Profunda
GESS	Grupo de Estimulação Sensorial Superficial
IFNγ	Interferon gama
IL	Interleucinas
L4	Raiz nervosa de quarto nível lombar
L5	Raiz nervosa de quinto nível lombar
Md	Mediana
MHC	Complexo Principal de Histocompatibilidade
MSB	Ministério da Saúde do Brasil
OMS	Organização Mundial da Saúde
OTG	Órgãos Tendinosos de Golgi
p	Nível de significância dos testes estatísticos
PGL-1	Glicolipio Fenólico-1
PQT	Poliquimioterapia
S1	Raiz nervosa de primeiro nível sacral
S2	Raiz nervosa de segundo nível sacral
S3	Raiz nervosa de terceiro nível sacral
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TNFα	Fator de Necrose Tumoral
UEASBA	Unidade de Ensino e Assistência do Baixo Amazonas
\bar{X}	Média
X²	Teste qui-quadrado para amostras esperadas iguais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	JUSTIFICATIVA.....	15
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	Objetivo geral.....	17
3.2	Objetivos específicos.....	17
4	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
4.1	A doença hansênica.....	18
4.2	Imunopatologia da hanseníase: da invasão bacilar ao dano neural.....	20
4.3	O dano neural sobre os pés.....	27
4.4	O pé como órgão sensorial.....	32
4.5	Sistema somatosensorial.....	33
4.5.1	Receptores superficiais (exteroceptores).....	35
4.5.2	Receptores profundos (proprioceptores).....	39
5	METODOLOGIA.....	43
5.1	Caracterização do estudo.....	43
5.2	Local e período do estudo.....	43
5.3	Universo, amostra e amostragem.....	44
5.3.1	Universo.....	44
5.3.2	Amostra e amostragem.....	44
5.4	Procedimentos da pesquisa.....	45
5.4.1	Procedimentos preliminares.....	45
5.4.2	Avaliação da sensibilidade plantar.....	45
5.4.3	Fotopodoscopia e avaliação do índice do arco plantar.....	47
5.4.4	Avaliação da força máxima e força média.....	51
5.4.5	Alocação dos pacientes e formação dos grupos.....	53
5.5	Fases da pesquisa.....	56
5.6	Análise dos resultados.....	56
5.7	Aspectos éticos da pesquisa.....	59
6	RESULTADOS.....	60
7	DISCUSSÃO.....	84
8	CONCLUSÕES.....	111

REFERÊNCIAS	112
APÊNDICES.....	137
ANEXOS.....	141

1. INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma doença infecciosa, crônica, causada pelo bacilo *Mycobacterium leprae*, e de grande importância para saúde pública devido à sua magnitude e ao seu alto poder incapacitante, podendo gerar déficit sensitivo e motor nas extremidades dos membros superiores e inferiores, alterando a funcionalidade e a estabilidade psicoemocional do indivíduo (ARAÚJO, 2003; BRASIL, 2007; ESCARABEL *et al.*, 2007).

Em resumo esclarece-se que o característico comprometimento sensitivo-motor observado nesta patologia decorre do dano neural (neuropatia periférica) produzido pela invasão do bacilo, que possui predileção pelo tecido cutâneo e por troncos nervosos periféricos (ALVAREZ, 2005; ARAÚJO, 2003; DEEPAK, 2003; GROSSI *et al.*, 2008b; LEHMAN *et al.*, 2005; MEIMA, 2004; SPIERINGS *et al.*, 2000; VAN BRAKEL, 2000a; VAN BRAKEL 2000b; VISSCHEDIJK *et al.*, 2000).

O dano neural consiste basicamente na destruição da bainha de mielina dos troncos nervosos periféricos (desmielinização) pela proliferação dos bacilos de hansen que parasitam a célula de Schwann e ali se reproduzem intensamente, tendo como consequência a redução ou impossibilidade de transmissão do potencial de ação pelos axônios dos neurônios (sensoriais e/ou motores) que constituem os nervos periféricos acometidos.

Uma vez que os principais troncos nervosos acometidos na hanseníase são os que dirigem-se para as extremidades do corpo, os pés dos pacientes hansenianos são abordados como área comumente acometida por úlceras cutâneas, justificada, sobretudo pela frequente combinação entre as alterações sensitivas e biomecânicas ocorridas nos pés.

A alteração biomecânica ocorre a partir de amiotrofias, fraquezas musculares e deformidades que contribuem diretamente para o desarranjo ósseo do pé. Esse desarranjo faz com que o paciente realize uma marcha desajustada e provoque novos pontos de pressão em regiões do pé não apropriadas. A diminuição ou abolição da sensibilidade, por sua vez, acarreta prejuízo da resposta protetora sobre os pés, necessária para a prevenção de inúmeras lesões cutâneas e para impedir a evolução de alterações osteomusculares (DUERKSEN, 2003; GOMES; FRADE; FOSS, 2007).

Este contexto revela, portanto a importância da integridade das funções sensitiva e motora dos pés dos indivíduos acometidos pela hanseníase, sendo estas funções o principal objeto de estudo desta pesquisa científica.

Dentro do processo reabilitacional estas funções (sensorial e motora) ganham extrema, relevância, sobretudo devido à interrelação que existe entre ambas, para a

manutenção das condições anatomofuncionais ideais das extremidades inferiores, devendo, portanto, o profissional fisioterapeuta oferecer especial atenção para as condições dos pés dos pacientes hansenianos.

Partindo deste princípio constata-se que o campo de estudo relacionado à hanseníase, suas manifestações e sequelas ainda hoje oferece inúmeras possibilidades e lacunas para investigações e avanços científicos.

Esta pesquisa pretende apresentar uma proposta de estudo científico, envolvendo protocolos fisioterapêuticos baseados em estímulos sensoriais (superficiais e profundos), para assim avaliar a sua efetividade sobre a recuperação sensorial e motora dos pés de pacientes hansenianos.

Analisando, portanto, este contexto é pertinente o estabelecimento da seguinte questão: os protocolos de estimulação sensorial superficial e profunda propostos nesta pesquisa serão efetivos para a recuperação sensorial e motora em pacientes hansenianos com dano neural nos pés?

2. JUSTIFICATIVA

Como já foi comentado anteriormente uma das principais complicações decorrentes da hanseníase, e que figura como uma das principais responsáveis pelas limitações funcionais impostas por esta doença sobre muitos pacientes diz respeito à neuropatia periférica.

Cabe mencionar, porém que quase sempre se enfatiza a gravidade da neuropatia periférica na hanseníase, por meio das perdas sensitivas superficiais, que trazem as tão características alterações de sensibilidade, e perdas motoras que acarretam as paralisias e deformidades presentes em indivíduos expostos a evolução natural da doença por anos.

Contudo outro aspecto extremamente relevante da sintomatologia das neuropatias periféricas, e que quase sempre é abordado de forma superficial, diz respeito à interrupção das aferências e eferências responsáveis por manter a função proprioceptiva das extremidades e consequentemente a postura, o equilíbrio e a normalidade do passo (CAVANAGH; DAVIS; COOK, 1992; SANTOS *et al.*, 2008).

A informação sensorial proprioceptiva informa ao sistema nervoso, por exemplo, quanto a posição dos pés durante uma caminhada, levando a respostas musculares adaptativas para os ajustes ideais do pé ao tocar o solo. O comprometimento das vias nervosas que conduzem esta informação levarão, portanto, ao comprometimento das respostas musculares de adaptação da extremidade inferior à superfície de deslocamento, modificando, a dinâmica da marcha e consequentemente a localização dos pontos de pressão sob a superfície plantar a cada toque do pé ao solo (BRICOT, 2001; FRYKBERG *et al.*, 1998; PERRY; MCILROY; MAKI, 2000; SANTOS *et al.*, 2008).

A associação entre a diminuição da sensibilidade plantar superficial e o prejuízo das respostas musculares, em decorrência da perda das informações sensoriais proprioceptivas, figura portanto como o principal mecanismo de deterioração progressiva das funções do pé do paciente acometido pela hanseníase.

Entre as principais complicações (á curto e médio prazo) que se podem esperar desta combinação de complicações sensoriais e motoras, despontam o desarranjo biomecânico, e a consequente modificação da estrutura do pé (GUTIERREZ *et al.*, 2001), e a formação de úlceras plantares (FRYKBERG *et al.*, 1998; MENZ *et al.*, 2004).

Quanto aos aspectos que dizem respeito aos protocolos preventivos ou terapêuticos sobre estas manifestações, cabe mencionar que inúmeros textos científicos, ou de manuais de instituições de saúde, sobre a hanseníase (BRASIL, 2002; INTERNATIONAL FEDERATION OF ANTI-LEPROSY ASSOCIATIONS, 2002; LEHMAN *et al.*, 2009;

SAMPAIO; RIVITTI, 2007), destacam que estas complicações podem ser prevenidas com medidas quase sempre simples tais quais exercícios, hidratação e lubrificação da pele, o uso de pares de meias, adaptações de calçado, massagens e a própria fisioterapia.

Contudo vale ressaltar que a conduta fisioterapêutica ao paciente hanseniano não precisa obedecer a um protocolo específico, devendo o fisioterapeuta estabelecer um programa de tratamento individualizado, objetivando melhorar as manifestações específicas, prevenir ou minimizar as perdas funcionais deixadas pela doença, se estas já existirem.

Embora já existam alguns tratamentos para estes danos neurais em hansenianos descritos na literatura (ALMEIDA; ALMEIDA; MAGALHÃES, 2003; BACCARELLI, 2003; BRASIL, 2008b; GARBINO; OPROMOLLA, 2003; LEHMAN *et al.*, 2009; SILVA; AROCA, 2008), esta área do conhecimento acerca da hanseníase, ainda carece de maiores estudos para que estes tratamentos tenham sua efetividade comprovada. Silva e Aroca (2008), por exemplo, propõem o tratamento de melhora da sensibilidade plantar através de estímulos promovidos pelo atrito dos pés em materiais de diferentes texturas.

Vale ressaltar que outros protocolos para recuperação do dano neural sensitivo também já foram empregados em pacientes acometidos por outras patologias, com resultados favoráveis. Santos *et al.* (2008), por exemplo, utilizaram o efeito do treinamento proprioceptivo e a estimulação sensorial por diferentes texturas, em mulheres diabéticas com déficit sensitivo na face plantar obtendo respostas de melhora da sensibilidade. Tal protocolo ainda não foi observado em pacientes hansenianos. Nieda e Michlovitz (1996), por sua vez já descreveram o emprego de estímulos sensoriais por diferentes temperaturas para pacientes acometidos por neuropatias alcoólicas.

Em relação aos comprometimentos motores, embora já existam técnicas mais bem exploradas para a sua reabilitação, ainda sim quase sempre são definidos protocolos baseados apenas em simples alongamentos e exercícios cinesioterapêuticos convencionais (ALMEIDA; ALMEIDA; MAGALHÃES, 2003; BRASIL, 2001). Apesar destas técnicas convencionais já demonstrarem bons resultados, é sempre válido o incremento de novos recursos reabilitacionais ao paciente acometido pela hanseníase, uma vez que suas manifestações motoras podem se tornar bastante graves ocasionando paralisias e deformidades.

Neste contexto Silva e Aroca (2008) inovam ao incorporarem ao protocolo reabilitacional do paciente acometido pela hanseníase exercícios proprioceptivos aos membros superiores e inferiores com circuitos que alternam obstáculos, prancha proprioceptiva e cama elástica, alcançando bons resultados quanto aos aspectos motores do paciente.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

- Avaliar a efetividade de protocolos de estimulação sensorial superficial e profunda na recuperação sensorial e motora em pacientes hansenianos com dano neural nos pés.

3.2. Específicos

- Avaliar a efetividade de um protocolo baseado em estímulos sensoriais superficiais, na recuperação sensorial e motora de pés de pacientes acometidos pela hanseníase.

- Avaliar a efetividade de um protocolo baseado em estímulos sensoriais profundos, na recuperação sensorial e motora de pés de pacientes acometidos pela hanseníase.

- Comparar a efetividade de diferentes protocolos fisioterapêuticos quanto à evolução do nível de sensibilidade estesiométrica, arco plantar e força muscular.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. A Doença hansênica

A hanseníase é uma doença infectocontagiosa de evolução crônica, causada pelo *Mycobacterium leprae* (bacilo de Hansen), bacilo álcool-ácido resistente intra-celular obrigatório, com um prolongado período de incubação e predileção pela pele e nervos periféricos (tropismo por células nervosas da bainha de Schwann) (ARAÚJO, 2003; DEEPAK, 2003; FERREIRA; ALVAREZ, 2005; GROSSI *et al.*, 2008b; LEHMAN *et al.*, 2005; MEIMA, 2004; SPIERINGS *et al.*, 2000; VAN BRAKEL, 2000a; VAN BRAKEL 2000b; VISSCHEDIJK *et al.*, 2000).



Figura 1. Fotomicrografia do *Mycobacterium leprae* (aumento de 95.000 vezes).

Fonte: Gallo (2008).

Apesar de ser uma doença conhecida há milênios (MONOT *et al.*, 2005), e apesar de todos os esforços promovidos até agora, a hanseníase ainda representa um sério problema de saúde pública em alguns países do globo, inclusive no Brasil, figurando com uma das endemias de prioridade pela Organização Mundial da Saúde (OMS), pelo seu poder incapacitante, que marginaliza e interrompe a capacidade produtiva de milhares de pacientes (GROSSI *et al.*, 2008b; HASTINGS *et al.*, 1988; OPROMOLLA; DALBEN; CARDIM, 2005; PONTES *et al.*, 2008; RAMOS; SOUTO, 2010; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005).

No contexto brasileiro e mundial há uma tendência das curvas de detecção ultrapassarem as de prevalência, indicando menor número de casos acumulados (prevalência) do que de casos incidentes, configurando um paradoxo epidemiológico que reflete uma prevalência “induzida” resultante da Poliquimioterapia (PQT), e não de um declínio “natural” da transmissibilidade (LECHAT, 1999; MARTELLI *et al.*, 2002).

Quanto aos mecanismos de transmissão, embora estes ainda não estejam totalmente elucidados (BAKKER *et al.*, 2004; MACHIN, 1988), atualmente considera-se que a transmissão da hanseníase ocorra de indivíduo para indivíduo (o homem é considerado como a única fonte de infecção), principalmente pela inalação de bacilos vivos presentes em gotículas de saliva eliminados na fala ou no espirro (DAVEY; REES, 1974; HUBSCHER; GIRDHAR; DESIKAN, 1979; JOB, 1990; PONTES *et al.*, 2008). Após ser inalado, o bacilo alcança a mucosa respiratória das vias aéreas superiores, conseguindo penetrar na corrente sanguínea e disseminando-se na pele e nervos (JOB *et al.*, 1991).

Contudo a maioria dos que entram em contato com os pacientes potencialmente transmissores não desenvolvem a doença, já que a supremacia da população tem algum grau de resistência para o bacilo (BAKKER *et al.*, 2004; NOORDEEN, 1985; TALHARI *et al.*, 2006; TALHARI; NEVES, 1997; VAN BRAKEL, 2000a). Fatores ligados à genética humana são responsáveis pela resistência (proteção) ou suscetibilidade (risco de adoecimento) (COSTA *et al.*, 2008; GROSSI *et al.*, 2008b; HARBOE, 1985; NAAFS *et al.*, 2001).

Quanto as suas formas de apresentação nos indivíduos acometidos, deve-se destacar que apesar da hanseníase ser provocada por um único e conhecido agente etiológico, e de acometer essencialmente a pele e os nervos periféricos, a doença apresenta uma multiplicidade de manifestações clínicas que são decorrentes da diversidade de respostas imunológicas frutos da interação entre o ser humano e o bacilo (ARAÚJO, 2003; GROSSI *et al.*, 2008b; MAEDA *et al.*, 2005; REA; MODLIN, 2005). Esta diversidade de manifestações resulta em uma gama de formas clínicas da doença que ao longo das décadas foram sendo reclassificadas, até a consolidação do rol atual de formas da doença.

Das sistematizações atualmente existentes da doença, a mais antiga trata-se da classificação de Madri surgida no ano de 1953 e que considera: dois pólos estáveis e opostos (tuberculóide e virchowiano), e dois grupos instáveis (indeterminado e dimorfo) (MADRID, 1953). A hanseníase indeterminada é considerada a primeira manifestação clínica da doença, podendo curar ou evoluir para outra forma clínica, após período que varia de poucos meses até anos (ARAÚJO, 2003; GROSSI *et al.*, 2008a).

A classificação proposta por Ridley e Jopling, em 1966, leva em consideração a imunidade dentro de um espectro de resistência do hospedeiro, além de achados baciloscópicos ou histopatológicos. Por necessitar de uma investigação mais minuciosa esta classificação é de pouca praticidade e, portanto, de difícil utilização no cotidiano dos serviços de saúde, ficando seu emprego mais direcionado para pesquisas (ARAÚJO, 2003; GROSSI *et al.*, 2008a; RIDLEY; JOPLING, 1966).

Baseando-se nesses critérios Ridley e Jopling (1966), classificaram os pacientes em cinco categorias clínicas: para indicar as duas formas polares tuberculóide-tuberculóide e lepromatoso-lepromatoso e os três subgrupos: borderline-tuberculóide, borderline-borderline, borderline-lepromatoso (ARAÚJO, 2003; RIDLEY; JOPLING, 1966; SCOLLARD, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2008).

Embora as classificações de Madrid (1953) e a proposta por Ridley e Jopling (1966), sejam importantes para um melhor entendimento da hanseníase, não há uma padronização destas nos Centros de Saúde (VARGAS-OCAMPO, 2004), nos quais a classificação mais adotada considera os critérios simplificados da OMS (TEIXEIRA *et al.*, 2008).

A OMS recomendou desde 2000 e o Ministério da Saúde do Brasil (MSB) adotou desde então um método simplificado para a classificação da hanseníase, para fins de tratamento, baseado na contagem do número de lesões cutâneas. Os pacientes com até cinco lesões de pele são classificados como PB, e aqueles com mais de cinco lesões cutâneas como MB (BRASIL, 2002; BRASIL, 2007; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000b).

Vale ressaltar que devido ao potencial dano neural, com risco de incapacidades, e o estigma da hanseníase em humanos, a sua correta classificação (clínica ou laboratorial) é imprescindível para permitir ao médico uma maior compreensão da doença e seu prognóstico, favorecendo assim uma conduta terapêutica adequada e o acompanhamento do paciente (CABALIER; PÉRES, 1995; TEIXEIRA *et al.*, 2008).

4.2. Imunopatologia da hanseníase: da invasão bacilar ao dano neural

Como já foi descrito anteriormente, mais de 95% dos indivíduos são naturalmente imunes à infecção pelo bacilo de hansen (NOORDEEN, 1985; TALHARI *et al.*, 2006; TALHARI; NEVES, 1997; VAN BRAKEL, 2000a), contudo inúmeras situações podem alterar esta proteção, como fatores genéticos e a relação entre o agente, o meio ambiente e o hospedeiro (COSTA *et al.*, 2008; GROSSI *et al.*, 2008b; HARBOE, 1985; NAAFS *et al.*, 2001).

Uma vez que o mecanismo de invasão do *M. leprae* ao organismo humano, ainda não pode ser plenamente observado e acompanhado em tempo real, a discussão sobre a rota (ou as rotas) de infecção deste agente permanece ainda pendente. Porém, o mais provável, e único mecanismo de penetração do *M. leprae* ao organismo humano já comprovado, é pela inalação de bacilos através das vias aéreas superiores do indivíduo suscetível, principalmente a

cavidade nasal (ALMEIDA *et al.*, 2004; GROATHOUSE *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2010; PONTES *et al.*, 2008).

Entretanto, mesmo considerando este mecanismo, ainda não foram encontradas evidências suficientes que expliquem por completo a rota de invasão do *M. leprae* após sua entrada pelas vias aéreas superiores. Admite-se que o mesmo atinja rapidamente a corrente sanguínea ainda na mucosa respiratória, ou então que seja primeiramente fagocitado por macrófagos alveolares, para depois atingir os vasos sanguíneos e daí viajar até alcançar os tecidos preferenciais (pele e nervos periféricos), sobretudo em regiões aonde a temperatura corporal é um pouco mais baixa (MENDONÇA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2005).

Outro aspecto ainda incerto deste processo de invasão do *M. leprae*, está relacionado à definição de seus sítios iniciais de infecção e proliferação. Resultados de estudos histopatológicos indicam que até este ponto de evolução da doença, não se observam lesões sobre troncos de nervos (RIDLEY, 1974; RIDLEY; JOPLING, 1966). Contudo estudos mais recentes tem reunido algumas evidências que apontam que o *M. leprae* é capaz de invadir nervos, e se multiplicar nas células de Schwann, antes mesmo de se manifestar na pele (FACER *et al.*, 2000).

De fato é bastante difícil definir se o *M. leprae* sempre inicia seu processo de invasão e proliferação intracelular no tecido cutâneo, ou se isso também pode ocorrer primeiramente nos nervos periféricos, em todas as formas de apresentação da hanseníase. Esta dificuldade existe devido às manifestações neurológicas só serem percebidas, quando os nervos já apresentam pelo menos 30% de suas fibras comprometidas (CHACHA *et al.*, 2009), o que dificulta estabelecer com precisão o início da patologia, tanto no nervo como na pele (FACER *et al.*, 2000).

Deixando esta indagação para trás, é sabido que as lesões cutâneas são resultantes da invasão de bacilos sobre células da derme e epiderme como queratinócitos, células de Langerhans (células dendríticas) e melanócitos, ocasionando a alteração da pigmentação natural da pele, tão característica. Nesta fase inicial da doença também se observa uma destruição dos ramúsculos neurais que se encontram distribuídos pela pele e que são responsáveis pela captação de estímulos táteis, térmicos e dolorosos, o que gera alteração sensorial no território cutâneo inicialmente atingido (ANTUNES *et al.*, 1997; DEMANGEL; BRITTON, 2000; GOULART; PENNA; CUNHA, 2002; PONTES *et al.*, 2008).

Filetes nervosos autônomos que se encontram a este nível do tecido, também podem ser comprometidos, complementando o quadro de manifestações iniciais da doença com perda da função das glândulas sudoríparas e sebáceas e dos músculos piloerectores distribuídos pelos

sítios cutâneos de proliferação bacilar inicial (ANTUNES *et al.*, 1997; SAMPAIO; RIVITTI, 2007; TALHARI; NEVES, 1997).

A partir do primeiro contato entre macrófagos e células dendríticas com o *M. leprae*, dá-se início a primeira modalidade de resposta imunológica desenvolvida pelo organismo contra a invasão do bacilo, que é mediada por receptores localizados na superfície destas células e que reconhecem padrões moleculares das micobacterias (Receptores de Reconhecimento de Padrões) (BRIGHTBILL *et al.*, 1999; MENDONÇA *et al.*, 2008).

Dentre estes, os receptores *Toll-like* identificam lipoproteínas características da classe das micobacterias iniciando uma resposta imunológica inespecífica (ação geral sobre os microorganismos independente de sua natureza) relacionada à secreção de interleucinas-12/23 (IL-12/23) que por sua vez promovem intensa diferenciação de macrófagos e células dendríticas no local da invasão, numa primeira tentativa de combate ao parasita (KRUTZIK *et al.*, 2005; MENDONÇA *et al.*, 2008; VERRECK *et al.*, 2004).

O desenvolvimento efetivo desta primeira resposta imune, ainda que seja inespecífica, associada à baixa virulência do bacilo, podem definir a resistência necessária para impedir o desenvolvimento da infecção e com isso atingir a cura espontânea, sendo esse mecanismo observado em grande parte da população infectada (CUNHA, 2002; GOULART; PENNA; SANTOS *et al.*, 2005; SCOLLARD *et al.*, 2006).

Contudo, é neste momento que em indivíduos susceptíveis, o bacilo começa a lançar mão de seus mecanismos de evasão à resposta imunológica, possibilitando que um grande número deles passe a viver e a se multiplicar por partição binária em vacúolos intracelulares. Paralelamente, macrófagos e células dendríticas que fagocitaram bacilos, iniciarão a ativação de uma resposta imunológica ainda mais complexa, sendo o elo entre as respostas imunológicas inata (ou inespecífica) e adaptativa (ou específica) (CHIMELLI; FREITAS; NASCIMENTO, 1997; MENDONÇA *et al.*, 2008).

Estas células funcionam como apresentadoras de antígenos, expressando através do Complexo Principal de Histocompatibilidade (MHC) de classe II, antígenos de superfície do *M. leprae* aos linfócitos TCD4+, que pela secreção de citocinas ou interleucinas (IL) específicas ativarão a expansão clonal de uma das duas subpopulações de linfócitos TCD4+ (Th1 ou Th2) (FOSS, 1997; SANTOS *et al.*, 2005).

Uma vez que o *M. leprae* é definido como um microorganismo de apresentação obrigatoriamente intracelular, o seu combate será mais efetivo mediante a intensificação de uma resposta imunológica mediada por células, definida pelo padrão de citocinas Th1 (IL-12 / pólo tuberculóide). Por outro lado, a secreção predominante de citocinas Th2 (IL-4 e IL-10),

desloca a resposta imunológica para um padrão de ativação de linfócitos B e consequente produção de anticorpos (resposta imunológica humoral) que é pouco eficaz para este tipo de microorganismo (polo Virchowiano ou lepromatoso) (BRIGHTBILL *et al.*, 1999; DEMANGEL; BRITTON, 2000; FOSS, 1997; GOULART; PENNA; CUNHA, 2002; LIBRATY *et al.*, 1997; MENDONÇA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2005).

Contudo, ao acompanhar o desenvolvimento desta resposta imunológica, não se deve esquecer que este não é o único evento fisiopatológico que está ocorrendo por ocasião da proliferação do *M. leprae* sobre os tecidos. Enquanto a definição deste padrão de resposta imunológica pode levar semanas ou meses após o surgimento dos primeiros sinais da doença, a invasão sobre troncos nervosos periféricos pode estar se processando de forma mais acelerada, haja vista a grande afinidade que o bacilo possui por este tecido, no qual promoverá seu novo ciclo de proliferação e invasão celular (JOB; DESIKAN, 1989; SKACEL *et al.*, 2000).

Tal como Job e Desikan (1989) já haviam enfatizado, independentemente do padrão de resposta imunológica do hospedeiro e da forma clínica da doença, o tecido nervoso está sempre entre os mais susceptíveis às lesões durante a evolução da hanseníase, e, portanto deve ser sempre muito bem monitorado.

Quanto ao modo como o bacilo de hansen chega os troncos nervosos, também se pode afirmar que este tema ainda não está totalmente elucidado, sendo sugerido pela literatura científica que isto ocorra de variadas maneiras: disseminando-se centrípetamente ao longo do axônio, após a invasão de filetes nervosos cutâneos; fagocitados por células de Schwann localizadas na derme superior e assim viajando ao longo do nervo, de uma célula de Schwann para outra, por contiguidade; pela invasão de macrófagos localizados na derme superior, e que posteriormente ou invadem o perineuro ou migram para próximo dos feixes nervosos periféricos, sendo então fagocitados por células perineurais e logo em seguida transferindo-se para as células de Schwann; ou ainda via corrente sanguínea, através dos capilares intraneurais, sendo esta última, provavelmente a rota mais frequente (JOB; PATH, 1989).

Independentemente da rota, uma vez atingindo os nervos (provavelmente via corrente sanguínea) os bacilos imediatamente invadem células do sistema fagocítico mononuclear como macrófagos, células dendríticas e principalmente as células de Schwann amielínicas. Apesar destas células serem as mais frequentemente parasitadas, bacilos de hansen também já foram identificados em células perineurais e até mesmo em células endoteliais intraneurais (SAMPAIO; RIVITTI, 2007; TALHARI; NEVES, 1997).

Autores como Chacha *et al.* (2009), Rambukkana (1998, 2000, 2001 e 2002) e Ng *et al.* (2000) tem somado seus esforços para desvendar os mecanismos de predileção, adesão e de agressão inicial do *M. leprae* sobre as células de Schwann, uma vez que este evento caracteriza-se como o ponto de partida para o processo de instalação do dano neural.

Apesar destes mecanismos ainda não estarem totalmente desvendados, evidências mais recentes tem apontado que a ligação entre o bacilo e as células de Schwann ocorre ao nível da lâmina basal da matriz extracelular do perineuro, possivelmente mediada por ligações estruturais entre as moléculas de Glicolipio Fenólico-1 (PGL-1: molécula de superfície exclusiva deste bacilo), tanto com a laminina-2 (proteína estrutural da lâmina basal do perineuro), quanto com a α -dístroglicana (componente do complexo dístroglicana da membrana plasmática da célula de Schwann), além de outras moléculas como Myelin P0 e o ErB2 (outras moléculas da membrana plasmática das células de Schwann com mecanismo adesivo sobre a superfície do *M. leprae* ainda desconhecido), sugerindo um múltiplo mecanismo de adesão e invasão bacilar (CHACHA *et al.*, 2009; NG *et al.*, 2000; RAMBUKKANA, 1998; RAMBUKKANA, 2001; SCOLARD, 2008; SUNEETHA *et al.*, 2003; TAPINOS; OHNISHI; RAMBUKKANA, 2006).

No entanto, é oportuno relatar que, ao contrário do que seria presumível, o bacilo de hansen invade apenas as formas não-mielínicas das células de Schwann, haja vista que nesta população de formas celulares há carência de mecanismos antibacterianos, favorecendo assim o arsenal genético do bacilo a produzir respostas de evasão da resposta imune, garantindo-lhe as vantagens adaptativas necessárias para o seu parasitismo e sua multiplicação intracelular (RAMBUKKANA, 2001, 2002).

Entretanto apesar de não serem inicialmente parasitadas, as formas mielínicas das células de Schwann são afetadas pelo bacilo através da indução de sua desmielinização. Rambukkana *et al.* (2002) demonstraram que apenas o contato do *M. leprae* com a célula de Schwann é suficiente para promover sua desmielinização

Sobre este mecanismo de indução da desmielinização das células de Schwann, Sherman *et al.* (2001) colaboram sugerindo que sua ocorrência possivelmente seja resultado da interação do PGL-1 com o complexo DRP2-dístroglicana, presente apenas nas membranas plasmáticas das células de Schwann mielínicas. Atribui-se a este complexo a estabilidade mecânica entre lâmina basal do perineuro e o citoesqueleto das células de Schwann, além da transmissão de sinais do exterior para o interior da célula, fenômenos que quando bloqueados pela ligação com o PGL-1, possivelmente inibem a mielinização.

Estudos em humanos e ratos demonstram que a degeneração mielínica pode ser consequente à fosforilação de Erk1 e Erk2, culminando em regiões axonais desprovidas de bainha de mielina (TAPINOS; OHNISHI; RAMBUKKANA, 2006). Além disso, Alves *et al.* (2004) demonstraram que a adesão do bacilo à membrana plasmática destas células de Schwann promove alterações estruturais via cascatas bioquímicas e ativação de proteínquinases que permite então a invasão do bacilo na célula de Schwann que está sendo desmielinizada.

Rambukkana *et al.* (2002) ponderaram que provavelmente esta indução a desmielinização ocorra para tornar as populações mielínicas das células de Schwann morfológicamente mais semelhantes em relação as suas formas homólogas não-mielínicas, garantindo ao bacilo um habitat seguro no organismo, já que a célula capaz de alojar inúmeros bacilos é a célula de Schwann desmielinizada.

Fica claro, portanto que o processo de desmielinização corresponde ao processo inicial de instalação do dano neural periférico e que depende exclusivamente da ação direta do *M. leprae* sobre as células de Schwann do tecido nervoso periférico, sendo um processo totalmente não-inflamatório (BROPHY, 2002).

Contudo, o dano neural Hanseniano apresenta um segundo e mais agressivo mecanismo de instalação que é baseado na reatividade imunológica do hospedeiro, frente ao antígeno do *M. leprae*, e depende decisivamente do perfil de resposta imunológica do hospedeiro e consequentemente de sua forma clínica dentro do espectro da Hanseníase (JOPLING, 1983). Este processo é, portanto, continuidade da evolução da resposta imunológica específica que já se iniciou e que foi explicitada, em parte, anteriormente.

Partindo então do que já foi descrito, quando o indivíduo infectado apresenta uma resposta imune predominante Th1, este desenvolve uma resposta imune celular vigorosa, aumentando expressivamente a produção das citocinas de resposta inflamatória (IL1 β , IL2, TNF α e IFN γ). Além disso, na tentativa de conter o avanço da proliferação bacilar, ocorre a formação de um granuloma perineural (granuloma tuberculóide constituído por células epitelióides, células gigantes, linfócitos e quase nenhum bacilo) que, no entanto, raramente evolui para necrose ou formação de abscesso no nervo (JOPLING, 1983; SHETTY; ANTIA, 1997).

Já em pacientes do pólo vichowiano ou lepromatoso da doença, há uma intensificação da produção de anticorpos, que, no entanto, é pouco efetiva para conter a multiplicação do *M. leprae*. Nestes casos apesar de haver a formação de um granuloma macrofágico perineural, o processo de desmielinização do nervo é insidioso, e ocorre

principalmente pela grande presença de bacilos nas células de Schwann (principalmente), células perineurais, macrófagos intraneurais e nos próprios axônios (JOPLING, 1983; TAPINOS; OHNISHI; RAMBUKKANA, 2006).

Como visto, esta etapa de instalação do dano neural refletirá, portanto, o processo inflamatório acompanhado de resposta imune, que pode ocorrer nos nervos periféricos, após a infecção pelo *M. leprae*, cuja evolução e sequelas frequentemente se estendem por muitos anos, mesmo após a cura do processo infeccioso. Sua instalação é sempre potencialmente agressiva e por isso constitui-se em uma das mais graves e combatidas manifestações da hanseníase (CHAROSKY; GATTI; CARDAMA, 1983; COSTA *et al.*, 2008; CROFT *et al.*, 2000; GONÇALVES; SAMPAIO; ANTUNES, 2008; PIMENTEL *et al.*, 2003; SCOLLARD *et al.*, 2006; SHARMA *et al.*, 1996).

A partir deste ponto o dano neural, em geral, evolui por mecanismos compressivos, em que o *M. leprae* (e/ou seus fragmentos) ao ocupar o espaço interno do nervo estimula um processo inflamatório acompanhado de edema local (SHETTY; ANTIA, 1997). Uma vez que o endoneuro e o perineuro são estruturas de baixa elasticidade, o edema formado não encontra espaço para sua expansão, aumentando a pressão intraneural e ocasionando compressão vascular interna, com consequente isquemia do nervo (ANTUNES *et al.*, 1997; CHIMELLI; FREITAS; NASCIMENTO, 1997).

Em processos inflamatórios crônicos, aonde o nervo já apresenta aumento de seu calibre natural (fibrose decorrente de repetitivos episódios inflamatórios), esta compressão pode se tornar ainda mais acentuada, especialmente quando ocorre em topografias aonde o nervo periférico percorre seu trajeto ao longo de túneis anatômicos osteofibrosos, o que limita ainda mais sua possibilidade de expansão e favorece consideravelmente o aumento da pressão intraneural (DASTUR; PANDYA; ANTIA, 1970; DASTUR; RAMAMOCHAN; SHAH, 1973).

A consequência destes eventos compressivos é a diminuição da luz dos vasos sanguíneos, e consequente isquemia progressiva, culminando com a destruição axonal (JOB; DESIKAN, 1989; VAN BRAKEL *et al.*, 2005). Além disso, ainda em consequência às respostas inflamatórias produzidas, o quadro pode evoluir para vasculite e acúmulo de imunocomplexos na luz de arteríolas e vênulas que contribuem para o agravamento deste quadro, gerando ainda mais isquemia e infarto neural (CHIMELLI; FREITAS; NASCIMENTO, 1997).

Esta persistência do aumento da pressão no interior do nervo e consequentemente do quadro de isquemia, leva a insuficiência circulatória e ao sofrimento celular, contribuindo

também para o processo de desmielinização pelo intenso comprometimento das células de Schwann (CHIMELLI; FREITAS; NASCIMENTO, 1997).

Contribuindo com a evolução do dano neural iniciado, existe ainda a indução do processo de apoptose das células de Schwann altamente infectadas, principalmente em pacientes da forma tuberculóide (LIMA, 2008; WALSH *et al.*, 2004). Apesar de ainda não se compreender totalmente o significado da apoptose na hanseníase, considera-se que sua ocorrência esteja relacionada com a tentativa de contenção da multiplicação bacilar (WALSH *et al.*, 2004) e com a renovação celular nos sítios de proliferação (CREE *et al.*, 1987).

Estudos laboratoriais sobre células de Schwann indicam que este processo pode ser induzido no momento em que fragmentos do bacilo entram em contato com Receptores de Reconhecimento de Padrões do tipo *Toll-like II* (OLIVEIRA *et al.*, 2003). Outros fenômenos metabólicos indutores também são observados tais como a ativação de NF-KappaB e repressão do TNF α induzido por NF-KappaB (PEREIRA *et al.*, 2005).

Assim, diante do que foi exposto em relação à evolução da agressão sobre o nervo periférico, percebe-se que os mecanismos de formação da lesão neural decorrem tanto da invasão e proliferação bacilar (ação direta do bacilo), quanto da própria resposta tecidual e imunológica dos indivíduos infectados, provocando lesões na função e estrutura dos nervos (ABULAFIA; VIGNALE, 1999; TALHARI; NEVES, 1997).

Portanto, o monitoramento da função neural, o diagnóstico precoce e as intervenções adequadas são essenciais à preservação da estrutura e função do nervo periférico, contribuindo para evitar as incapacidades (BIRDI; ANTIA, 2003; GONÇALVES; SAMPAIO; ANTUNES, 2008; KUMAR; SENGUPTA, 2003; MAKINO; MAEDA; ISHII, 2005; RAMBUKKANA, 2001; SELVARAJ *et al.*, 1998; SHETTY; MISTRY; ANTIA, 2000; SPIERINGS *et al.*, 2000).

4.3. O Dano neural sobre os pés

Uma vez tendo atingido estruturas neurológicas das extremidades inferiores do corpo, o bacilo de hansen em geral acomete os nervos fibular comum e tibial posterior. Estes dois nervos se originam de um tronco nervoso comum, que é o nervo ciático, que por sua vez, compõem o chamado plexo sacral (GARBINO; OPROMOLLA, 2003; LEHMAN *et al.*, 2009).

O nervo ciático é o mais calibroso e extenso do corpo humano. Ele é formado pelas raízes nervosas de L4 a S3 e seu trajeto vai desde os forames intervertebrais a estes níveis, até

os artelhos. No entanto é ligeiramente acima da fossa poplíteia que ocorre a sua bifurcação originando o nervo fibular comum (L4, L5, S1 e S2) e o tibial posterior (L4, L5, S1, S2 e S3) (BAIMA; KRIVICKAS, 2008), sendo a partir daí que o bacilo de hansen costuma ser encontrado nestas estruturas (LEHMAN *et al.*, 2009).

Tal fato decorre da existência de pontos anatômicos aonde estes dois nervos estabelecem seu trajeto tornando-se ligeiramente desprotegidos e expostos, a ponto de sua temperatura local manter-se discretamente abaixo da temperatura corporal, constituindo o ambiente ideal para a instalação e eventual proliferação do *M. leprae* (HANSEN, 1895).

O nervo fibular comum costuma ser invadido pelo bacilo no ponto em que seu trajeto se curva por trás da cabeça da fíbula, sendo este também o local ideal para a palpação deste tronco nervoso, na tentativa de perceber seu espessamento e mobilidade, ou mesmo a presença de dor ou choque durante tal exame (LEHMAN *et al.*, 2009).

Após curvar-se por de trás da cabeça da fíbula e dirigir-se para a região ântero-lateral da perna, o nervo fibular comum divide-se em suas 2 porções: nervo fibular superficial e nervo fibular profundo (BAIMA; KRIVICKAS, 2008). Vale ressaltar que apesar da localização preferencial para a invasão do *M. leprae* ser mais proximal em relação a esta divisão, o bacilo de hansen também pode alcançar localizações mais distais em relação ao fibular comum, podendo, portanto, atingir apenas uma ou mesmo ambas as suas ramificações de forma individualizada (GARBINO; OPROMOLLA, 2003; LEHMAN *et al.*, 2009).

Quando o ramo profundo for alvo do dano neural, se observará um maior ou menor comprometimento da função dos músculos: tibial anterior, extensor longo dos artelhos, extensor longo do hálux, fibular terceiro, extensor curto dos artelhos e extensor curto do hálux. De forma mais perceptível a perda da força de contração destes músculos, de imediato reduz ou impede a realização dos movimentos de dorsoflexão do pé e extensão dos dedos, trazendo como consequência direta mudanças no padrão de marcha do indivíduo (BAIMA; KRIVICKAS, 2008; BRASIL, 2008a; LEHMAN *et al.*, 2009).

Em primeira análise se observará uma modificação em relação à fase de contato do pé com o solo, que em condições normais é sempre realizada primeiramente com o calcanhar. Contudo, em virtude da dificuldade para a realização do movimento de dorsoflexão, esta fase poderá acontecer com o antepé tocando o solo antes das demais regiões do pé (GARBINO; OPROMOLLA, 2003; SLIM *et al.*, 2011).

No outro extremo, a fase de desprendimento do pé em relação ao solo, também será perceptivelmente prejudicada, haja vista que depende da elevação do pé, promovida, mais uma vez, pelo movimento de dorsoflexão. Como forma de compensar estas alterações, o

quadril irá fletir-se além do necessário e o joelho se elevará mais que o normal, para que o pé se afaste do solo e realize então o balanço deste membro inferior sem que o pé acometido pela fraqueza muscular arraste pelo solo, caracterizando o padrão de marcha denominado “marcha escarvante” (GARBINO; OPROMOLLA, 2003; SLIM *et al.*, 2011).

Além disso, o quadro progressivo de paralisia e desuso das articulações do pé leva a redução das amplitudes de movimento de suas articulações, podendo evoluir para quadros de rigidez total e/ou deformidades sobre o tornozelo e o pé, sendo esta condição bastante incapacitante (DUERKSEN, 2003; GARBINO; OPROMOLLA, 2003).

Em relação ao comprometimento sobre as fibras aferentes do nervo fibular profundo, o dano neural causado pelo bacilo de Hansen leva a uma alteração da sensibilidade bastante específica e bem localizada, com território de hipoestesia e/ou anestesia na região dorsal do primeiro espaço intermetatarsiano (entre o hálux e 2º artelho) (BAIMA; KRIVICKAS, 2008; BRASIL, 2008a; LEHMAN *et al.*, 2009).

Quanto ao ramo fibular superficial, o comprometimento sobre sua dimensão motora se evidenciará pelo prejuízo para o movimento de eversão do pé, haja vista de sua inervação motora se distribui para os músculos fibular longo e fibular curto (BAIMA; KRIVICKAS, 2008). Trata-se de um movimento essencial para manter o equilíbrio e a estabilidade no sentido látero-lateral da articulação do tornozelo, com especial desempenho durante as caminhadas em terrenos acidentados aonde esta articulação necessita assumir inúmeras posições de ajuste, sem perder sua estabilidade. Seu comprometimento, portanto, define maior risco para o desenvolvimento de entorses e até mesmo quedas, durante caminhadas especialmente em pisos não-planos (CZERNIECK, 1988; MARIGOLD; PATLA, 2002).

É oportuno mencionar que este comprometimento, quando combinado as perdas motoras decorrentes do comprometimento das fibras eferentes do ramo fibular profundo (déficit de força ou paralisia para a dorsoflexão do pé), representa uma condição de grande risco para o desenvolvimento de uma das mais temidas e incapacitantes deformidades ocasionadas pela Hanseníase (GARBINO; OPROMOLLA, 2003).

Tal condição ocorre devido ao desequilíbrio muscular resultante das perdas motoras dos músculos dorsoflexores e eversores do pé, levando a uma prevalência de forças de seus antagonistas. Tal desequilíbrio muscular gera, por sua vez, progressiva tendência de retração dos tecidos posteriores e mediais da perna, entre os quais se tem: pele, tecido subcutâneo, cápsula articular, ligamentos e tendões musculares. Estes últimos, por seu encurtamento, tracionam as articulações levando o pé a uma posição de flexão plantar e inversão. Soma-se a esta condição o desuso progressivo de todo o pé, e a rigidez articular consequente, que em

última análise pode evoluir para rigidez completa das articulações do pé e do tornozelo nesta posição (flexão plantar e inversão), constituindo-se a deformidade denominada “pé-equino”, que é incompatível com a marcha (DUERKSEN, 1997; GARBINO; OPROMOLLA, 2003; SLIM *et al.*, 2011).

Já as alterações de sensibilidade pelo comprometimento do nervo fibular superficial, são caracterizadas pelo surgimento de áreas de hipoestesia e anestesia sobre a região ântero-lateral da perna e do dorso do pé (excetuando-se a estreita faixa mais lateral do pé) (BAIMA; KRIVICKAS, 2008; BRASIL, 2008a; LEHMAN *et al.*, 2009).

Devido sua localização profunda e protegida o nervo tibial raramente é comprometido pelo bacilo em seu trajeto mais proximal, o que acaba geralmente poupando as funções musculares extrínsecas ao pé, que estão relacionadas a este nervo. A invasão e proliferação bacilar costuma ocorrer com maior frequência quando de seu trajeto por trás do maléolo medial. Uma vez que seus ramos plantar medial e plantar lateral surgem após este trajeto, o dano neural sobre o nervo tibial posterior costuma ser mais frequentemente percebido sobre estas suas ramificações (LEHMAN *et al.*, 2009).

Quanto às funções motoras destes dois ramos nervosos, deve-se compreender que o ramo plantar medial assume a inervação sobre os músculos do hálux (abductor do hálux, flexor curto do hálux, e 1º lumbrical) além do músculo flexor curto dos artelhos. O plantar lateral, por sua vez, inerva os demais músculos intrínsecos do pé (quadrado plantar, interósseos dorsais, interósseos plantares, lumbricais do 2º, 3º, 4º e 5º artelhos, abductor do dedo mínimo, flexor curto de dedo mínimo, oponente do dedo mínimo e o adutor do hálux) (BRASIL, 2008a; GARBINO; OPROMOLLA, 2003; LEHMAN *et al.*, 2009).

Em termos de instalação de incapacidades, as perdas motoras sobre os músculos lumbricais e interósseos (dorsais e plantares) causam um desequilíbrio da ação dos músculos extensores e flexores extrínsecos dos dedos, gerando tensões no sentido de promoverem extensões das articulações metatarso-falangeanas, associadas a flexões das articulações interfalangeanas proximais e distais, causando a deformidade denominada “garra de artelhos”, que dependendo do nível de desuso das articulações metatarsofalangeanas e interfalangeanas, pode ser “móvel” ou “rígida”, sendo esta última, a condição mais funcionalmente limitante (D’AMBROGI *et al.*, 2003; GARBINO; OPROMOLLA, 2003).

Outra deformidade que também pode estar presente pelo comprometimento do nervo tibial posterior, é o chamado “hálux valgo”, que está relacionado ao comprometimento das fibras motoras do ramo plantar medial, que desempenham controle sobre o músculo abductor do hálux. Quando de seu comprometimento e perda de força sobre este músculo, observa-se

tendência de desvio do hálux no sentido lateral, pelo predomínio das forças adutoras sobre sua articulação metatarsofalangeana. Esta deformidade de forma isolada, não produz grandes prejuízos funcionais, porém quando combinada às “garras de artelhos” (condição frequente no pé hanseniano acometido pelo dano neural), afeta sensivelmente a estabilidade durante a marcha, sobretudo no sentido do deslocamento anterior do corpo (GARBINO; OPROMOLLA, 2003).

Este conjunto de disfunções sobre a musculatura intrínseca do pé progressivamente gera forças de retração, sobretudo nas estruturas dorsais do pé, causando importante limitação para a flexão das articulações metatarso-falangeanas. Com o desuso dos pés, há aumento significativo das forças de retração sobre estas articulações, que podem chegar a se tornar tão intensas a ponto de subluxá-las (GARBINO; OPROMOLLA, 2003).

Complementando o espectro de disfunções geradas pelo dano hansênico sobre o nervo tibial posterior, têm-se a alteração de sensibilidade superficial causada pelo comprometimento de suas vias sensitivas para os ramos plantar medial, plantar lateral, calcâneo medial, sural e safeno. Este comprometimento repercute em surgimento de zonas de hipoestesia e anestesia em toda região plantar, sendo este um dos fatores a contribuir com o surgimento de úlceras nesta região do pé (D’AMBROGI *et al.*, 2003; DUERKSEN, 2003; GARBINO; OPROMOLLA, 2003; LEHMAN *et al.*, 2009).

Contudo, em virtude das grandes demandas mecânicas e sensoriais que são impostas sobre os pés, suas atribuições não dependem apenas da integridade das funções motora e sensitiva superficial. Toda a diversidade funcional dos pés depende tanto da interação entre estas duas funções, quanto de uma importante participação dos componentes autonômicos e de sensibilidade profunda. Assim sendo, uma diversidade de acometimentos sobre os pés hansenianos dependem da combinação de disfunções sobre todos estes componentes (BRASIL, 2008a; GARBINO; OPROMOLLA, 2003).

Como exemplos de comprometimentos que evoluem pela interação destes fatores destacam-se o desarranjo biomecânico dos pés, a mudança do padrão da impressão plantar sobre o solo, a formação das úlceras plantares, e o processo de reabsorção óssea (D’AMBROGI *et al.*, 2003; DUERKSEN, 1997; DUERKSEN, 2003; GARBINO; OPROMOLLA, 2003; GOMES *et al.*, 2007).

Entendo um pouco mais estas manifestações que ocorrem pela combinação de disfunções motoras, sensoriais e autonômicas sobre o pé do indivíduo com hanseníase, explica-se que a paralisia sobre músculos como o quadrado plantar e o flexor curto dos artelhos, resulta em rebaixamento progressivo e acentuado do arco longitudinal medial, com

consequente mudança dos pontos de descarga de peso sob o pé (BRASIL, 2008a; GOMES *et al.*, 2007). Associa-se a este desarranjo estrutural do pé o deslocamento do coxim fibroadiposo da fáscia plantar devido às retrações dos tecidos moles na região inferior do pé, para assim se desenvolver uma condição de sobrecarga em regiões não adaptadas para receber tal pressão (GARBINO; OPRMOLLA, 2003). O ressecamento e a perda da elasticidade da pele nesta região, decorrente do comprometimento sobre as fibras autonômicas dos nervos atingidos, aumentam significativamente a sua vulnerabilidade para o surgimento de lesões cutâneas (CHAUHAN *et al.*, 2003). Por fim, a diminuição ou abolição da sensibilidade, complementa a condição de vulnerabilidade da região plantar, justificando assim o surgimento de úlceras (ABI RACHED, 2010; CARVALHO *et al.*; 2009; GOMES *et al.*, 2007).

Quanto às lesões por reabsorção óssea, embora não se tenha uma completa compreensão de sua formação, parecem estar relacionadas ao prejuízo do suprimento sanguíneo às zonas ósseas mais corticais. A literatura sugere que esta disfunção vascular possa ocorrer como consequência da invasão do bacilo ao tecido ósseo, causando primeiramente osteomielite hansênica, que ao cicatrizar evoluiria para o surgimento de áreas de condensação óssea e consequente oclusão vascular (MURDOCK, 1935). Em outra hipótese a reabsorção óssea seria uma consequência do comprometimento da função neurovegetativa de vasodilatação dos capilares sanguíneos das regiões mais superficiais da cortical óssea, levando a uma dificuldade ou impossibilidade de oferecer fluxo sanguíneo adequado para estas regiões (PEREIRA *et al.*, 2006a; PEREIRA *et al.*, 2006b).

Ambos os mecanismos fisiopatológicos resultariam em mínimas faixas superficiais de necrose óssea, que seriam progressivamente reabsorvidas pelos osteoclastos, causando então o encurtamento ósseo, e acentuando assim o desarranjo biomecânico do pé hanseniano (GARBINO; OPRMOLLA, 2003; PEREIRA *et al.*, 2006a).

4.4. O Pé como órgão sensorial

Os pés representam os segmentos corporais que conectam diretamente o indivíduo ao meio ambiente, recebendo uma infinidade de estímulos, que comunicam ao sistema nervoso central desde o simples incômodo de um calçado apertado, até a complexa percepção de estímulos que informam quanto à constituição do solo, sua textura, temperatura e a forma de objetos que por ventura os pés entrem em contato (PERRY; MCILROY; MAKI, 2000; PISANI, 1994).

Além disso, os pés mais do que qualquer outro segmento corporal reúnem uma gama de informações proprioceptivas que auxiliam na manutenção do equilíbrio, da postura (LIN; YANG, 2011; WANG; LIN, 2008) e, por conseguinte na adequada biomecânica da marcha (EILS *et al.*, 2004; EILS *et al.*, 2002; TAYLOR; MENZ; KEENAN, 2004).

Para desempenhar este papel os pés apresentam uma complexa distribuição de ramificações nervosas, além de variados tipos de receptores sensoriais superficiais e profundos, densamente organizados, constituindo-se em uma região com distribuição de elementos neurológicos, dificilmente observada em outra área do corpo, o que lhe garante uma expressiva área de representação cortical tanto sensorial quanto motora (MAGNUSSON *et al.*, 1990; MEYER; ODDSSON; DE LUCA, 2004).

Todo este conjunto de informações transformam os pés em um complexo sistema sensorial de importante papel na conectividade e interação do homem com o meio ambiente que o cerca (ALFUTH, ROSENBAUM, 2011; KAVOUNOUDIAS; ROLL; ROLL, 1998; PERRY; MCILROY; MAKI, 2000).

4.5. Sistema somatosensorial

Em termos simplórios a sensibilidade corporal tem a função de proteção ao indivíduo, alertando-o sobre as condições ambientais e possíveis riscos, permitindo assim suas respostas adequadas e a exploração (CAMBIER; MASSON; DEHEN, 1999). De maneira mais abrangente a sensibilidade é classificada em duas modalidades distintas: especial e geral (MACHADO, 2000).

A sensibilidade especial caracteriza-se pela complexidade de seus receptores que relacionam-se com um neuroepitélio especial presente nos chamados órgãos dos sentidos (olhos, língua, mucosa nasal, ouvido), não estando, portanto, presente nos pés (LENT, 2005; MACHADO, 2000).

A sensibilidade geral tem seus receptores localizados em todo corpo, havendo maior distribuição pela pele, porém com sensíveis variações regionais de concentração. As modalidades sensoriais relacionadas à sensibilidade geral são: dor, temperatura, tato superficial e profundo, vibratória e a cinétiopostural (LENT, 2005; MACHADO, 2000).

Esse conjunto de informações (sensibilidade geral e específica) constituem o que se designa por somestesia (sensibilidade do corpo), composta por receptores que nos permitem perceber tais sensações (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008; KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 2009; LENT, 2005).

Contudo a classificação mais descrita sobre o sistema sensitivo e suas sensações é a de Sherrington (1906), que o dividiu em sensações exteroceptivas, propioceptivas e interoceptivas.

As exteroceptivas fornecem informações sobre o meio externo, por exemplo, quando os pés percebem a temperatura, a forma ou a consistência do terreno em que tocam. As propioceptivas estão relacionadas com a orientação do corpo e dos membros no espaço (e será mais bem descrita adiante), utilizada para informar ao sistema nervoso quanto ao posicionamento dos pés tanto nas situações em que está em contato com alguma superfície, quanto nas situações em que se encontra em flutuação. As interoceptivas trazem informações sobre as funções internas, pressão arterial, concentração química dos constituintes dos fluidos corporais, etc. Nos pés, estes receptores estão localizados apenas no interior dos vasos sanguíneos informando sobre a pressão arterial nos mesmos (SHERRINGTON, 1906).

Cada uma destas modalidades sensoriais dependem fundamentalmente da interação de dois fatores: da qualidade do estímulo pela qual é excitada e do tipo de receptor envolvido nesta estimulação (SHERRINGTON, 1906; VERWORN, 1913). Os diversificados tipos de receptores atuam como transdutores que modificam os estímulos físicos e/ou químicos do meio, em impulsos nervosos que o cérebro pode reconhecer atribuindo-lhe um significado (TORRE *et al.*, 1995; VERWORN, 1913).

Existem variados tipos de receptores e estes se encontram distribuídos pela pele, tecido celular subcutâneo, músculos, tendões, periósteos e estruturas viscerais, para realizarem a transdução de vários tipos de informação sensitiva em impulsos nervosos (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008; PURVES *et al.*, 2005). Especificamente nos pés existe uma concentração relativamente grande de receptores distribuídos, sobretudo na região plantar, nas articulações e em seus músculos intrínsecos (KAVOUNOUDIAS; ROLL; ROLL, 1998).

Existe uma grande discussão quanto à especificidade destes receptores e sua capacidade de responderem aos diferentes estímulos existentes. Contudo os autores mais clássicos seguem a doutrina de Von Frey, baseada na capacidade de cada tipo de receptor responder somente a estímulos específicos e adequados, fazendo surgir impulsos os quais são à base de uma variedade de sensações que no cérebro são processadas e que são próprias daquele tipo de estímulo (LENT, 2005; MACHADO, 2000).

Os receptores são especializados e identificam diferentes texturas, pressões, temperaturas, e ainda a variação do posicionamento de um membro ou segmento (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

Mesmo com a grande variedade de receptores, o mecanismo de ação deles é bastante semelhante, aonde um estímulo aplicado sobre os tecidos deforma ou altera seus terminais nervosos, permitindo uma maior permeabilidade da membrana do receptor. Essa permeabilidade gera uma corrente despolarizante, produzindo então um potencial de ação cuja intensidade é proporcional a intensidade do estímulo (PURVES *et al.*, 2005).

4.5.1. Receptores superficiais (exteroceptores)

Do ponto de vista morfológico, os receptores sensoriais superficiais (exteroceptivos), que são observados em quase todo o corpo, assim como na região dos pés, podem ser classificados em livres e encapsulados (PURVES *et al.*, 2005).

- **Terminações nervosas livres:** São como uma arborização profunda de finos filamentos axoplasmáticos, desmielinizados (tipo C e A δ), situados por baixo do estrato germinativo que aparecem de trecho em trecho em ramificações subepiteliais que brotam para fora entre as células do estrato granuloso, terminando livremente e envolvidas pelas células do epitélio. São os mais freqüentes entre todos os tipos de receptores, ocorrendo em toda a pele (HEWER, 1935; MACLVER; TANELIAN, 1993).

As sensações relacionadas com estes receptores são a dor, a temperatura e o tato grosseiro (LUNDY-EKMAN, 2008; PURVES *et al.*, 2005; ROSS; MURRAY, 1996).

- **Discos de Merkel:** São receptores que localizam-se em contato com células epiteliais especiais na junção dermo-epidérmica especialmente na pele glabra da polpa digital (BYERS; COSTELLO, 1988; MERKEL, 1875). Alguns autores ainda os descrevem estando também enrolados na base dos folículos pilosos (funcionando como mecanorreceptores), embora para outros autores os receptores desta localização já sejam considerados distintos (terminações dos folículos pilosos) (PURVES *et al.*, 2005).

Na ponta de cada uma delas existe uma expansão em forma de disco, estreitamente associada a células epiteliais (MERKEL, 1875) que apresentam vesículas secretoras, com possível influencia hormonal sobre a transdução que os discos de Merkel efetuam (GOTTSCHALDT; VALLE-HINZ, 1981; MUNGER; IDE, 1988).

Até 4 complexos celulares de Merkel podem ser inervados por colaterais de uma única fibra nervosa periférica aferente, de grande diâmetro, mielinizadas e que apresentam as

características funcionais das unidades mecanorreceptoras de adaptação lenta (tipo A β) (GOTTSCHALDT; VALLE-HINZ, 1981; LI *et al.*, 2011; PURVES *et al.*, 2005).

Esses receptores de adaptação lenta e de campos receptivos puntiformes parecem envolvidos com informações de tato e pressão contínuos, respondendo a deformação da pele e à velocidade com que é deformado. Essas informações são úteis na percepção da composição do meio ambiente e na investigação da forma dos objetos. Juntos com os corpúsculos de Meissner desempenham papéis importantes na localização das sensações táteis em áreas específicas, além de determinar a textura do que é sentido (MUNGER; IDE, 1988; PURVES *et al.*, 2005).

- **Corpúsculo de Meissner:** Mede em média, 150 micra de comprimento por 40 de largura. Possui uma cápsula conjuntiva laminada formada por células de Schwann, e no interior da cavidade possui um grande número de células achatadas e empilhadas umas em cima das outras, em direção perpendicular ao eixo maior do corpúsculo (CASTANO *et al.*, 1995; PURVES *et al.*, 2005; WAGNER; MEISSNER, 1852).

Estão localizados entre a epiderme e a derme (na junção dermato-epidérmica), e superpostos intimamente às células epidérmicas, principalmente nas palmas das mãos, planta dos pés, dedos e lábios (MEISSNER, 1853; WAGNER; MEISSNER, 1852). A polpa digital possui um grande número de receptores de Meissner, sobretudo na parte central do dedo, onde se reúnem grupos de vários elementos (PEASE; PALLIE, 1959; WAGNER; MEISSNER, 1852).

Acredita-se que cada terminação seja inervada por uma fibra nervosa sensitiva, calibrosa e mielinizada de adaptação rápida do tipo A $\alpha\beta$ (PARÉ *et al.*, 2001; PURVES *et al.*, 2005).

São receptores de tato e pressão produzindo sensações de vibração, oscilação e movimento. São encarregados, por exemplo, de registrar os movimentos das pregas cutâneas, com capacidade de discernir as características espaciais das sensações do tato (HOFFMANN; MONTAG; DOMINY, 2004; PARÉ *et al.*, 2001).

O corpúsculo de Meissner adapta-se dentro de fração de segundo após ser estimulado, o que significa que são especialmente sensíveis ao movimento de objetos bastante leves sobre a pele, e também a vibração de baixa frequência (HOFFMANN; MONTAG; DOMINY, 2004; PURVES *et al.*, 2005).

- **Corpúsculos de Ruffini:** Estas terminações nervosas medem aproximadamente 1 milímetro de comprimento e ocorrem tanto nas papilas dérmicas da pele espessa das mãos e dos pés como na pele pilosa do restante do corpo (MUNGER; IDE, 1988; PURVES *et al.*, 2005; RUFFINI, 1894).

Possuem uma estrutura encapsulada, com líquido em seu interior, envolta por fibras colágenas. Prendem-se a derme através de suas fibras colágenas garantindo uma relação direta com o tecido circunvizinho (MUNGER; IDE, 1988; HALATA; SCHULZE; HOHNE, 1986; RUFFINI, 1894).

Suas fibras nervosas aferentes são mielínicas de adaptação lenta tipo A β , distribuindo-se uma para cada terminação de Ruffini (1:1). Contudo seus axônios perdem a mielina ao penetrar no interior da cápsula fibrosa e a partir deste ponto se arborizam e formam um plexo (HALATA; SCHULZE; HOHNE, 1986; ROSS; MURRAY, 1996).

Durante muito tempo acreditou-se que seriam sensíveis ao calor. Sabe-se hoje que são receptores de tato e pressão. O comportamento destes receptores sugere que os mesmos respondem de forma máxima ao estímulo tátil de uma área espacialmente confinada da pele, mas também respondem ao estiramento da pele fora dessa área de sensibilidade máxima. São capazes de informar não apenas a velocidade e o grau de deformação da pele, mas também o tempo em que ela fica deformada. Esse processamento é importante para a percepção da posição das partes do corpo entre si (MUNGER; IDE, 1988; PARÉ; BEHETS; CORNU, 2003).

Juntamente com outros receptores, os corpúsculos de Ruffini colaboram, por exemplo, com a percepção de que as nossas mãos estão abertas ou fechadas, mesmo com os olhos fechados, pelo grau de distensão da pele. Essa capacidade, porém só lhe é reconhecida na pele das mãos, ao redor da boca e também nos pés (MUNGER; IDE, 1988).

Sua semelhança morfológica com outros receptores encontrados próximos de tendões e articulações sugerem que a terminação de Ruffini é um receptor ativado por estiramento (HALATA; SCHULZE; HOHNE, 1986; PURVES *et al.*, 2005).

- **Corpúsculo de Vater-Paccini:** É o maior órgão terminal sensorial do corpo medindo aproximadamente de 1 a 5 mm de comprimento com média de 2 mm por 100 a 500 milimicra de largura. Tem distribuição muito ampla pelo corpo, ocorrendo principalmente no tecido celular subcutâneo das mãos e dos pés ou mesmo em territórios mais profundos, como nas fâscias, septos intermusculares e no periósteo (CAUNA; MANNAN, 1958; PACINI, 1924). É o receptor especializado mais profundamente localizado (ZELENA, 1978).

Sabe-se hoje que são responsáveis pela sensibilidade vibratória, ou seja, a capacidade de perceber estímulos mecânicos rápidos e repetitivos (GRAY; MALCOLM, 1950; SATO, 1961).

Cada corpúsculo consiste de uma cápsula, uma zona de crescimento intermediário e um cerne central que contém a terminação nervosa. A cápsula compreende cerca de 30 lamelas dispostas concêntricamente constituídas de células achatadas. As lamelas sucessivas são separadas por intervalos contendo material amorfo e fibras colágenas que tendem a se dispor circularmente. A zona intermediária é uma camada celular entre a cápsula e o cerne aonde mitoses ocasionais são observadas. As células oriundas destas mitoses são incorporadas ou na cápsula ou no cerne. O cerne do corpúsculo consiste de cerca de 60 lamelas intimamente reunidas, dispostas de ambos os lados da terminação nervosa e separadas por duas fendas que ocorrem longitudinalmente (CAUNA; MANNAN, 1958; PEASE; QUILLIAM, 1957; SANTINI; IBATA; PAPPAS, 1971; SPENCER; SCHAUMBURG, 1973; ZELENA, 1978).

Cada corpúsculo pacciniano é innervado por uma fibra sensitiva própria (relação entre o axônio nervoso e o receptor é de 1:1) do tipo II ($A\beta$), de posição central. A extremidade final dessa fibra não é mielinizada, mas passa a ser mielinizada assim que deixa o corpúsculo, para penetrar no nervo sensitivo periférico (CAUNA; MANNAN, 1958; SANTINI; IBATA; PAPPAS, 1971).

São considerados transdutores que transformam a pressão e as vibrações mecânicas de alta frequência em energia eletroquímica, sendo, portanto, estimulados apenas por movimentos muito rápidos dos tecidos. Não são responsivos à deformação contínua da pele, o que é condizente com as características funcionais das fibras nervosas de adaptação rápida (CAUNA; MANNAN, 1958; GRAY; MALCOLM, 1950; HUNT; TAKEUCHI, 1962).

- **Bulbo de Krause:** esses receptores estão localizados nas bordas limítrofes da epiderme com as mucosas. Têm forma esferoidal e medem cerca de 50 micra de diâmetro. Consistem de uma cápsula de células planas que mostra sinais de disposição em lamelas (KRAUSE, 1881; SPASSOVA, 1974; MUNGER; IDE, 1988).

Cada bulbo recebe uma fibra nervosa mielínica do tipo $A\delta$ que penetra na cápsula, se alarga e se ramifica bastante, passando os seus ramos a se tornarem amielínicos. Em algumas fibras são amielínicas do tipo C. Estas fibras podem ser ramificadas, espiraladas ou ainda percorrer um trajeto relativamente reto, antes de terminar à maneira de uma clava (ORMEA;

GOGLIA, 1969; SPASSOVA, 1973). Alguns pesquisadores acreditam que o bulbo de Krause esteja relacionado com o frio (KRAUSE, 1881; MUNGER; IDE, 1988).

Quanto aos receptores sensoriais profundos, também denominados proprioceptores, estes também são bastante observados nos pés e amplamente distribuídos pelas suas articulações e estruturas periarticulares. Os mesmos podem ser classificados morfológicamente em dois grupos: o dos proprioceptores articulares e ligamentares e o grupo dos proprioceptores musculares e tendinosos, de acordo com a sua localização (PURVES *et al.*, 2005; SHERRINGTON, 1906).

4.5.2. Receptores profundos (proprioceptores)

Terminações nervosas semelhantes aos receptores de Ruffini e aos de Paccini são encontrados nas capsulas articulares e constituem-se nos principais proprioceptores articulares (HALATTA, 1977; POLACEK, 1966; RAUBER, 1874; ZIMNY, 1988).

- **Receptores tipo I:** são terminações encapsuladas (cápsula fibrosa rica em colágeno) semelhantes aos corpúsculos de Ruffini já descritos. Medem aproximadamente 1 milímetro de comprimento e são supridos por uma fibra sensitiva mielínica do tipo A β (5 a 8 milimicra de espessura) de velocidade rápida, que perdem a mielina ao penetrar no interior da cápsula, se arborizam e formam um plexo. Sua cápsula fibrosa se prende à derme por junções de fibras colágenas (BOYD, 1954; BURGESS; CLARK, 1969; ECKLUND; SKOGLUND, 1960; FREEMAN; WYKE, 1967; GOGLIA; SKLENSKA, 1969; HALATTA, 1977).

São estimulados por estiramento e parecem ser responsáveis pela adaptação do ligamento a estímulos suaves e lentos. As frequências variadas dos impulsos desses receptores podem assim sinalizar a direção e velocidade do movimento e a posição da articulação (GRIGG; HOFFMAN; 1982; HALATTA, 1977).

- **Receptores tipo II:** São proprioceptores mais complexos, semelhantes estruturalmente aos corpúsculos de Paccini. Mede de 1 a 5 mm de comprimento com média de 2 mm por 100 a 500 milimicra de largura. Cada corpúsculo consiste de uma cápsula de tecido conjuntivo, uma zona de crescimento intermediário e um cerne central que contém a terminação nervosa (uma fibra mielínica de 8 a 12 milimicra de espessura) (HALATTA, 1977; POLACEK, 1966).

A cápsula compreende cerca de 30 lamelas dispostas concentricamente com células achatadas dispostas sobre ela (células de Schwann diferenciadas). As lamelas sucessivas são

separadas por intervalos contendo algum material amorfo e fibras colágenas. Essas tendem a se dispor circularmente e a se aplicar intimamente às superfícies das lamelas, em particular, a suas superfícies externas (HALATTA, 1977; SJÖLANDER *et al.*, 1989).

Os Receptores do tipo II, estão distribuídos entre as fibras colágenas da cápsula articular e da fásia circundante, respondem à compressão e aparentemente garantem a resposta do ligamento a estímulos rápidos e bruscos (HALATTA, 1977; SJÖLANDER *et al.*, 1989).

Além destes também são descritos outros dois tipos de receptores (III e IV) que ainda não possuem suas funções totalmente esclarecidas, mas que, no entanto, aparentemente são funcionalmente auxiliares dos corpúsculos de Ruffini e de Pacini e, portanto considerados como secundários (POLACEK, 1966).

Os proprioceptores nos ligamentos e na pele são similares àqueles encontrados na cápsula articular, embora ocorram em número menor. Uma vez a tensão nos ligamentos e na pele pode ser causada por movimento em diferentes direções, é improvável que os proprioceptores possam promover informação sobre o movimento em direções específicas. Contudo, embora a contribuição dos proprioceptores nos ligamentos e na pele seja pequena, eles ainda contribuem significativamente para a estabilização articular na atividade muscular reflexa (LEUNIG *et al.*, 2000; SJÖLANDER *et al.*, 1989).

Os proprioceptores musculares e tendinosos parecem ser responsáveis pela posição articular e de movimentos nas extremidades das amplitudes articulares (HALATA, 1977). Nos tendões existem proprioceptores chamados de órgãos tendinosos de golgi que são sensíveis à tensão e estão localizados entre as fibras colágenas do tendão. No músculo existem proprioceptores especializados chamados de fusos musculares, os quais como os órgãos tendinosos de golgi, respondem à tensão (ELDRED *et al.*, 1998; TANEDA; POMPEU, 2006).

- **Fuso muscular:** Cada fuso é constituído de uma cápsula conjuntiva que envolve de duas a dez minúsculas fibras estriadas (fibras intrafusais) que se dispõem paralelamente às demais fibras destes músculos (fibras extrafusais) (BANKER; GIRVIN, 1971; BROW *et al.*, 1969).

As fibras intrafusais são classificadas de acordo com o arranjo de seus núcleos que podem se dispor em sacos nucleares ou em cadeias nucleares. Nas fibras em saco nuclear, os núcleos organizam-se em um grupo, enquanto, nas fibras em cadeia nuclear, os núcleos estão dispostos em uma linha ao longo do eixo da fibra (BANKER; GIRVIN, 1971; BOYD; WARD, 1975; RUSKELL, 1989).

Além disso, cada uma das fibras intrafusais possuem uma região equatorial não contrátil, contendo vários núcleos e duas regiões polares dotadas de um grande número de miofibrilas, sendo, portanto contráteis (RUSKELL, 1989).

O fuso neuromuscular recebe fibras nervosas sensitivas que se enrolam em torno da região equatorial das fibras intrafusais, constituindo as chamadas terminações anuloespirais. Uma vez que as fibras intrafusais estão ligadas à cápsula do fuso que, por sua vez, se ligam direta ou indiretamente ao tendão do músculo, a tensão e o comprimento das fibras intrafusais aumentam quando o músculo é tracionado, e diminuem quando o músculo se contrai (ADAL, 1984; SCHOLZ; CAMPBELL, 1980).

O estiramento das fibras intrafusais ativam, portanto, as terminações anuloespirais, originando impulsos nervosos que percorrem fibras aferentes e penetram na medula espinhal fazendo sinapse com os neurônios motores da coluna anterior da medula (motoneurônios alfa). Os axônios desses neurônios trazem os impulsos nervosos eferentes até as placas motoras situadas nas fibras extrafusais dos músculos, fazendo-os contraírem-se. Esse mecanismo constitui o reflexo miotático, ou de estiramento, muito importante para a manutenção reflexa do tônus muscular (ADRIAN; ZOTTERMAN, 1926; SCHOLZ; CAMPBELL, 1980).

Os fusos neuromusculares apresentam ainda uma inervação motora pelas fibras eferentes gama, que se originam em pequenos neurônios motores situados na coluna anterior da medula espinhal (motoneurônios gama) e que inervam as duas regiões polares das fibras intrafusais, a fim de promover sua contração. Esta contração muscular aumenta a tensão na região equatorial das fibras intrafusais, onde se encontram as terminações anuloespirais, tornando o fuso ainda mais sensível ao estiramento causado pela contração muscular. Por esse mecanismo, o sistema nervoso central pode regular a sensibilidade dos fusos neuromusculares, o que é importante para regulação do tônus muscular (ADAL, 1984; SCHOLZ; CAMPBELL, 1980).

Enquanto o estiramento em baixo nível (ou lento) de um músculo revela-se importante fonte de informação proprioceptiva com relação ao movimento e à posição articular, o seu estiramento rápido está relacionado à contração reflexa do músculo necessária para prevenir lesões articulares (MATTHEWS, 1931; SCHOLZ; CAMPBELL, 1980).

Contudo, existem evidências de que os proprioceptores capsulares e ligamentares também tenham participação na ativação de tais contrações reflexas, sobretudo nas amplitudes articulares máximas, quando nessas condições os ligamentos e as cápsulas articulares podem encontrar-se estirados e com seus proprioceptores bastante ativos (HALATA, 1977).

- **Órgãos tendinosos de golgi (OTG):** são outros exemplos de receptores sensoriais encapsulados. Estes receptores propioceptivos são delgados, e apresentam aproximadamente 1 milímetro de comprimento, por 0,1 milímetro de diâmetro. Ficam localizados na junção miotendinosa, ou seja, entre o ventre muscular e seu tendão, onde fibras colágenas (originadas no tendão) se fixam em série às extremidades de fibras musculares extrafusais (fora do fuso muscular) paralelas ao tendão (BLUMER *et al.*, 2000; GUEZ; GORDON, 2000; TANEDA; POMPEU, 2006).

O OTG é innervado por axônio aferente Ib, que perde sua mielinização após penetrar na cápsula, ramificando-se em muitas terminações delgadas, que se enroscam por entre os fascículos trançados do colágeno (BLUMER *et al.*, 2000; TANEDA; POMPEU, 2006).

É pelo estiramento (mesmo pequeno) de seus feixes de colágeno, e conseqüente compressão de suas terminações sensoriais, que os OTG tornam-se ativados. Suas fibras Ib disparam sempre que há tensão no músculo, seja por uma contração ou por um alongamento. Contudo vale ressaltar, que o alongamento passivo de um músculo não figura-se efetivo na ativação dos OTG (BINDER *et al.*, 1977; GREGORY; PROSKE, 1979; HOUK; SIMON, 1967; TANEDA; POMPEU, 2006).

5. METODOLOGIA

5.1. Caracterização do estudo

Para se alcançar os objetivos propostos por esta tese foi desenvolvido um estudo baseado no acompanhamento de indivíduos com sequelas decorrentes da hanseníase durante 30 sessões de diferentes protocolos de tratamento reabilitacional (**estudo longitudinal**). Neste estudo realizou-se uma intervenção planejada pelos pesquisadores, para cada uma das subdivisões (3 grupos) dos participantes, que por sua vez, foram escolhidos por conveniência, configurando-se, portanto em uma pesquisa do tipo **ensaio clínico aberto**.

As variáveis de interesse (dependentes) deste estudo foram: o nível estesiométrico de sensibilidade plantar, o índice do arco plantar, e os achados de força máxima e média de alguns movimentos dos pés dos pacientes, sendo que todas as variáveis exploradas resultaram em dados numéricos (discretos e contínuos), requerendo, portanto, uma abordagem **quantitativa** para sua análise, com o uso de recursos e técnicas estatísticas.

5.2. Local e período do estudo

O estudo foi realizado no ambulatório de fisioterapia da Unidade de Ensino e Assistência do Baixo Amazonas (UEASBA) e no ambulatório de fisioterapia da Secretaria Municipal de Saúde de Rurópolis.

A UEASBA trata-se de uma unidade de referência para os casos de hanseníase na região do oeste do Pará, que possui uma demanda regular de pacientes hansenianos já diagnosticados e de casos suspeitos, que são encaminhados pelas unidades de saúde dos diferentes bairros de Santarém e também de outros municípios circunvizinhos.

O ambulatório de fisioterapia da Secretaria Municipal de Saúde de Rurópolis localiza-se no Centro de Apoio Psicossocial (CAPS) daquele município e também recebe demanda regular de pacientes diagnosticados com hanseníase, pela rede de saúde local.

Esta proposta de investigação científica foi apresentada e aprovada para realização em março de 2012 (qualificação). Porém sua etapa de coleta de dados teve o início apenas em 03 de julho de 2012, estendendo-se por mais de 2 anos até o dia 06 de agosto de 2014.

5.3. Universo, amostra e amostragem

5.3.1. Universo

Considerou-se como universo deste estudo o total de indivíduos diagnosticados com hanseníase (tanto pacientes ainda em tratamento poliquimioterapêutico, quanto os que já haviam recebido alta por cura) em Santarém, identificados até o final do processo de inclusão de voluntários nos grupos da pesquisa, com as seguintes características: maiores de 15 anos de idade; de qualquer gênero; de qualquer classificação operacional (paucibacilares ou multibacilares); sem sequelas sensitivo-motoras, nos pés, decorrentes de doenças neurológicas, traumato-ortopédicas ou metabólicas; que não apresentassem úlcera plantar e que fossem identificados com grau de incapacidade I ou II para os dois pés.

5.3.2. Amostra e amostragem

A seleção dos indivíduos ocorreu de forma não randômica, por conveniência, através de convite dirigido aos pacientes acometidos pela hanseníase (tanto aqueles ainda em tratamento poliquimioterapêutico, quanto os que já haviam recebido alta por cura) frequentadores da UEASBA.

Uma vez que o paciente demonstrava interesse em participar do estudo, o mesmo era conduzido a uma sala reservada para uma avaliação clínica que objetivava averiguar se este indivíduo atendia a todos os critérios para participação nesta pesquisa.

Os critérios de inclusão empregados neste estudo podem ser descritos como os mesmos que definiram o seu universo. Todos os indivíduos que apresentaram condições diferentes das estabelecidas pelos critérios de inclusão, não chegaram a realizar nenhuma das etapas seguintes da pesquisa.

Com a utilização destes critérios foram selecionados 65 voluntários para esta pesquisa, dos quais 29 foram excluídos por motivo de abandono de tratamento, reduzindo para 36 o número de indivíduos que chegaram a completar todas as etapas avaliativas e de tratamento reabilitacional.

Vale ressaltar que destes 36 voluntários, 05 foram recrutados no município de Rurópolis, seguindo-se os mesmos critérios de inclusão e exclusão já mencionados.

5.4. Procedimentos da pesquisa

5.4.1. Procedimentos preliminares

Após autorização para participar deste estudo, por meio de assinatura em um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), era então agendada a avaliação inicial do voluntário para registro de sua condição antes de ingressar em um dos protocolos da pesquisa.

As avaliações iniciais foram então registradas em uma ficha padronizada (APÊNDICE A) aonde constavam todas as variáveis sensitivas e motoras de interesse para este estudo (sensibilidade plantar estesiométrica, índice do arco plantar e força média e máxima para os movimentos de dorsoflexão, eversão, flexão de artelhos e flexão plantar) e que serviram de parâmetros para as análises propostas e tomada das conclusões ao final desta pesquisa. Fizeram parte desta avaliação os seguintes procedimentos:

5.4.2. Avaliação da sensibilidade plantar

Este procedimento foi realizado com o emprego do kit estesiômetro (também denominado teste dos monofilamentos de Semmes-Weinstein) da marca SORRI®, de acordo com o recomendado pelo MSB (BRASIL, 2010a).

O kit estesiômetro é composto por 6 monofilamentos com cores, espessuras e gramaturas diferentes, aonde cada um destes ao ser tocado sobre a pele humana oferece uma percepção tátil diferente e portanto, representa um nível sensitivo diferente, conforme demonstrado na figura e no quadro abaixo:

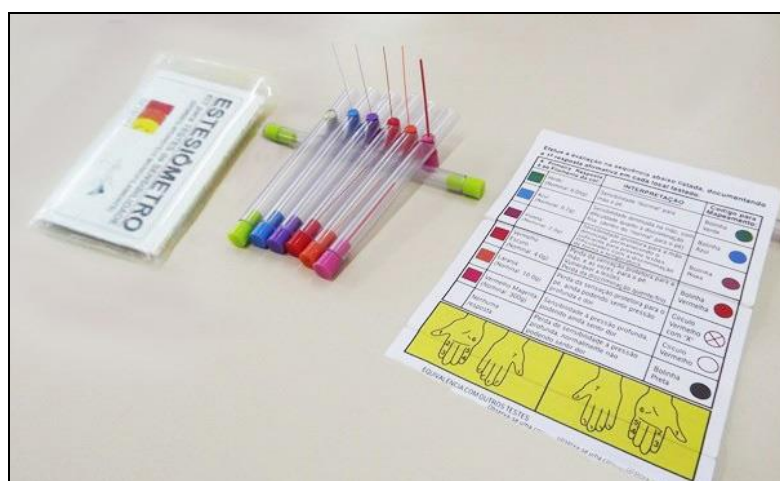


Figura 2. Kit estesiômetro.

Fonte: Autor (2014).

Quadro 1. Representação esquemática dos níveis de sensibilidade definidos pelos monofilamentos do kit estesiômetro.

Monofilamento	Gramatura	Sensibilidade
Verde	0.05g	Normoestesia
Azul	0.2g	Normoestesia
Lilás	2g	Normoestesia
Vermelho aberto	4g	Hipoestesia
Vermelho cruzado	10g	Hipoestesia
Vermelho fechado	300g	Hipoestesia
Preto	Sem resposta	Anestesia

Fonte: SORRI BAURU®.

A realização deste teste consistia em tocar os monofilamentos em áreas específicas da região plantar (figuras 3 e 4), estando o paciente com os olhos fechados. Solicitava-se então ao paciente que respondesse positivamente a cada vez que percebesse o toque em seus pés.

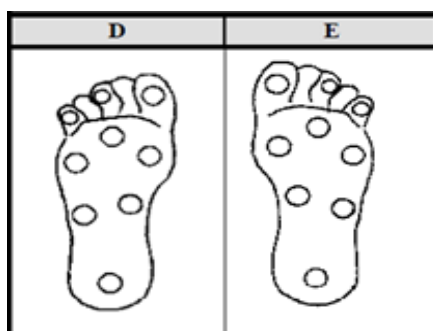


Figura 3. Pontos para avaliação da sensibilidade cutâneo-plantar.

Fonte: Brasil (2010a).



Figura 4. Teste de sensibilidade com o uso dos monofilamentos do kit estesiômetro.

Fonte: Autor (2014).

Para uma avaliação mais acurada desta variável foi utilizada a seguinte padronização para o toque dos monofilamentos:

Iniciava-se o teste com o monofilamento mais fino (verde) e caso o paciente não respondesse positivamente a este estímulo em um, ou alguns dos pontos testados, o avaliador dava continuidade a avaliação utilizando o monofilamento seguinte (azul) e assim sucessivamente até que todos os pontos tivessem sua sensibilidade devidamente registrada.

Todos os monofilamentos utilizados foram tocados até 3 vezes em cada ponto. No entanto bastava uma resposta positiva para que cada ponto fosse identificado com aquele nível de sensibilidade uma primeira vez. Após uma primeira rodada de exploração dos pontos, era realizada uma segunda rodada de toques com o mesmo monofilamento a fim de confirmar a resposta dada pelo paciente. Caso o paciente mantivesse a mesma resposta obtida na primeira rodada de avaliação, este ponto tinha então o seu nível de sensibilidade estesiométrica confirmado. Quando se observava discordância entre a primeira rodada de toques e a seguinte, uma nova exploração com 3 toques era realizada apenas para estes pontos, registrando-se então a resposta observada nesta última exploração.

Para fins de análise, os diferentes níveis de sensibilidade receberam graduações que variaram de 0 a 6, aonde o grau 0 representava a perda completa da sensibilidade (anestesia) e o grau 6, a sensibilidade plenamente preservada, seguindo a descrição adotada por Garbino *et al.* (2004) e por Pietta (2011).

Quadro 2. Esquema de pontuação para avaliação de sensibilidade pelo kit estesiômetro.

Monofilamento	Graduação
Verde	6
Azul	5
Lilás	4
Vermelho aberto	3
Vermelho cruzado	2
Vermelho fechado	1
Preto	0

Fonte: Garbino *et al.* (2004).

5.4.3. Fotopodoscopia e avaliação do índice do arco plantar

Nesta avaliação o indivíduo era posicionado de pé sobre um podoscópio fabricado nas medidas padrões (RIBEIRO *et al.*, 2006), em apoio bipodal, com os pés descalços e ligeiramente afastados por uma peça de Etil Vinil Acetato (EVA) de 10cm de largura por 30cm de comprimento (figura 5). A imagem da impressão plantar sobre o vidro do podoscópio era então refletida em um espelho angulado a 45⁰ abaixo deste vidro e capturada

por uma câmera fotográfica digital (*SONY® Cyber-Shot*) de 8.0 megapixels, posicionada sobre um tripé, em frente ao podoscópio, a uma distância e altura que permitia o enquadramento da imagem refletida, sem a utilização de nenhum tipo de aproximação (*zoom*) da câmera fotográfica (figura 5).

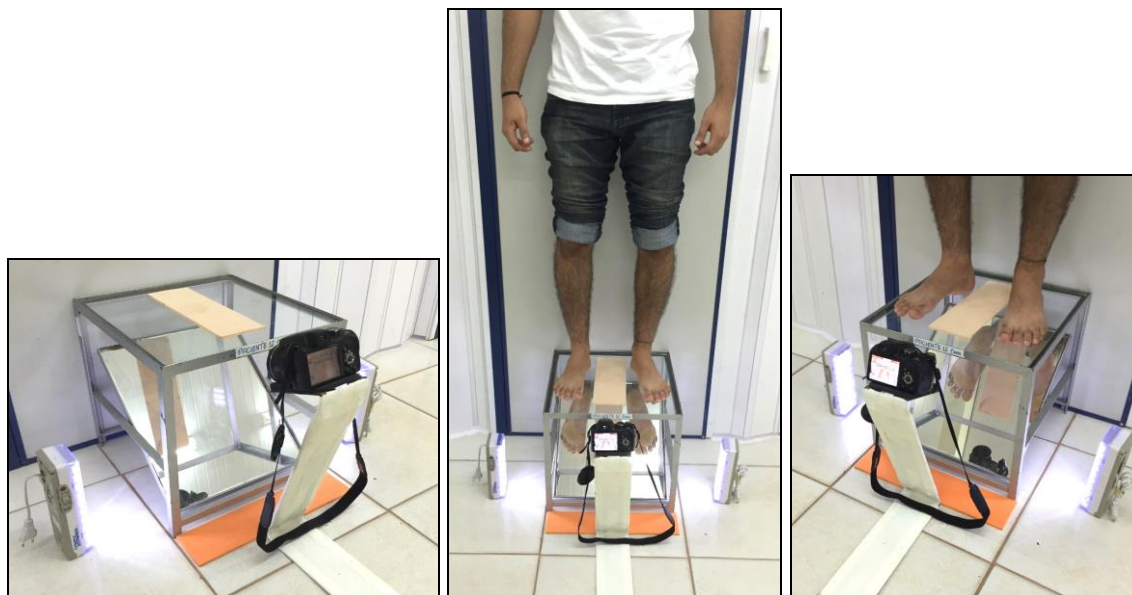


Figura 5. Posicionamento do paciente para fotopodoscopia.

Fonte: Autor (2014).

Para se calcular o índice do arco plantar foi seguido o protocolo de análise descrito por Ribeiro *et al.* (2006), sendo necessário para isso o tratamento destas imagens por *softwares* de edição de imagens. As imagens digitais obtidas foram então transportadas para um computador equipado com os *softwares* CorelDrawX7® e ImageJ®.

Com o CorelDrawX7® primeiramente desenhava-se uma linha entre o limite da base da impressão plantar do segundo artelho e o limite da impressão plantar do calcanhar (Linha L) (figura 6). Em seguida selecionava-se a ferramenta de construção de tabelas, construindo-se uma tabela com 6 linhas e 2 colunas, de tal forma que a linha central entre as duas colunas, coincidia com o próprio eixo longitudinal da “Linha L” e os seus limites superior e inferior coincidiam com os respectivos limites da “Linha L”. Assim obtinha-se o eixo longitudinal da planta dos pés separado em 6 sessões de mesmo tamanho (figura 7).

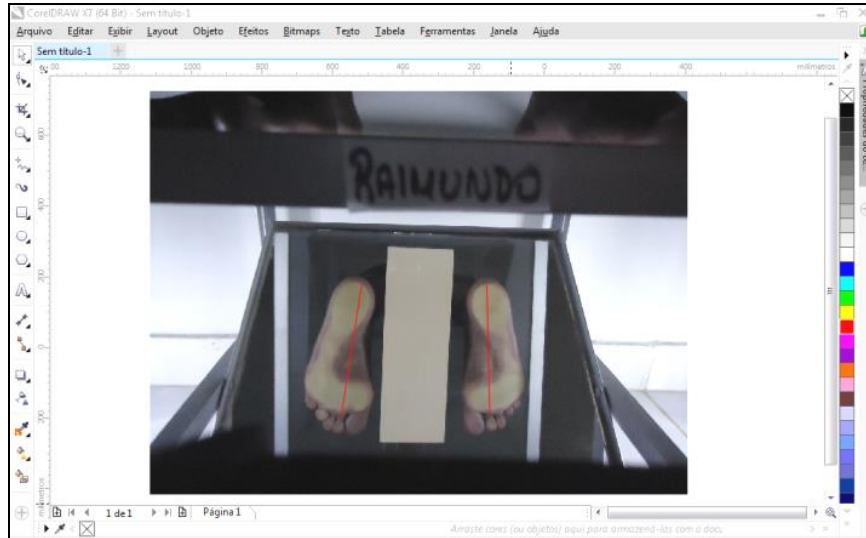


Figura 6. Definição do eixo longitudinal da área de pressão plantar (“Linha L”) pelo CorelDrawX7®.

Fonte: Autor (2014).

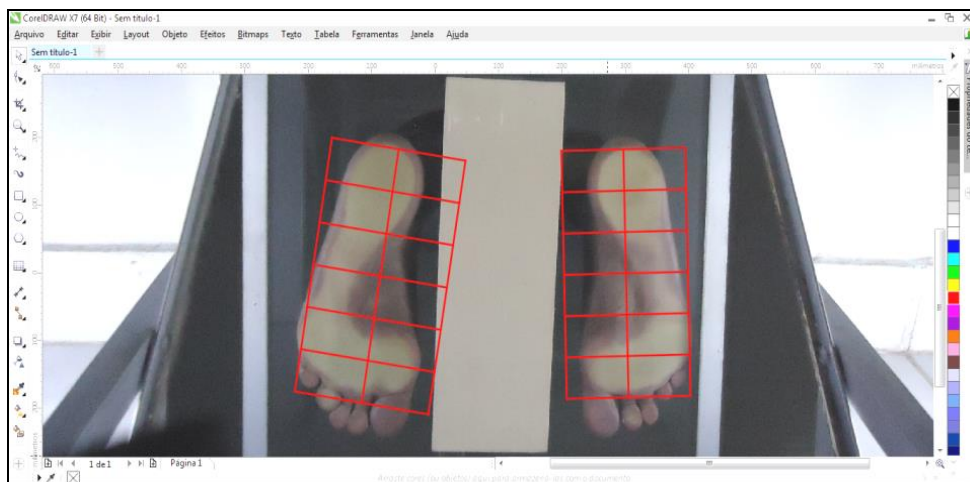


Figura 7. Divisão do eixo longitudinal da área de pressão plantar em 6 sessões de mesmo tamanho, pelo CorelDrawX7®.

Fonte: Autor (2014).

A etapa seguinte desta análise realizava-se com o ImageJ®. Após abrir a imagem modificada no CorelDraw® com o *software* ImageJ®, desenhava-se uma linha de uma borda a outra da peça de EVA que ficava entre os pés dos voluntários. A partir desta medida conhecida (10cm) realizava-se a calibração do *software* com a ferramenta “Set Scale”, tornando possível a realização de medias nesta imagem (figura 8).

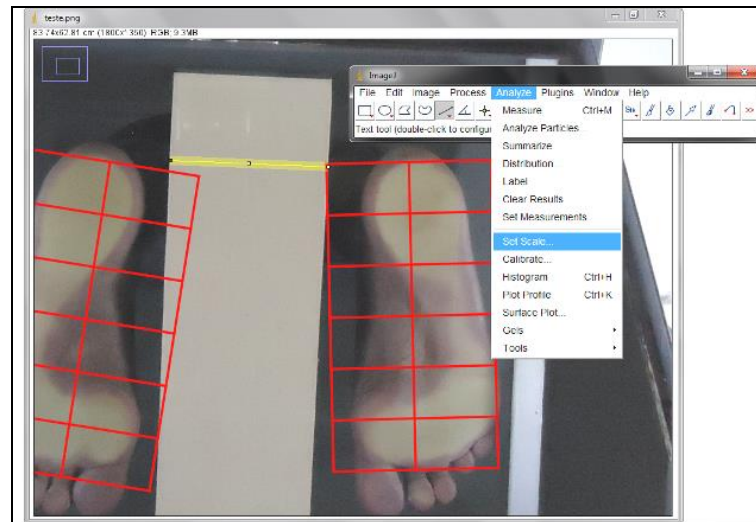


Figura 8. Calibração do *software* ImageJ® para mensurações, a partir de uma medida conhecida.

Fonte: Autor (2014).

Uma vez realizada a calibração do *software*, tomava-se a medida de largura da impressão plantar a 50% do comprimento da “Linha L” e no maior eixo do calcânhar (1/6 da “Linha L”) (figura 9). De posse destas medidas os índices plantares eram então facilmente calculados dividindo estes dois valores (RIBEIRO *et al.*, 2006).

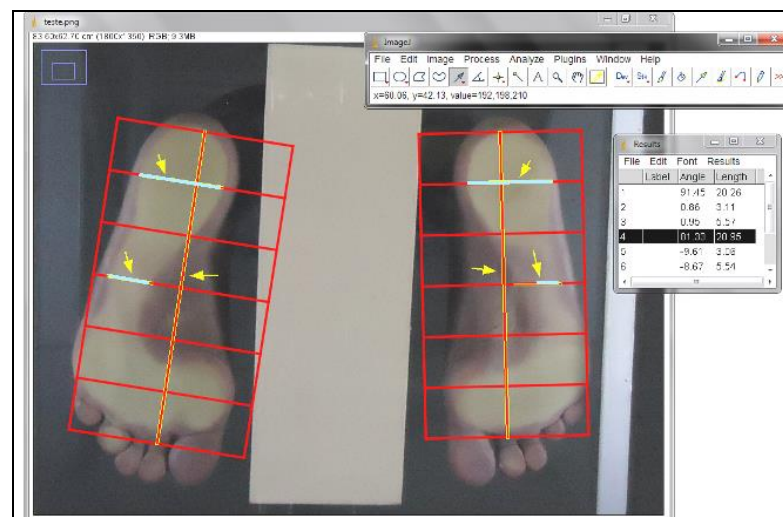


Figura 9. Obtenção das medidas do comprimento istmo e da região do calcâneo pelo *software* ImageJ®.

Fonte: Autor (2014).

Neste estudo os índices obtidos variaram de 0 a 0.822, sendo que seus valores são inversamente proporcionais a altura do arco plantar, ou seja, quanto menores os valores do índice plantar, mais elevados estão os arcos plantares e vice-versa.

5.4.4. Avaliação da força máxima e força média

Foram selecionados para esta avaliação movimentos dos tornozelos e dos pés que apresentam relação com as principais manifestações motoras ocasionadas pelo dano neural decorrente da hanseníase, ou que sejam relevantes para a manutenção do arco plantar e da adequada estrutura biomecânica e função do segmento pé e tornozelo (dorsoflexão, eversão, flexão dos artelhos e flexão plantar).

A avaliação da força destes movimentos foi obtida por meio de uma célula de carga com Sensor Diferencial de Superfície 1000 e capacidade máxima de registro de força de até 200Kgf, que estava conectada a um aparelho eletromiógrafo de 4 canais da marca Miotool 400 USB® (figura 10).

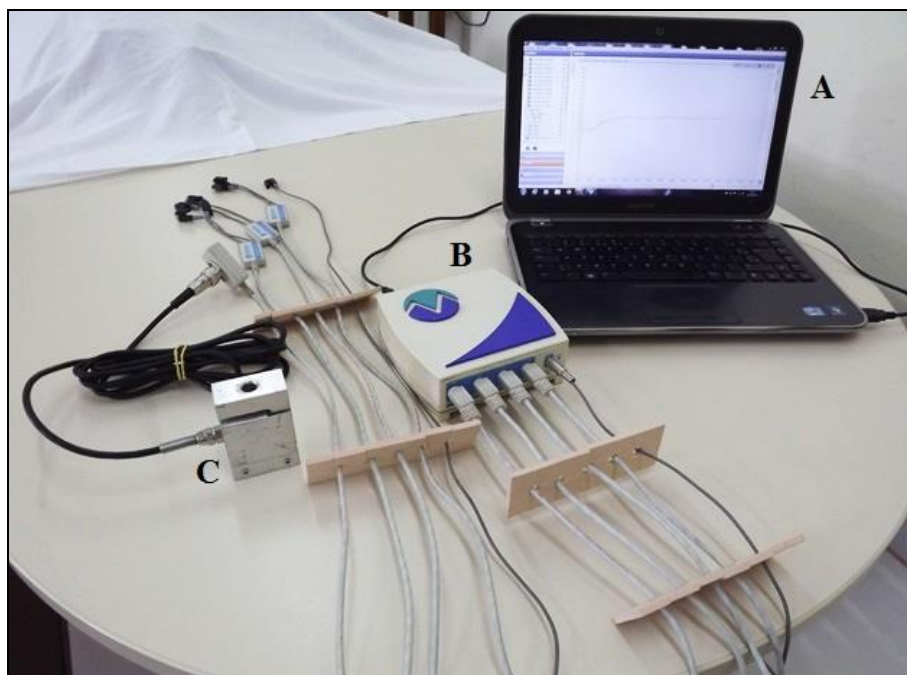


Figura 10. Equipamentos de registro de força. **A.** notebook; **B.** Eletromiógrafo Miotool 400 USB® de 4 canais; **C.** Célula de carga.
Fonte: Autor (2014).

Para que durante a realização dos movimentos se obtivesse o adequado registro da força pela célula de carga, de uma forma padronizada, sem necessitar alterar o posicionamento do paciente durante esta avaliação, foi projetada e construída uma cadeira de estabilização, especificamente para esta pesquisa (figuras 11A e B).

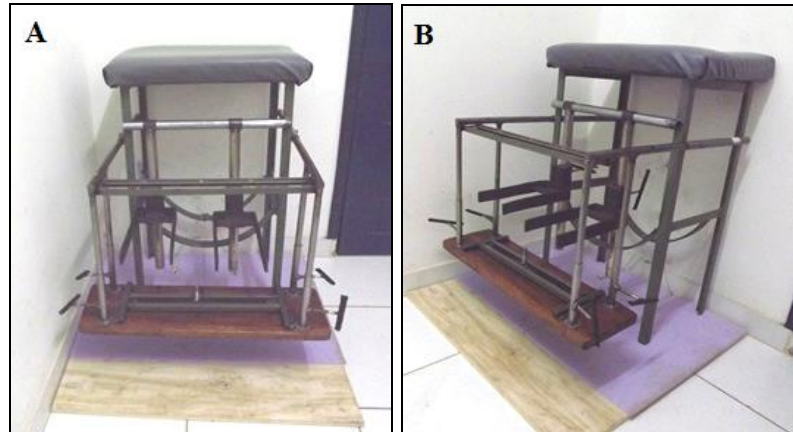


Figura 11. Cadeira de estabilização.
Fonte: Autor (2014).

Após sentar nesta cadeira os indivíduos tinham suas pernas e os pés fixadas sobre uma pequena chapa de metal, acoplada a célula de carga conforme demonstrado nas fotos abaixo (figuras 12A, B, C e D). Os voluntários eram então solicitados a realizarem os movimentos específicos, imprimindo força compressiva (flexão dos artelhos e flexão plantar) ou de tracionamento (dorsoflexão e eversão) sobre a célula de carga. Para cada movimento avaliado eram solicitadas 3 contrações voluntárias isométricas máximas de duração mínima de 12 segundos.

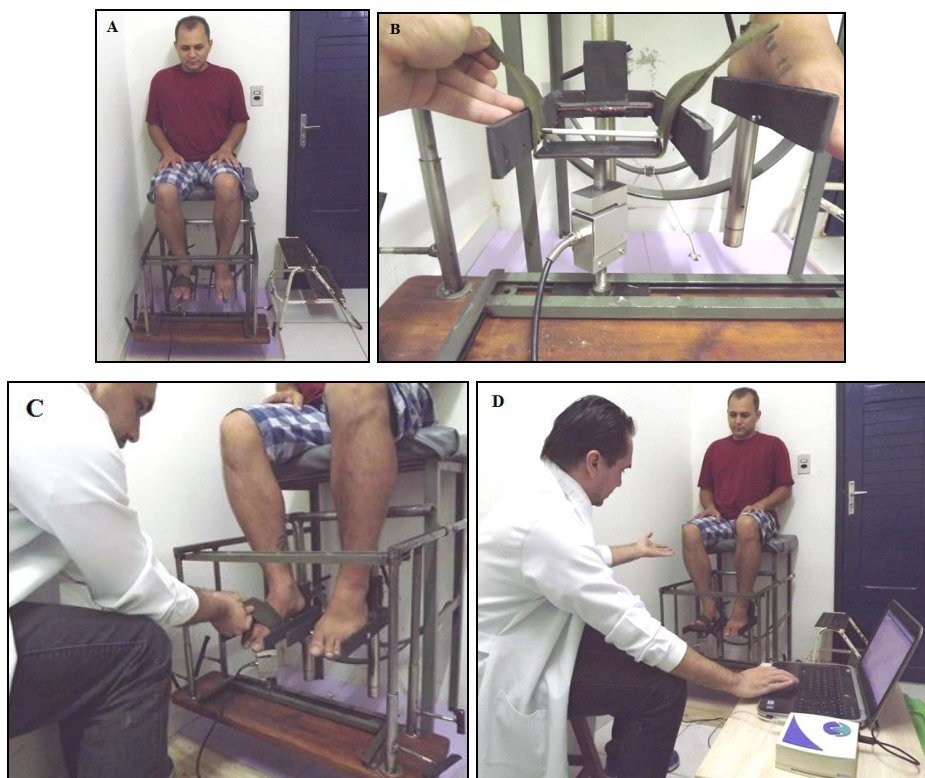


Figura 12. A. Posicionamento do paciente; B. Estrutura de estabilização do pé, acoplada à célula de carga; C. Fixação do pé do paciente; D. coleta.
Fonte: Autor (2014).

Durante a execução das contrações, o registro de força era instantaneamente computado pelo aparelho eletromiográfico Miotool 400 USB® que estava conectado a um notebook equipado com o *software* Miograph 2.0 USB® específico para aquisição e análise do registro de força pela célula de carga.

5.4.5. Alocação dos pacientes e formação dos grupos

Após a etapa avaliativa inicial, os pacientes foram alocados em 3 grupos distintos de acordo com os protocolos terapêuticos a que foram submetidos.

Um dos grupos foi denominado Grupo de Estimulação Sensorial Superficial (GESS) e foi caracterizado pela aplicação de diferentes estímulos sensoriais (figura 13):

- 1ª estação: recipiente plástico com água morna a uma temperatura controlada entre 37⁰C e 39⁰C;
- 2ª estação: caixa de madeira forrada com lixa n°100 utilizada para polir metais;
- 3ª estação: caixa de madeira forrada com espuma de 10 cm de espessura;
- 4ª estação: caixa de madeira forrada com tela confeccionada em plástico;
- 5ª estação: caixa de madeira contendo grãos de alpiste e painço (sementes utilizadas para a alimentação de pequenas aves);
- 6ª estação: caixa de madeira contendo grãos de feijão;
- 7ª estação: caixa de madeira forrada com pelúcia;
- 8ª estação: recipiente plástico com água fria a uma temperatura controlada entre 17⁰C e 19⁰C.



Figura 13. Protocolo para o GESS.

Fonte: Autor (2014).

Para promover adequado estímulo aos termorreceptores plantares, com perfeita distinção entre a água fria e água morna, de forma segura, um estudo-piloto prévio com indivíduos sadios demonstrou que para a percepção de “frio” a temperatura da água deveria manter-se entre 18⁰C e 21⁰C, e entre 36⁰C e 39⁰C para a sensação de “calor morno”, estando, portanto, fora dos limiares de dor e desconforto térmico descritos por Cohen (2001).

Durante a aplicação deste protocolo os pacientes eram mantidos sentados, com os pés descalços, e recebendo os estímulos sensoriais de cada estação por 02 minutos, não havendo intervalo entre as estações.

Nas estações 2 à 7 os participantes eram solicitados a tocarem ou deslizarem os pés de maneira que a região plantar recebesse os estímulos de cada estação. Nas estações 1 e 8 deste protocolo o próprio pesquisador realizava o controle de temperatura, utilizando um termômetro laser (Mesco®) e acrescentando pequenos volumes de água quente (quando ocorria perda de temperatura) ou fria (quando ocorria aumento de temperatura) ao recipiente, de maneira a impedir que a temperatura da água oscilasse para valores não desejados.

Um segundo grupo foi denominado Grupo de Estimulação Sensorial Profunda (GESP) e caracterizou-se pela aplicação de estímulos propioceptivos sob os pés, promovendo pequenas oscilações do centro de equilíbrio dos voluntários, estimulando assim os receptores sensoriais profundos localizados nas articulações e nos tendões periarticulares. O protocolo de aplicação para o GESP foi realizado obedecendo à seguinte padronização:

- 1^a estação: balanceios laterais na prancha propioceptiva retangular;
- 2^a estação: balanceios ântero-posteriores na prancha propioceptiva retangular;
- 3^a estação: apoio unipodal no balancim, seguido de alternância do pé de apoio;
- 4^a estação: apoio unipodal na cama elástica, seguido de alternância do pé de apoio.

Cada um destes estímulos era oferecido ao paciente por um intervalo de 02 minutos, seguidos por intervalos de 1 minuto para descanso.

Nas estações em que se utilizavam estímulos de apoio unipodal (balancim e cama elástica), este tempo (02 minutos) era definido para cada um dos pés. Além disso, para estas estações de exercício havia uma programação de evolução com o andamento do protocolo, na qual após as 10 primeiras sessões de tratamento (período de adaptação), os pacientes passavam a experimentar um desafio maior para manter o equilíbrio sobre o balancim (as correntes de sustentação eram ajustadas para uma posição que oferecia maior oscilação da plataforma de apoio) e a cama elástica (o paciente era solicitado a lançar uma bola contra uma parede e segurá-la de volta) (figura 14).



Figura 14. Protocolo para o GESP.
Fonte: Autor (2014).

Vale ressaltar que os indivíduos deste grupo executavam estes procedimentos utilizando meias com a sola protegida por uma fina folha de EVA (0,5cm de espessura), com intuito de reduzir os estímulos sensoriais superficiais sobre a região plantar e assim garantir o predomínio de estímulos sensoriais proprioceptivos.

Por fim, o terceiro grupo desta pesquisa consistiu no Grupo Controle (GC), caracterizado pela mera realização dos procedimentos de autocuidados recomendados pelo MSB, como hidratação, lubrificação e exercícios de alongamento e fortalecimentos (figura 15) (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b; LEHMAN *et al.*, 1997).



Figura 15. Protocolo de atividades para o GC.
Fonte: Autor (2014).

Vale ressaltar que em todos os grupos estudados a aplicação dos procedimentos de autocuidados recomendados pelo MSB, se fez presente.

Todos os voluntários foram recomendados a comparecerem ao ambulatório de fisioterapia da UEASBA para realizarem suas sessões terapêuticas 2 ou 3 vezes por semana, de acordo com a sua disponibilidade.

5.5. Fases da pesquisa

Todos estes procedimentos avaliativos já descritos (avaliação da sensibilidade plantar, do índice do arco plantar, e das forças máxima e média para os movimentos de dorsoflexão, eversão, flexão de artelhos e flexão plantar) foram realizados em três momentos diferentes: avaliação inicial (antes das intervenções terapêuticas); avaliação de acompanhamento (após as primeiras 15 sessões terapêuticas); e avaliação final (após as 30 sessões terapêuticas programadas para cada protocolo).

Assim sendo os protocolos estabelecidos tiveram duas fases de aplicação: a 1ª fase compreendida entre a avaliação inicial e a 15ª sessão reabilitacional, e a 2ª fase que se estendeu da 16ª sessão até a avaliação final. A discriminação destas duas fases da pesquisa mostrou-se relevante para permitir observar se algum dos protocolos propostos apresentaria resultados significantes com apenas 15 sessões de atendimentos ou se estes protocolos necessitariam de um número maior de intervenções para demonstrar os efeitos benéficos esperados.

5.6. Análise dos resultados

Neste estudo diversos tipos de variáveis foram colhidas e cada uma destas informações apresentaram funções específicas quanto ao cumprimento dos objetivos propostos e, portanto necessitaram de diferentes tipos de análise e tratamento estatístico.

Variáveis de caracterização amostral foram contabilizadas ilustrando suas frequências em cada categoria, porém quando possível, outras formas de apresentação e análise também foram aplicadas. A variável idade, por exemplo, por ser numérica discreta, permitiu ainda a apresentação de sua média para melhor ilustrar sua caracterização. As variáveis gênero e faixa etária, por sua vez, foram categorizadas dicotomicamente possibilitando a aplicação do teste qui-quadrado para amostras esperadas iguais (X^2), a fim de demonstrar se os grupos pesquisados apresentaram uma distribuição proporcional em relação a estas variáveis.

Quanto as variáveis de interesse para este estudo, inicialmente as mesmas foram analisadas em suas distribuições considerando dois possíveis resultados: “melhora” e “não-melhora” (casos de piora ou manutenção da condição) em cada fase da pesquisa, assim como ao final das 30 sessões programadas para cada protocolo. Apenas a variável “sensibilidade plantar” teve suas distribuições contabilizadas como “melhoras”, “manutenções” e “pioras”, devido ao elevado número de casos de “manutenções” desta variável.

Cabe mencionar ainda que a variável “índice do arco plantar”, foi a única deste estudo a apresentar valores inversamente proporcionais a melhora da condição do paciente. Portanto neste caso foram considerados situações de “não-melhora” as ocasiões em que se observou manutenção ou elevação dos valores.

Outro esclarecimento diz respeito à utilização dos valores das variações (Δ) observadas entre as avaliações consecutivas, nas análises de comparação entre os grupos. Esta opção foi definida, com intuito de promover um julgamento mais realístico sobre a efetividade de cada protocolo de tratamento, haja vista que se constatou uma grande discrepância, entre os grupos, quanto aos valores absolutos destas variáveis no momento inicial da pesquisa. Contudo a análise intragrupo destas variáveis foi calculada a partir dos valores absolutos das avaliações, já que neste caso sempre as amostras confrontadas eram oriundas de um mesmo grupo.

Estas variáveis também receberam tratamento estatístico descritivo com a obtenção de valores de Média (\bar{X}) e Desvio Padrão (DP), com intuito de oferecer uma visão prévia sobre o seu comportamento nas diferentes fases do estudo.

A avaliação da normalidade de cada uma das amostras obtidas consistiu em uma etapa preliminar da análise inferencial e foi determinante para somar argumentos que conduziram a aplicação de testes não-paramétricos nos principais tratamentos estatísticos. A normalidade das amostras foi calculada com os testes Lilliefors (quando as amostras apresentavam um conjunto de dados com mais de 50 valores) e Shapiro-Wilk (quando as amostras apresentavam um conjunto de dados com menos de 50 valores).

Por fim, para as principais análises estatísticas deste estudo foram empregados os testes de Análise de Variância não-paramétricos e envolveram o confronto entre: as diferentes fases de aplicação dos protocolos de um mesmo grupo (análise intragrupo / teste de Friedman); e os diferentes grupos pesquisados nas diferentes fases da pesquisa (análise intergrupos / Kruskal-Wallis).

Para tanto foram realizadas as seguintes análises:

- Para definir em quais fases dos protocolos, os grupos apresentaram as evoluções mais significantes:

Quadro 3. Comparações entre as diferentes avaliações de um mesmo grupo (análise intragrupos / teste de Friedman).

1 ^a Avaliação x 2 ^a Avaliação
2 ^a Avaliação x Avaliação final
1 ^a Avaliação x Avaliação final

- Para definir qual dos grupos, apresentou as variações mais significantes na 1^a fase da pesquisa (nas primeiras 15 sessões):

Quadro 4. Variações no primeiro momento dos protocolos (nas primeiras 15 sessões) (análise intergrupos / teste de Kruskal-Wallis).

Δ GC (1 ^a fase) x Δ GESP (1 ^a fase)
Δ GC (1 ^a fase) x Δ GESS (1 ^a fase)
Δ GESP (1 ^a fase) x Δ GESS (1 ^a fase)

- Para definir qual dos grupos, apresentou as variações mais significantes na 2^a fase da pesquisa (entre a 16^a e a 30^a sessão):

Quadro 5. Variações no segundo momento dos protocolos (entre a 16^a e a 30^a sessão) (análise intergrupos / teste de Kruskal-Wallis).

Δ GC (2 ^a fase) x Δ GESP (2 ^a fase)
Δ GC (2 ^a fase) x Δ GESS (2 ^a fase)
Δ GESP (2 ^a fase) x Δ GESS (2 ^a fase)

- Para definir qual dos grupos, apresentou as variações mais significantes durante toda aplicação do protocolo (após as 30 sessões):

Quadro 6. Variações totais após a aplicação completa dos protocolos (após as 30 sessões) (análise intergrupos / teste de Kruskal-Wallis).

Δ GC (2 ^a fase) x Δ GESP (2 ^a fase)
Δ GC (2 ^a fase) x Δ GESS (2 ^a fase)
Δ GESP (2 ^a fase) x Δ GESS (2 ^a fase)

Vale ressaltar que todos os procedimentos deste estudo foram tratados com nível de significância de 5%, para um valor de $p < 0,05$, a fim de manter o rigor e a cientificidade da pesquisa. Ou seja, 95% de certeza para as afirmativas e/ou negativas, denotadas durante a investigação.

5.7. Aspectos éticos da pesquisa

O presente trabalho foi desenvolvido com total comprometimento em atender as diretrizes e normas da resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde de 12 de dezembro de 2012, quanto à realização de pesquisas com seres humanos (BRASIL, 2012).

Em cumprimento as exigências éticas inerentes de um estudo como este, o início de sua realização esteve condicionada a aprovação de seu projeto de pesquisa, que foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará, e devidamente aprovado e autorizada para sua plena execução, em 17 de agosto de 2012, por meio do parecer N° 104.069 (ANEXO 1).

Vale ressaltar que todos os participantes deste estudo, antes de receberem qualquer procedimento proposto pela pesquisa, foram solicitados a assinar o TCLE (APÊNDICE B).

6. RESULTADOS

Inicialmente serão apresentados os dados descritos relacionados às características dos pacientes que participaram como voluntários deste estudo e que concluíram os protocolos de tratamento.

Estes 36 pacientes foram recrutados durante suas avaliações de rotina na Unidade de Ensino e Assistência em Saúde do Baixo Amazonas. Contudo todos estes pacientes eram oriundos de suas unidades de saúde notificadoras, aonde eram devidamente acompanhados pela equipe de saúde.

Trinta destes pacientes eram do município de Santarém distribuídos entre as seguintes unidades de saúde: Centro de Saúde do Mapiri/Liberdade(01); Centro de Saúde de Santana(01); Centro de Saúde da Boa Esperança(01); Centro de Saúde do Diamantino(01); Centro de Saúde do Santíssimo/Prainha(01); Centro de Saúde do Jacamim(01); Centro de Saúde do Maicá(01); Centro de Saúde do Maracanã(01); Centro de Saúde da Conquista(02); Centro de Saúde de Aparecida/Caranazal(02); Centro de Saúde da Floresta(02); Saúde de Santana do Ituqui(02); Centro de Saúde da Nova República(03); Centro de Saúde de Fátima(03); Centro de Centro de Saúde do Santarenzinho(03) e Centro de Saúde da Esperança(05). Outros seis voluntários foram recrutados de municípios vizinhos, sendo 01 de Belterra e 05 de Rurópolis.

Dando continuidade a apresentação dos dados descritivos dos pacientes, abaixo se exhibe sua caracterização demográfica através de dados de gênero e faixa etária.

Tabela 1. Distribuição dos voluntários quanto às variáveis demográficas gênero e faixa etária.

	Gênero			Faixa etária				
	Masculino	Feminino	p(x ²)	Média	DP	15-60	>60	p(x ²)
GC	08	04	0.387	58.50	8.888	08	04	0.387
GESP	10	02	0.043	50.25	14.870	09	03	0.149
GESS	09	03	0.149	59.67	15.174	05	07	0.773
Total	27	09	0.005			22	14	0.243

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Durante o desenvolvimento da pesquisa percebeu-se que algumas variáveis clínicas dos pacientes poderiam ter influência sobre as variáveis dependentes do estudo. Estas características clínicas podem ser apreciadas nas duas tabelas seguintes:

Tabela 2. Distribuição dos voluntários de acordo com a classificação clínica da hanseníase, o grau de incapacidade para os pés e o número de troncos nervosos atingidos.

	Forma clínica				Grau de incapacidade para cada pé			Troncos nervosos atingidos	
	MHI	MHT	MHD	MHV	Grau 0	Grau 1	Grau 2	N. Fibular Comum	N. Tibial Posterior
GC	00	00	09	03	00	15	9	7	24
GESP	01	00	07	04	00	17	7	2	24
GESS	00	00	10	02	00	21	3	3	24
Total	01	00	26	09	00	53	19	12	72

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Tabela 3. Distribuição dos voluntários de acordo com a sua condição de tratamento e o surgimento de quadro reacional durante as duas fases pesquisa.

	1 ^a -15 ^a ss		16 ^a -30 ^a ss		1 ^a -15 ^a ss		16 ^a -30 ^a ss	
	Em PQT	Alta	Em PQT	Alta	Quadro Reacional	Sem Reação	Quadro Reacional	Sem Reação
GC	03	09	01	11	03	09	02	10
GESP	03	09	02	10	03	09	03	09
GESS	10	02	10	02	06	06	06	06
Total	16	20	13	23	12	24	11	25

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Concluindo a apresentação dos dados descritivos dos voluntários da pesquisa, a tabela a seguir demonstra uma caracterização da regularidade dos grupos quanto a cada seguimento (fase) da pesquisa.

Tabela 4. Caracterização da regularidade dos grupos em cada fase da pesquisa.

	1 ^a -15 ^a ss			16 ^a -30 ^a ss			1 ^a -30 ^a ss		
	GC	GESP	GESS	GC	GESP	GESS	GC	GESP	GESS
Média de dias para conclusão	93.83	92.50	81.58	78.58	84.08	82.67	172.42	176.58	164.25
Média de dias entre as sessões	5.238	4.714	3.946	3.717	4.646	4.5	4.572	4.802	4.385
Ausências > 10d	16	16	08	11	17	13	27	33	21
Ausências > 30d	02	01	02	00	00	02	02	01	04

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

A partir de agora serão apresentados os resultados relativos às variáveis de interesse para o desfecho do estudo.

- Sensibilidade superficial

Quanto à variável sensibilidade superficial, avaliada pela técnica estesiométrica, primeiramente serão apresentados os primeiros dados obtidos pela análise estatística sobre os resultados dos níveis de sensibilidade plantar.

Tabela 5. Resultados absolutos e das variações de sensibilidade plantar, em cada grupo e fase da pesquisa.

	N	\bar{X} (DP)	Md	p*	
GC	1 ^a Aval	216	1.556 (\pm 1.681)	1	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	216	0.333 (\pm 1.137)	0	< 0.05
	2 ^a Aval	216	1.889 (\pm 1.889)	1	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	216	0.162 (\pm 1.430)	0	< 0.05
	3 ^a Aval	216	2.051 (\pm 1.991)	2	< 0.05
	Δ Total	216	0.495 (\pm 1.576)	0	< 0.05
GESP	1 ^a Aval	216	1.815 (\pm 1.987)	1	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	216	0.389 (\pm 1.164)	0	< 0.05
	2 ^a Aval	216	2.204 (\pm 2.300)	1	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	216	0.204 (\pm 1.578)	0	< 0.05
	3 ^a Aval	216	2.407 (\pm 2.517)	1	< 0.05
	Δ Total	216	0.593 (\pm 1.936)	0	< 0.05
GESS	1 ^a Aval	216	2.347 (\pm 1.918)	2.5	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	216	-0.194 (\pm 0.997)	0	< 0.05
	2 ^a Aval	216	2.153 (\pm 1.773)	2	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	216	0.468 (\pm 1.020)	0	< 0.05
	3 ^a Aval	216	2.620 (\pm 1.816)	3	< 0.05
	Δ Total	216	0.273 (\pm 1.089)	0	< 0.05

N: Tamanho da amostra; \bar{X} : Média; DP: Desvio Padrão; Md: Mediana; p*: significância do teste de normalidade.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Na tabela acima é possível perceber que nenhum dos grupos pesquisados apresentou valores absolutos médios que atingissem sequer o nível 3 para sensibilidade plantar, demonstrando que tanto no início quanto ao final do experimento, predominaram nestes indivíduos valores de sensibilidade estesiométrica insuficientes para a proteção contra lesões nos pés.

Para os valores da oscilação dos níveis de sensibilidade plantar entre as diferentes fases da pesquisa, a média mais uma vez atestou que nenhum dos grupos apresentou variação igual ou superior a 1, indicando que nenhum dos grupos apresentou uma oscilação de sensibilidade que representasse uma mudança de nível de sensibilidade estesiométrica, de uma fase para a outra do estudo.

Contudo, considerando que os níveis de sensibilidade plantar são expressos em valores inteiros que variam de zero (totalmente anestésico) à seis (sensibilidade totalmente preservada), a mediana é a medida descritiva mais representativa, e quanto a esta, a tabela 5 acusa que apenas os grupos GC e GESS demonstraram alguma evolução dos seus níveis de sensibilidade plantar. Contudo mesmo para estes grupos a evolução observada ficou dentro da menor margem possível, ou seja, de apenas 1 nível de percepção sensorial estesiométrica.

Além disso, constata-se que apenas o GESS apresentou uma variação regressiva de seus níveis de sensibilidade, que foi observada na comparação entre seu 1º e 2º momento avaliativo. Contudo, é possível também constatar que todos os três grupos da pesquisa apresentaram, ao final do experimento, melhora de seus valores médios e medianos de sensibilidade plantar, em comparação ao momento inicial da observação.

Em relação à apresentação dos resultados analíticos preliminares sobre a sensibilidade plantar, as provas de normalidade das amostras revelaram que todas elas apresentam uma distribuição não-normal ($p < 0.05$), direcionando esta análise estatística para uma abordagem não-paramétrica.

A seguir apresenta-se um gráfico comparativo demonstrando a variação dos níveis de sensibilidade observados nos três diferentes grupos pesquisados.

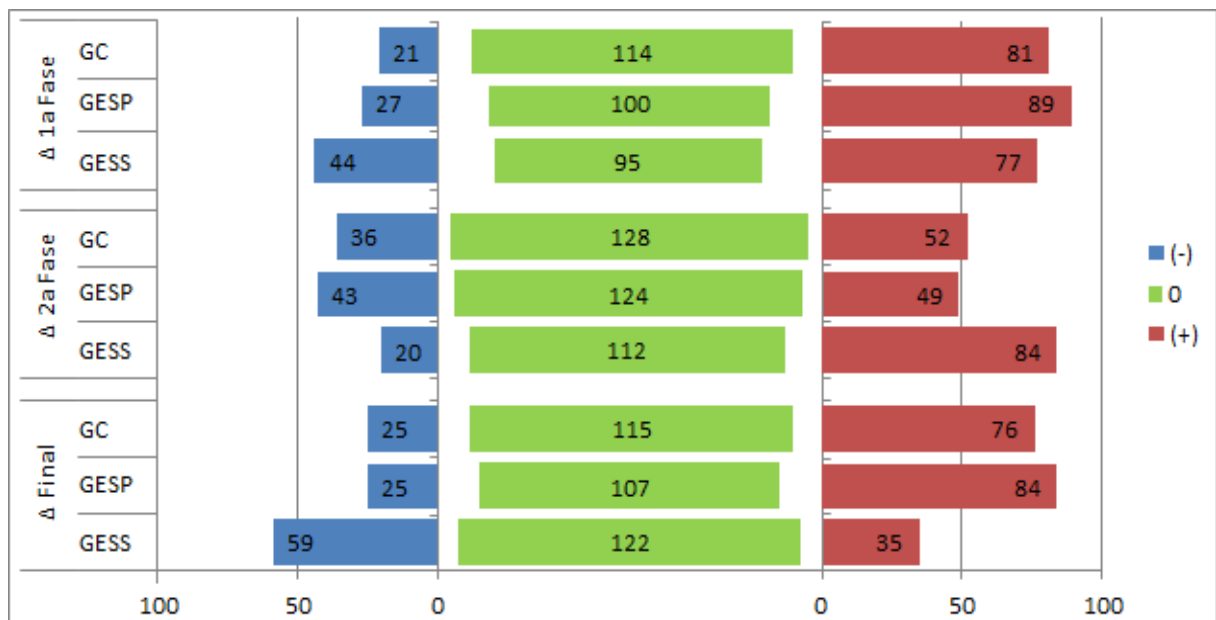


Figura 16. Frequências de evoluções, manutenções e regressões nas diferentes avaliações de sensibilidade superficial.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Observando-se estes dados constata-se entre outras coisas, que em geral a manutenção dos níveis de sensibilidade foi mais frequente entre as reavaliações do que as regressões e evoluções de sensibilidade. Além disso, verifica-se que em quase todas as

comparações o número de evoluções foram maiores do que as regressões de sensibilidade. Apenas na comparação entre a 1ª e a 2ª avaliação do GESS observou-se o oposto.

Contudo, na comparação entre os momentos iniciais e finais da pesquisa (1ª Aval x 3ª Aval) todos os grupos apresentaram superioridade numérica expressiva das evoluções de sensibilidade em relação às regressões.

A seguir serão apresentados os resultados das comparações analíticas intergrupos e intragrupos para as variações dos níveis de sensibilidade plantar obtidas ao final da aplicação completa dos protocolos de tratamento empregados.

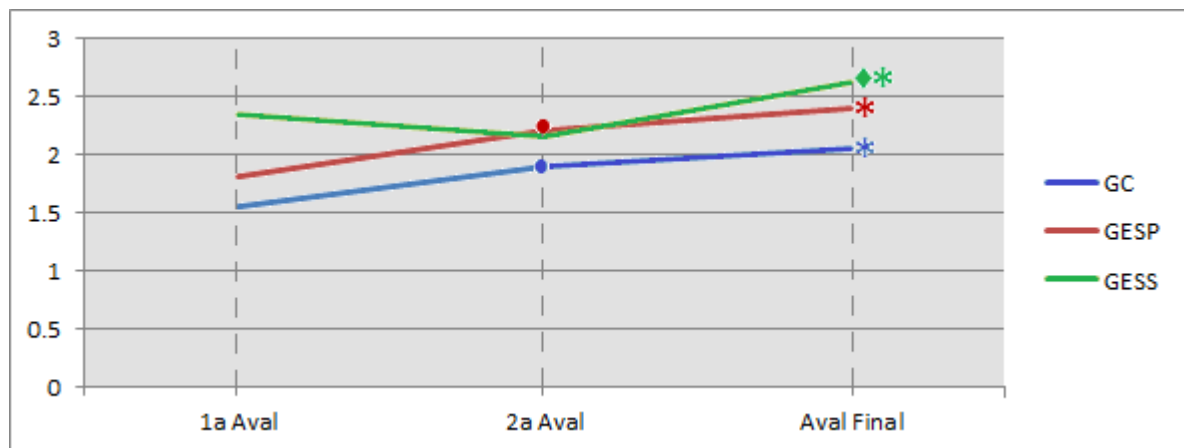


Figura 17. Comparação dos resultados das avaliações da sensibilidade plantar entre os 3 momentos avaliativos.

- Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.
- ◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.
- * Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

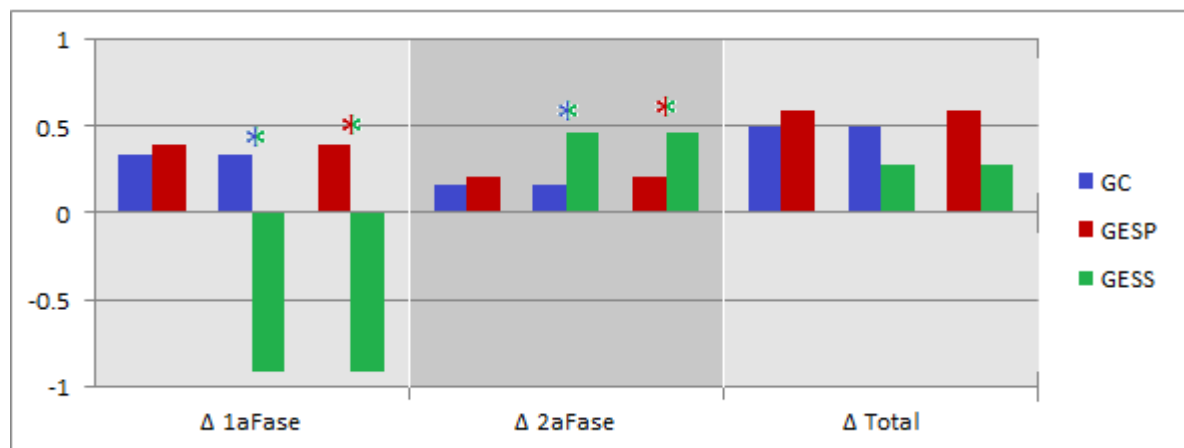


Figura 18. Comparação dos resultados das avaliações da sensibilidade plantar entre os 3 grupos investigados, em cada fase da pesquisa.

- * Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

A análise intragrupo revelou que enquanto o GC e o GESP apresentaram em sua 2ª e 3ª avaliação, níveis de sensibilidade plantar significativamente maiores do que na avaliação

inicial, o GESS apresentou esta evolução significativa apenas na 2ª fase de aplicação do protocolo (comparação entre a 2ª e a 3ª avaliação) e entre a avaliação inicial e final.

Constata-se, portanto que para os grupos GC e GESP seus protocolos foram mais efetivos para ganho de sensibilidade plantar na primeira fase do estudo, enquanto que para o GESS esta efetividade só foi alcançada na segunda fase de aplicação do protocolo. No entanto, todos os três protocolos demonstraram que ao final das 30 sessões preconizadas seus pacientes apresentaram níveis de sensibilidade plantar significativamente melhores do que no momento inicial da pesquisa.

A análise intergrupo revelou que o GESS apresentou evoluções significativamente inferiores em comparação aos demais grupos na 1ª fase de aplicação do protocolo (variação entre o 1º e o 2º momento avaliativo), compensando este resultado na 2ª fase da pesquisa (variação entre o 2º e o 3º momento avaliativo), quanto então apresentou evolução expressivamente superior das variações de sensibilidade plantar superficial, em relação aos grupos GC e GESP. Contudo vale ressaltar que na comparação das variações dos níveis de sensibilidade entre a 1ª avaliação e a última, os três grupos investigados apresentaram resultados considerados equivalentes.

- Índice do arco plantar

Em relação ao índice do arco plantar a apresentação de seus resultados também se inicia pela demonstração dos dados relativos às variações entre as avaliações consecutivas, assim como sua estatística descritiva e as provas de normalidade das amostras obtidas.

Considerando que variações negativas deste índice representam uma elevação do arco plantar, mais uma vez neste tipo de análise (descritiva), o GESP destaca-se em relação aos demais grupos da pesquisa, por ser o único grupo a apresentar variações negativas dos índices plantares em todas as fases da pesquisa, confirmando a tendência de elevação progressiva dos arcos plantares dos pacientes deste grupo.

Quanto aos resultados do teste de normalidade, pode-se perceber que este apontam para uma distribuição não-normal dos dados de variação do índice do arco plantar, em quase totalidade das amostras, direcionando a análise estatística inferencial para um tratamento não-paramétrico.

Tabela 6. Resultados absolutos e das variações do índice do arco plantar, em cada grupo e fase da pesquisa.

		N	\bar{X} (DP)	p*
GC	1 ^a Aval	24	0.409 (\pm 0.242)	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	24	0.018 (\pm 1.180)	< 0.05
	2 ^a Aval	24	0.426 (\pm 0.266)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	24	0.013 (\pm 0.076)	ns
	3 ^a Aval	24	0.439 (\pm 0.274)	< 0.05
	Δ Total	24	0.031 (\pm 0.185)	ns
GESP	1 ^a Aval	24	0.549 (\pm 0.214)	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	24	-0.034 (\pm 0.131)	ns
	2 ^a Aval	24	0.515 (\pm 0.177)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	24	-0.038 (\pm 0.166)	ns
	3 ^a Aval	24	0.478 (\pm 0.250)	ns
	Δ Total	24	-0.071 (\pm 0.194)	< 0.05
GESS	1 ^a Aval	24	0.481 (\pm 0.242)	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	24	0.053 (\pm 0.251)	< 0.05
	2 ^a Aval	24	0.534 (\pm 0.147)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	24	-0.019 (\pm 0.072)	ns
	3 ^a Aval	24	0.515 (\pm 0.148)	< 0.05
	Δ Total	24	0.034 (\pm 0.237)	< 0.05

N: Tamanho da amostra; \bar{X} : Média; DP: Desvio Padrão; p*: significância do teste de normalidade.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

A seguir contemplam-se as variações entre as consecutivas avaliações. Por ser uma variável cujo aumento dos valores é inversamente proporcional à evolução do arco plantar do paciente, seus resultados são apresentados por “↓” (quando indicam que houve elevação do arco plantar) e “↑/∅” (quando indicam que não houve elevação do arco plantar).

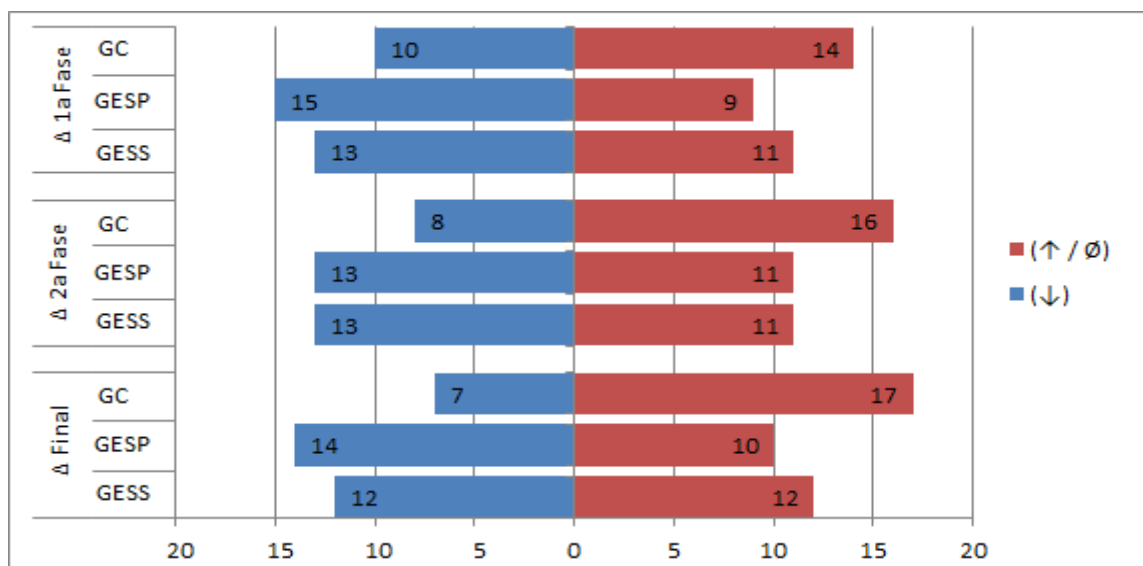


Figura 19. Frequências de evoluções e regressões nas diferentes avaliações de índice plantar.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Ao analisar estes resultados pode-se perceber que o GESP apresentou-se sempre entre os melhores resultados, quanto a elevação do arco plantar, nas diferentes fases do experimento. Observa-se também o comportamento oposto quanto ao GC, que demonstrou forte tendência para o rebaixamento dos arcos plantares dos pacientes que realizaram apenas os exercícios convencionais para os pés.

Para se perceber em qual fase da pesquisa cada um dos grupos apresentou seu melhor resultado, e também para comparar os desempenho entre os grupos quanto a evolução do índice plantar, as figuras 20 e 21 apresentam os resultados das análises de variância.

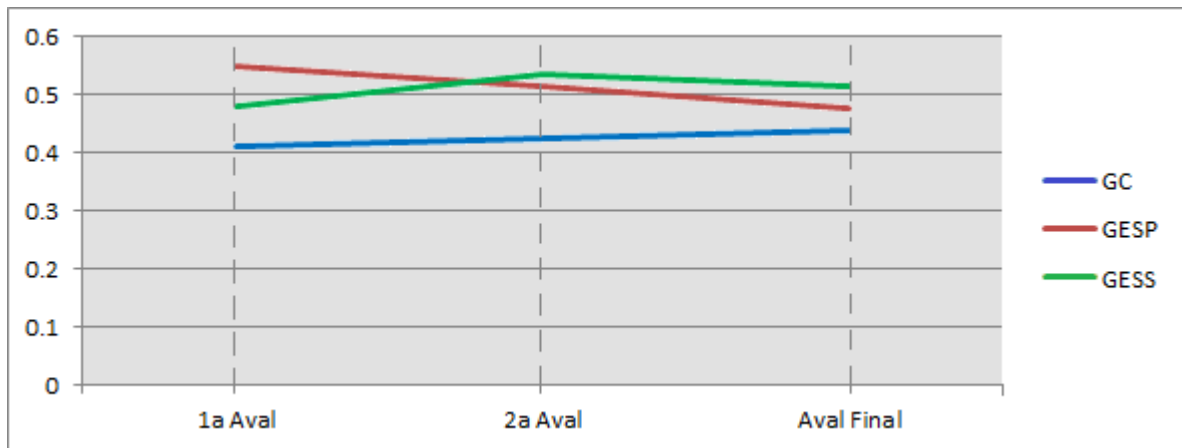


Figura 20. Comparação dos resultados das avaliações do índice do arco plantar entre os 3 momentos avaliativos.

- Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.
- ◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.
- * Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

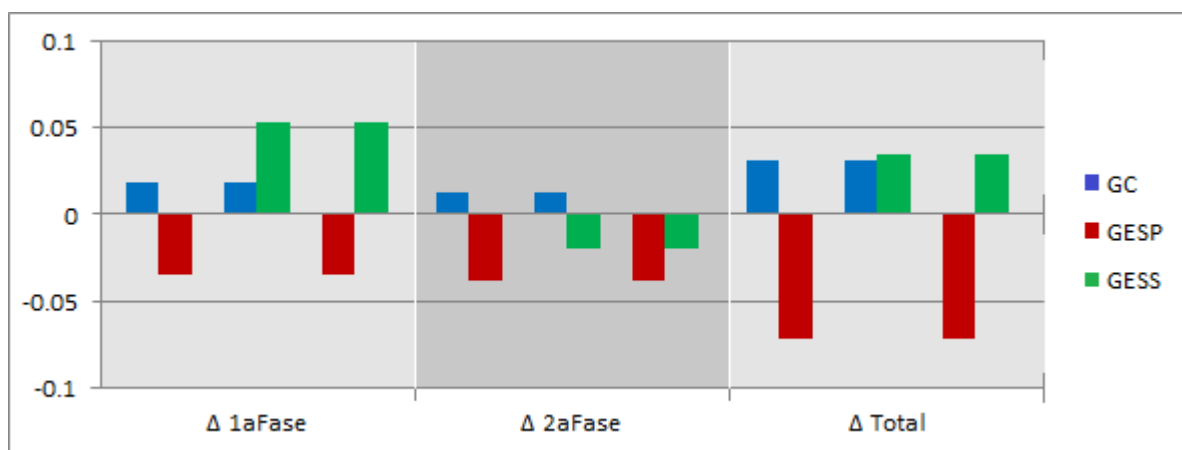


Figura 21. Comparação dos resultados das avaliações do índice do arco plantar entre os 3 grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

- * Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Apesar da evidente tendência a elevação do arco plantar observada para o GESP, tanto as comparações intragrupo dos valores absolutos, quanto às comparações intergrupos das variações dos índices plantares, não alcançaram valores significantes para este grupo, nem tampouco para os demais ($p > 0.05$).

- Variações de força

Dorsoflexão

Inicialmente apresentam-se os dados descritivos para as variações de força máxima e média para o movimento de dorsoflexão.

Tabela 7. Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular dorsoflexor, em cada grupo e fase da pesquisa.

		Força Máxima			Força Média		
		N	\bar{X} (DP)	p*	N	\bar{X} (DP)	p*
GC	1 ^a Aval	72	8.514 (+6.580)	< 0.05	72	2.676 (+2.365)	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	72	2.836 (+8.296)	< 0.05	72	0.714 (+3.120)	< 0.05
	2 ^a Aval	72	11.350 (+7.923)	ns	72	3.390 (+2.385)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	72	1.175 (+9.069)	< 0.05	72	0.242 (+2.460)	< 0.05
	3 ^a Aval	72	12.525 (+7.903)	ns	72	3.632 (+1.990)	ns
	Δ Total	72	4.011 (+9.447)	< 0.05	72	0.956 (+2.702)	< 0.05
GESP	1 ^a Aval	66	12.153 (+6.110)	ns	66	3.535 (+1.660)	ns
	Δ 1 ^a fase	66	0.717 (+9.301)	ns	66	0.539 (+2.844)	ns
	2 ^a Aval	66	12.870 (+8.296)	ns	66	4.074 (+2.624)	ns
	Δ 2 ^a fase	66	-0.396 (+8.142)	< 0.05	66	0.141 (+3.102)	ns
	3 ^a Aval	66	12.474 (+7.218)	ns	66	4.215 (+2.675)	< 0.05
	Δ Total	66	0.017 (+6.763)	ns	66	0.601 (+2.637)	ns
GESS	1 ^a Aval	72	14.704 (+7.667)	< 0.05	72	4.396 (+2.463)	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	72	0.814 (+4.779)	ns	72	-0.175 (+1.775)	ns
	2 ^a Aval	72	14.888 (+8.012)	ns	72	4.221 (+2.096)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	72	0.628 (+6.183)	< 0.05	72	0.349 (+1.718)	ns
	3 ^a Aval	72	15.515 (+7.677)	< 0.05	72	4.569 (+2.292)	< 0.05
	Δ Total	72	1.442 (+7.385)	ns	72	0.174 (+2.231)	ns

N: Tamanho da amostra; \bar{X} : Média; DP: Desvio Padrão; p*: significância do teste de normalidade.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Como se pode observar na tabela acima, o movimento de dorsoflexão apresentou oscilações médias positivas, quanto à força máxima, em quase todas as fases de estudo, com exceção do intervalo entre a 2^a e a 3^a avaliação para o GESP, que demonstrou oscilação média negativa de -0.396Kgf. Comportamento semelhante também se observou em relação à força

média aonde apenas a variação entre a 1ª e a 2ª avaliação para o GESS foi negativa (\bar{X} : -0.175Kgf).

Os melhores resultados das variações de força máxima e média para o movimento de dorsoflexão foram observados para o GC ao final das 30 sessões de atendimento deste protocolo. Além disso, a tabela demonstra que boa parte das amostras de força máxima e média para o movimento de dorsoflexão apresentaram distribuição não-normal ($p > 0.05$).

O gráfico a seguir, apresentada a quantidade de regressões/manutenções (\downarrow/\emptyset) e evoluções (\uparrow) dos valores de força máxima e força média para o movimento de dorsoflexão entre as avaliações consecutivas, nos diferentes grupos desta investigação.

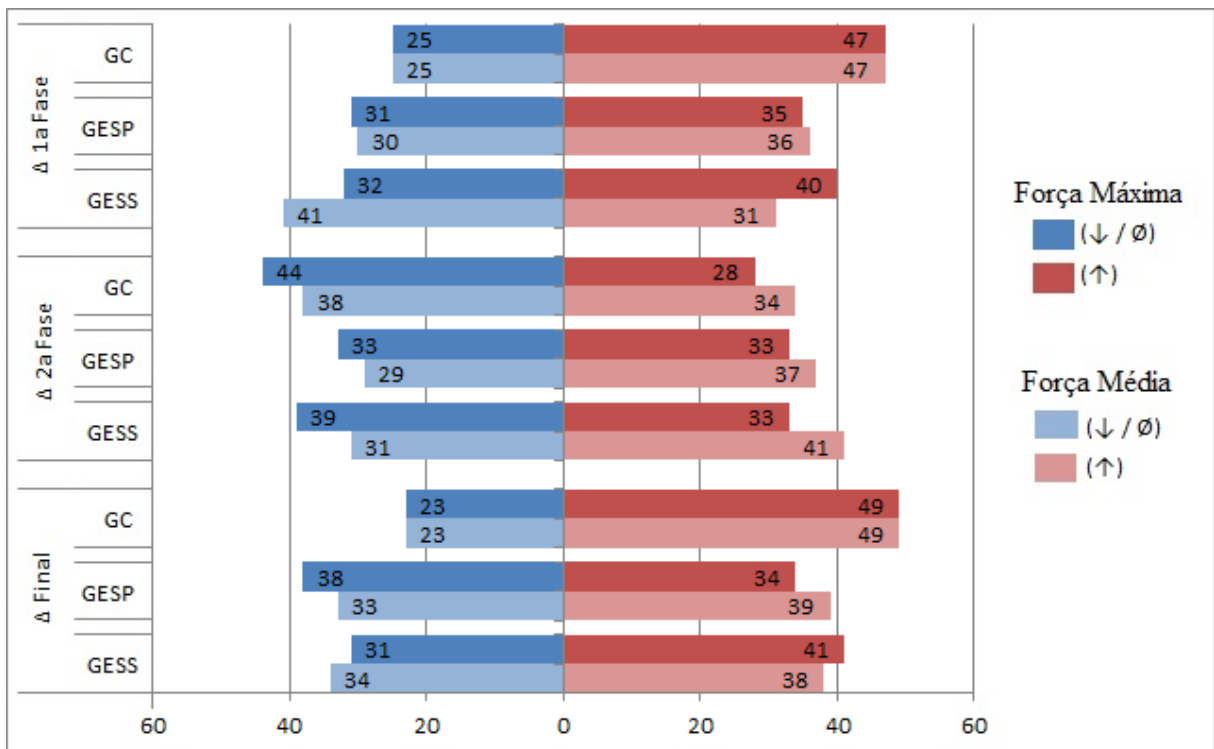


Figura 22. Frequências de regressões/manutenções (\downarrow/\emptyset) e evoluções (\uparrow) dos valores de força máxima e força média para o movimento de dorsoflexão.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Este gráfico evidencia que entre a 1ª e a 2ª avaliação, todos os grupos apresentaram mais evoluções do que regressões/manutenções de força máxima. Já nas comparações das oscilações observadas entre a 2ª e da 3ª avaliação nenhum dos grupos conseguiu manter este mesmo resultado, sendo evidente o maior número de regressões/manutenções para os grupos GC e GESS.

Observando-se apenas a evolução final dos grupos, constata-se que ao final das 30 sessões de atendimento apenas os grupos GC e GESS apresentaram mais evoluções do que regressões/manutenções da força máxima para o movimento de dorsoflexão.

Quanto à força média o movimento de dorsoflexão apesar de ter apresentado mais reduções/manutenções nas comparações entre a 1ª e a 2ª avaliação do GESS e entre a 2ª e 3ª avaliação do GC, apresentou um número maior de evoluções da força média na comparação entre a avaliação inicial e a final, para todos os grupos da pesquisa.

A seguir apresentam-se os resultados das análises de variância (Kruskal-Wallis e Friedman) para conhecer entre quais grupos e entre quais momentos da pesquisa a variação dos valores de força máxima e média foram significativos.

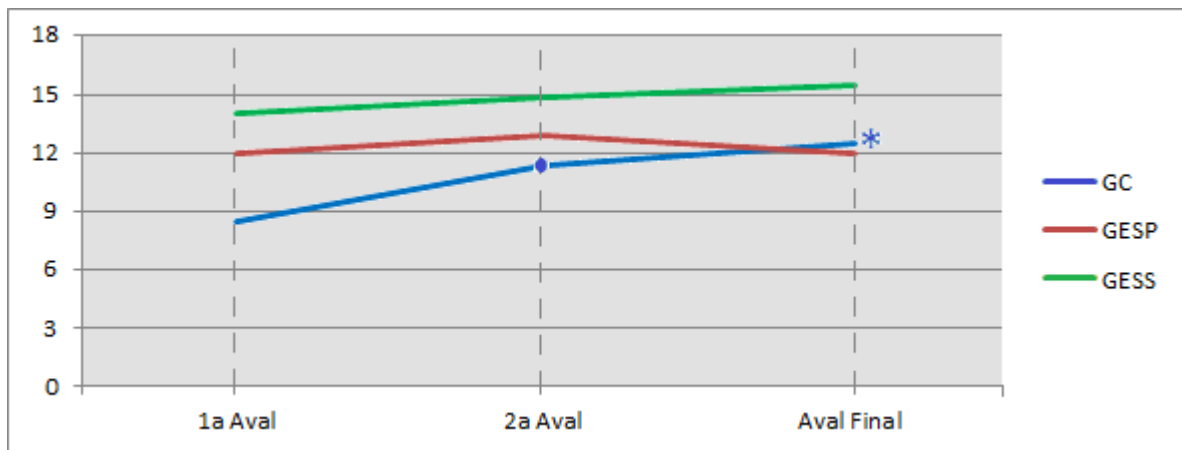


Figura 23. Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular dorsoflexor entre os 3 momentos avaliativos.

- Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.
- ◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.
- * Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

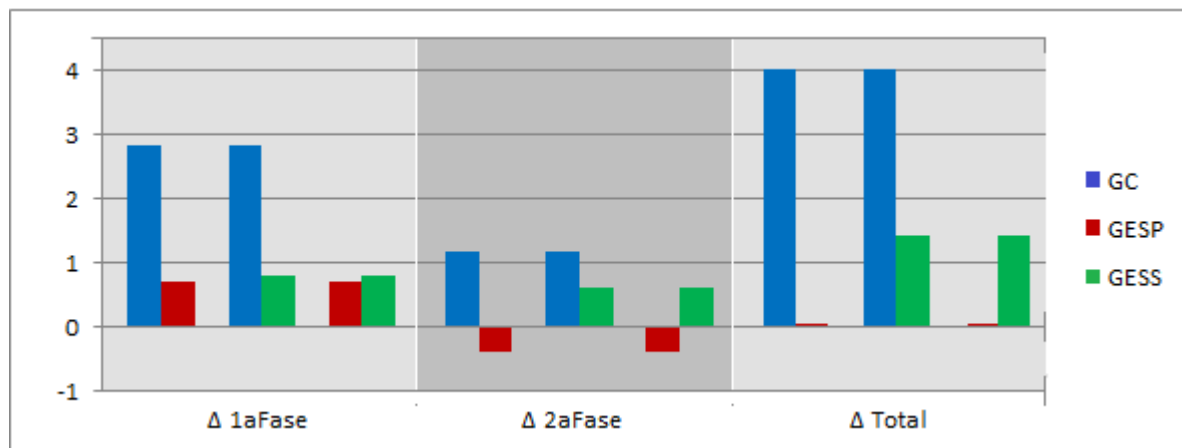


Figura 24. Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular dorsoflexor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

- * Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Na análise intragrupo apenas o GC demonstrou uma evolução significativa de seus valores absolutos de força máxima para dorsoflexão ($p < 0.05$), indicando aumento expressivo

tanto nas primeiras 15 sessões quanto ao final de todo protocolo. Os demais grupos não apresentaram ganho significativo de força para este movimento entre as diferentes avaliações.

Nas comparações entre os grupos, quanto às variações de força máxima para o movimento de dorsoflexão, não se observou uma oscilação significativa para nenhum dos grupos da pesquisa ($p>0.05$), em nenhuma das fases do estudo, denotando que nenhum dos grupos apresentou uma evolução de sua força máxima, significativamente superior ou inferior do que outro grupo, para o movimento de dorsoflexão. Porém, constata-se que o GESS demonstrou os melhores resultados para o ganho de força do movimento de dorsoflexão após as 30 sessões de intervenção.

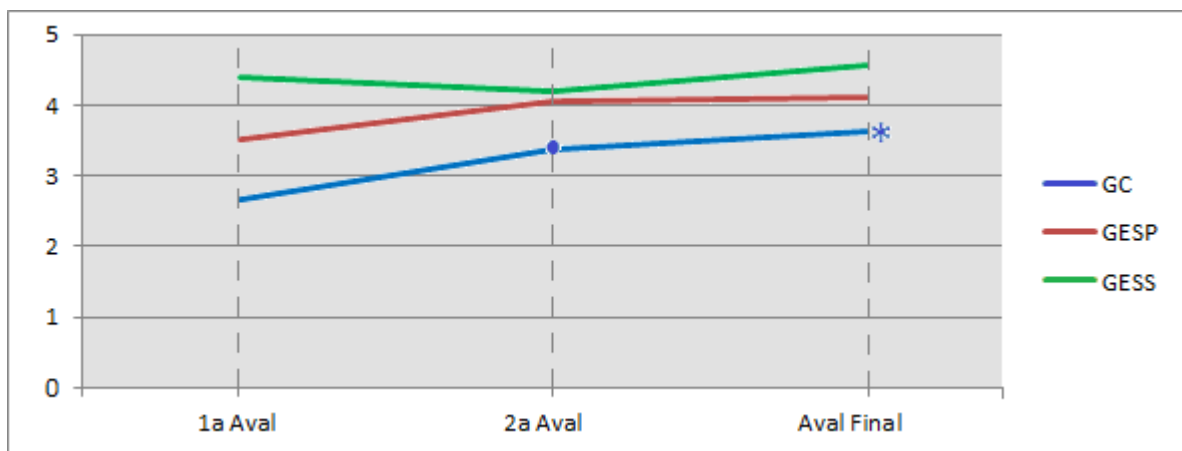


Figura 25. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular dorsoflexor entre os 3 momentos avaliativos.

- Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.
- ◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.
- * Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

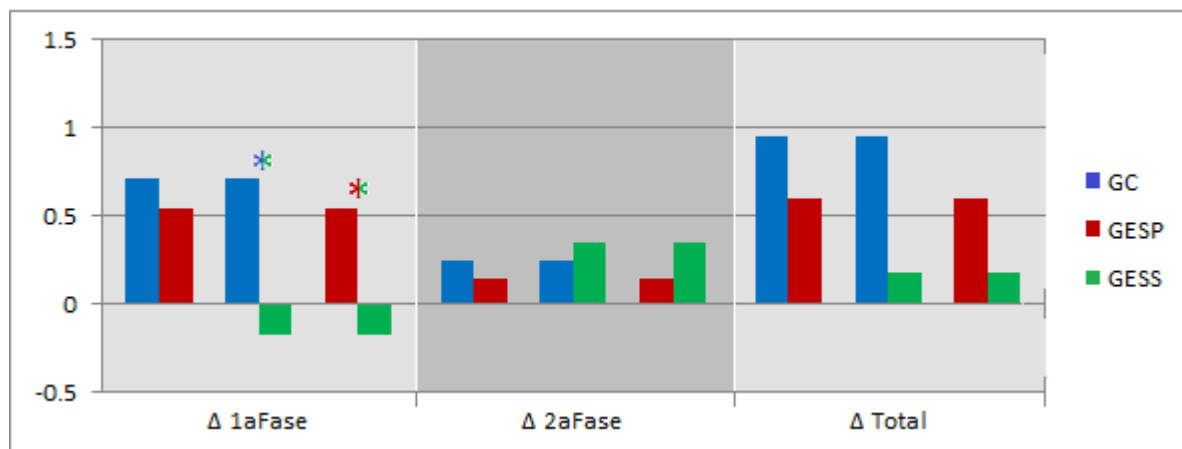


Figura 26. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular dorsoflexor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

- * Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Ao analisar a tabela 11 constata-se que nas comparações intragrupos observou-se que a evolução de força média para o movimento de dorsoflexão apresentou o mesmo comportamento de sua força máxima, com evolução significativa nas comparações entre a 1^a e a 2^a avaliação, e entre a 1^a e a última avaliação apenas do GC.

Além disso, a análise intergrupos revela que na primeira fase da investigação o GESS apresentou uma regressão dos valores de variação da força média de dorsoflexão, levando a uma distância significativa em relação aos outros grupos nesta fase da pesquisa ($p < 0.05$).

Eversão

O movimento de eversão apresentou os seguintes resultados quanto aos valores de sua análise estatística descritiva e normalidade:

Tabela 8. Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular eversor, em cada grupo e fase da pesquisa.

		Força Máxima			Força Média		
		N	\bar{X} (DP)	p*	N	\bar{X} (DP)	p*
GC	1 ^a Aval	72	5.315 (+5.391)	< 0.05	72	2.054 (+2.033)	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	72	1.936 (+6.802)	< 0.05	72	0.725 (+3.176)	< 0.05
	2 ^a Aval	72	7.251 (+5.147)	ns	72	2.779 (+2.720)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	72	0.076 (+4.808)	< 0.05	72	-0.101 (+2.577)	< 0.05
	3 ^a Aval	72	7.328 (+3.827)	ns	72	2.678 (+1.344)	ns
	Δ Total	72	2.013 (+5.124)	ns	72	0.624 (+1.979)	< 0.05
GESP	1 ^a Aval	66	6.892 (+4.320)	< 0.05	66	2.352 (+1.450)	< 0.05
	Δ 1 ^a fase	66	1.442 (+6.576)	ns	66	1.021 (+3.222)	ns
	2 ^a Aval	66	8.335 (+5.173)	ns	66	3.373 (+2.827)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	66	-0.502 (+5.203)	ns	66	-0.558 (+2.523)	< 0.05
	3 ^a Aval	66	7.833 (+4.932)	< 0.05	66	2.815 (+1.652)	ns
	Δ Total	66	0.413 (+6.482)	< 0.05	66	0.254 (+2.155)	ns
GESS	1 ^a Aval	72	10.038 (+7.448)	< 0.05	72	3.475 (+2.321)	ns
	Δ 1 ^a fase	72	3.433 (+5.424)	ns	72	0.649 (+2.596)	< 0.05
	2 ^a Aval	72	13.471 (+6.487)	< 0.05	72	4.124 (+2.216)	< 0.05
	Δ 2 ^a fase	72	-1.933 (+5.565)	ns	72	-0.043 (+2.453)	ns
	3 ^a Aval	72	11.538 (+6.265)	< 0.05	72	4.081 (+2.329)	< 0.05
	Δ Total	72	1.500 (+5.180)	< 0.01	72	0.606 (+2.205)	ns

N: Tamanho da amostra; \bar{X} : Média; DP: Desvio Padrão; p*: significância do teste de normalidade.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

O grupo muscular eversor também demonstrou oscilação média negativa de sua força máxima entre a 2^a e a 3^a avaliação do experimento, tanto para o GESP quanto para o GESS (tabela 8).

Em relação aos resultados da força média o movimento de eversão apresentou um relevante número de variações médias negativas, que curiosamente foram observadas sempre nas segundas fases dos 3 grupos desta pesquisa. Na tabela 8 constata-se também que a maioria das amostras de força média deste movimento apresentaram distribuição não-normal de seus valores, assim como algumas amostras de força máxima.

As variações de força máxima e força média para o movimento de eversão estão apresentadas no gráfico a seguir, demonstrando em quais fases e grupos da pesquisa houve evolução da força para este movimento.

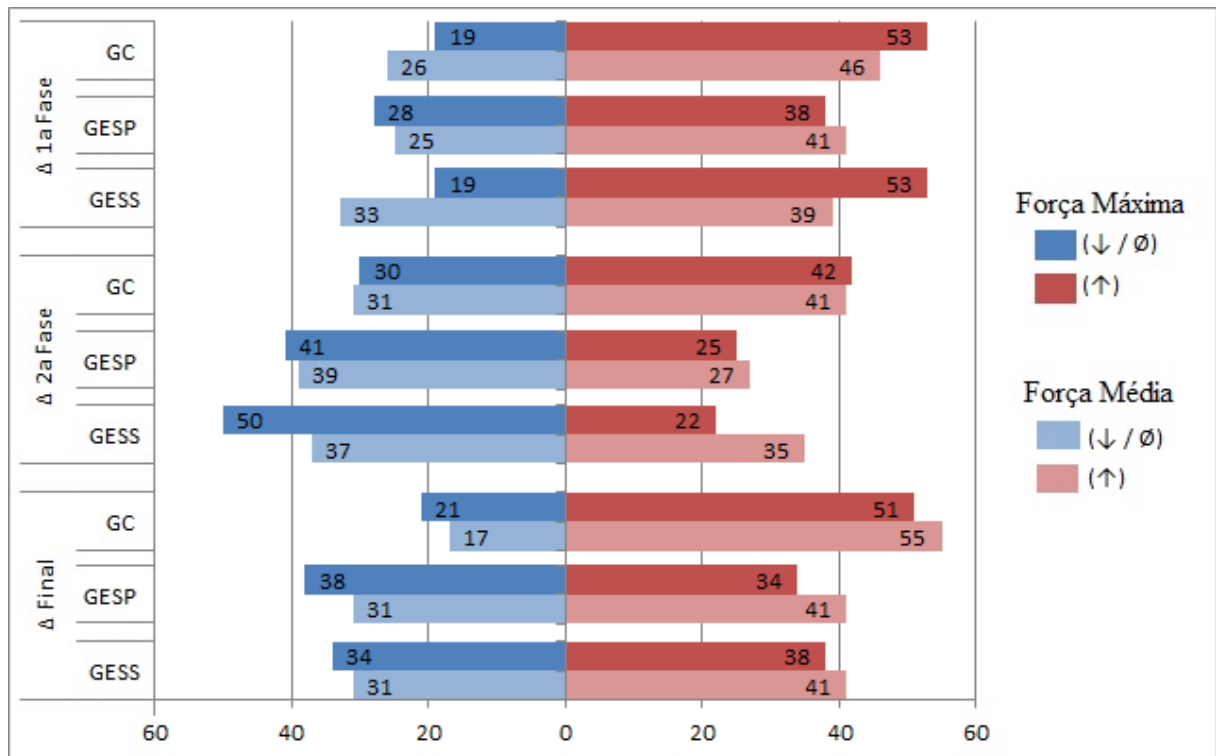


Figura 27. Frequências de regressões/manutenções (↓/∅) e evoluções (↑) dos valores de força máxima e força média para o movimento de eversão.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Quanto ao grupo muscular eversor a figura 27 evidencia maior número de evoluções da força máxima na 1ª fase da pesquisa (variação entre a 1ª e a 2ª avaliações) para todos os grupos. Observa-se ainda que ao final das 30 sessões de atendimento, apenas o GESP apresentou um maior número de regressões/manutenções da força máxima, em comparação a avaliação inicial.

Também se percebe que ao final das 30 sessões de atendimento todos os grupos apresentaram maior número de evoluções da força média, quando comparado ao momento de avaliação inicial.

A seguir apresentam-se os resultados das comparações entre os grupos e entre as diferentes fases da pesquisa, para a evolução de força do movimento de eversão.

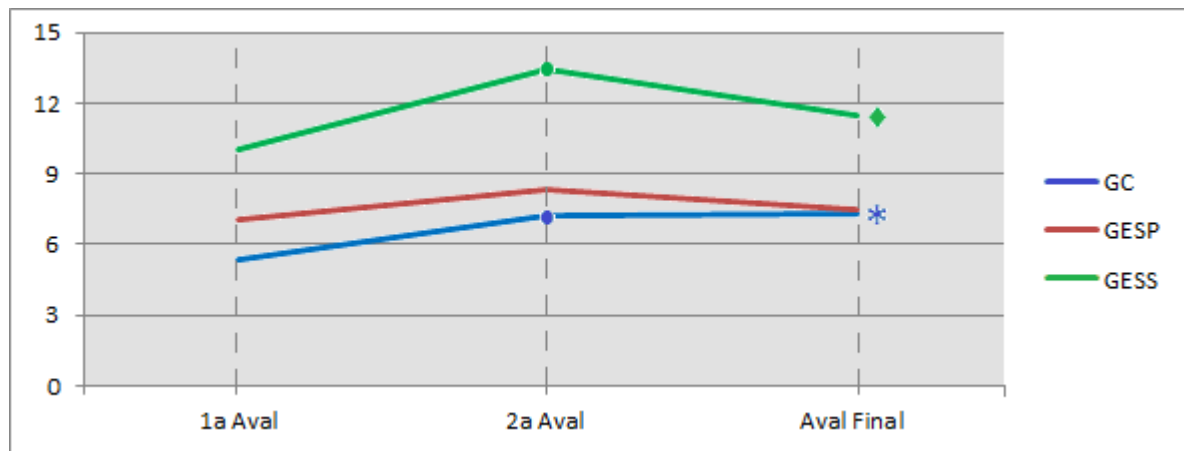


Figura 28. Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular eversor entre os 3 momentos avaliativos.

● Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.

◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.

* Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

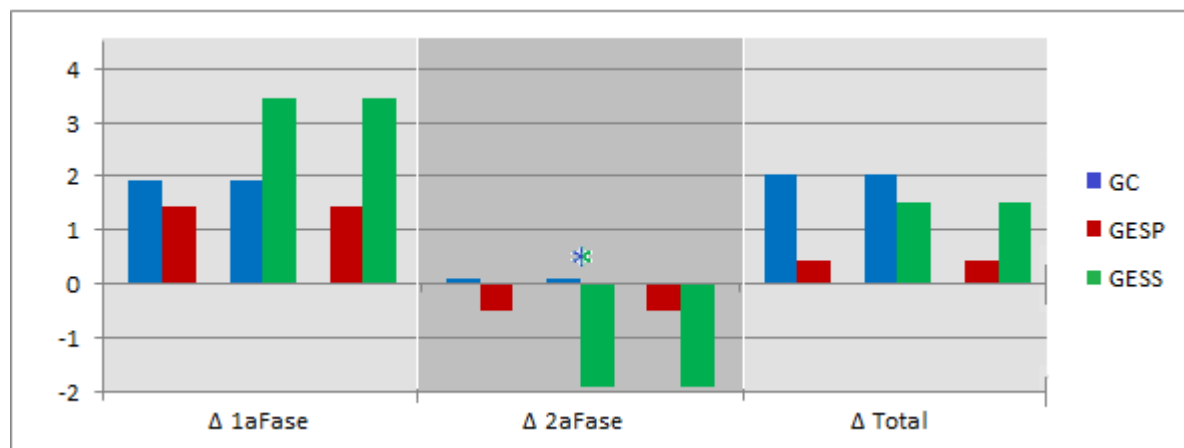


Figura 29. Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular eversor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

* Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Comparando as diferentes avaliações de força máxima de um mesmo grupo, destaca-se o ganho progressivo de força para o GC, com significância tanto na comparação entre a 1ª e a 2ª avaliação, quanto entre a 1ª e a última avaliação. Por outro lado o GESS apresentou uma evolução significativa de força para este movimento apenas na primeira fase do estudo (entre a 1ª e a 2ª avaliação), enquanto que na fase seguinte (entre a 2ª e a última avaliação) demonstrou uma regressão também significativa, sendo que ao final do protocolo o resultado obtido foi apenas ligeiramente melhor daquele observado no momento inicial da pesquisa.

Já no acompanhamento da evolução comparativa entre os grupos, constatou-se que apenas o GC apresentou uma evolução significativamente superior de força máxima em relação ao GESS ($p < 0.05$), fato este que foi percebido no período entre a 16ª e a 30ª sessão de atendimento pelos protocolos (2ª fase), quando o GESS demonstrou uma tendência de regressão de sua força máxima. Ao final das 30 sessões de atendimento nenhum dos grupos demonstrou superioridade estatisticamente significativa em relação ao outro.

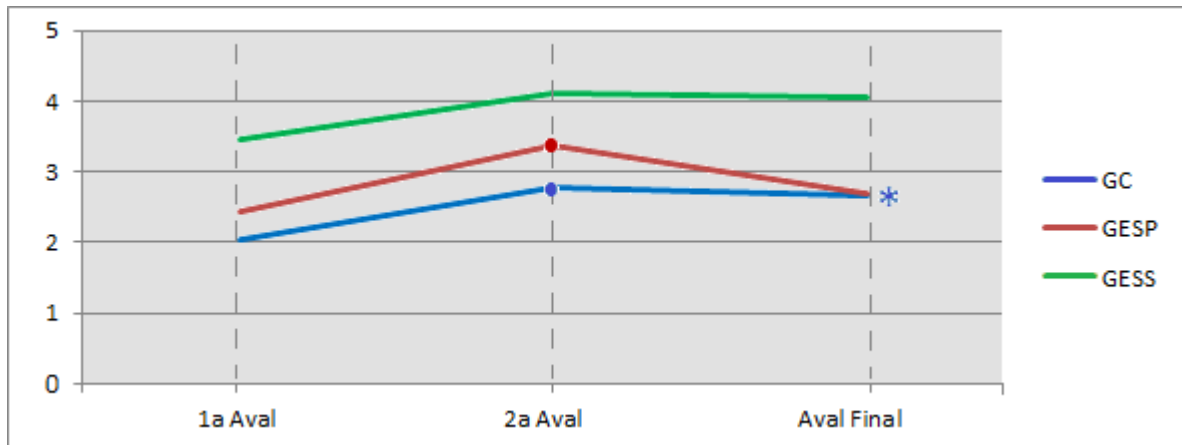


Figura 30. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular eversor entre os 3 momentos avaliativos.

● Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.

◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.

* Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

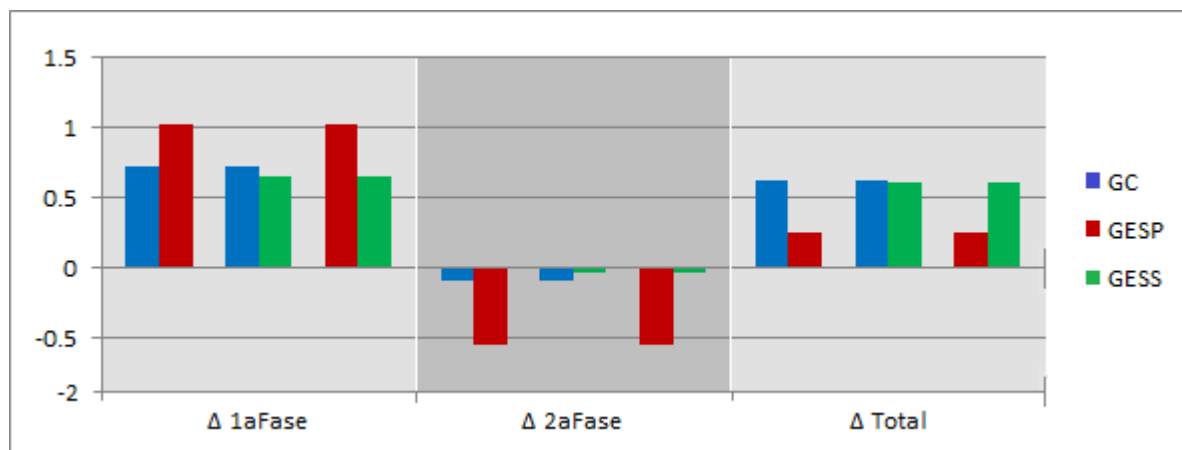


Figura 31. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular eversor entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

* Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Para a força média do movimento de eversão notou-se ganho significativo entre a 1ª e a 2ª avaliação no GC, enquanto que em sua fase seguinte (entre a 2ª e a última avaliação) constatou-se redução desta variável (não significativa). No entanto para este grupo, os valores

finais de força média de eversão ainda permaneceram significativamente maiores do que o obtido no momento inicial de aplicação deste protocolo. O GESP por sua vez, apresentou evolução significativa de força média para este movimento, apenas na comparação entre a 1ª e a 2ª avaliação (1ª fase).

A análise intergrupos, por sua vez, não demonstrou variação significativa da força média de eversão nas comparações entre as diferentes fases da pesquisa, para nenhuma dos grupos ($p > 0.05$).

Flexão de artelhos

Os valores médios de variação de força máxima e média para o movimento de flexão dos artelhos, assim como seu desvio padrão e avaliação de normalidade, estão apresentados na tabela seguinte:

Tabela 9. Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular flexor dos artelhos, em cada grupo e fase da pesquisa.

		Força Máxima			Força Média		
		N	\bar{X} (DP)	p*	N	\bar{X} (DP)	p*
GC	1ª Aval	72	6.115 (+6.573)	< 0.05	72	4.108 (+4.978)	< 0.05
	Δ 1ª fase	72	1.539 (+8.248)	< 0.05	72	1.261 (+6.265)	< 0.05
	2ª Aval	72	7.654 (+6.506)	< 0.05	72	5.369 (+5.081)	< 0.05
	Δ 2ª fase	72	-2.519 (+4.573)	< 0.05	72	-2.104 (+3.763)	< 0.05
	3ª Aval	72	5.135 (+3.690)	< 0.05	72	3.265 (+2.573)	< 0.05
	Δ Total	72	-0.981 (+6.160)	< 0.05	72	-0.843 (+4.813)	< 0.05
GESP	1ª Aval	66	4.350 (+3.283)	< 0.05	66	2.703 (+1.820)	< 0.05
	Δ 1ª fase	66	1.147 (+3.070)	< 0.05	66	0.733 (+1.991)	ns
	2ª Aval	66	5.497 (+2.954)	ns	66	3.436 (+2.087)	< 0.05
	Δ 2ª fase	66	-0.003 (+3.588)	ns	66	0.176 (+2.624)	ns
	3ª Aval	66	5.494 (+3.215)	< 0.05	66	3.612 (+2.223)	< 0.05
	Δ Total	66	0.760 (+4.845)	< 0.05	66	0.817 (+2.564)	ns
GESS	1ª Aval	72	6.321 (+3.375)	< 0.05	72	4.051 (+2.490)	< 0.05
	Δ 1ª fase	72	0.818 (+3.458)	< 0.05	72	0.813 (+2.676)	ns
	2ª Aval	72	7.139 (+3.780)	ns	72	4.864 (+2.875)	< 0.05
	Δ 2ª fase	72	-0.507 (+3.653)	ns	72	-0.719 (+2.645)	ns
	3ª Aval	72	6.632 (+3.369)	< 0.05	72	4.144 (+2.201)	ns
	Δ Total	72	0.311 (+3.394)	< 0.05	72	0.093 (+2.400)	ns

N: Tamanho da amostra; \bar{X} : Média; DP: Desvio Padrão; p*: significância do teste de normalidade.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

O movimento de flexão dos artelhos trouxe o maior número de oscilações negativas de força máxima, nas diferentes fases do estudo, determinando que o GC demonstrasse ao

final das 30 sessões de aplicação deste protocolo, um resultado negativo em relação à condição inicial deste grupo (\bar{X} : -0.981Kgf). Além disso, o GC também se destacou na análise das variações de força média deste movimento por apresentar mais valores médios negativos desta variável (Δ GC 2ª fase e Δ GC Final).

Para o movimento de flexão dos artelhos, mais uma vez verifica-se a distribuição não-normal para a maioria das amostras obtidas.

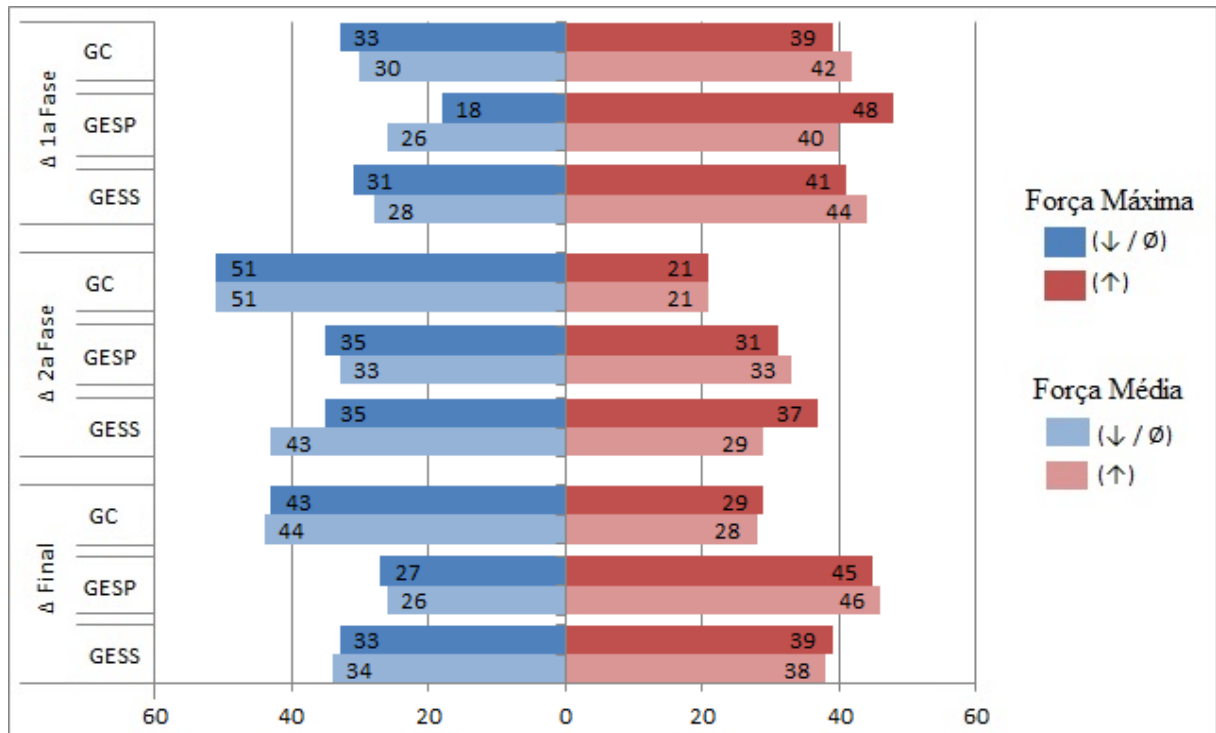


Figura 32. Frequências de regressões/manutenções (↓/∅) e evoluções (↑) dos valores de força máxima e força média para o movimento de flexão dos artelhos.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

A figura 32 demonstra que para o movimento de flexão dos artelhos, constatou-se bom desempenho de todos os grupos da pesquisa entre a 1ª e a 2ª avaliação, tanto para a variação de força máxima quanto para a força média deste gesto. Contudo, quanto à variação entre as avaliações inicial e final do estudo, destaca-se o maior número de regressões/manutenções dos picos de força, assim como também da força média para o GC, em oposição ao maior número de elevações destas variáveis para os grupos GESP e GESS.

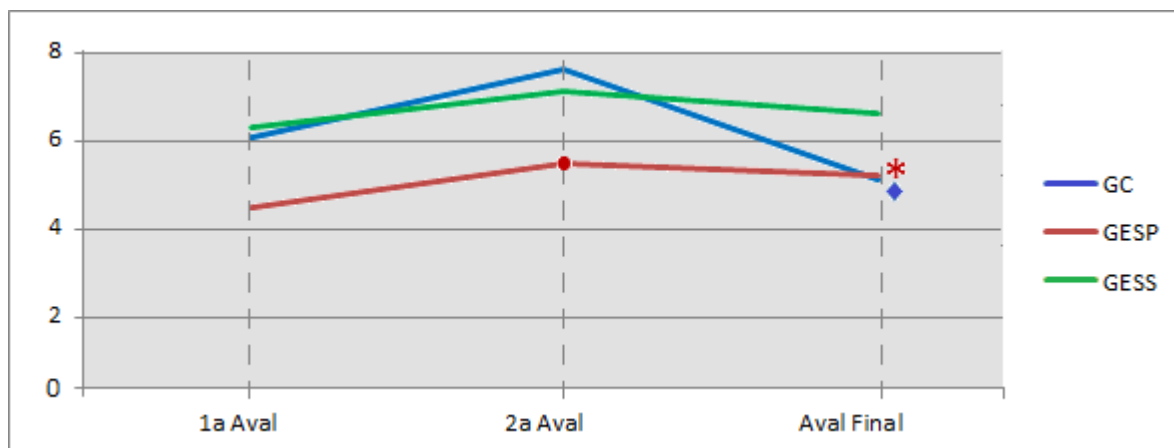


Figura 33. Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os 3 momentos avaliativos.

● Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.

◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.

* Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

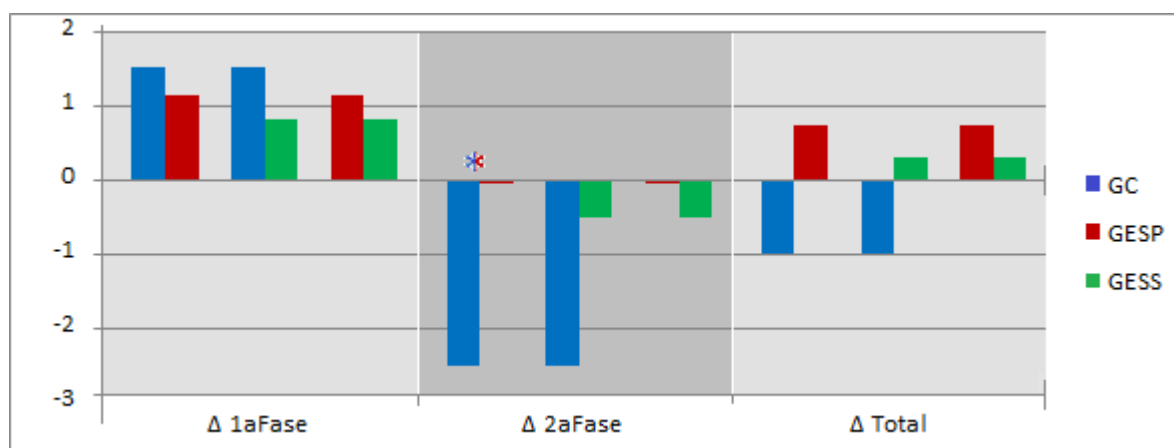


Figura 34. Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

* Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

A figura 33 atesta que a segunda fase do GC foi de regressão expressiva dos valores de força máxima para a flexão dos artelhos, culminando com valores finais inferiores ao do momento inicial deste protocolo. Por outro lado o GESP, ainda que tenha apresentado uma pequena regressão da força máxima para este movimento nas últimas 15 sessões de atendimento, ainda sim alcançou evolução expressiva em sua 1ª fase de aplicação do protocolo (comparação entre 1ª e a 2ª avaliação), suficiente para que após a conclusão das 30 sessões de atendimento deste protocolo, ainda se mantivesse um ganho final de força significativo quando comparada ao momento da avaliação inicial.

Na análise das variações, entre os diferentes grupos da pesquisa, quanto à força máxima do grupo muscular flexor dos artelhos, constatou-se que durante a segunda fase dos

protocolos, todos os grupos apresentaram uma regressão desta variável, sendo que o GC chegou a apresentar uma regressão significativamente mais expressiva quando comparado ao GESP ($p < 0.05$).

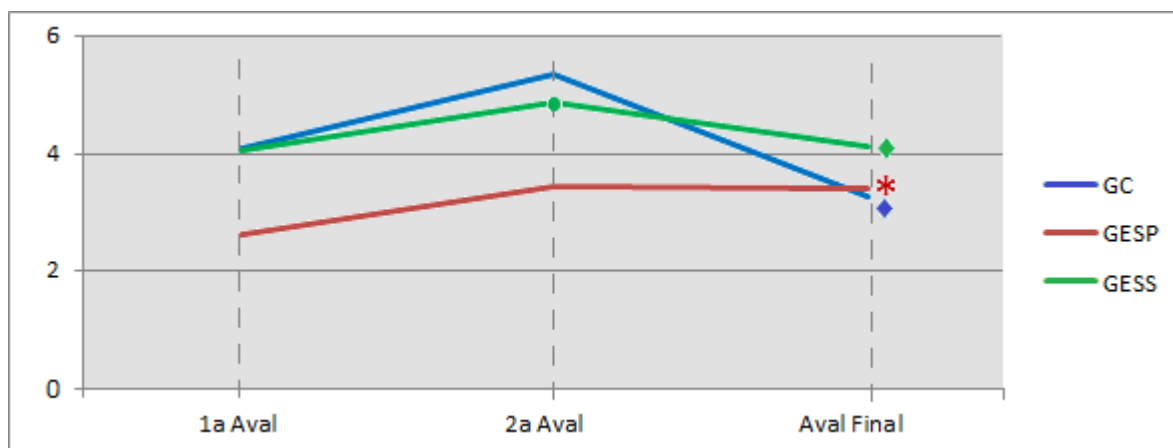


Figura 35. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os 3 momentos avaliativos.

● Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.

◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.

* Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

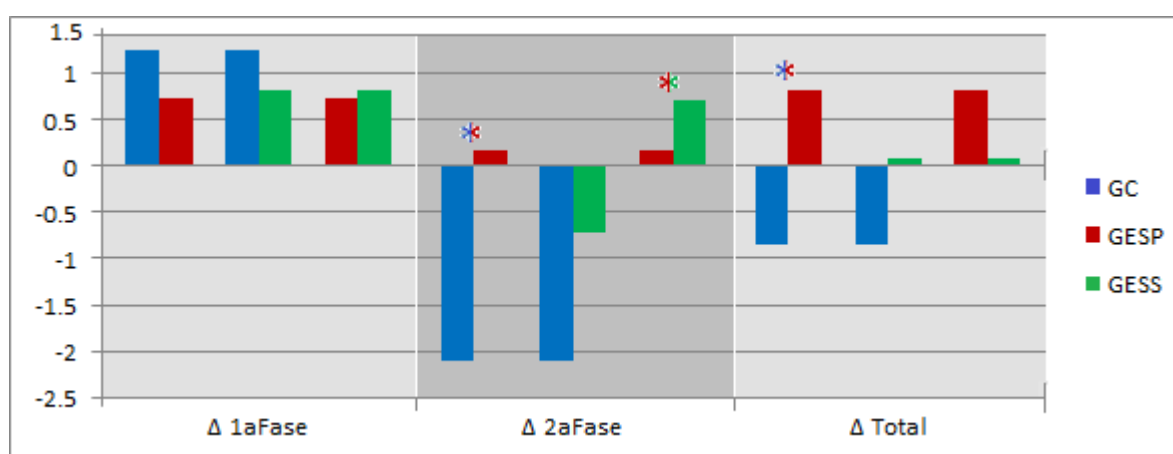


Figura 36. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor dos artelhos entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

* Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

A figura 35 destaca que as variações de força média para flexão de artelhos do GC apresentaram redução significativa nas últimas 15 sessões deste protocolo, fazendo com que este grupo atingisse uma força média final menor do que a observada na avaliação inicial. O GESS alternou uma 1ª fase (entre 1ª e a 2ª avaliação) de ganho expressivo de sua força média, com uma 2ª fase (entre a 2ª e a última avaliação) de regressão significativa desta variável. Contudo este grupo ainda atingiu ao final do protocolo valores finais de força média para flexão de artelhos, maiores do que os iniciais. O GESP por sua vez, foi o único grupo que

alcançou uma evolução significativa desta variável após a conclusão das 30 sessões de atendimento.

As comparações entre os grupos para o movimento de flexão dos artelhos demonstrou variações significantes de força média nos confrontos entre o GC e GESP, tanto na segunda fase dos protocolos quanto na variação final dos protocolos (entre avaliação inicial e a final), sendo a evolução da força média sempre favorável ao GESP ($p < 0.05$). Vale ressaltar que na segunda fase do experimento o GESP também demonstrou ganho de força média significativa quando comparado ao GESS ($p < 0.05$).

Flexão plantar

A seguir apresentam-se os dados descritivos sobre as variações de força máxima e média, obtidos a partir das amostras dos movimentos de flexão plantar.

Tabela 10. Resultados absolutos e das variações de força máxima e força média para o grupo muscular flexor plantar, em cada grupo e fase da pesquisa.

		Força Máxima			Força Média		
		N	\bar{X} (DP)	p*	N	\bar{X} (DP)	p*
GC	1ª Aval	70	10.587 (+9.376)	< 0.05	70	7.836 (+7.221)	< 0.05
	Δ 1ª fase	70	1.165 (+11.46)	< 0.01	70	0.544 (+8.753)	< 0.05
	2ª Aval	70	11.790 (+8.460)	< 0.05	70	8.433 (+6.681)	< 0.05
	Δ 2ª fase	70	-1.191 (+6.182)	ns	70	-0.707 (+4.435)	ns
	3ª Aval	70	10.599 (+6.896)	< 0.05	70	7.726 (+5.334)	< 0.05
	Δ Total	70	0.011 (+7.383)	< 0.05	70	-0.11 (+5.830)	< 0.05
GESP	1ª Aval	65	8.663 (+6.322)	< 0.05	65	6.459 (+4.606)	< 0.05
	Δ 1ª fase	65	2.817 (+6.749)	< 0.05	65	1.194 (+4.926)	< 0.05
	2ª Aval	65	11.480 (+5.816)	< 0.05	65	7.652 (+3.993)	ns
	Δ 2ª fase	65	-1.902 (+4.797)	ns	65	-1.005 (+3.542)	ns
	3ª Aval	65	9.579 (+3.281)	ns	65	6.648 (+2.399)	ns
	Δ Total	65	0.678 (+5.611)	< 0.01	65	0.018 (+3.974)	< 0.05
GESS	1ª Aval	72	12.408 (+5.428)	ns	72	8.735 (+3.886)	ns
	Δ 1ª fase	72	0.679 (+5.690)	ns	72	0.803 (+4.069)	ns
	2ª Aval	72	13.088 (+6.640)	< 0.05	72	9.538 (+5.013)	< 0.05
	Δ 2ª fase	72	-0.033 (+4.686)	< 0.05	72	-0.342 (+2.386)	ns
	3ª Aval	72	13.054 (+5.843)	ns	72	9.196 (+4.450)	< 0.05
	Δ Total	72	0.646 (+5.994)	ns	72	0.461 (+3.723)	ns

N: Tamanho da amostra; \bar{X} : Média; DP: Desvio Padrão; p*: significância do teste de normalidade.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Semelhante ao que se observou para outros movimentos, a flexão plantar também demonstrou mais variações negativas de força máxima na segunda fase dos grupos estudados.

Contudo todos os grupos apresentaram, ao final dos protocolos, oscilações médias positivas de força máxima.

As variações médias de força média para o movimento de flexão plantar, por sua vez, também demonstraram alguns grupos com valores negativos. Mais uma vez este achado foi percebido na segunda fase (variação entre a 1ª e a 2ª avaliação) de todos os grupos da pesquisa. Quanto à normalidade apenas o GESS demonstrou amostras com uma distribuição que se enquadram na curva de Gauss.

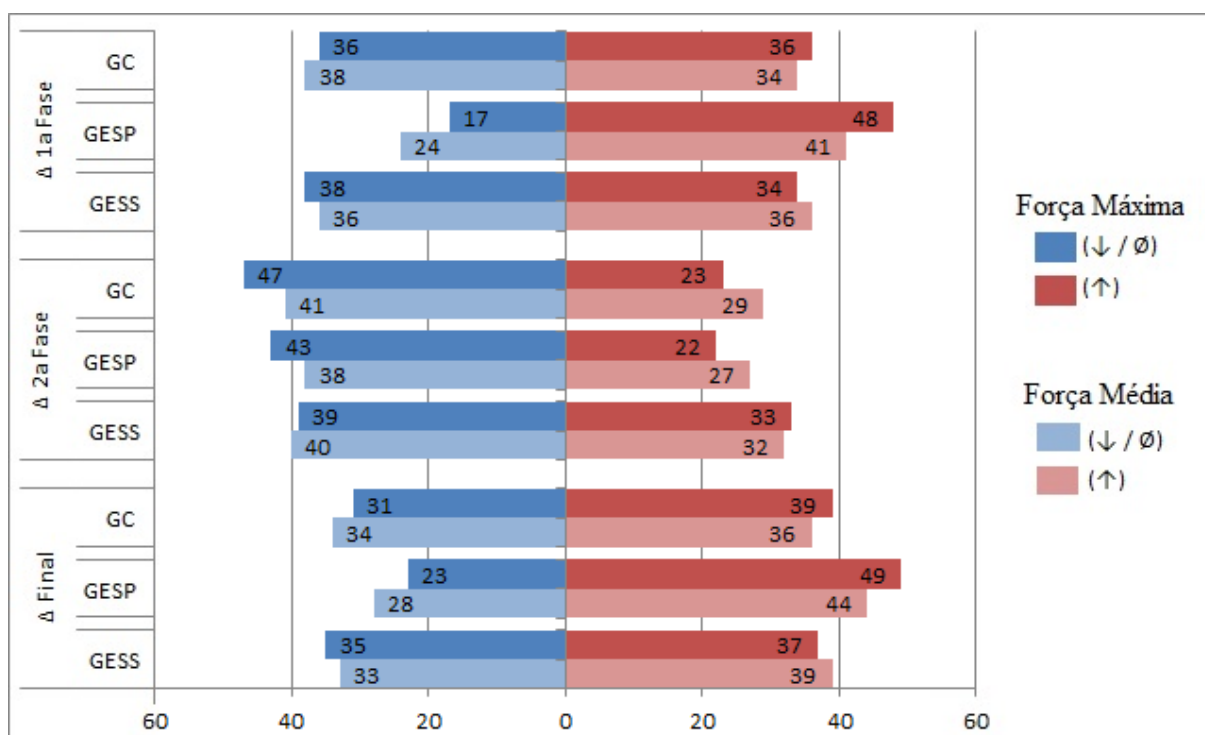


Figura 37. Frequências de regressões/manutenções (↓/∅) e evoluções (↑) dos valores de força máxima e força média para o movimento de flexão plantar.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

O movimento de flexão plantar foi o que demonstrou um comportamento mais distinto, quanto ao desempenho das forças máxima e média, em comparação aos demais movimentos avaliados. Na figura 37 destaca-se o maior número de acréscimos destas forças, para os três grupos da pesquisa, quando se analisa a evolução entre a primeira e a última avaliação. Este achado é bastante curioso, haja vista que a segunda fase da pesquisa (entre a 2ª e a 3ª Avaliações) apresentou maior número de regressões/manutenções da força máxima e média, nos mesmos grupos.

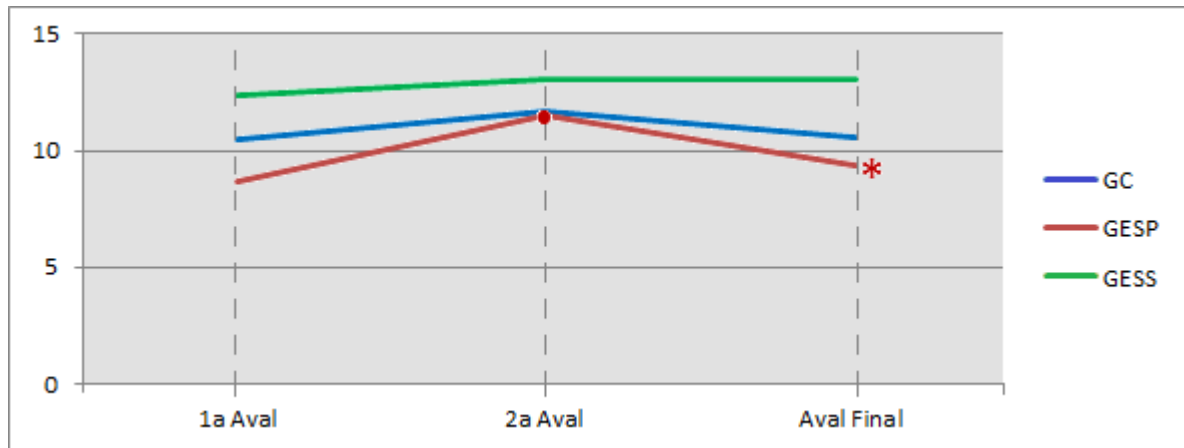


Figura 38. Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor plantar entre os 3 momentos avaliativos.

● Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.

◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.

* Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

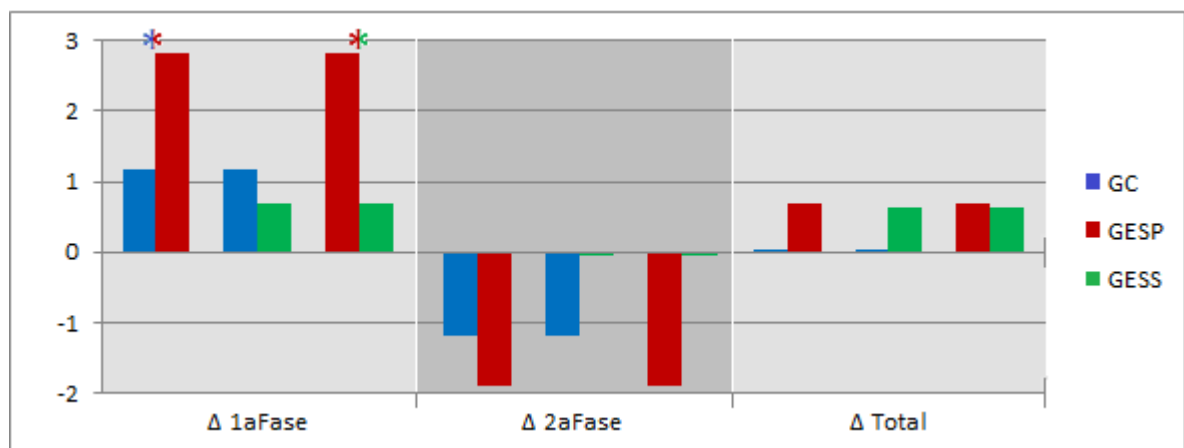


Figura 39 Comparação dos resultados das avaliações de força máxima para o grupo muscular flexor plantar entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

* Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Nas comparações das diferentes fases de um mesmo grupo da pesquisa, apenas o GESP demonstrou variações significantes entre suas avaliações. Este achado foi detectado entre sua 1ª e a 2ª avaliação, e também entre a 1ª e a última avaliação, ambas denotando um ganho expressivo da força máxima de flexão plantar ($p < 0.05$).

Quanto à força máxima para o movimento de flexão plantar, o GESP demonstrou uma evolução mais expressiva do que o GC e o GESS entre a avaliação inicial e a metade do protocolo ($p < 0.05$). As demais comparações entre os grupos não demonstraram mudanças significativas.

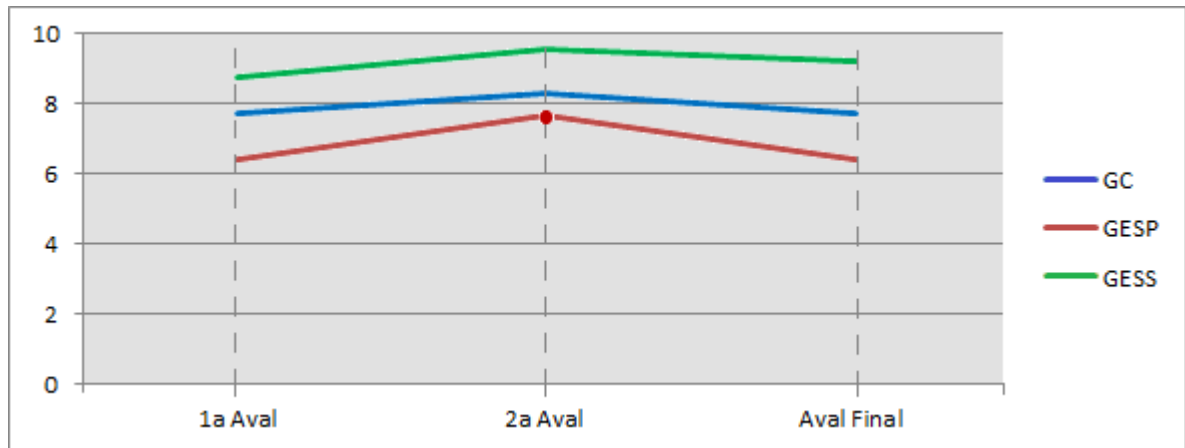


Figura 40. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor plantar entre os 3 momentos avaliativos.

● Variação significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação.

◆ Variação significativa entre a 2ª avaliação e a avaliação final.

* Variação significativa entre a 1ª avaliação e a avaliação final.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

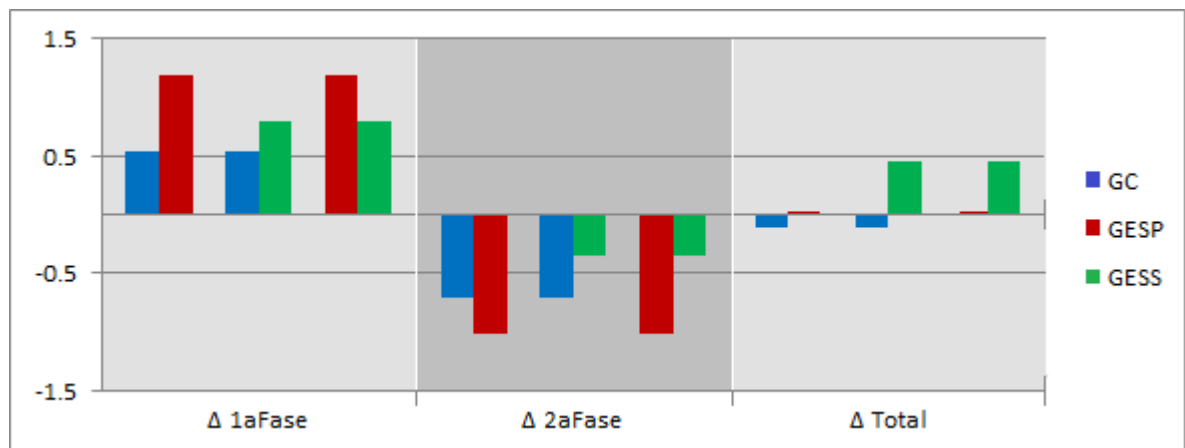


Figura 41. Comparação dos resultados das avaliações de força média para o grupo muscular flexor plantar entre os grupos investigados, nas diferentes fases da pesquisa.

* Variação significativa entre os grupos comparados.

Fonte: Pesquisa de campo (2012-2014).

Quanto à força média, o movimento de flexão plantar demonstrou evolução significativa apenas na primeira fase do GESP (comparação entre a 1ª e a 2ª avaliação).

7. DISCUSSÃO

Para se atingir a população total deste estudo (36 voluntários), foi necessário abordar e obter a autorização de participação na pesquisa de 65 indivíduos acometidos pela hanseníase. Portanto, a perda amostral deste estudo foi de 44.6%, que apesar de ser considerada elevada, não surpreende, pois este perfil de irregularidade quanto ao cumprimento do tratamento prescrito, já está bem documentado na literatura, em relação aos hansenianos.

Estudos realizados sobre a adesão e o cumprimento do tratamento poliquimioterapêutico da hanseníase, já demonstraram um alto índice de abandono ou interrupção deste tratamento medicamentoso (HEUKELBACH *et al.*, 2011; SOUSA *et al.*, 2013; TRINDADE *et al.*, 2009).

Ainda assim, o percentual de abandono registrado neste estudo (44.6%) está acima dos índices de abandono relatados em alguns destes estudos quanto ao cumprimento do tratamento poliquimioterapêutico (HEUKELBACH *et al.*, 2011; SOUSA *et al.*, 2013). Contudo, em relação ao tratamento reabilitacional deve-se ponderar que as chances de abandono tornam-se ainda maiores, haja vista que se trata de um tratamento que exige regularidade para o cumprimento de várias e consecutivas sessões de fisioterapia.

Em relação aos 36 voluntários que concluíram os protocolos de pesquisa a sua distribuição demográfica coincide com o observado dentro da população geral de pacientes da hanseníase, sendo em sua maioria homens (GUERINO, 2012; MIRANZI; PEREIRA; NUNES, 2010; SCHLICKMAN; RIBEIRO JÚNIOR; VIEIRA; CALDEIRA, 2012) com idade dentro da faixa economicamente ativa (MIRANZI; PEREIRA; NUNES, 2010; MOREIRA; BATOS; TAWIL, 2014; RIBEIRO JÚNIOR; VIEIRA; CALDEIRA, 2012; SCHLICKMAN; GUERINO, 2012).

Quanto à distribuição das variáveis clínicas dos pacientes, percebe-se uma nítida discrepância entre as formas multibacilares e paucibacilares, fato este que nem sempre é observado na população em geral de hansenianos (MOREIRA; BATOS; TAWIL, 2014; SCHLICKMAN; GUERINO, 2012). No entanto isto se justifica pelos critérios de inclusão deste estudo que priorizaram a busca por pacientes com algum comprometimento motor ou sensorial nos pés, o que é menos frequente em pacientes paucibacilares do que em multibacilares (ALVES *et al.*, 2010; CUNHA *et al.*, 2008).

Além disso, outras variáveis intervenientes surgiram apenas com o decorrer da aplicação dos protocolos e estas acentuaram ainda mais a heterogeneidade entre os grupos. Estas variáveis foram o surgimento de episódios reacionais e a irregularidade da frequência dos participantes durante as 30 sessões de atendimento.

Quanto ao surgimento de quadro reacional apenas 1 paciente deixou esta condição durante a execução de seu protocolo. No entanto muitos foram os casos de pacientes que em decorrência da persistência e/ou reagudização de seu quadro, não abandonaram esta condição durante todo o período da pesquisa, ainda que sua programação original de desmame em relação à predinisona conduziu para uma regressão mais breve desta condição.

Vale ressaltar que as reagudizações de episódios reacionais na hanseníase (reação subintrante), já foram identificadas em outras amostras (ARAÚJO FILHA, 2008) e são habituais na rotina do acompanhamento ambulatorial do paciente hanseniano reacional, sendo frequentemente relacionadas à piora da condição clínica do paciente hanseniano (ARAÚJO FILHA, 2008; RAJU *et al.*, 2014).

Em face disto, os episódios reacionais foram estrategicamente contabilizados nas duas fases de cada protocolo desta investigação, a fim de perceber sua influência sobre os resultados finais dos mesmos.

Quanto à irregularidade dos pacientes em suas sessões fisioterapêuticas, o mesmo que foi argumentado em relação aos casos de abandono observados durante a pesquisa, também pode ser dito em relação a esta condição, na qual se averiguou que nenhum dos grupos atingiu média de dias entre sessões consecutivas, próxima do esperado (3 dias).

Todas estas variáveis mencionadas até aqui, tornaram bastante difícil o controle sobre uma distribuição homogênea dos voluntários entre os diferentes grupos da pesquisa no momento de seu ingresso, especialmente devido à imprevisibilidade do surgimento dos quadros reacionais, dos abandonos e dificuldade para recrutar novos pacientes com características tão similares aos antecessores.

Por outro lado tal condição, tão repleta de variáveis incontroláveis, conferiu a esta investigação científica um contexto bastante próximo da realidade observada nos ambulatórios de fisioterapia que atendem pacientes que apresentam sequelas decorrentes da hanseníase, o que permite que os resultados de efetividade dos protocolos desta pesquisa possam ser imediatamente aplicáveis à rotina de atendimento fisioterapêutico desta população.

- Quanto à sensibilidade superficial

Dos três protocolos reabilitacionais utilizados nesta pesquisa científica o do GESS foi claramente idealizado para se obter uma melhor recuperação da sensibilidade superficial dos pés dos pacientes acometidos pelo dano neural decorrente da hanseníase, sendo as respostas deste grupo, o mais importante foco quanto ao comportamento desta variável, principalmente no que diz respeito a sua comparação em relação ao GC.

Analisando este variável inicialmente pelas suas contagens de evoluções, manutenções e regressões, destaca-se o maior número de manutenções dos níveis de sensibilidade plantar, observado em quase todas as comparações entre os grupos e entre as diferentes fases da pesquisa. Este achado revela entre outras coisas o quanto esta variável é de difícil evolução, principalmente quando ela já atinge um déficit bastante significativo (sensibilização apenas pelos monofilamentos vermelho aberto, vermelho cruzado, vermelho aberto ou nenhum).

Rangel (2009) já observou, por exemplo, um comportamento semelhante quanto à evolução dos níveis de sensibilidade em seu estudo com pacientes hansenianos, quando constatou um expressivo número de permanência dos níveis de sensibilidade térmica, tátil e dolorosa em lesões cutâneas de 36 pacientes da forma clínica dimorfa tuberculóide, quando comparou o momento diagnóstico e o momento de alta por cura após o tratamento poliquimioterapêutico.

Rodrigues Júnior *et al.* (2012) já demonstraram também que em lesões cutâneas identificadas precocemente com sensibilidade tátil parcialmente preservada, os níveis de sensibilidade (especialmente os mais preservados) apresentaram um longo tempo de evolução até alcançarem uma perda mais acentuada desta qualidade sensorial. Estes autores identificaram ainda, que apesar das lesões cutâneas terem demonstrado uma menor quantidade de pontos sensibilizados apenas com os monofilamentos mais espessos (vermelho aberto e vermelho cruzado), estes foram os que demonstraram maior resistência à melhora da sensibilidade após meses de acompanhamento.

Tal persistência para a manutenção dos níveis de sensibilidade superficial, ou mesmo sua relutância para evoluções, pode ser facilmente justificada pela lenta evolução da regeneração axonal em pacientes hansenianos, que se deve entre outros fatores a fibrose endoneural frequente (MIKO *et al.*, 1993a,c).

Além das mudanças fisiológicas que ocorrem localmente no sítio da lesão nervosa periférica, mudanças ocorridas nos dois extremos deste complexo sistema neural também necessitam de maior tempo para se constituírem.

No caso da porção distal, Miko *et al.* (1993b,c) e Malaviya (2002) atestam que após o processo de desnervação ocasionado pela lesão neural hanseniana, a evolução do dano se dá mais acentuadamente no sentido distal culminando com o desaparecimento de receptores em um período de 2 a 3 anos, para apenas depois desta fase iniciarem o processo de ressurgimento (caso a reinervação axonal consiga atingir a camada dérmica). Na outra extremidade observa-se o córtex cerebral e sua complexa rede neuronal, que também irá se “reprogramar” (neuroplasticidade) a partir da regeneração do nervo periférico e das terminações nervosas cutâneas. Elbert *et al.* (1995) constataram e posteriormente Malaviya (2002) e Ferrigno, Freitas e Freitas (2005), reafirmam que as conexões neuronais encefálicas encontram-se em constante “remodelação”, sendo este processo dependente tanto das mudanças em suas vias neurológicas, como de novas experiências sensoriais vivenciadas.

Tais constatações descritas anteriormente apesar de reafirmarem a condição de difícil recuperação sensorial após o dano neural ocasionado pela hanseníase, por outro lado, deixam clara a possibilidade de recuperação desta, tanto a partir dos eventos fisiológicos presentes imediatamente após a instalação da lesão nervosa periférica (tal como já foi descrito por Waller em 1850, para a secção de nervos periféricos), quanto pela demanda de estímulos sensoriais sobre a área afetada.

Todo este conjunto de achados define o contexto da recuperação sensorial como um campo de difícil evolução clínica após a instalação do acometimento neural, sugerindo que mesmo pequenos ganhos podem indicar uma grande melhora para pacientes com sequelas sensoriais decorrentes da hanseníase.

No presente estudo o maior número de evoluções dos níveis de sensibilidade plantar em relação às regressões desta variável, observado na maioria das comparações, podem, portanto ser considerados resultados altamente positivos ainda que não se tenha obtido um valor de significância na análise estatística de comparação entre as amostras (análise de variância).

A mudança de comportamento de resultados do GESS nas duas fases da pesquisa foi considerado um achado inesperado, haja vista que esperava-se que este grupo apresentasse uma evolução contínua e mais significativa do que os demais grupos investigados, quanto aos níveis de sensibilidade plantar.

Observando as variáveis intervenientes que foram acompanhadas neste estudo, é provável que o desempenho negativo deste grupo durante a primeira fase da pesquisa, pode ter sido influenciado pelo elevado número de indivíduos apresentando episódios reacionais agudos (6/12) e com pouco tempo de ingresso ao esquema de doses de prednisona.

Quanto a este aspecto é oportuno mencionar os resultados de Illarramendi *et al.* (2012) que não observaram qualquer relação significativa entre a recuperação da sensibilidade superficial e a ocorrência do quadro reacional, em seu estudo.

Contudo deve-se ponderar que o resultado destes dois estudos é de difícil comparação, haja vista que Illarramendi *et al.* (2012), confrontaram os dados de sensibilidade superficial entre o momento diagnóstico e de alta após a conclusão do tratamento poliquimioterapêutico de 45 pacientes, entre os quais apenas 4 apresentaram episódios reacionais durante o período de acompanhamento. Sendo assim não é possível afirmar que estes 4 pacientes apresentavam quadro reacional no momento de sua avaliação final. Este fato distancia totalmente esta pesquisa da vigente, aonde se constatou que 6 dos 12 pacientes que participaram do GESS, foram seguramente avaliados sob o efeito das manifestações clínicas da reação hansênica.

No entanto, se por um lado o resultado observado na primeira fase da pesquisa, não foi favorável para o GESS e pode ter sido influenciado pelo elevado número de pacientes com quadro reacional, o resultado da segunda fase do estudo, por sua vez, demonstrou uma evolução bastante expressiva deste grupo, superando com larga vantagem o desempenho dos demais grupos do estudo (ver tabela 6), assim como o seu próprio desempenho na primeira fase, alcançando um resultado final extremamente positivo quando comparado à condição inicial dos pacientes antes da aplicação do protocolo.

Há que se destacar que este resultado expressivo do GESS quanto à recuperação da sensibilidade superficial plantar, na segunda fase deste estudo, torna-se ainda mais representativo quando se leva em consideração que o número de pacientes com quadro reacional hansênico, permaneceu elevado neste grupo (6/12), enquanto que nos demais este número ou manteve-se baixo (GESP) ou reduziu ainda mais (GC).

Ponderando-se sobre a magnitude da influência dos efeitos do protocolo de estimulação sensorial superficial e do tratamento medicamentoso para controle do quadro reacional, sobre os resultados da sensibilidade superficial plantar, é oportuno citar os resultados da pesquisa de Araújo Filha (2008), que ao avaliar a eficácia da prednisona sobre as manifestações do dano neural hansênico, observou que tal terapia trouxe mínimos ou nulo efeito sobre a recuperação da função sensitiva de mãos e pés.

Assim pode-se admitir através destes resultados que a persistência do protocolo baseado em diferentes estímulos sensoriais realizado pelos pacientes do GESS, foi capaz de recuperar os níveis de sensibilidade de pés hansênicos com dano neural, mesmo na vigência de quadros reacionais.

Este resultado merece ser bastante comemorado haja vista que em geral a ocorrência do quadro reacional hansênico está associada a prejuízo das funções motoras e sensoriais dos pacientes (ARAÚJO FILHA, 2008; RAJU *et al.*, 2014).

Sobre o protocolo do GESS salienta-se que o mesmo baseava-se na aplicação de variados estímulos sensoriais superficiais direcionados para a região plantar dos pacientes, a fim de promover um expressivo número de ondas de despolarização axônicas aferentes durante a aplicação dos estímulos deste protocolo, incitando o processo de reinervação e remielinização iniciado, assim como também prevenindo o desuso de tais vias neurais num processo denominado por Ferrigno, Freitas e Freitas (2005) de “reeducação sensorial”.

Já é bastante numerosa a lista de estudos que se baseiam neste princípio para a reabilitação da função sensorial, em diferentes tipos de comprometimento neural periférico.

Ornelas, Rodrigues e Uemura (2010), por exemplo, descrevem o uso de um protocolo baseado em um kit de estimulação sensitiva, para o retorno da sensibilidade superficial em áreas parestésicas de mulheres mastectomizadas. Estes kits eram compostos por três peças de 7cm de comprimento e 5cm de largura, com texturas diferenciadas: uma de seda, uma de feltro e outra de lã. Após receberem o kit, as mulheres eram orientadas quanto à maneira adequada de realizarem o estímulo em suas casas, com movimentos de “vai e vem” na face medial e súpero-posterior do braço parestésico, realizando 10 séries de 15 movimentos de cada estímulo, diariamente.

Como resultados Ornelas, Rodrigues e Uemura (2010) obtiveram um maior número de manutenções dos níveis de sensibilidade entre as avaliações, e detectaram ainda que em 1 dos 2 pontos avaliados se constatou melhora significativa quanto aos níveis de sensibilidade estesiométrica, após 10 sessões de aplicação do kit de reeducação sensitiva.

Mendes *et al.* (2008) e Cheng *et al.* (2001), por sua vez relataram sucesso em seus protocolos de reeducação sensorial para pacientes que passaram por reparo cirúrgico em suas mãos. Cabe mencionar que estes estudos preconizaram a aplicação precoce dos protocolos de reeducação sensitiva, que se baseavam em estímulos táteis e em exercícios de reconhecimento esterognósticos.

Contudo a pesquisa que metodologicamente mais se assemelha a esta, é a de Santos *et al.* (2008), que submeteu 13 voluntárias diabéticas, com algum grau de hipoestesia plantar,

a sessões de “reeducação sensorial” com o uso de diferentes texturas. Além da semelhança da condição clínicas das amostras (ambas com quadro de neuropatia periférica), os protocolos de estimulação sensorial também possuem muitos pontos de semelhança como o tempo de cada estimulação (2 minutos) e a escolha dos materiais para este fim (Santos *et al.* (2008) utilizou espumas de diferentes espessuras, grãos de feijão e algodão).

No entanto, os resultados positivos de Santos *et al.* (2008) com evolução progressiva e significativa da sensibilidade plantar após 12 e 24 sessões terapêuticas, não são totalmente concordantes, haja vista que na presente pesquisa o grupo experimental baseado neste tipo de estimulação sensorial, apresentou uma primeira fase de piora dos níveis de sensibilidade plantar.

Quanto a este aspecto há que se considerar que a amostra de Santos *et al.* (2008) não apresentou, durante a pesquisa, co-morbidades causadas pelo quadro diabético (ou por outras condições) que pudessem interferir de forma negativa sobre o dano neural, e consequentemente sobre a capacidade de percepção sensorial dos pés, tal como foi observado na presente pesquisa para metade do GESS (ocorrência da reação hansênica).

O resultado final de ambas as pesquisas, porém, é concordante e altamente sugestivo quanto à efetividade de seus protocolos de “reeducação sensorial” para recuperação da sensibilidade plantar superficial.

Apesar do contexto ainda experimental em que estes protocolos de “reeducação sensorial” são aplicados, alguns princípios já parecem estar muito bem definidos como: o uso frequente e a aplicação de estímulos sensoriais diversos, com diferentes formas tamanhos, texturas e temperaturas (CALLAHAN, 1990; FERRIGNO; FREITAS; FREITAS, 2005), tal qual foi preconizado no protocolo do GESS.

Voltando a discutir o significado dos resultados da presente pesquisa, faz-se necessário também tecer comentário sobre a evolução sensorial do GESP, que apesar de ter recebido estímulos/exercícios direcionados para uma melhor recuperação da função motora dos pés acometidos pelo dano neural hansenico, apresentou um resultado bastante favorável quanto à sensibilidade superficial plantar, com superioridade em relação aos grupos GC e GESS, tanto na primeira fase do estudo, quanto na comparação entre avaliação inicial e final (ver tabela 5 e figura 18). Tal resultado sugere que este protocolo também possa ter efetividade sobre a recuperação da sensibilidade superficial.

Apesar de existir uma relação já comprovada entre a realização de atividade física e a redução de quadros algicos, estes achados não podem se relacionar com os resultados deste

estudo, haja vista que seus desenhos metodológicos e os fenômenos fisiológicos explorados são completamente distantes.

Na realidade ainda são poucos os estudos publicados que busquem relacionar a recuperação sensorial superficial com a realização de atividades físicas. Neste universo escasso Ceccato *et al.* (2011) não alcançou resultados significantes quanto a mudança da sensibilidade superficial palmar avaliada por estesiômetro, quando comparou avaliações antes e imediatamente após uma série de exercícios resistidos para os membros superiores, em mulheres normo e hipertensas.

Em face da discordância entre os resultados observados na presente pesquisa com os de Ceccato *et al.* (2011), deve-se ponderar sobre a persistência e regularidade de aplicação dos exercícios ao GESP, como potencial recurso para uma estimulação da resposta sensorial superficial mais efetiva a médio e longo prazo.

Fisiologicamente este fenômeno pode estar relacionado ao mecanismo de ativação dos receptores sensoriais da junção dermo-epidérmica, comumente relacionados à captação de estímulos táteis e de pressão, ou seja, os Discos de Merkel e os Corpúsculos de Meissner. Estes receptores são especialmente abundantes na pele glabra das regiões palmares e plantares e são estimulados pela deformação da pele e pela velocidade com que é deformada (HOFFMANN; MONTAG; DOMINY, 2004; MUNGER; IDE, 1988; PURVES *et al.*, 2005).

Em vista disso pode-se concluir que tais receptores podem ter sido especialmente estimulados durante a realização das atividades de manutenção do equilíbrio do GESP, haja vista que estes exercícios possuem um forte potencial para a distensão da pele da região plantar durante os rápidos movimentos de ajuste dos pés.

- Quanto ao índice do arco plantar

Quanto ao índice do arco plantar também se observou uma difícil possibilidade de atingir significância quanto às variações entre os grupos e entre as diferentes fases da pesquisa. Esta dificuldade possivelmente esteja relacionada ao menor tamanho das amostras que esta variável possibilitou neste estudo, uma vez que, diferentemente das outras variáveis de interesse, para cada pé avaliado era atribuído um único valor deste índice resultando em apenas 24 valores por amostra.

Esta quantidade de valores por amostra exige que para que se atinja uma significância estatística seja necessário um grande distanciamento entre os valores, o que é

bastante difícil de alcançar para uma variável que apresenta uma amplitude limitada como o índice do arco plantar.

No entanto a distribuição das contagens de reduções e elevações/manutenções do índice plantar e sua comparação entre os diferentes grupos e fases da pesquisa, evidenciam um comportamento altamente favorável ao GESP, que caracterizou-se pela realização de exercícios e estímulos motores direcionados para a musculatura extrínseca e intrínseca do pé.

Além de ser o único grupo a sempre apresentar um maior número de pés que apresentaram tendência à elevação do arco plantar (variações negativas) o GESP também sempre se apresentou entre os melhores resultados nas diferentes fases do experimento.

Também cabe esclarecer que o GC apesar de ter apresentado um maior número de pés com tendência ao “rebaixamento” do arco plantar nas duas fases desta investigação, ao final do período de observação não apresentou indivíduos que atingissem índices plantares classificáveis como “pé plano” de acordo com os parâmetros descritos por Ribeiro *et al.* (2006), e posteriormente validados por Wong, Weil e Boer (2012).

Neste contexto deve-se considerar o que a literatura já descreve quanto à influência do fator muscular sobre o desenvolvimento do arco plantar. Staheli, Chew e Corbett (1987), Camarena e Villegas (2010) e Minghelli *et al.* (2011), por exemplo, relatam que entre os muitos fatores para o desenvolvimento do arco plantar longitudinal medial, o amadurecimento de músculos como tibial posterior, fibular longo, flexor longo dos artelhos, flexor longo e o adutor do hálux, são importantes para estimular forças ascendentes de tensão sobre os ossos e ligamentos do pé.

Contudo, apesar da importância muscular para o desenvolvimento do arco longitudinal medial estes mesmo autores, além de outros (CAMARENA; VILLEGAS, 2010; CHEN *et al.*, 2014; MINGHELLI *et al.*, 2011; STAHELI; CHEW; CORBETT, 1987), são unânimes em afirmar que com o passar dos anos e o progressivo amadurecimento do sistema osteo-musculo-ligamentar, a conformação do arco longitudinal medial passa a depender muito mais de seus elementos estabilizadores estáticos, representados principalmente pelos seus fortes ligamentos e pela aponeurose plantar.

Assim os achados da presente pesquisa, que sugerem uma relação entre a melhora da função de músculos atuantes sobre a manutenção do arco plantar longitudinal medial (fibular longo e flexor dos artelhos), e a tendência de elevação deste arco não podem ser considerados conclusivos, haja vista que seus resultados não apresentaram significância estatística suficiente para fundamentar que esta influência seja mais relevante do que a oferecida pelo sistema de estabilização estática do pé.

Entretanto, ainda que estes resultados não sejam conclusivos, os efeitos dos exercícios realizados no GESP, sobre o arco plantar, também não podem ser precipitadamente refutados, pois um expressivo número de publicações já demonstraram a ocorrência de mudanças na distribuição da pressão plantar e na altura do arco plantar longitudinal medial, durante e/ou imediatamente após a realização de atividades como corridas e caminhadas longas, especialmente quando descalços (HAGEAMAN, 2010; NAGEL *et al.*, 2008; STOLWIJK *et al.*, 2010; WEIST; EILS; ROSENBAUM, 2004; WU *et al.*, 2007).

Acalorando este debate Chen *et al.* (2014), ao estudarem o comportamento biomecânico de pés de cadáveres frescos, tentam colocar um ponto final sobre esta discussão ao demonstrarem que não há rebaixamento do arco plantar medial, mediante a imposição de carga axial estática semelhante a do peso corporal, em pés que tiveram a musculatura dorsal dissecada, atribuindo este resultado a forte estabilização oferecida pela estrutura osteo-ligamentar preservada e a fásia plantar inelástica.

Contudo o contexto laboratorial, o uso de peças cadavéricas e o forte controle de variáveis, observado no estudo de Chen *et al.* (2014), acabam distanciando-o do desenho metodológico da presente pesquisa, que possui mais semelhanças com os estudos de Hageaman (2010), Stolwijk *et al.* (2010), Nagel *et al.* (2008), Munho, Cyrillo e Torriani (2007), Wu *et al.* (2007), Weist, Eils e Rosenbaum (2004), devido a tentativa de avaliação da influência de atividades dinâmicas sobre o arco plantar de indivíduos vivos.

Assim sendo, apesar de não haverem fundamentos que comprovem a permanência das alterações do arco longitudinal medial, em longo prazo, nos estudos de Hageaman (2010), Stolwijk *et al.* (2010), Nagel *et al.* (2008), Wu *et al.* (2007), Munho, Cyrillo e Torriani (2007) e Weist; Eils e Rosenbaum (2004), estes achados, juntamente com os da presente investigação, reabrem este debate haja vista que os resultados de Chen *et al.*, (2014) foram observados de forma estática e em amostras não-vivas.

No caso específico da realização do protocolo do GESP neste estudo, seu desfecho é bastante próximo ao de Munho, Cyrillo e Torriani (2007) que apresentou resultados não-significativos, porém bastante sugestivos quanto a efetividade de um protocolo de exercícios para os pés, no que diz respeito a tendência de elevação do arco plantar. Estes autores desenvolveram um programa de exercícios específicos para a contração do músculo fibular longo, acompanhado de biofeedback visual por um aparelho eletromiógrafo, que foi executado por 6 indivíduos saudáveis, afim de avaliar a contribuição deste músculo sobre a elevação do arco plantar.

A evolução não-significante da força para o movimento de eversão observada no GESP ao final das 30 sessões de intervenção (figuras 28 e 30), aproximam ainda mais os resultados destes dois estudos, haja vista que tal evolução coincide tanto com os resultados de tendência de elevação do arco plantar da pesquisa em evidência, quanto com os achados de Munho, Cyrillo e Torriani (2007), corroborando, portanto com as afirmativas em relação a influência do músculo fibular longo sobre a elevação do arco plantar.

Estes achados são de grande relevância clínica para o acompanhamento do paciente hanseniano, sugerindo que a avaliação deste movimento pode ser preditivo em relação a pequenas alterações estruturais do pé com dano neural, podendo revelar, por exemplo, uma tendência precoce ao desabamento do arco plantar, quando intervenções reabilitacionais conservadoras ainda podem ser efetivas.

Sobre este tema é necessário mencionar também que o protocolo de exercícios estabelecido para o GESP foi baseado em estímulos proprioceptivos, que além de promoverem o trabalho muscular, estimula receptores sensoriais profundos localizados nas articulações, assim como as vias aferentes e eferentes necessárias para a ação muscular que tem por objetivo corrigir o posicionamento das articulações dos pés, a fim de ajustar o equilíbrio e o posicionamento corporal durante estímulos que geram desequilíbrio (MANDELBAUM *et al.*, 2005; NITZ *et al.*, 1997).

Estes exercícios que até o presente não fazem parte do arsenal terapêutico para a recuperação funcional do pé hansênico, já possuem vasta aplicação em outros protocolos reabilitacionais. Mota *et al.* (2010), por exemplo, observaram um número menor de entorses de tornozelos em atletas jovens, quando estes tinham incluídos em seu treinamento, exercícios proprioceptivos, demonstrando o valor preventivo destes. Mais recentemente Kim *et al.* (2014) exploraram os efeitos da combinação entre alongamentos musculares e exercícios proprioceptivos sobre tornozelos com instabilidade crônica, constatando que a combinação destas técnicas foi mais efetiva para o aumento do torque dos músculos dorsoflexores, flexores plantares, inversores e eversores, após 12 sessões, do que a aplicação isolada de exercícios de alongamentos.

Ainda em relação ao índice do arco plantar, o GESS apesar de não ter apresentado os melhores resultados quanto a evolução desta variável, também apresentou uma evolução bastante favorável, apresentando um maior número de pés com tendência a elevação do arco plantar nas duas fases da pesquisa (ainda que de forma discreta).

Outra curiosidade em relação aos resultados do GESS para este índice é percebida quando compara-se as variações nas 2 fases do experimento, constatando-se que a primeira

fase demonstrou um resultado inferior em relação a segunda fase, como foi percebido para a variável sensibilidade plantar, possivelmente também em decorrência do grande número de pacientes que apresentaram quadro reacional neste grupo.

Apesar de curioso, este resultado pode ser facilmente justificado pela maior estimulação sobre receptores localizados na pele que são reconhecidamente ativados por estiramento. Dentre estes receptores destaca-se o corpúsculo de Ruffini que está especialmente distribuído na pele das mãos e dos pés. Estes receptores, que guardam semelhanças morfológicas com receptores localizados nos tendões, são capazes de informar ao sistema nervoso central a velocidade e o grau de deformação da pele durante os gestos contribuindo, portanto, para a percepção da movimentação articular e conseqüentemente para o ajuste de posicionamento durante os gestos (HALATA; SCHULZE; HOHNE, 1986; MUNGER; IDE, 1988; PARÉ; BEHETS; CORNU, 2003; PURVES *et al.*, 2005).

- Quanto às variações de força muscular

Quanto ao quesito força muscular para os movimentos alvo de avaliação (dorsoflexão, eversão, flexão de artelhos e flexão plantar), a hipótese construída foi de que o GESP apresentaria resultados mais favoráveis do que os outros dois protocolos, com evolução progressiva dos valores de força máxima e média. Tal hipótese foi levantada devido às características deste protocolo (GESP) que foi idealizado baseado em exercícios específicos para o treino dos grupos musculares que atuam sobre o controle do posicionamento do tornozelo e do pé.

Obedecendo as principais características da produção de força, este estudo buscou critérios avaliativos que pudessem melhor representar as diferentes nuances de um trabalho muscular específico. Assim foi empregado um critério de mensuração para a avaliação da evolução da produção de força explosiva ou potência muscular (força máxima) e outro para o acompanhamento da evolução da resistência muscular (força média).

Há que se considerar ainda que estas duas variáveis (força média e força máxima) embora tenham objetivo de mensurar a evolução da força para estes movimentos, elas representam aspectos bem distintos desta valência física. Monteiro (1996), Izquierdo *et al.* (2003) e Pereira e Gomes (2003), entre outros, explicam que enquanto a força máxima determina a capacidade de um grupo muscular para produzir grandes intensidades de força em um curto intervalo de contração, a força média por sua vez relaciona-se com a propriedade de

resistência muscular, ou seja, sua capacidade para realizar contrações efetivas por um tempo prolongado e assim retardar o processo de fadiga.

No cotidiano, os grupos musculares que agem sobre os tornozelos e os pés realizam tarefas que necessitam destas duas propriedades da força muscular (potência e resistência). Ao caminhar, por exemplo, a fase de impulsão é caracterizada por uma rápida e potente contração de músculos flexores plantares (gastrocnêmios e sóleo), para empurrar o corpo à frente, enquanto que para as fases de sustentação do peso e flutuação são necessárias contrações submáximas e co-contrações de músculos agonistas e antagonistas para ajustar a posição articular em vários momentos (MORAES *et al.*, 2012; OTTOBONI; FONTES; FUKUJIMA, 2002; TAO *et al.*, 2012; TREDE FILHO, 2008).

Ainda que estas duas propriedades da força muscular sejam muito úteis para a boa funcionalidade dos pés, é sabido que a resistência muscular é mais frequentemente necessária, para os gestos motores do cotidiano, do que a força explosiva, haja vista que esta última será mais necessária apenas em condições de aumento da demanda destes gestos, como ao subir escadas (DE CARLI, 2013; ZACHAZEWSKI; RILEY; KREBS, 1993), saltar (CARVALHO, 2008) ou correr (WU *et al.*, 2007), que são atitudes motoras realizadas com menor frequência pelas pessoas em sua rotina comum.

Analisando-se as atividades proprioceptivas prescritas para o protocolo do GESP, constata-se que estes exercícios solicitam uma intensa estimulação de co-contrações para músculos agonistas e antagonistas sobre os tornozelos e os pés dos indivíduos que foram submetidos a tal, privilegiando o trabalho sobre fibras musculares do tipo vermelha, que atuam contraindo-se em intensidade submáxima. O próprio intervalo de tempo de controle proprioceptivo exigido durante os exercícios deste protocolo (2 minutos) foi idealizado para aumentar a estimulação sobre estas fibras musculares, objetivando a evolução principalmente da resistência muscular.

Além disso, quanto aos movimentos selecionados para a análise de força nesta pesquisa, sua escolha deveu-se à relação que possuem com as vias eferentes dos principais nervos acometidos pelo dano neural ocasionado pela hanseníase. Assim destacam-se os músculos dorsoflexores (tibial anterior e flexor longo do hálus) e eversores (fibular curto e longo), por parte do miótomo do nervo fibular comum (L4-S2), e os músculos flexores dos artelhos (flexor curto dos dedos) e flexores plantares (gastrocnêmios e sóleo), por parte do miótomo do nervo tibial posterior (L4-S3).

Dorsoflexão

Dentro do contexto do dano neural causado pela hanseníase, o movimento de dorsoflexão é seguramente um dos mais importantes a ser avaliado em pacientes, uma vez que uma das principais e mais incapacitantes sequelas motoras que podem ser desenvolvidas por estes pacientes trata-se do “pé-caído”, manifestação que decorre da paresia ou paralisia do músculo tibial anterior em consequência da agressão do bacilo de hansen sobre o nervo fibular comum (SHAH, 2009; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1961).

Tal é a importância da avaliação sobre este movimento que vários textos que enfocam a temática das sequelas da hanseníase enfatizam a preocupação quanto ao surgimento do “pé-caído” (FINEZ; SALOTTI, 2011; RIBEIRO, 2012; SLIM *et al.*, 2011) e preconizam sua identificação precoce. Contudo quanto ao aspecto reabilitacional sobre a disfunção motora do movimento de dorsoflexão gerada pelo comprometimento do nervo fibular comum, percebe-se um grande desequilíbrio entre publicações voltadas para a sua recuperação por técnicas cirúrgicas (RATH *et al.*, 2010; SHAH, 2009; SOARES, 1996) e não-cirúrgicas (ALMEIDA; ALMEIDA; MAGALHÃES, 2003). Foi surpreendente constatar o reduzido número de propostas investigativas voltadas para o melhoramento do arsenal terapêutico conservador da sequela de paresia do músculo tibial anterior do paciente com hanseníase.

O grande número de publicações que propõem intervenção sobre esta condição clínica são as que estão direcionadas para o tratamento cirúrgico por transferência tendinosa (MAGALHÃES; DUERKSEN, 1997; RATH *et al.*, 2010; SHAH, 2009; SOARES, 1996) ou para o seu tratamento reabilitacional quando deste pós-cirúrgico (RATH *et al.*, 2010), deixando claro a carência de propostas de intervenção reabilitacional para esta condição em uma fase mais precoce e ainda recuperável, assim como o impacto causado por esta lesão na vida de um paciente.

Quanto aos tratamentos conservadores, pode-se dizer que seus recursos estão, até o presente, limitados a exercícios de cinesioterapia passiva, ativa e resistida (quando possível) para o tornozelo e o pé, aplicação de eletroestimulação funcional ao músculo tibial anterior e ao nervo fibular comum, ou o uso de órteses para manutenção da postura do pé durante a marcha. Contudo o que mais surpreende dentro desta carência de possibilidades, é a perceptível falta de um nicho acadêmico para debater a evolução da aplicação destes recursos, ou o surgimento de novos que possam vir a incorporar este arsenal terapêutico e assim

melhorar a vida dos pacientes que convivem com esta seqüela, prevenindo, quem sabe, a indicação cirúrgica para uma transferência tendinosa.

Assim torna-se difícil a discussão dos resultados desta pesquisa, em vista da extrema carência de publicações voltadas para a reabilitação do movimento de dorsoflexão em pacientes hansenianos, com potencial risco para o desenvolvimento do “pé-caído”.

Os poucos estudos ou publicações existentes a este respeito restringem-se a mera descrição de protocolos de exercícios que são sugeridos para serem aplicados nos ambulatórios de reabilitação física, sem apresentarem, no entanto, uma reflexão de seus resultados (LENNOX, 1966; MAGALHÃES, 2003; MINER; SHIPLEY; ENNA, 1975; SILVA; AROCA, 2008).

Em uma das poucas publicações que apresentam resultados, Silva e Aroca (2003) descrevem uma série de procedimentos fisioterapêuticos que foram realizados em um paciente hanseniano com alterações funcionais em seus membros inferiores decorrentes da evolução da doença. Entre estes exercícios é descrita a realização de um circuito com implementos proprioceptivos (tábua proprioceptiva e cama elástica). Ao final de 10 sessões fisioterapêuticas, o paciente apresentou evolução da força dos músculos dorsoflexores (avaliada pelo teste de resistência manual) de grau 3 para grau 4.

Contudo, a grande variedade de outros exercícios para os membros inferiores, que foram aplicados no estudo de Silva e Aroca (2003), torna impossível atribuir esta evolução de força de seu voluntário, ao circuito proprioceptivo, o que dificulta sua comparação com os resultados da presente investigação.

Cabe então destacar que os resultados positivos obtidos com o protocolo aplicado na presente investigação, ainda que não tenham atingido variações finais significantes, surgem como um prelúdio em busca de novas técnicas e recursos para garantir resultados mais efetivos aos pacientes hansenianos com tendência a formação de seqüelas motoras nos pés, e destacam-se pela iniciativa de trazer para o cotidiano de reabilitação deste paciente, recursos fisioterapêuticos, mais frequentemente empregados na reabilitação desportiva, diferenciando-se, portanto dos demais protocolos já mencionados que apoiam-se nos mesmos exercícios já preconizados pelo MSB (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b; LEHMAN *et al.*, 2009).

Mesmo para os casos de tratamento do “pé-caído” de causa não-hansênica, a verificação dos resultados da aplicação de recursos terapêuticos conservadores, ainda carece da utilização de metodologias mais científicas. Contudo um dos poucos estudos que trazem resultados realmente científicos quanto a aplicação de recursos terapêuticos conservadores sobre a lesão do “pé-caído”, é o de Kluding *et al.* (2013) ao compararem o resultado de dois

diferentes tratamentos, sendo um baseado na aplicação de órteses e outro baseado em eletroestimulação elétrica dinâmica, sobre o nervo fibular comum, durante a marcha de pacientes que sofreram acidente vascular encefálico.

Em seus resultados, os autores comemoram que após 30 semanas de uso destes recursos, tanto as órtese quanto a estimulação elétrica funcional apresentaram grandes resultados de melhora efetiva da velocidade da marcha, mesmo para pacientes que já apresentavam vários anos da lesão encefálica.

É óbvio que qualquer tentativa de aproximação dos resultados observados por Kluding *et al.* (2013), com os resultados da presente pesquisa, seriam inconsistentes e levianos, haja vista o grande distanciamento existente entre a evolução fisiopatológica e clínica das amostras em questão.

Contudo, ainda assim o estudo de Kluding *et al.* (2013), ilustra muito bem, a possibilidade de recursos terapêuticos existentes e que precisam ser melhor explorados nas diferentes populações e condições clínicas. Neste caso específico, salienta-se o potencial reabilitacional que a eletroestimulação possui sobre a regeneração neural periférica, quando aplicada sobre ao coto proximal da lesão nervosa, induzindo efeitos fisiológicos benéficos para a regeneração axonal (AL-MAJED *et al.*, 2000; BRUSHART *et al.*, 2005; GORDON; SULAIMAN; BOYD, 2005; NIX; HOPF, 1983), ao contrário dos efeitos da aplicação da estimulação elétrica diretamente sobre o músculo, que apesar de auxiliar a manter o trofismo e as propriedades metabólicas deste tecido (DECHERCHI *et al.*, 2003; DOW *et al.*, 2004; DOW; FAULKNER; DENNIS, 2005; MARQUESTE *et al.*, 2006) tem demonstrado contribuir para o atraso da reinervação axonal periférica (HENNING, 1987; LIEBER, 2002; LOVE; SON; TAM *et al.*, 2001; THOMPSON, 2003).

Ademais ao debate, os resultados do presente estudo sobre a recuperação de força para o movimento de dorsoflexão, levando-se em consideração às variações dos resultados de força máxima de cada fase da pesquisa entre os grupos, refletem que o GESP não se demonstrou significativamente superior quanto à evolução da força para o movimento de dorsoflexão em relação aos demais grupos. Na realidade nenhum dos grupos demonstrou um comportamento que pudesse ser considerado significativamente superior (ou inferior) em relação ao outro.

Contudo quanto à evolução da força máxima o GESS demonstrou ser mais colaborativo para o ganho de força para o movimento de dorsoflexão, na comparação entre a avaliação inicial e final, sendo o resultado mais favorável deste grupo quanto ao ganho de força em toda a pesquisa.

Quanto à força média o GESS demonstrou ser significativamente menos efetivo do que os outros protocolos para uma aplicação de 15 sessões terapêuticas. No entanto ao final das 30 sessões terapêuticas os 3 grupos também apresentaram resultados similares quanto a esta variável.

Este resultado corrobora com o que foi observado quanto à participação do GESS para a elevação do arco plantar e reforça a tese de participação da função sensorial superficial sobre a função motora, possivelmente relacionada à maior ativação de receptores de pele (especialmente os corpúsculos de Ruffini) que são ativados mecanicamente por estiramento (HALATA; SCHULZE; HOHNE, 1986; PURVES *et al.*, 2005) e que, por tanto, também colaboram com a percepção das posições dos segmentos corporais e conseqüentemente com o arco reflexo de ajuste de posicionamento que envolve inúmeras respostas musculares (MUNGER; IDE, 1988; PARÉ; BEHETS; CORNU, 2003).

Apesar dos poucos achados significantes quanto à oscilação de força entre os grupos, o movimento de dorsoflexão apresentou na primeira fase da pesquisa um comportamento mais favorável para os componentes do GC, demonstrando os melhores resultados para a força máxima e média. Ainda em relação a esta fase do estudo cabe mencionar que apenas o GESS apresentou mais regressões/manutenções do que evoluções da força média para este movimento.

Já na segunda fase de aplicação dos protocolos nos grupos, o GC foi o único a apresentar mais regressões/manutenções de força máxima e média para dorsoflexão, enquanto que o GESP apresentou equilíbrio entre aumentos e regressões/manutenções da força máxima, associado a um maior ganho de força média, constituindo-se no melhor resultado para esta fase do experimento.

Contudo observando o resultado da variação de força para o movimento de dorsoflexão ao final das 30 sessões de cada protocolo, o GC mais uma vez apresentou-se como o grupo com melhor resultado. O GESP por outro lado demonstra resultado favorável (mais ganhos do que regressões/manutenções) curiosamente apenas quanto à força média do movimento de dorsoflexão.

Estes achados revelam que apesar de nenhum dos protocolos ter demonstrado efetividade significantemente superior em relação aos demais comparados, ao final de 30 sessões terapêuticas, para a recuperação da força do movimento de dorsoflexão, todos eles demonstraram tendência para aumento desta força.

Em dois estudos realizados com indivíduos sadios analisou-se eletromiograficamente o músculo tibial anterior durante atividades de equilíbrio realizadas em equipamentos de

treino proprioceptivo (entre eles a tábua proprioceptiva e o balancim, ambos empregados no protocolo para o GESP) (OLIVEIRA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2006), sendo que em ambos os estudos foi constatada a intensa ativação do músculo tibial anterior durante estes exercícios, comprovando seu trabalho muscular durante este tipo de atividade e confirmando sua participação para manter o equilíbrio dinâmico e a estabilidade articular sobre o pé e o tornozelo.

Outro aspecto relevante dos resultados de Oliveira *et al.*, (2012) refere-se ao melhor desempenho do músculo tibial anterior quando as atividades proprioceptivas eram desempenhadas de olhos fechados, atribuindo esta resposta a uma maior solicitação neuromuscular em compensação a perda do sistema visual de ajuste do posicionamento corporal.

Este desfecho oferece, portanto, possibilidade para evoluções dentro do protocolo proposto para o GESP, com a realização de exercícios com os olhos fechados, sobre os equipamentos proprioceptivos. Esta evolução poderia vir após uma série inicial de exercícios com os olhos abertos, que serviria de fase de adaptação ao exercício. Levando-se em consideração o perfil clínico do paciente hanseniano, esta evolução parece ter uma aplicação bastante pertinente haja vista que sem a visão o indivíduo dependerá muito mais das informações emanadas de seus receptores sensoriais profundos, teoricamente aumentando o número de impulsos nervosos aferentes pela via nervosa comprometida, estimulando assim, a manutenção de vias ainda preservadas, assim como também, possivelmente, o processo de regeneração axonal.

Eversão

O movimento de eversão, por sua vez, também é frequentemente comprometido pelo dano neural ocasionado pela hanseníase, contribuindo para uma tendência de deformidade em inversão dos pés atingidos que quando associado ao quadro de “pé-caído” (decorrente da perda do movimento de dorsoflexão), gera a condição conhecida como “equinismo”, que torna a marcha do paciente bastante incapacitante (GARBINO; OPROMOLLA, 2003).

Apesar desta potencialidade mórbida, em geral os textos sobre a reabilitação de pacientes hansenianos pouco comentam sobre os músculos eversores e o movimento de lateralização do pé, quase nada, além da necessidade de sua avaliação e acompanhamento, sendo mais uma vez frustrante a tentativa de encontrar publicações que tenham analisado os resultados de técnicas reabilitacionais sobre os músculos que produzem este movimento.

Contudo a biomecânica do movimento de eversão do pé é bastante estudada e já é consagrada como sendo de importância estratégica para uma marcha humana segura e ágil, especialmente durante a fase de apoio, que vai desde o choque do calcanhar no solo até o desprendimento deste pé em relação ao solo (CZERNIECK, 1988; FUKUCHI, 2007; NOVACHEC, 1998).

Fukuchi (2007) constatou que do início até aproximadamente 40% da fase de apoio, os músculos eversores marcam sua presença, auxiliando no movimento de pronação do pé (eversão, adução e dorsoflexão combinados), para favorecer a absorção de impacto recebido pelo calcanhar. Após isto os músculos eversores mudam sua ação e passam a dar prioridade para a perfeita adaptação do pé às irregularidades do terreno.

Além dos estudos biomecânicos sobre o papel dos músculos eversores, a literatura científica também trás publicações sobre a reabilitação destes músculos, relacionado-os à prevenção e ou reabilitação de entorses de tornozelo. O fato positivo que pode ser somado a presente pesquisa a partir de uma breve análise destes outros experimentos (apesar de serem estudos realizados com indivíduos em condições clínicas bastante distintas a dos hansenianos), consiste no uso frequente dos recursos de treino proprioceptivo para este fim, alcançando excelentes resultados (ALKMIN *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2009; KIM *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Dentre estes estudos o de Ferreira *et al.* (2009) destaca-se pelo uso do aparato eletromiográfico em sua análise, percebendo variações sutis dos momentos de ativação muscular. Ao final de seu experimento Ferreira *et al.* (2009) constatou que o treinamento em plataformas instáveis proporcionou maior ativação do sistema proprioceptivo estático e dinâmico. Este autor atribuiu este resultado a um maior acionamento de receptores musculotendinosos (receptores profundos) como as fibras musculares intrafusais e órgãos tendinosos de Golgi, auxiliando no ajuste da posição corporal e no equilíbrio, concluindo que este tipo de treino pode trazer muitos benefícios ao condicionamento neuromuscular, especialmente sobre o tornozelo.

Como se pode perceber a relevância deste gesto motor não se restringe apenas a marcha ou a atividades do cotidiano, tornando a análise de sua evolução nesta investigação, uma singular oportunidade de perceber seus potenciais efeitos e impactos sobre os pacientes hansenianos.

No presente estudo os resultados dos testes de análise de variância não demonstraram superioridade ou desvantagem de um grupo sobre outro ao final da aplicação dos protocolos. Nesta análise o único achado relevante quanto às variações da força para o movimento de

eversão diz respeito à involução significativa da força máxima do grupo GESS em sua 2ª fase de aplicação do protocolo, quando comparado a sua evolução na primeira fase.

Este resultado negativo para o GESS não encontra sustentação quando se observa a influência das variáveis intervenientes deste estudo, assim como também não pode ser atribuído às características específicas de seu protocolo, haja vista que todos os seus componentes também realizavam as mesmas atividades do GC, que por sua vez não demonstrou resultado negativo.

Apesar dos poucos achados significantes pela análise de variâncias, ao analisar as frequências de aumentos e regressões/manutenções de força para este movimento, constata-se que apenas o GESP apresentou um maior número de regressões/manutenções ao final das 30 sessões de atendimento quanto à força máxima e que todos os grupos apresentaram maior número de evoluções da força média, quando comparado ao momento de avaliação inicial (figura 18), tal como ocorreu, portanto, em relação ao movimento de dorsoflexão.

GESP na dorsoflexão e eversão

Isolando-se o comportamento do GESP para uma análise individualizada sobre seu desempenho em relação a estes dois movimentos (dorsoflexão e eversão), pode-se afirmar que os indivíduos que receberam este protocolo reabilitacional, apresentaram uma menor capacidade para produzir força explosiva ao final de 30 sessões, em contraponto a uma maior capacidade para manter contrações musculares por um período mais longo.

Esta menor capacidade para produzir força máxima, não representa necessariamente um resultado negativo para o protocolo baseado em exercícios proprioceptivos para os tornozelos e pés. Vários estudos já demonstraram que o treino muscular específico sobre as fibras musculares de resistência (fibras musculares vermelhas) pode estar acompanhado de menor capacidade para produzir força máxima. Isto se deve a especificidade e direcionamento do treino muscular para ganho de resistência que em certas circunstâncias, diminui a solicitação sobre fibras musculares que produzem potência (fibras brancas) (DECHECHI, 2010; DUDLEY; DJAMIL, 1985; HICKSON, 1980; SILVA NETO; KRAEMER *et al.*, 1995).

Em 1980 Hickson, já havia conseguido demonstrar que há clara dificuldade para o desempenho de força nos membros inferiores de indivíduos que foram submetidos a um programa de treino de resistência física. Desde então vários outros estudos vem confirmando este comportamento da fisiologia muscular (DUDLEY; DJAMIL, 1985; KRAEMER *et al.*,

1995; SILVA NETO; DECHECHI, 2010) sendo que em algumas investigações também se observou o mesmo que ocorreu na presente pesquisa, ou seja, certo prejuízo para o desempenho da força máxima, após este tipo de treino (SILVA NETO; DECHECHI, 2010).

Em síntese constata-se então que o treino proprioceptivo estimulado pelo protocolo do GESP alcançou seu objetivo de elevar a capacidade para realizar contrações musculares com mais resistência durante os movimentos de dorsoflexão e eversão, ainda que esta elevação não tenha sido significativa após 30 sessões de atendimento.

Além disso, cabe destacar que estes dois movimentos são realizados por grupos musculares que recebem inervação do tronco nervoso fibular comum (L4-S2), que em geral quando acometido pelo dano neural, apresenta uma manifestação motora bastante significativa e quase sempre mais relevante do que a correspondente manifestação sensorial que é percebida sobre o dorso do pé e regiões anterior e lateral da perna (BAIMA; KRIVICKAS, 2008; LEHMAN *et al.*, 2009), regiões que mesmo quando anestésicas não definem algum grau de incapacidade ao paciente (BRASIL, 2010a).

Flexão de artelhos

O movimento de flexão de artelhos tem relevância singular no que diz respeito às manifestações motoras do pé hansênico, pois seu acometimento está diretamente relacionado a mudanças do arco plantar (estrutura do pé) e do padrão natural de marcha do indivíduo, além do surgimento de deformidades sobre as articulações metatarsofalangeanas e interfalangeanas dos artelhos, comumente conhecidas como “garra de artelhos” (GARBINO; OPROMOLLA, 2003; LEHMAN *et al.*, 2009; RACHED, 2010).

Além disso, outros levantamentos já demonstraram que sua incidência é significativa, dentro do extenso leque de alterações motoras dos membros inferiores decorrentes do dano neural hansênico (SLIM *et al.*, 2011; SOBRINHO *et al.*, 2007). Slim *et al.* (2011), conseguiram identificar em uma amostra de 39 pacientes hansenianos, 20 casos que apresentavam a deformidade em “garra de artelhos”. Concluíram ainda que esta deformidade contribuiu para aproximadamente 15% das alterações de performance da marcha de toda esta amostra.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que o protocolo voltado para a recuperação motora destes gestos nos pés acometidos pela hanseníase (GESP) alcançou evoluções finais de força média significativamente superiores em relação ao GC (figura 36), além de superioridade de valores tanto de variação de força máxima quanto de força média

em relação aos demais grupos do experimento, ao final de 30 sessões de acompanhamento (figuras 34 e 36).

Cabe destacar ainda que para o GESP o desempenho da força máxima para o movimento de flexão dos artelhos foi ainda melhor do que o da força média, sendo o oposto do observado sobre os movimentos de dorsoflexão e eversão.

Flexão plantar

Os grupos musculares responsáveis por este gesto (gastrocnêmios e sóleo) possuem sua inervação oriunda do tronco nervoso tibial posterior (L4-S3) cuja manifestação mais comum quando de seu comprometimento, pela invasão bacilar e suas respostas imunoinflamatórias, é a alteração da sensibilidade superficial plantar (GARBINO; OPROMOLLA, 2003; LEHMAN *et al.*, 2009).

O comprometimento do movimento de flexão plantar apesar de não ser comum (ou pelo menos bastante perceptível ao exame físico), em pacientes acometidos pela Hanseníase, também já foi evidenciado e documentado por estudiosos desta temática (SLIM *et al.*, 2011).

Geralmente as disfunções motoras de pacientes hansenianos, que estão relacionadas aos músculos responsáveis por este movimento, na realidade são consequências indiretas das outras manifestações motoras mais comuns e que já foram aqui comentadas, como a paresia e/ou paralisia sobre os músculos tibial anterior e fibular longo, que levam o pé do paciente hanseniano a uma progressiva perda dos movimentos de dorsoflexão e inversão e ao consequente desuso e hipotrofia muscular característica.

Sendo o sóleo e os gastrocnêmios, músculos antagonistas ao movimento de dorsoflexão, de muita potência, e que raramente são comprometidos pelo dano neural hanseniano, instala-se então um significativo desequilíbrio de tensões musculares em torno do eixo transversal da articulação do tornozelo, com óbvio predomínio das forças geradas no sentido da flexão plantar (GARBINO; OPROMOLA, 2003).

A manutenção desta condição, sem o devido tratamento reabilitacional, gera por sua vez, retração dos tecidos da região posterior da perna, tais como pele, tecido subcutâneo, cápsula articular, ligamentos e tendões musculares (gastrocnêmios e sóleo). A atuação das forças de retração avança até que se alcance a limitação mecânica para a dorsoflexão e a rigidez articular de todo o complexo articular do tornozelo (GARBINO; OPROMOLA, 2003).

Possivelmente em decorrência desta situação peculiar de coadjuvante para a instalação de deformidades e disfunções motoras dos pés hansenianos, os protocolos

reabilitacionais que são difundidos para os centros de reabilitação em hanseníase, priorizem sobre estes músculos exercícios de alongamento e ganho de flexibilidade, com intuito de ajudar a prevenir as consequências de sua retração (BRASIL, 2008b; BRASIL, 2010b; LEHMAN *et al.*, 2009).

No entanto há mais a ser dito sobre o comprometimento do movimento de flexão plantar na hanseníase, pois como todo nervo espinhal o tronco nervoso tibial posterior, possui fibras aferentes (sensoriais) e motoras (eferentes), sendo, portanto, também presumível que seu acometimento também gere prejuízo de força para os movimentos por ele comandados, tal como a flexão plantar.

A redução do controle e da capacidade de produzir força sobre este geste motor pode acarretar sensíveis limitações para diversas atitudes. Segundo Winter (2004) os flexores plantares do tornozelo são fundamentais para a locomoção humana, a ponto de qualquer redução de sua força, minimizar significativamente o deslocamento para frente do corpo durante a fase de impulsão. Esta simples mudança, gera disfunções também nas fases seguintes da marcha com abreviamento da fase de balanço inicial do lado ipsilateral (NEPTUNE; KAUTZ; ZAJAC, 2001).

Ainda em relação à marcha, pode-se dizer que a principal função dos músculos gastrocnêmio e sóleo durante o apoio unipodal, seria promover a estabilidade necessária ao pé que toca o solo, permitindo o desaceleramento e o deslocamento anterior do tronco de forma segura (ROBERTSON; WINTER, 1980; WINTER *et al.*, 1990).

Trede Filho (2008), por sua vez demonstrou uma possível associação entre a redução de força dos músculos gastrocnêmios e o atraso de sua ativação durante a fase de apoio inicial, contribuindo para um eventual maior risco de quedas.

Já Oliveira *et al.* (2006), em seu estudo pode acompanhar a resposta do músculo gastrocnêmio medial em atividades sobre equipamentos de treino proprioceptivo, tal como na presente investigação. Seus resultados evidenciaram grande atividade mioelétrica no músculo gastrocnêmio medial durante estas atividades, comprovando assim sua efetiva participação neste tipo de treino, possivelmente agindo como motor para impedir o cair do corpo durante oscilações para frente, e como fixador da região plantar sobre a superfície do equipamento.

Com estes achados é fácil perceber a grande relevância do movimento de flexão plantar para várias atitudes motoras do cotidiano, tornando, portanto, sua avaliação e acompanhamento um objetivo pertinente e bastante estratégico, principalmente no que diz

respeito à prevenção de complicações mais graves e incapacitantes, ainda que suas disfunções motoras não sejam tão comuns em um paciente com sequelas da hanseníase.

Os resultados da evolução de força para este gesto apresentou semelhanças como os resultados observados para o movimento de flexão dos artelhos com todos os grupos apresentando elevação das forças máxima e média após as primeiras 15 sessões de protocolos e acontecendo o oposto na segunda fase do estudo. Além disso, para este movimento o GESP demonstrou-se expressivamente superior aos outros 2 grupos quanto a variação e força máxima nas primeiras 15 sessões de atendimento.

GESP na flexão de artelhos e flexão plantar

Constata-se, portanto que o GESP apresentou os seus melhores resultados quanto à evolução da força (máxima e média) para os movimentos de flexão de artelhos e flexão plantar. Tal resultado revela que os exercícios realizados pelos indivíduos deste grupo foram então satisfatórios tanto para o ganho de força explosiva quanto de resistência muscular para estes gestos motores.

Contudo, também fica evidente que o melhor desempenho para este grupo, na avaliação destes movimentos, foi quanto ao ganho de força explosiva (força máxima). Este achado provavelmente decorre da grande solicitação de força de flexão exercida por contrações breves e bastante intensas das articulações dos artelhos, realizando preensões contra as superfícies da prancha de propriocepção, da cama elástica e da plataforma de oscilação do balancim, com intuito de promover a recuperação da estabilidade anteroposterior do tronco diante de um desequilíbrio estimulado pelo exercício.

GESP e os diferentes troncos nervosos

Assim constata-se que para o grupo cujo protocolo foi planejado para uma maior evolução da força dos pés dos pacientes (GESP), os diferentes movimentos avaliados, apresentaram resultados semelhantes de acordo com a sua inervação, ou seja, assemelharam-se os resultados dos movimentos de dorsoflexão e eversão, cujo controle neural é de responsabilidade do tronco nervoso fibular comum (L4-S2), assim como foram similares os resultados para os movimentos de flexão dos artelhos e flexão plantar, que, por sua vez, recebem inervação a partir do tibial posterior (L4-S3).

Entretanto apesar de haver semelhança dos resultados de força para o GESP entre os movimentos que apresentam o mesmo controle neural, existem também sensíveis diferenças entre estes dois grupos de gestos motores.

Após uma análise detalhada sobre estes resultados fica bastante evidente que os movimentos de dorsoflexão e eversão tiveram um desempenho menos favorável quanto à evolução de força, em comparação aos demais movimentos avaliados. Percebe-se ainda que nestes movimentos, a evolução foi percebida quase que exclusivamente para a força média, denotando um melhor desempenho para a capacidade de gerar força submáxima por maior tempo (resistência muscular) em detrimento da capacidade de produção de força máxima.

Por outro lado os movimentos de flexão dos artelhos e flexão plantar foram os que mais se prestaram para demonstrar a efetividade do protocolo do GESP, com um maior número de evoluções de força máxima e média, quando comparado aos demais grupos. Destaca-se ainda o melhor desempenho da produção de força máxima sobre a resistência muscular, opondo-se ao observado para os outros 2 movimentos estudados.

Variações de força muscular na segunda fase da pesquisa

Curiosamente a segunda fase da pesquisa foi unanimemente desfavorável para os 3 grupos da pesquisa, em todos os 4 movimentos investigados, sendo perceptivelmente a fase de menor evolução da força para estes gestos motores, com um grande número de variações com valores inferiores ao observado entre a 1ª e a 15ª sessão de atendimento (1ª fase do estudo), e um expressivo número de oscilações negativas de força máxima e média (tabelas 7, 8, 9, e 10 e figuras 22, 27, 32 e 37).

De uma maneira geral para estes 4 movimentos, as primeiras 15 sessões terapêuticas, representaram o melhor desempenho dos protocolos quanto a evolução da força máxima e média, com uma grande superioridade de oscilações positivas destas variáveis, e um maior número de variações positivas com valores superiores aos observados entre a 16ª e a 30ª sessão de atendimento (2ª fase do estudo).

Em síntese pode-se afirmar então que a evolução de força para estes gestos foi mais facilmente alcançada nas primeiras 15 sessões de protocolo reabilitacional, com favorecimento de desempenho para o GC em relação ao movimento de dorsoflexão, para o GESS (quanto à força máxima) e o GESP (quanto à força média) quanto o movimento de eversão, para o GC em relação ao movimento de flexão dos artelhos e para o GESP em relação ao movimento de flexão plantar.

Até o término desta análise ainda não havia sido possível detectar qualquer influência das variáveis intervenientes observadas durante a pesquisa sobre este resultado. A justificativa mais plausível para este comportamento, possivelmente esteja relacionada ao bom desempenho da evolução de força destes movimentos na primeira fase da pesquisa.

Sobre esta hipótese pondera-se que a condição extremamente desfavorável que os pacientes encontravam-se no momento inicial da pesquisa, possivelmente favoreceu a uma grande evolução dos valores de força, assim que os protocolos foram implementados. Esta evolução expressiva da força coincidiu então com a 1ª fase de aplicação dos protocolos e deve ter atingido seus melhores resultados ao fim desta fase da pesquisa, sendo percebido pelo 2º momento avaliativo.

Assim sendo, esta condição extremamente favorável observada para evolução da força observada nas primeiras 15 sessões dos protocolos, pode ter criado uma condição de difícil superação dos resultados da 1ª fase, uma vez que os resultados da 2ª fase do experimento foram contabilizados observando-se as variações entre a avaliação final (3ª avaliação) e o 2º momento avaliativo.

Portanto a descontinuidade da evolução dos valores de força ao longo da fase seguinte da pesquisa, não representa em si que a persistência dos protocolos trouxe prejuízos para o ganho de força, mas sim que esta evolução já não foi tão facilmente obtida quanto na 1ª fase, haja vista que na 2ª fase do estudo os indivíduos já haviam obtido algum benefício pela aplicação das primeiras sessões de tratamento.

- Quanto à reabilitação do pé hansênico acometido pelo dano neural

Tanto no que diz respeito à reabilitação da função sensorial (superficial e profunda) quanto em relação à reabilitação motora das disfunções geradas pelo dano neural hansênico, o conteúdo das publicações sobre esta temática, em geral permeiam o universo descritivo de manuais e documentos oficiais produzidos por instituições e órgãos de saúde pública, nos quais são sugeridos e ensinados a aplicação de recursos e técnicas reabilitacionais a serem empregadas nas situações em que se identifique perda (total ou parcial) das funções sensoriais e/ou motoras nos pés dos indivíduos acometidos pela doença.

Após intensa exploração da literatura acessível à cerca desta temática, pode-se constatar que o cenário da investigação científica, com a aplicação de diferentes recursos e procedimentos de reabilitação, mediante uma programação metodológica e sistemática, seguida de posterior análise crítica e pormenorizada sobre os seus resultados finais, ainda não

representa o repertório das publicações da reabilitação do pé hansênico acometido pelo dano neural.

Na realidade o que a exploração literária indica é que o contexto da reabilitação ao paciente com hanseníase está estagnado ou evoluindo de uma forma muito lenta, quando comparada a outras áreas de atuação fisioterapêutica que conquistaram enormes avanços nas últimas décadas, tais como a fisioterapia em terapia intensiva, fisioterapia desportiva e fisioterapia dermatofuncional (BISPO JÚNIOR, 2009).

Nestas áreas da reabilitação, um grande número de novos recursos vem tendo sua aplicação comprovada e melhor definida nas distintas possibilidades de aplicação, ampliando o arsenal terapêutico das mais diversas áreas da reabilitação e gerando assim novos e promissores campos de produção de conhecimento e avanços tecnológicos. No entanto, poucos destes novos recursos e técnicas vêm tendo sua aplicação transferida para o campo da reabilitação do paciente acometido pela hanseníase, que parece refém de protocolos reabilitacionais limitados e bastante obsoletos.

A realização desta investigação científica com a aplicação de dois novos protocolos de reabilitação sensorial e motora, mesclando diferentes recursos e técnicas de efetividade já comprovada em outras condições clínicas, surge, portanto, em momento oportuno para quebrar este paradigma e assim estimular a produção de novos conhecimentos e avanços sobre a reabilitação do paciente hanseniano acometido pelo dano neural.

8. CONCLUSÕES

Após a realização da proposta metodológica traçada para alcançar os objetivos inicialmente propostos para esta investigação científica, constatou-se que:

- O protocolo incrementado com estímulos sensoriais superficiais não demonstrou bons resultados para a recuperação da sensibilidade plantar após as primeiras 15 sessões terapêuticas, compensando este resultado com a persistência de sua aplicação por mais 15 sessões, quanto então apresentou os melhores resultados de evolução da sensibilidade plantar. Este protocolo demonstrou ainda possuir discreta influência quanto a elevação do arco plantar após 30 sessões de intervenção e sobre o ganho de força para o movimento de dorsoflexão, ainda que para estas duas últimas variáveis não tenha sido o protocolo mais efetivo.

- O protocolo incrementado com exercícios proprioceptivos demonstrou ser o mais efetivo sobre a elevação do arco plantar e para a evolução de força dos movimentos de flexão de artelhos e flexão plantar, sendo este último achado especialmente percebido pela análise da força máxima. Este protocolo demonstrou ainda apresentar influência sobre o ganho de sensibilidade plantar, especialmente após as primeiras 15 sessões de intervenção.

- O protocolo terapêutico baseado na realização de procedimentos de autocuidados e exercícios de alongamento e fortalecimentos recomendados pelo MSB, demonstrou discreta tendência de melhora sobre a sensibilidade plantar, e pouca influência sobre a elevação do arco plantar. Em contrapartida, este protocolo demonstrou ser o mais efetivo sobre a evolução da força para os movimentos de dorsoflexão e eversão.

Estes achados permitem concluir que o incremento de estímulos sensoriais superficiais e profundos, aos protocolos de reabilitação direcionados ao pé do paciente hanseniano, possui grande potencial para possibilitar uma expressiva recuperação sensorial e motora desta região tão frequentemente comprometida pelo dano neural hansênico, podendo inclusive apresentar resultados ainda mais satisfatórios quando de sua aplicação combinada.

REFERÊNCIAS

ABULAFIA, J.; VIGNALE, R.A. Leprosy: pathogenesis updated. **International Journal of Dermatology**, Massachusetts, v.38, n.5, p. 321-334, 1999.

ABI RACHED, Thania Loiola Cordeiro. **Baropodometria na hanseníase e sua relação com a alteração de sensibilidade**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidas Bioengenharia, Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

ADAL, K. W. The sensory and motor innervation of muscle spindles. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v.138 (Pt. 2), p. 237-249, 1984.

ADRIAN, E. D.; ZOTTERMAN, Y. The impulses produced by sensory nerveendings. Part 2. The response of a single end-organ. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.61, n.2, p. 151–171, 1926.

ALFUTH, M.; ROSENBAUM, D. Are diurnal changes in foot sole sensation dependent on gait activity? **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 504, n.3, p. 247-251, 2011.

ALKMIN, Emanuele de Sousa; TEODORO, Elaine Cristina Martinez; TOMAZINI, José Elias; CUNHA, Tatiana de Sousa da Cunha. Avaliação baropodométrica e tratamento cinesioterapêutico na lesão do tornozelo. **Fisioterapia Brasil**, Rio de Janeiro, v.10, n. 6, p. 448-454, 2009.

AL-MAJED, A. A.; NEUMANN, C. M. BRUSHART, T. M.; GORDON, T. Brief electrical stimulation promotes the speed and accuracy of motor axonal regeneration. **Eur. J. Neuroci.** v.20, n.7, p. 2602-2608, 2000.

ALMEIDA, Elza Carmen de; MARTINEZ, Alejandra Nóbrega; MANIERO, Viviane Câmara; SALES, Ana Maria; DUPPRE, Nádia C.; SARNO, Euzenir Nunes; SANTOS, Adalberto Rezende; MORAES, Milton Ozório. Detection of *Mycobacterium leprae* DNA by Polymerase Chain Reaction in the Blood and Nasal Secretion of Brazilian Household Contacts. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 99, n.5, p. 509-512, August, 2004.

ALMEIDA, Jorge Antonio; ALMEIDA, Stela Neme Daré; MAGALHÃES, Henderson Moreira. Avaliação e tratamento dos membros inferiores para a prevenção de incapacidades. In: OPRMOLLA, Diltor Vladimir Araújo; BACCARELLI, Rosemari (Org). **Prevenção de incapacidades e reabilitação em hanseníase**. Bauru: Instituto Lauro de Souza Lima, 2003. p. 112-115.

ALVES, Lucinéia; MENDONÇA LIMA, Leila de; MAEDA, Elisa da Silva; CARVALHO, Laís; HOLY, Jon; SARNO, Euzenir Nunes; PESSOLANI, Maria Cristina Vidal; BARKER, Lucia P. Mycobacterium leprae infection of human Schwann cells depends on selective host kinases and pathogen-modulated endocytic pathways. **FEMS Microbiol Lett.** v. 238, n. 2, p. 429-437. 2004.

ALVES, Cinthia Janine Meira; BARRETO, Jaison Antônio; FOGAGNOLO, Leticia; CONTIN, Leticia Arsie; NASSIF, Priscila Wolf. Avaliação do grau de incapacidade dos pacientes com diagnóstico de hanseníase em Serviço de Dermatologia do Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.43, n.4, p. 460-461, jul-ago, 2010.

ANTUNES, S. L.; SARNO, E. N.; HOLMQVIST, G.; JOHANSSON, O. A comparison of the expression of NGFr with PGP 9.5 and NSE in the cutaneous lesions of early leprosy patients using immunohistochemistry. **International Journal of Leprosy and Other Mycobacterial Diseases**, Amsterdam, v.65, n.3, p. 357-365. 1997.

ARAÚJO, M. G. Hanseníase no Brasil. Artigo de atualização. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.36, n.3, p. 373-382, 2003.

ARAÚJO FILHA, Terezinha de Jesus Carvalho. **Avaliação da eficácia da predinisona na neurite hansênica aguda**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Patologia das Doenças Tropicais, Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

BACCARELLI, Rosemary. Fisioterapia após descompressão neural. In: OPROMOLLA, Diltor Vladimir Araújo; BACCARELLI, Rosemari (Org). **Prevenção de incapacidades e reabilitação em hanseníase**. Bauru: Instituto Lauro de Souza Lima, 2003. p. 41-48.

BAIMA, Jennifer; KRIVICKAS, Lisa. Evaluation and treatment of peroneal neuropathy. **Curr Rev Musculoskelet Med**, v.1, p. 147–153, 2008.

BAKKER, M. I.; HATTA, M.; KWENANG, A.; FABER, W. R.; VAN BEERS, S. M.; KLATSER, P. R.; OSKAM, L. Population survey to determine risk factors for Mycobacterium leprae transmission and infection. **International Journal of Epidemiology**, Oxford, v.33, n.6, p. 1329-1336, 2004.

BANKER, B. Q.; GIRVIN, J. P. The ultrastructural features of the mammalian muscle spindle. **Journal of Neuropathology and Experimental Neurology**, Philadelphia, v.30, n.2, p. 155-195, 1971.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. Os sistemas auditivo e vestibular. In: _____. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 3. ed., 2008. p. 349-395.

BINDER, M. D.; KROIN, J. S.; MOORE, G. P.; STUART, D. G. The response of Golgi tendon organs to single motor unit contractions. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.271, n.2, p. 337-349, 1977.

BISPO JÚNIOR, José Patrício. Formação em fisioterapia no Brasil: reflexões sobre a expansão do ensino e os modelos de formação. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.16, n.3, p.655-668, jul.-set. 2009.

BOYD, I. A. The histological structure of the receptors in the knee-joint of the cat correlated with their physiological response. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.124, n.3, p. 476-488, 1954.

BOYD, I. A.; WARD, J. Motor control of nuclear bag and nuclear chain intrafusal fibres in isolated living muscle spindles from the cat. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.244, n.1, p. 83–112, 1975.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. **Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Brasília, 2012 (Diário Oficial da União).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia para o controle da hanseníase**. Brasília, 2002. n.10. (Cadernos de Atenção Básica).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Hanseníase in Vigilância em Saúde**. Brasília, 2007. n.21, p. 70-104. (Cadernos de Atenção Básica).

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 3.125, de 7 de Outubro de 2010. **Diretrizes para Vigilância, Atenção e Controle da Hanseníase**. Brasília, 2010a. (Ministério da Saúde. Portaria Nº 3.125, de 7 de Outubro de 2010).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Controle da hanseníase na atenção básica: guia prático para profissionais da equipe de saúde da família**. Brasília, 2001. 86 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Autocuidado em hanseníase: face, mãos e pés**. Brasília, 2010b. 71 p. (Série F. Comunicação e educação em saúde).

BRASIL, Ministério da Saúde. **Manual de adaptações de palmilhas e calçados**. Cadernos de prevenção e reabilitação em hanseníase. Nº 5. 2ª ed. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília, 2008a.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Manual de reabilitação e cirurgia em hanseníase**. Cadernos de prevenção e reabilitação em hanseníase. Nº 4. 2ª ed. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília, 2008b.

BRICOT, B. **Posturologia**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 2001.

BRIGHTBILL, H. D.; LIBRATY, D. H.; KRUTZIK, S. R.; YANG, R. B.; BELISLE, J. T.; BLEHARSKI, J. R.; MAITLAND, M.; NORGARD, M. V.; PLEVY, S. E.; SMALE, S. T.; BRENNAN, P. J.; BLOOM, B. R.; GODOWSKI, P. J.; MODLIN, R. L. Host defense mechanisms triggered by microbial lipoproteins through toll-like receptors. **Science**, Washington, v.285, n.5428, p. 732-736, 1999.

BROPHY, Peter J. Subversion of Schwann Cells and the Leper's Bell. **Science**, Washington, v.296, p. 862-863, 2002.

BRUSHART, T. M.; HOFFMAN, P. N.; ROYAL, R. M.; MURINSON, B. B.; WITZEL, C.; GORDON, T. Electrical stimulation promotes motoneuron regeneration without increasing its speed or conditioning the neuron. **J. Neurosci.**, v.22, n. 15, p. 6631-6638, 2002.

BURGESS, P. R.; CLARK, F. J. Characteristics of knee joint receptors in the cat. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.203, n.2, p. 301-317, 1969.

BYERS; M. R.; COSTELLO, R. J. Membrane heterogeneity in sensory receptors of rat vibrissae: Merkel receptors differ from other nerve endings. **Brain Research**, New York, v.461, n.2, p. 397-402, 1988.

CABALIER, M. E. D.; PÉREZ, H. J. 22 años de lepra: histopatología. **Revista de la Facultad de Ciencias Médicas**, Cordoba, n.53, p. 17-21, 1995.

CALLAHAN, A. D. Sensibility assessment for nerve lesions-in-continuity and nerve lacerations. In: HUNTER, J.M.; SCHNEIDER, L.H.; MACKIN, E.J.; CALLAHAN, A.D. **Rehabilitation of the hand: surgery and therapy**. 3a ed. St. Louis: The C.V. Mosby Company; 1990. p. 611-621.

CAMARENA, Christian Álvarez; VILLEGAS, Walterio Palma. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. **Ortho-tips.**, v.6, n.4, outubro-dezembro, p. 215-222. 2010.

CAMBIER, J.; MASSON, M.; DEHEN, H. **Manual de neurologia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1999.

CARVALHO, Ana Catarina. **Estudo comparativo do salto vertical entre desportistas especializados em saltos e não-desportistas de ambos os gêneros**. 2008, 52f. (Monografia) – Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto. Porto, 2008.

CARVALO, Viviane Fernandes de; FERREIRA, Marcus Castro; VIEIRA, Suzy Ane Tavares; UEDA, Thiago. Limiar de sensibilidade cutânea dos pés em pacientes diabéticos através do *pressure specified sensory device*: uma avaliação da neuropatia. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 29-34, 2009.

CASTANO, P.; RUMIO, C.; MORINI, M.; MIANI JR, A.; CASTANO, S. M. Three-dimensional reconstruction of the Meissner corpuscle of man, after silver impregnation and immunofluorescence with PGP 9.5 antibodies using confocal scanning laser microscopy. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v.186 (Pt 2), p. 261-270, 1995.

CAUNA, N.; MANNAN, G. The structure of human digital Pacinian corpuscle (corpuscula lammeosa) and its functional significance. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v.92 (Pt 1), p. 1-20, 1958.

CAVANAGH, D.; DAVIS, P. J.; COOK, J. K. A. Infectious bronchitis vírus: evidence for recombination within the Massachusetts serotype. **Avian Pathology**, Grã Bretanha, v.21, n.3, p. 401- 408, 1992.

CECCATO, Marília; FERREIRA, Sandra Aires; JAMBASSI FILHO, José Cláudio; GURJÃO, André Luiz Demantova; GALLO, Luiza Herminia; PRADO, Alexandre Konig Garcia; GOBBI, Sebastião. Efeito de uma sessão de exercício resistido na sensibilidade cutânea em idosas hipertensas e normotensas fisicamente ativas. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.13, n.6, p. 409-414, 2011.

CHACHA, Jorge João; SOTTO, Miriam N.; PETERS, Lothar; LOURENÇO, Silvia; RIVITTI, Evandro A.; MELNIKOV, Petr. Sistema nervoso periférico e pressupostos da agressão neural na hanseníase. **An Bras Dermatol.**, Rio de Janeiro. v.84, n.5, p. 495-500. 2009.

CHAROSKY, C. B.; GATTI, J. C.; CARDAMA, J. E. Neuropathies in Hansen's disease (editorials). **International Journal of Leprosy**, Amsterdam, v.51, n.4, p. 576-586, 1983.

CHAUHAN, V. S.; PANDEY, S. S.; SHUKLA, V. K. Management of plantar ulcers in hansen's disease. **Int J Low Extrem Wounds**. v. 2, p. 164-167. 2003.

CHEN, Da-wei; LI, Bing; AUBEELUCK, Ashwin; YANG, Yun-feng; HUANG, Yi-gang, ZHOU, Jia-qian; YU, Guang-rong. Anatomy and Biomechanical Properties of the Plantar Aponeurosis: A Cadaveric Study. **PloS One**, v.9, n.1, e84347. January. 6 p. 2014.

CHENG, A. S.; HUNG, L.; WONG, J. W.; LAU, H.; CHAN, J. A prospective study of early tactile stimulation after digital nerve repair. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, Heidelberg, n.384, p.169-175, 2001.

CHIMELLI, L.; FREITAS, M.; NASCIMENTO, O. Value of nerve biopsy in the diagnosis and follow-up of leprosy: the role of vascular lesions and usefulness of studies in the detection of persistent bacilli. **Journal of Neurology**, Heidelberg, v.244, n.5, p. 318-323, 1997.

COHEN, H. **Neurociências para fisioterapeutas**. São Paulo: Manole, 2th ed. 2001. 519 p.

COSTA, Rosane Dias; MENDONÇA, Vanessa Amaral; LYON, Sandra; PENIDO, Rachel Adriana; COSTA, Ana Maria Duarte Dias; COSTA, Marina Dias; NISHI, Marina Pires; TEIXEIRA, Mauro Martins; TEIXEIRA, Antônio Lúcio; ANTUNES, Carlos Maurício de Figueiredo. Avaliação da expressão de interleucina 1 beta (IL-1 β) e antagonista do receptor de interleucina 1 (IL-1Ra) em pacientes com hanseníase. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 41(Suplemento II)**, Uberaba, v.41, supl. 2, p. 99-103, 2008.

CREE, I. A.; SMITH, W. C. Leprosy transmission and mucosal immunity: towards eradication? **Lepr. Rev.**, London, v. 69, n. 2, p. 112-121, jun. 1998.

CROFT, R. P.; NICHOLLS, P. G.; RICHARDUS, J. H.; SMITH W. C. S. Incidence rates of acute nerve function impairment in leprosy: a prospective cohort analysis after 24 months (The Bangladesh Acute Nerve Damage Study). **Leprosy Review**, London, v.71, n.1, p. 18-33. 2000.

CUNHA, Maria Heliana Chaves Monteiro; MACEDO, Geraldo Mariano Moraes; BATISTA, Keila de Nazaré Madureira; XAVIER, Marilia Brasil; SÁ NETO, Simone de; NASCIMENTO, Francisca Souza do Nascimento. Avaliação clínica epidemiológica em pacientes multibacilares em uma unidade de referência de hansenologia da Amazônia. **Hansen International**, Lexington, v.33, n.2, p. 9-16, 2008.

CZERNIECKI, J. M. Foot and ankle biomechanics in walking and running. A review. **Am. J. Phys. Med. Rehabil.**, cidade, v.6, p. 246-252, 1988.

- D'AMBROGI, E.; GIURATO, I.; D'AGOSTINO, M. A.; GIACOMOZZI, C.; MELLARI, V.; CASELLI, A.; UCCIOLI, L. Contribution of plantar fascia to the increased forefoot pressures in diabetics patients. **Diabetes Care**, v.26, n.5, p. 1525-1529, 2003.
- DASTUR, D. K.; PANDYA, S. S.; ANTIA, N. H. Nerves in the arm in leprosy II. Pathology, pathogenesis and clinical correlation. **Int. J. Lepr.**, v.38, p.30-48. 1970.
- DASTUR, D. K.; RAMAMOCHAN, Y.; SHAH, J. S. Ultrastructure of lepromatous nerves. Neural pathogenesis in leprosy. **Ind. J. Lepr.**, v.4, p. 47-80. 1973.
- DAVEY, T. F.; REES, R. J. W. The nasal discharge in leprosy: clinical and bacteriological aspects. **Leprosy Review**, London, v.45, n.2, p. 121-134, 1974.
- DE CARLI, Julia Veronese Marcon. **Análise da marcha de idosos com diferentes níveis de funcionalidade na transição entre o terreno plano e a escada**. 2013. 93f. (Dissertação) – Mestrado em Educação Física. Programa de Pós-graduação em Educação Física. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- DECHERCHI, P.; DOUSSET, E.; MARQUESTE, T.; BERTHELIN, F.; HUG, F.; JAMMES, Y.; GRÉLOT, L. Électromyostimulation et recuperation fonctionnelli d'un muscle dénervé. **Science & Sport.**, v.18, n. 5, p. 253-263, 2003.
- DEEPAK, S. Answering the rehabilitation needs of leprosy affected persons in integrated setting through primary health care services and community based rehabilitation. **Indian Journal Leprosy**, Tajganj, v.75, n.2, p. 127-142, 2003.
- DEMANGEL, C.; BRITTON, W. J. Interaction of dendritic cells with mycobacteria: where the action starts. **Immunol Cell Biol**, v.78, p. 318-324. 2000.
- DOW, D. E.; CEDERNA, P. S.; HASSETT, C. A.; KOSTROMINOVA, T. Y.; FAULKNER, J. A.; DENNIS, R. G. Number of contractions to maintain mass and force of a denervated rat muscle. **Muscle & Nerve**, v.30, n.1, p. 77-86, 2004.
- DOW, D. E.; FAULKNER, J. A.; DENNIS, R. G. Distribution of rest periods between electrically generated contractions in denervated muscles of rats. **Artif organs**, v.29, n.6, p. 432-435, 2005.
- DUDLEY, G. A.; DJAMIL, R. Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise. **J. Appl. Physiol.**, v. 59, p. 1446-1451, 1985.
- DUERKSEN, E. Úlceras plantares. In: DUERKSEN, E; VIRMOND, M. **Cirurgia reparadora e reabilitação e hanseníase**. Bauru: Centro de Estudos Dr. Reynaldo Quagliato, 1997. p. 277-278.
- DUERKSEN, F. Reabilitação. In: OPROMOLLA, D.V.A; BACCARELLI, R. (ed.). **Prevenção de incapacidades e reabilitação em hanseníase**. Bauru: Instituto Lauro Souza Lima, 2003. p. 3-4.
- ECKLUND, G.; SKOGLUND, S. On the specificity of the Ruffini like joint receptors. **Acta physiologica scandinavica**, Helsinki, v.49, n.2-3, p. 184-191, 1960.

EILS, E.; BEHRENS, S.; MERS, O.; THORWESTEN, L.; VOLKER, K.; ROSENBAUM, D. Reduced plantar sensation causes a cautious walking pattern. **Gait Posture**, New York, v.20, n.1, p. 54-60, 2004.

EILS, E.; NOLTE, S.; TEWES, M.; THORWESTEN, L.; VOLKER, K.; ROSENBAUM, D. Modified pressure distribution patterns in walking following reduction of plantar sensation. **Journal of Biomechanics**, New York, v.35, n.10, p. 1307–1313, 2002.

ELBERT, P. C.; WIENBRUCH, C.; ROCKSTROT, B.; EDWARD, J. Increased cortical representation of the left hand in string players. **Science**, Washington, v.270, n.5234, p. 305-307, 1995.

ELDRED, E.; YUNG, L.; ELDRED, D.; ROY, R. R. Distribution of Muscle Spindles in a Simply Structured Muscle: Integrated Total Sensory Representation. **The Anatomical Record**, Hoboken, v.251, n.2, p. 161–172, 1998.

ESCARABEL, C. M.; ALVAREZ, R. R. A.; CARVALHO, G. A.; MOREIRA, D. Estudo comparativo do índice de incapacidades em pacientes tratados com 24 e 12 doses de poliquimioterapia padrão-OMS, pacientes atendidos no plano piloto de Brasília– DF. **Hansen International**, Lexington, v.32, n.2, p. 163-174, 2007.

FACER, Paul; MANN, Dawn; MATHUR, Rajeev; PANDYA, Shubha; LADIWALA, Uma; SINGHAL, Bhim; HONGO, Jo-Anne; SINICROPI, Dominick V; TERENGI, Giorgio; ANAND, Praveen. Do nerve growth factor-related mechanisms contribute to loss of cutaneous nociception in leprosy. **Pain.**, v.85, n.1, p.231-238. 2000.

FERREIRA, I. N.; ALVAREZ, R. R. A. Hanseníase em menores de quinze anos no município de Paracatu, MG (1994 a 2001). **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v.8, n.1. p. 41-49, 2005.

FERREIRA, L. A. B.; ROSSI, L. P.; PEREIRA, W. M.; VIEIRA, F. F.; DE PAULA JR., A. R. Análise da atividade eletromiográfica dos músculos do tornozelo em solo estável e instável. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v.22, n.2, p. 177-187, abr./jun. 2009.

FERRIGNO, I.S.V.; FREITAS, P.P.; FREITAS, A.D. Lesões dos nervos periféricos. In: FREITAS, P.P. **Reabilitação da mão**. 1a ed. São Paulo: Atheneu; 2005. p. 211-30.

FINEZ, Mariana Aparecida; SALOTTI, Selma Regina Axcar. Identificação do grau de incapacidades em pacientes portadores de hanseníase através da avaliação neurológica simplificada Identification of the degree of impairment in leprosy patients through a simplified neurological evaluation. **J. Health Sci. Inst.**, v.29, n.3, p. 171-175, 2011.

FOSS, N.T. Aspectos imunológicos da hanseníase. **Medicina**, Ribeirão Preto, v.30, p. 335-339, jul./set. 1997.

FOSS, N.T. Hanseníase: aspectos clínicos, imunológicos e terapêuticos. **Anais Brasileiros Dermatologia**, Rio de Janeiro, v.74, n.2, p. 113-9, 1999.

FREEMAN, M. A. R.; WYKE, B. The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v.101(Pt 3), p. 505-532, 1967.

FRYKBERG, R. G.; LAVERY, L. A.; PHAM, H.; HARVEY, C.; HARKLESS, L.; VEVES, A. Role of Neuropathy and High Foot Pressures in Diabetic Foot Ulceration, **Diabetes Care**, v.21, n.10, p. 1714-1719, 1998.

FUKUCHI, Reginaldo Kisho. **Análise cinemática da fase de apoio da corrida em adultos e idosos corredores**. 2007, 82 f. (Dissertação) - Mestrado em Educação Física. Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

GALLO, Maria Eugenia Noviski. **Hanseníase: modo de transmissão, diagnóstico e tratamento**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. Disponível em <http://www.fiocruz.br/ccs/especiais/hanseniase/hanseniase1.htm>>. Acesso em: 20/02/2012

GARBINO, José A.; GERBASE, M. W.; WUNDERLI, W.; KOLAROVA, L.; NICOD, L. P.; ROCHAT, T.; KAISER, L. Respiratory viruses and severe lower respiratory tract complications in hospitalized patients. **Chest**, v.12, n.3, p. 1033-1039, 2004.

GARBINO, José A.; OPROMOLLA, Diltor Vladimir Araújo. Fisiopatologia das deficiências físicas em hanseníase. In: OPROMOLLA, Diltor Vladimir Araújo; BACCARELLI, Rosemari. **Prevenção de incapacidades e reabilitação em hanseníase**. Bauru: Instituto Lauro de Souza Lima, 2003. p. 13.

GOGLIA, G.; SKLENSKA, A. Ricerche ultrastrutturali sopra i corpuscoli di Ruffini delle capsule articolari nel coniglio. **Quaderni Anatomia Pratica**, v.25, p. 14-27, 1969.

GOMES, F. G.; FRADE, M. A. C.; FOSS, N. T. Úlceras cutâneas na hanseníase: perfil clínico-epidemiológico dos pacientes. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, v.82, n.5, p. 433-437, 2007.

GONÇALVES, S. D.; SAMPAIO, R. F.; ANTUNES, C. M. F. Ocorrência de neurite em pacientes com hanseníase: análise de sobrevivência e fatores preditivos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.41, n.5, p. 464-469, 2008.

GORDON, T.; SULAIMAN, O.; BOYD, G. Experimental strategies to promote functional recovery after peripheral nerve injuries. **J. Peripher Nerv. Syst.**, v.8, p. 236-250, 2005.

GOTTSCHALDT, K. M.; VAHLE-HINZ, C. Merkel cell receptors: structure and transducer function. **Science**, Washington, v.214, n.4517, p. 183-186, 1981.

GOULART, Isabela Maria Bernardes; PENNA, Gerson Oliveira; CUNHA, Gabriel. Imunopatologia da hanseníase: a complexidade da resposta imune do hospedeiro ao *Mycobacterium leprae*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 35, p. 365-375, 2002.

GRAY, J. A. B.; MALCOLM, J. L. The initiation of nerve impulses by mesenteric Pacinian corpuscles. **Proceedings of the Royal Society of London B Biological Science**, London, v.137, n.886, p. 96-114, 1950.

GREGORY, J. E.; PROSKE, U. The responses of golgi tendon organs to stimulation of different combinations of motor units. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.295, p. 251-

262, 1979.

GRIGG, P.; HOFFMAN, A. H. Properties of Ruffini afferents revealed by stress analysis of isolated sections of cat knee capsule. **J. Neurophysiol.**, v.47, n.1, p. 41-54, 1982.

GROATHOUSE, Nathan A.; RIVOIRE, Becky; KIM, Hansuk; LEE, Hyeyoung; CHO, Sang-Nae; BRENNAN, Patrick J.; VISSA, Varalakshmi D. Multiple polymorphic loci for molecular typing of strains of Mycobacterium leprae. **J. Clinical Microbiol.**, v.42, n.4, p.1666-1672, 2004.

GROSSI, M. A. F.; LEBOEUF, M. A.; ANDRADE, A. R.; BÜHRER-SÉKULA, S.; ANTUNES, C. M. Risk factors for ML Flow seropositivity in leprosy patients. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 41, Suplemento II, p. 39-44, 2008a.

GROSSI, M. A. F.; LEBOEUF, M. A.; ANDRADE, A. R.; LYON, S.; ANTUNES, C. M.; BÜHRER-SÉKULA, S. The influence of ML Flow test in leprosy classification. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 41, Suplemento II, p. 34-38, 2008b.

GUEZ, C.; GORDON, J. Os Músculos e os Receptores Musculares. Reflexos Espinhais. In: KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. **Fundamentos da Neurociência e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GUTIERREZ, E. M.; HELBER, M. D.; DEALVA, D.; MILLER, J. A. A.; RICHARDSON, J. M. Mild diabetic neuropathy affects ankle motor function. **Clinical Biomechanics**. v.16, p. 522-528. 2001.

HAGEMAN, Elizabeth Rose. **Medial longitudinal arch mechanics before and after a prolonged run**. 2010. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Iowa State University, Ames, Iowa, 2010.

HALATA, Z. The ultrastructure of the sensory nerve endings in the articular capsule of the knee joint of the domestic cat (Ruffini corpuscles and Pacinian corpuscles). **Journal of Anatomy**, Hodoken, v.124, n.3, p. 717-729, 1977.

HALATA, Z.; SCHULZE, W.; HOHNE, K. H. The ultrastructure and computer-aided three-dimensional aspect of Ruffini corpuscles in human skin of the prepuce and pig skin of the nose. **Anat Rec.**, v.214, p.48A, 1986.

HANSEN, G. A. **Optional and obligatory isolation of lepers'**. Mitteilungen und Verhandlungen der Internationalen Wissenschaftlichen Lepra-Conferenz zu Berlin. v.2, 1897. 165 p.

HARBOE, M. The immunology of leprosy. In: HASTINGS, R. C. (ed); **Leprosy**. Edinburgh: Churchill-Livingstone, 1985. p. 53-87.

HASTINGS, R. C.; GILLIS, T. P.; KRAHENBUHL, J. L.; FRANZBLAU, S. G. Leprosy. **Clinical Microbiol Review.**, v.1, n.3, p. 330-348. Jul, 1988.

HENNING, R. Late reinnervation of the rat soleus muscle is differentially suppressed by chronic stimulation and by ectopic innervation. **Acta Physiol Scand.**, v.130, n.1, p. 156-160, 1987.

HEUKELBACH, Jorg; CHICHAHA, Olga André; OLIVEIRA, Alexcian Rodrigues; HÄFNER, Kathrin; WALTHER, Friederike; ALENCAR, Carlos Henrique Moraes; RAMOS JR, Alberto Novaes; FERREIRA, Adriana Cavalcante; ARIZA, Liana. Interruption and defaulting of multidrug therapy against leprosy: population-based study in Brazil's Savannah Region. **PLoS Neglected Tropical Diseases.**, v.5, n.5. p. 1031. 2011.

HEWER, E. E. The development of nerve endings in the human foetus. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v. 69 (Pt. 3). p. 369-379, 1935.

HOFFMANN, J. N.; MONTAG, A. G.; DOMINY, N. J. Meissner Corpuscles and Somatosensory Acuity: The Prehensile Appendages of Primates and Elephants. **The Anatomical Record**, Hoboken, Part A, 281A, p. 1138–1147, 2004.

HOUK, J. C.; SIMON, W. Responses of Golgi tendon organ to forces applied to muscle tendon. **J. Neurophysiol**, v.30, n.6, p. 1466-1481, 1967.

HUBSCHER, S.; GIRDHAR, B. K.; DESIKAN, K. V. Discharge of Mycobactrium Leprae from the mouth in lepromatous leprosy patients. **Leprosy Review**, London, v.50, n.1, p. 45-50, 1979.

HUNT, C. C.; TAKEUCHI, A. Responses of the nerve terminal of the Pacinian corpuscle. **J. Physiol.**, v.160, p. 1-21, 1962.

ILLARRAMENDI, Ximena; RANGEL, Emanuel; MIRANDA, Alice Machado; CASTRO, Ana Claudia Ribeiro; MAGALHÃES, Giselle de Oliveira; ANTUNES, Sérgio Luiz Gomes. Cutaneous lesions sensory impairment recovery and nerve regeneration in leprosy patients. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.107(Suppl. I): 68-73, 2012.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ANTI-LEPROSY ASSOCIATIONS. **Como diagnosticar e tratar a hanseníase**. Grã-Bretânia: DS Print & Redesign, 2002.

IZQUIERDO, Mikel; HÄKKINEN, Keijo; IBAÑEZ, Javier; ANTÓN, Alazne; GARRUE'S, Miriam; RUESTA, Maite; GOROSTIAGA, Esteban M. Effects of Strength Training on Submaximal and Maximal Endurance Performance Capacity in Middle-Aged and Older Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.1, p. 129-139, 2003.

JOB, C. K. Nasal mucosa and abraded skin are the two routes of entry of M. leprae. **Star**, v.49, n.3, p. 1, 1990.

JOB, C. K.; DRAIN, V.; WILLIAMS, D. L.; GILLIS, T. P. Comparison of polymerase chain detection technique with other methods for detection of M. leprae in tissues of wild ninebanded armadillos. **Leprosy Review**, London, v.62, p. 362-73, 1991.

JOB, C. K.; DESIKAN, K. B. Pathologic changes and their distribution in peripheral nerves in lepromatous leprosy. **Int. J. Lepr.**, v.36. p. 257-270. 1968.

JOB, C. K.; PATH, F. R. C. Nerve damage in leprosy. XIII Leprosy Congress. **Int. J. Leprosy.** , v. 57, n. 21, p. 532-539, 1989.

JOPLING, W. H. **Manual de lepra**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1983.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. **Principles of neural science**. 5th ed. New York: MacGraw Hill, 2009.

KAVOUNOUDIAS, A.; ROLL, R.; ROLL, J. P. The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control. **Neuroreport.**, v.9, n.14, p. 3247-3252, oct 5. 1998.

KIM, Ki-Jong; KIM, Young-Eok; JUN, Hyun-Ju; LEE, Jin-Su; JI, Sung-Ha; JI, Sang-Goo; SEO, Tae-Hwa; KIM, Young-Ok. Which Treatment is More Effective for Functional Ankle Instability: Strengthening or Combined Muscle Strengthening and Proprioceptive Exercises? **J. Phys. Ther. Sci.**, v.26, p. 385-388, 2014.

KLUDING, Patricia M.; DUNNING, Kari; O'DELL, Michael W.; WU, Samuel S.; GINOSIAN, Jivan; FELD, Jody; MCBRIDE, Keith. Foot drop stimulation versus ankle foot orthosis after stroke 30-week outcomes. **Stroke.**, Dallas, v.44. p. 1660-1669. June, 2013.

KRAEMER, W. J.; PATTON, J. F.; GORDON S. E.; HARMAN, E. A.; DESCHENES, M. R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R. U.; TRIPLETT, N. T.; DZIADOS, J. E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J. Appl. Physiol.** v.78, p. 976-989, 1995.

KRAUSE, W. Die nervenendigung in den Tastkörperchen, **Arch. Mikroskop. Anat.**, v.10, p. 212-221, 1881.

KRUTZIK, S. R.; TAN, B.; LI, H.; OCHOA, M. T.; LIU, P. T.; SHARFSTEIN, S. E.; GRAEBER, T. G.; SIELING, P. A.; LIU, Y. J.; REA, T. H.; BLOOM, B. R.; MODLIN, R. L. TLR activation triggers the rapid differentiation of monocytes into macrophages and dendritic cells. **Nat. Med.**, v.11, n.6, p. 653-660, 2005.

KUMAR, V.; SENGUPTA, U. Ultrastructural Study of Schwann Cells and Endotelial Cells in the Pathogenesis of Leprous Neuropathy. **International Journal of Leprosy**, Amsterdam, v.71, n.4, p. 328-340, 2003.

LECHAT, M. F. Rationale for the preventive treatment of leprosy. **International Journal of Leprosy**, Amsterdam, v.67, n.4, p. 63-66, 1999.

LEHMAN, L. F.; ORSINI, M. B. P; GROSSI, M. A. F; VILLARROEL, M. F. A mão na hanseníase. In: FREITAS, P.P. (ed). **Reabilitação da mão**. São Paulo: Atheneu, 2005. p. 301-318.

LEHMAN, Linda Faye; ORSINI, Maria Beatriz Penna; FUZIKAWA, Priscila Leiko; LIMA, Ronise Costa; GONÇALVES, Soraya Diniz. **Avaliação neurológica simplificada**. Belo Horizonte: American Leprosy Missions International, 2009.

LENNOX, W. M. Physiotherapy and foot drop corrections. **Lepr Rev.** v.37, n.2, p. 99-102. Apr. 1966.

LENT R. **Cem Bilhões de Neurônios. Conceitos fundamentais em neurociência.** Atheneu, 2005.

LEUNIG, M.; BECK, M.; STAUFFER, E.; HERTEL, R.; GANZ, R. Free nerve endings in the ligamentum capitis femoris. **Acta. Orthop. Scand.**, v.71, n.5, p. 452-454, 2000.

LI, L.; RUTLIN, M.; ABRAIRA, V. E.; CASSIDY, C.; KUS, L.; GONG, S.; JANKOWSKI, M. P.; LUO, W.; HEINTZ, N.; KOERBER, H. R.; WOODBURY, J.; GINTY, D. D. The Functional Organization of Cutaneous Low-Threshold Mechanosensory Neurons. **Cell**, v.147, n.7, p. 1615–1627, 2011.

LIBRATY, D. H.; AIRAN, L. E.; UYEMURA, K.; JULLIEN, D.; SPELLBERG, B.; REA T. H.; MODLIN, R. L. Interferon-gamma differentially regulates interleukin-12 and interleukin-10 production in leprosy. **J. Clin. Invest.**, v.99, n.2, p. 336-341, 1997.

LIEBER, R. L. **Skeletal muscle structure, function & plasticity: the physiological basis of rehabilitation.** 2 ed. San Diego: Lippincott Williams & Wilkins, 369 p. 2002.

LIMA, Luiz Wagner de Oliveira. **Avaliação imunohistoquímica da atividade macrofágica e sua relação com o fenômeno de apoptose na hanseníase.** 2008, 92 f. (Dissertação) – Mestrado em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Pará. Belém, 2008.

LIN, S. I; YANG, W. C. Effect of plantar desensitization on postural adjustments prior to step initiation. **Gait & Posture**, v.34, n.4, p. 451–456, 2011.

LOVE, F. M.; SON, Y. J.; THOMPSON, W. J. Activity alters muscle reinnervation and terminal sprouting by reducing the number of schwann cells pathways that grow to link synaptic sites. **J. Neurobiol.**, v.54, p. 566-576, 2003.

LUNDY-EKMAN, Laurie. **Neurociência. Fundamentos para reabilitação.** 3. ed. Elsevier, 2008. 477 p.

MACHADO, Ângelo B. M. **Neuroanatomia funcional.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

MACHIN, M. The mode of transmission of human leprosy. In: Essays on leprosy by Oxford Medical Students. St. Francis leprosy guild. Department of dermatology. **Slade Hospital**, Oxford, p. 1-29, 1988.

MACLVER, M. B.; TANELIAN, D. L. Structural and Functional Specialization of A δ and C Fiber Free Nerve Endings Innervating Rabbit Corneal Epithelium. **The Journal of Neuroscience**, v.13, n.10, p. 4511-4524, 1993.

MADRID, INTERNATIONAL CONGRESS OF LEPROSY. Report of the committee on classification. **International Journal of Leprosy**, Amsterdam, n.21, p. 504-516, 1953.

MAEDA, Solange. M.; ROTTA, Osmar; MICHALANY, Nilceo S.; CAMARGO, Zoilo P.; SUNDERKÖTTER, Cord; TOMIMORI-YAMASHITA, Jane. Comparison between anti-pgl-1 serology and Mitsuda reaction: clinical reading, microscopic findings and

immunohistochemical analysis. **Leprosy Review**, London, v.74, n.3, p. 263-274, 2003.

MAGALHÃES, Henderson Moreira. Fisioterapia pré e pós operatória na transferência de tendões para correção do pé equino-varo móvel. In: OPROMOLLA, Diltor Vladimir Araújo; BACCARELLI, Rosemari. **Prevenção de incapacidades e reabilitação em hanseníase**. Bauru: Instituto Lauro de Souza Lima, 2003. p. 120-124.

MAGALHÃES, Henderson Moreira; DUERKSEN, Frank. Transfer of the peroneus longus in footdroop deformity: results in leprosy. **Hansen. Inter.**, v.26, n.2, p. 99-104, 2001.

MAGNUSSON, M.; ENBOM, R.; JOHANSSON, R.; PYYKKO, I. The importance of somatosensory information from the feet in postural control in man. In: BRANDT, I.; PAULUS, W.; BLES, W.; DIETERICH, R.; KRAFEYZK, S.; STRAMBE, A. **Disorders of posture and gait**. Stuttgart: Georg. p.194-197. 1990.

MAKINO, M.; MAEDA, Y.; ISHII, N. Immunostimulatory activity of major membrane protein-II from *Mycobacterium leprae*. **Cellular Immunology**, v.233, n.1, p. 53-60, 2005.

MALAVIYA, Govind N. Review: Sensory perception in leprosy-neurophysiological correlates. **Int J Lepr Other Mycobact Dis**, Amsterdam, v.71, n.2, p. 119-124, 2003.

MANDELBAUM, B.; SILVERS, H.; WATANABE, D.; KNARR, J.; THOMAS, S.; GRIFFIN, L.; KIRKENDALL, D.; GARRETT, W. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes. **In The American Journal of Sports Medicine.**, v.33, n.7, p. 1003-1010, 2005.

MARIGOLD, D. S.; PATLA, A. E. Strategies for dynamic stability during locomotion on a slippery surface: effect of prior experience and knowledge. **J Neurophysiology.**, v.88, p. 339-353, 2002.

MARQUESTE, T.; DECHERCHI, P.; DESPLANCHES, D.; FAVIER, R.; GRELOT, L.; JMMES, Y. Chronic electrostimulation after nerve repair by self-anastomosis: effects on the size, the mechanical, histochemical and biochemical muscle properties. **Acta Neuropathol.**, v.111, n.6, p. 589-600, 2006.

MARTELLI, C. M. T.; STEFANI, M. M. A.; PENNA, G. O.; ANDRADE, A. L. S. S. Endemias e epidemias brasileiras, desafios e perspectivas de investigação científica: hanseníase. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v.5, n.3, p. 273-285, 2002.

MARTINS, Ana Cristina da Costa; MIRANDA, Alice; OLIVEIRA, Maria Leide Wan-Del-Rei de; BUHRER-SÉKULA, Samira; MARTINEZ, Alejandra. Nasal mucosa study of leprosy contacts with positive serology for the phenolic glycolipid 1 antigen. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v.76, n.5, p. 579-587. 2010.

MATTHEWS, B. H. C. Response of a muscle spindle during active contraction of a muscle. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.72, n.2, p. 153-174, 1931.

MEIMA, A. The impact of leprosy control. Epidemiological and modelling studies. Thesis Erasmus MC. **University Medical Center Rotterdam**. 2004.

MEISSNER, G., **Beitrage zur Kenntnis der Anatomic und Physiologic der Haut.** Leopold Voss: Leipzig, 1853.

MENDES, Raquel Metzker; ARNAUT, Amanda Carla; BARBOSA, Rafael Inácio; ELUI, Valeria Meirelles Carril; FONSECA, Marisa de Cássia Registro . Efeitos de um protocolo de reeducação sensorial da mão: estudo de caso. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.15, n.4, p.397-401, out./dez. 2008.

MENDONÇA, Vanessa Amaral; COSTA, Rosane Dias; MELO, Gustavo Eustáquio Brito Alvim de; ANTUNES, Carlos Maurício; TEIXEIRA, Antonio Lúcio. Imunologia da hanseníase. **Anais Brasileiros Dermatologia**, Rio de Janeiro, v.83, n.4, p. 343-350, 2008.

MENZ, H. B.; MORIS, M. E. Footwear characteristics and foot problems in older people. **Gerontology**, 2005.

MERKEL, F. R. Tistzellen und Tastkörperchen bei den hausthieren und beim menschen. **Arch Mikroskop Anal.**, v.11, p. 636–652, 1875.

MEYER, P. F.; ODDSSON, L. I.; DE LUCCA, C. J. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. **Experimental Brain Research**, v.154, p. 505-512. 2004.

MIKO, T. L.; GSCHMEISSNER, S. E.; LE MAITRE, C.; KINFU, Y.; KAZEN, R.; PEREIRA, J. H. Regeneration at the predilective damage sites of nerve trunks in treated leprosy. **Lepr Rev.**, v.64, n.4, p. 330-337. 1993a.

MIKO, T. L.; LE MAITRE, C.; KINFU, Y. The nature and the location of permanent damage to peripheral nerves in advanced treated leprosy. **Int. J. Lepr.**, v.61, n.4, p. 148A. 1993b.

MIKO, T. L.; LE MAITRE, C.; YAMNOT, K. Damage and regeneration of peripheral nerves in advanced treated leprosy. **Lancet**, v.342, n.8870, p. 521-524. 1993c.

MINER, K.M.; SHIPLEY, D. E.; ENNA, C. D. Rehabilitation of the paralytic drop foot in Hansen's disease. **Phys Ther.**, v.55, n.4, p. 378-381. Apr, 1975.

MINGHELLI, Beatriz; MARREIROS, Nuno; VALENTE, Filipe; RIBEIRO, Tatiana; ANDRE, Teresa; VARELA, Edna; FELIZARDO, Rodrigo. Desenvolvimento do arco plantar na infância e adolescência: análise plantar em escolas públicas. **Saúde & Tecnologia**, Lisboa, n.5 maio. p. 5-11. 2011.

MIRANZI, Sybelle de Souza Castro; PEREIRA, Livia Helena de Moraes; NUNES, Altacílio Aparecido. Perfil epidemiológico da hanseníase em um município brasileiro, no período de 2000 a 2006. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.43, n.1, p. 62-67, jan-fev, 2010.

MONOT, M.; HONORÉ, N.; GARNIER, T.; ARAOZ, R.; COPPÉE, J. Y.; LACROIX, C.; SOW, S.; SPENCER, J. S.; TRUMAN, R. W.; WILLIAMS, D. L.; GELBER, R.; VIRMOND, M.; FLAGEUL, B.; CHO, S. N.; JI, B.; PANIZ-MONDOLFI, A.; CONVIT, J.; YOUNG, S.; FINE, P. E.; RASOLOFO, V.; BRENNAN, P. J.; COLE, S. T. On the origin of leprosy. **Science**, Washington, v.308, n.5724, p. 1040-1042, 2005.

MONTEIRO, W. D. Aspectos fisiológicos e metodológicos do condicionamento físico na promoção da saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Pelotas v.1, n.3, p. 44-58, 1996.

MORAES, Geraldo Fabiano de Souza; ANTUNES, Adriana Papine; RESENDE, Elaine Souza, OLIVEIRA, Poliana Cardoso Ribeiro. Avaliação da atividade eletromiográfica com ou sem o uso de diversos tipos de calçado, em diferentes planos de locomoção. **Fisioterapia e Movimento**, Curitiba, v. 25, n. 3, p. 507-516, jul./set. 2012.

MOREIRA, Shirlei Cristina; BATOS, Claudilson José de Carvalho; TAWIL, Lara. Epidemiological situation of leprosy in Salvador from 2001 to 2009. **Anais Brasileiros Dermatologia**, Rio de Janeiro, v.89, n.1, p. 107-117, 2014.

MOTA, Gustavo Ribeiro da; GOMES, Luiz Henrique; CASTARDELI, Edson; BERTONCELLO, Dernival; VICENTE, Eduardo José Danza; JUNIOR, Moacir Marocolo; ORSATTI, Fábio Lera. Treinamento proprioceptivo e de força resistente previnem lesões no futebol. **J Health Sci Inst.**, v.28, n.2, p. 191-193, 2010.

MUNGER, B. L.; IDE, C. The structure and function of cutaneous sensory receptors. **Arch. Histol. Cytol.**, v.51, n.1, p. 1-34, 1988.

MUNHO, Santiago Cattin; CYRILLO, Fábio Navarro; TORRIANI, Camila. Análise eletromiográfica da influência do recrutamento muscular do fíbular longo no arco longitudinal comparando o biofeedback e a eletroestimulação neuromuscular. **Fisioterapia Brasil**, Rio de Janeiro, v.8, n.2, p. 84-88, 2007.

MURDOCK, J. R. Leprosy: a roentgenological survey. **International Journal of Leprosy**, Amsterdam, v. 3, n. 3, p. 339-344, 1935.

NAAFS, B.; SILVA, E; VILANI-MORENO, F.; MARCOS, E. C.; NOGUEIRA, M. E.; OPROMOLLA, D. V. Factors influencing the development of leprosy: an overview. **International Journal of Leprosy and Other Mycobacterial Diseases**, Amsterdam, v.69, n.1, p. 26-33, 2001.

NAGEL, A.; FERNHOLZ, F.; KIBELE, C.; ROSENBAUM, D. Long distance running increases plantar pressures beneath the metatarsal heads: a barefoot walking investigation of 200 marathon runners. **Gait and Posture**, v.27, n.1, p. 152-155. 2008.

NEPTUNE, R. R.; KAUTZ, S. A.; ZAJAC, F. E. Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking. **J Biomech.**, v.34, p. 1387-1398. 2001.

NG, V.; ZANAZZI, G.; TIMPL, R.; TALTS, J. F.; SALZER, J. L.; BRENNAN, P. J.; RAMBUKKANA, A. Role of the cell wall phenolic glycolipid-1 in the peripheral nerve predilection of *Mycobacterium leprae*. **Cell.**, v.103, p. 511-524. 2000.

NIEDA, K.V.; MICHLOVITZ, S. L. Cryotherapy. In: MICHLOVITZ, S. L. **Thermal agents in rehabilitation**. F.A. Davis Company, Philadelphia, 1996.

NITZ, A.; NYLAND, J.; BROSKY, JR. T.; CABORN, D. Neurosciences. In:

BROWNSTEIN, Bruce; BRONNER, Shaw. **Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy: Evaluation, Treatment and Outcomes**. Churchill Livingstone. 2ed. p. 43-72. 1997.

NIX, W. A.; HOPF, H. C. Electrical stimulation of regeneration nerve and its effect on motor recovery. *Brain Res.*, v.272, n.1, p. 21-25, 1983.

NOORDEEN, S. K. The epidemiology of leprosy. In: HASTINGS, R. C.; OPROMOLLA, D.V.A. (eds). **Leprosy**. Edimburgh: Churchill-Livingstone, 1985. p. 15-30.

NOVACHEC, T. F. The biomechanics of running. **Gait Posture**, v.7, p. 77-95, 1998.

OLIVEIRA, R. B.; OCHOA, M. T.; SIELING, P. A.; REA, T. H.; RABUKKANA, A.; SARNO, E. N.; MODLIN, R. L. Expression of toll-like receptor 2 on human Schwann cells: a mechanism of nerve damage in leprosy. **Infect Immun.**, v.71, n.3, p. 1427-1433. 2003.

OLIVEIRA, Flávio Boechat; DE PAULA, Roger de Hungria; OLIVEIRA, Carlos Gomes de; DANTAS, Estélio H. M. Avaliação de dois modelos de tábua proprioceptiva com dois tipos de apoios por meio da eletromiografia de superfície. **Fisioterapia Brasil**, Rio de Janeiro, v.7, n.3, p. 187-190, maio-jun. 2006.

OLIVEIRA, Guilherme Henrique; LEMOS, Rodrigo Leite; JÚNIOR, Sileno Martinho S. R.; JORGE, Felipe Sampaio. Análise comparativa entre dois métodos de treinamento sensório-motor em jovens atletas de futebol. **Perspectivas on line.**, v.5, n.17, p. 155-165, 2011.

OLIVEIRA, Daniela Cristina Silveira de; SANTOS, Paulo Antônio Moreira dos; REZENDE, Lemos de; SILVA, Michel Rodrigues da; LIZARDO, Frederico Balbino; SOUSA, Gilmar da Cunha; SANTOS, Lázaro Antônio dos; GUIMARÃES, Élcio Alves; CHACUR, Eduardo Paul. Análise eletromiográfica de músculos do membro inferior em exercícios proprioceptivos realizados com olhos abertos e fechados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.18, n.4, p. 261-266, 2012.

OPROMOLLA, P. A.; DALBEN, I.; CARDIM, M. Análise da distribuição espacial da hanseníase no Estado de São Paulo, 1991-2002. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v.8, n.4, p. 356-364, 2005.

ORMEA, F.; GOGLIA, G. Ultrastructural researches on the Krause's nerve endings (zylindrische Endcolben und kugelige Endcolben). **Italian General Review of Dermatology**, v. 9, p. 1-22, 1969.

ORNELAS, F. A.; RODRIGUES, J. R. P.; UEMURA, G. Avaliação convencional e estesiômetro: resultados controversos na avaliação sensitiva no câncer de mama. **HU Revista**, Juiz de Fora, v.36, n.2, p. 137-145, 2010.

OTTOBONI, Camila; FONTES, Sissy Veloso, FUKUJIMA, Marcia Maiumi. Estudo comparativo entre a marcha normal e a de pacientes hemiparéticos por acidente vascular encefálico: Aspectos biomecânicos. **Revista de Neurociências**, São Paulo, v.10, n.1, p. 10-16, 2002.

PACINI, F. **Sopra un particolare genere di piccoli Corpi Globulari scoperti nel umano.** Proc Florentine Med Phys Soc Reprinted., n.78, 1924. 275p.

PARÉ, M.; BEHETS, C.; CORNU, O. Paucity of presumptive Ruffini corpuscles in the index finger pad of humans. **The Journal of Comparative Neurology**, v.456, n.3, p. 260-266, 2003.

PARÉ, M.; ELDE, R.; MARZUKIEWICZ, J. E.; SMITH, A. M.; RICE, F. L. The Meissner Corpuscle Revised: A Multiafferented Mechanoreceptor with Nociceptor Immunochemical Properties. **The Journal of Neuroscience**, v.21, n.18, p. 7236–7246, 2001.

PEASE, D. C.; PALLIE, W. Electron Microscopy of Digital Tactile Corpuscles and Small Cutaneous Nerves. **J. Ultrastructure Research**, v.2, n.3, p. 352-365, 1959.

PEASE, D. C.; QUILLIAM, T. A. Electron microscopy of the Pacinian corpuscle. **Journal of Biophysical and Biochemical Cytology**, v.3, n.3, p. 331-342, 1957.

PEREIRA, Helena Lúcia Alves; RIBEIRO, Sandra Lúcia Euzébio; CICONELLI, Rozana Mesquita; FERNANDES, Artur da Rocha Correa. Avaliação por Imagem do Comprometimento Osteoarticular e de Nervos Periféricos na Hanseníase. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 46, supl.1, p. 30-35, 2006a.

PEREIRA, Helena Lúcia Alves; RIBEIRO, Sandra Lúcia Euzébio; SATO, Emília Inoue. Hanseníase: sinopse de reumatologia. **Grupo Editorial Moreira Jr**, São Paulo, v. 1, p. 10-13, 2006b.

PEREIRA, Marta Inez Rodrigues; GOMES, Paulo Sergio Chagas. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima. Revisão e novas evidências. **Rev Bras Med Esporte.**, v.9, n.5, Set/Out, p.325-335, 2003.

PEREIRA, R. M.; CALEGARI-SILVA, T. C.; HERNANDEZ, M. O.; SALIBA, A. M.; REDNER, P.; PESSOLANI, M. C.; SARNO, E. N.; SAMPAIO, E. P.; LOPES, U. G. Mycobacterium leprae induces NF-KappaB-dependent transcription repression in human Schwann cells. **Biochem Biophys Res Commun.**, v.335, n.1, p. 20-26. 2005.

PERRY, S. D.; MCILROY, W. E.; MAKI, B. E. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. **Brain Res.**, v.877, n.2, p. 401–406, 2000.

PIETTA, B. **Análise da sensibilidade tátil em pontos dolorosos de mulheres portadoras de fibromialgia através do uso do estesiômetro.** 2011. 73f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Bacharel em Fisioterapia, Universidade FEEVALE, Novo Hamburgo, 2011.

PIMENTEL, Maria Inês Fernandes; BORGES, Esther; SARNO, Euzenir Nunes; NERY, José Augusto da Costa; GONÇALVES, Rosângela Rolo. O exame neurológico inicial na hanseníase multibacilar: correlação entre a presença de nervos afetados com incapacidades presentes no diagnóstico e com a ocorrência de neurites francas. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, v.78, n.5, p. 561-568, 2003.

PISANI, G. Functional anatomy of the foot: A cybernetic model. **Eur. J. Foot Ankle Surg.**, v.1, n.1, p. 1-6, 1994.

POLACEK, P. **Receptors of the joints. Their structure, variability and classification.** 1^a ed. Hradec Karalove: Lékarská Fakulta J. E. Purkyne Universita. Acta Facultatis medicae Universitatis brunensis, v.23, 1966. p. 107.

PONTES, Ana Rosa Botelho; ALMEIDA, Maria das Graças Carvalho; XAVIER, Marília Brasil; QUARESMA, Juarez Antonio Simões; YASSUI, Edna Aoba. Detecção do DNA de *Mycobacterium leprae* em secreção nasal. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v.61(esp), p. 734-737, 2008.

PURVES, D.; AUGUSTINE, G. J.; FITZPATRICK, D.; KATZ, L. C.; LAMANTIA, A. S.; MCNAMARA, J. O.; WILLIAMS, S. M. **Neurociências.** Porto Alegre: Art Med, 2005.

RACHED, Thania Loiola Cordeiro Abi. **Baropodometria na hanseníase e sua relação com a alteração de sensibilidade.** 2010, 79 f. (Dissertação) - Mestrado em Bioengenharia. Escola de Engenharia de São Carlos. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

RAJU, Renuka; SUNEETHA, Sujai; JADHAV, Rupendra S; CHADUVULA, MeherVani; ATKINSON, Sara; JAIN, Suman; VISSER, Leo H; DAS, Loretta; PANHALKAR, Ravindra; SHINDE, Vidyagouri; REDDY, Parphananda P; BARKATAKI, Pramila; LOCKWOOD, Diana NJ; VAN BRAKEL, Wim H; SUNEETHA, Lavanya M. Serological responses to prednisolone treatment in leprosy reactions: study of TNF- α , antibodies to phenolic glycolipid-1, lipoarabinomanan, ceramide and S100-B. **Lipids in Health and Disease**, v.13, n.119. p. 1-7, 2014.

RAMBUKKANA, A. Molecular basis for the peripheral nerve predilection of *Mycobacterium leprae*. **Current Opinion in Microbiology**, Amsterdam, v.4, n.1, p. 21-27, 2001.

RAMBUKKANA, A. Molecular basis of the interaction of *Mycobacterium leprae* with peripheral nerve: implications for therapeutic strategies. **Lepr Rev.**, v.71, Suppl: S168-9. 2000.

RAMBUKKANA, A.; ZANAZZI, G.; TAPINOS, N.; SALZER, J. L. Contact-dependent demyelination of *Mycobacterium leprae* in the absence of immune cells. **Science**, Washington, v.296, n.5569, p. 927-931, 2002.

RAMBUKKANA, A.; YAMADA, H.; ZANAZZI, G.; MATHUS, T.; SALZER, J. L.; YURCHENCO, P. D.; CAMPBELL, K. P.; FISCHETTI, V. A. Role of α -Dystroglycan as a Schwann Cell Receptor for *Mycobacterium leprae*. **Science**, v. 282, n.5396. p. 2076-2079, 1998.

RAMOS, J. M. H; SOUTO, F. J. D. Incapacidade pós-tratamento em pacientes hansenianos em Várzea Grande, Estado de Mato Grosso. **Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical**, Uberaba, v.43, n.3, p. 293-297, mai./jun. 2010.

RANGEL, Emanuel. **Evolução da sensibilidade nas lesões cutâneas de hanseníase "borderline" tuberculóide**. 2009. 97 f. (Dissertação) - Mestrado em Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

RATH, Santosh; SCHREUDERS, Ton A. R.; STAM, Henk J.; HOVIUS, Steven E. R.; SELLES, Ruud W. Early Active Motion versus Immobilization after Tendon Transfer for Foot Drop Deformity: A Randomized Clinical Trial. **Clin Orthop Relat Res.**, v.468, n.9, p. 2477–2484. 2010.

RAUBER, A. Uber die Vater'schen Korper der Gelenkkapseln. **Zentralbl. Med. Wissenschaft**, v.12, p. 305-306, 1874.

REA, T. H.; MODLIN, R. L. Leprosy. In: FTZPATRICK, T. B.; EISEN, A. Z.; WOLFF, K.; FREEDBERG, I. L.; AUSTEN, K. F. (eds). **Dermatology in general medicine**, 7th, v.2. New York:McGraw-Hill, 2005. p. 1786-1796.

RIBEIRO, A. P.; TROMBINI-SOUZA, F.; IUNES, D. H.; MONTE-RASO, V. V. Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotopodoscopia. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.10, n.4, p. 435-439, 2006.

RIBEIRO, Gabriela de Cássia. **Fatores relacionados à prevalência de incapacidades físicas em Hanseníase na microrregião de Diamantina, Minas Gerais**. 2012. 121 f. (Dissertação) – Mestrado em Enfermagem. Escola de Enfermagem. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

RIBEIRO JÚNIOR, Atvaldo Fernandes; VIEIRA, Maria Aparecida; CALDEIRA, Antônio Prates. Perfil epidemiológico da hanseníase em uma cidade endêmica no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Clínica Médica**. São Paulo, v.10, n.4, p. 272-277, 2012.

RIDLEY, D. S. Histological classification and the immunological spectrum of leprosy. **Bull. World Health Organ**, v.51, p. 451-465, 1974.

RIDLEY, D. S.; JOPLING, W. H. Classification of leprosy according to immunity: a five-group system. **Int J Lepr Other Mycobact Dis**, v.34, n.3, p. 255–273, 1966.

ROBERTSON, D. G.; WINTER, D. A. Mechanical energy generation, absorption and transfer amongst segments during walking. **J Biomech**, v.13, n.10, p. 845-854, 1980.

RODRIGUES JÚNIOR, Ismael Alves; SILVA, Isabel Cristina Costa; GRESTA, Leticia Trivellato; LYON, Sandra; VILLARROEL, Manoel de Figueiredo; ARANTES, Rosa Maria Esteves. Degree of skin denervation and its correlation to objective thermal sensory test in leprosy patients. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v.6, n.12, p. 1-8, 2012.

ROSS, H. E.; MURRAY, D. J. E. **H. Weber on the tactile senses**, 2. ed. Erlbaum: Taylor and Francis, Hove, 1996.

RUFFINI, A. Sur un nouvel organe nerveux terminal et sur la présence des corpuscules Golgi-Mazzoni dans le conjonctif sous-cutané de la pulpe des doigts de l'homme. **Arch Ital Biol.**, v.21, p. 249–265, 1894.

RUSKELL, G. L. The fine structure of human extraocular muscle spindles and their potential proprioceptive capacity. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v.167, p. 199-214, 1989.

SAMPAIO, S. A. P. P.; RIVITTI, E. A. **Dermatologia**. 3. ed., São Paulo: Artes Medicas, 2007. 1585 p.

SANTINI, M.; IBATA, Y.; PAPPAS, J. The fine structure of the sympathetic axons within the Pacinian corpuscle. **Brain Research**, New York, v.33, n.2, p. 279-287, 1971.

SANTOS, A. A.; BERTATO, F. T.; MONTEBELO, M. I. L.; GUIRRO, E. C. O. Efeito do treinamento proprioceptivo em mulheres diabéticas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.12, n.3, p. 183-187, mai./jun., 2008.

SANTOS, Ana Paula de Torres; ALMEIDA, Gláucia Gomes; MARTINEZ, Cláudia Jaqueline; REZENDE, Cátia. Imunopatologia da Hanseníase: Aspectos Clínicos e Laboratoriais. **NewsLab**, , v.73, p. 142-156, 2005.

SATO, M. Response of Pacinian corpuscles to sinusoidal vibration. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.159, n.3, p. 391-409, [PubMed: 14497425], 1961.

SCHLICKMAN, Elis Edielia Delani; GUERINO, Marcelo Renato. Relação entre o número de casos de hanseníase e o número de unidades básicas na cidade de Primavera do Leste-MT, Brasil. **J. Health Sci. Inst.**, v.30, n.2, p. 150-155. 2012.

SCHOLZ, J. P.; CAMPBELL, S. K. Muscle Spindles and the Regulation of Movement. **Phys Ther.**, v.60, n.11, p. 1416-1424, 1980.

SCOLLARD, D. M.; ADAMS, L. B.; GILLIS, T. P.; KRAHENBUHL, J. L.; TRUMAN, R. W.; WILLIAMS, D. L. The continuing challenges of leprosy. **Clinical Microbiology Review**, v.19, n.2, p. 338-381, 2006.

SCOLLARD, M. D. Classification of leprosy: a full color spectrum, or black and white? **International Journal Leprosy Other Mycobacterial Disease**, v.72, n.2, p. 166-168, 2004.

SCOLLARD, David M. The biology of nerve injury in leprosy. **Lepr Rev.**, v.79, n.3, p. 242-253, 2008.

SELVARAJ, G.; PRABAKAR, N; MULIYIL, J; MARTIN, G. Incidence of disabilities among multi-bacillary cases after initiation of multidrug therapy and factors associated with the risk of developing disabilities. **Indian Journal Leprosy**, Tajganj, v.70(suppl), p. 11-16, 1998.

SHAH, R. K. Tibialis posterior transfer by interosseous route for the correction of foot drop in leprosy. **International Orthopaedics (SICOT)**, v.33, n.6, p. 1637-1640, 2009.

SHARMA, P.; KAR, H. K.; BENNA, K. R.; NARAYAN, R. Disabilities in multibacillary leprosy patients: before, during and after multidrug therapy. **Indian Journal Leprosy**, Tajganj, v.68, n.2, p. 127-136, 1996.

SHERMAN, D. L.; FABRIZI, C.; GILLESPIE, C. S.; BROPHY, P. J. Specific disruption of a schwann cell dystrophin-related protein complex in a demyelinating neuropathy. **Neuron.**, v.30, n.3, p.677-687. Jun, 2001.

SHERRINTON, C. S. **The Integrative Action of the Nervous System.** New Haven: Yale University Press. London, 1906.

SHETTY, V. P.; MISTRY, N. F.; ANTIA, N. H. Current understanding of leprosy as a peripheral nerve disorder: significance of involvement of peripheral nerve in leprosy. **Indian Journal Leprosy**, Tajganj, v.72, n.3, p. 339-350, 2000.

SHETTY, V. P.; ANTIA, N. H. Pathology of nerve damage in leprosy. In: ANTIA, N. H.; SHETTY, V. P. **The peripheral nerve in leprosy and other neuropathies**, 1st ed., Oxford University Press, Delhi, p. 138. 1997.

SILVA, C.; AROCA, J. P. **Intervenção fisioterapêutica em paciente portador de hanseníase.** II Seminário de Fisioterapia da UNIAMERICA: Iniciação Científica. Foz do Iguaçu-PR, 2008.

SILVA NETO, Ângelo; DECHECHI, Clodoaldo José. Efeito de treinamento de resistência anaeróbica específico para atletas de jiu-jitsu quanto à força de preensão manual e potência muscular. **Revista Hórus**, v.4, n.2, p. 188-207, out-dez, 2010.

SJÖLANDER, P; JOHANSSON, H.; SOJKA, P.; REHNHOLM, A. Sensory nerve endings in the cat cruciate ligaments: a morphological investigation. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v.102, n.1, p. 33-38, 1989.

SKACEL, M.; ANTUNES, S. L. G.; RODRIGUES, M. M. J.; NERY, J. A. C.; VALENTIM, V. C.; SARNO, E. N. The diagnosis of leprosy among patients with symptoms of peripheral neuropathy without cutaneous lesions. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, São Paulo, v.58, n.3B, p. 800-807, 2000.

SLIM, Frederik J.; KEUKENKAMP, Renske; VAN SCHIE, Carine H.; FABER, William R.; NOLLET, Frans. Foot impairments and limitations in walking activities in people affected by leprosy. **J Rehabil Med**, v.43, p. 32-38, 2011.

SOARES, D. Tibialis posterior transfer for the correction of foot drop in leprosy. Long-term outcome. **J Bone Joint Surg Br.**, v.78, n.1, p. 61-2. 1996.

SOBRINHO, Reinaldo Antônio da Silva; MATHIAS, Thais Aidar de Freitas; GOMES, Eunice Alves; LINCOLN, Patrícia Barbosa. Avaliação do grau de incapacidade em hanseníase: uma estratégia para sensibilização e capacitação da equipe de enfermagem. **Rev Latino-am Enfermagem**, v.15, n.6, p. 1-7, 2007.

SOUSA, Adriana Alves; OLIVEIRA; Francisca Jacinta Feitoza; JESUS COSTA, Ana Cristina Pereira; NETO, Marcelino Santos; CAVALCANTE, OLIVEIRA, Erliene Feitosa; FERREIRA, Adriana Gomes Nogueira. Adesão ao tratamento da hanseníase por pacientes acompanhados em unidades básicas de saúde de Imperatriz-MA. **SANARE**, Sobral, v.12, n.1, p. 06-12, jan./jun. 2013.

SPASSOVA, I. Ultrastructure of Krause end-bulbs in the nasal skin of the cat. **Acta anatomica**, v.84, n.2, p. 224-236, 1973.

SPASSOVA, I. Ultrastructure of the simple encapsulated nerve endings (simple end-bulbs of Krause) in the tongue of the cat. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v.118, n.1, p. 1-9, 1974.

SPENCER, P. S.; SCHAUMBURG, H. H. An ultrastructural study of the inner core of the Pacinian corpuscle. **J Neurocytol**, v.2, p. 217–235, [PubMed: 4775768], 1973.

SPIERINGS, Eric; DE BOER, Tjitske; ZULIANELLO, Laurence; OTTENHOFF, Tom H. M. Novel mechanisms in the immunopathogenesis of leprosy nerve damage: the role of Schwann cells, T cells and *Mycobacterium Leprae*. **Immunology and Cell Biology**, v.78, n.4, p. 349-355, 2000.

STAHELI, L. T.; CHEW, D. E.; CORBETT, M. The longitudinal arch. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v.69, n.3, março. p. 426-428, 1987.

STOLWIJK, N. M., DUYSSENS, J., LOUWERENS, J. W. K., AND KEIJSERS, N. L. W. Plantar pressure changes after long distance walking. **Medicine and Science in Sports and Exercise**., v.42, n.12, p. 2264-2272, dezembro. 2010.

SUNEETHA, Lavanya M.; SINGH, Surya S.; VANI, Meher; VARDHINI, Deena; SCOLLARD, David; ARCHELOS, Juan J.; SRINIVASULU, M.; SUNEETHA, Sujai. *Mycobacterium leprae* binds to a major human peripheral nerve glycoprotein Myelin P Zero (P₀). **Neurochemical Research**., v.28, n.9, p. 1393-1399, 2003.

TALHARI, S.; NEVES, R. G. **Dermatologia tropical: hanseníase**. Manaus: Tropical, 1997.

TALHARI, S.; NEVES, R. G.; PENNA, G. O.; OLIVEIRA, M. L. V. D. R. **Hanseníase**. 4. ed. Manaus: Dermatologia Tropical, 2006. p. 181-190.

TAM, S. L.; ARCHIBALD, V.; JASSAR, B.; TYREMAN, N.; GORDON, T. Increased neuromuscular activity reduces sprouting in partially denervated muscle. **J. Neurosci.**, v.21, n. 2, p. 654-667, 2001.

TANEDA, M.; POMPEU, J.E. Fisiologia e importância do órgão tendinoso de Golgi no controle motor normal. **Neurociências**, São Paulo, v.14, n.1, p. 037-042, 2006.

TAO, Weijun; LIU, Tao; ZHENG, Rencheng; FENG, Hutian. Gait Analysis Using Wearable Sensors. **Sensors**., v.12, p. 2255-2283, 2012.

TAPINOS, N., OHNISHI, M., RAMBUKKANA, A. ErbB2 receptor tyrosine kinase signaling mediates early demyelination induced by leprosy bacilli. **Nat. Med.**, v.12, n.8, p. 961-966. 2006.

TAYLOR, A. J.; MENZ, H. B.; KEENAN, A. M. Effects of experimentally induced plantar insensitivity on forces and pressures under the foot during normal walking. **Gait Posture**, New York, v.20, n.3, p. 232–237, 2004.

TEIXEIRA, André Costa; CRUVINEL, Danilo Lemos; ROMA, Fábio Rodrigues; LUPPINO, Leandro Ferreira; RESENDE, Luís Henrique Pereira; SOUSA, Theo; BÜHRER- SÉKULA, Samira; GOULART, Isabela Maria Bernardes. Avaliação da concordância entre exames clínicos e laboratoriais no diagnóstico da hanseníase. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.41(supl.2), p. 48-55, 2008.

TORRE, V.; ASHMORE, J. F.; LAMB, T. D.; MENINI, A. Transduction and Adaptation in Sensory Receptor Cells. **The Journal of Neuroscience**, v.75, n.12, p. 7757-7768, 1995.

TREDE FILHO, Renato Guilherme. **Análise eletromiográfica da marcha de idosos com e sem história de quedas recorrentes**. 2008. 58f. (Dissertação) - Mestrado em Ciência da Reabilitação. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TRINDADE, Luciana Cavalcante; ZAMORA, Astrid Rodrigues N.; MENDES, Micheline da Silveira; CAMPOS, Geísa Pereira; AQUINO, Josefa Ângela Pontes; CANTÍDIO, Melina Maia; HEUKELBACH, Jorg. Fatores associados ao abandono do tratamento da hanseníase em João Pessoa, estado da Paraíba. **Caderno de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.17, n.1, p. 51-65. 2009.

VAN BRAKEL, W. H. Detecting peripheral nerve damage in the field our tools in 2000 and beyond. **Indian Journal Leprosy**, Tajganj, v.72, n.1, p. 47-64, 2000a.

VAN BRAKEL, W. H. Peripheral neuropathy in leprosy and its consequences. **Leprosy Review**, London, v.71(suppl..S), p. 146-153, 2000b.

VAN BRAKEL. Wim H.; NICHOLLS, Peter G.; DAS, Loretta; BARKATAKI, Pramila; SUNEETHA, Sujai K.; JADHAV, Rupendra S.; MADDALI, Pranava; LOCKWOOD, Diana N. J.; WILDER-SMITH, Einar; DESIKAN, K. V. The INFIR Cohort Study: Investigating prediction, detection and pathogenesis of neuropathy and reactions in leprosy. Methods and baseline results of a cohort of multibacillary leprosy patients in North India. **Leprosy Review**, London, v.76, p. 14-34, 2005.

VERRECK, F. A. W.; DE BOER, Tjitske; LANGENBERG, Dennis M. L.; HOEVE, Marieke A.; KRAMER, Matthijs; VAISBERG, Elena; KASTELEIN, Robert; KOLK, Arend; WAAL-MALEFYT, René; OTTENHOFF, Tom H. M. Human IL-23-producing type 1 macrophages promote but IL-10 producing type 2 macrophages subvert immunity to (myco)bacteria. **Proc Natl Acad Sci USA**, v.101, n.13, p. 4560-4565, 2004.

VERWORN, M. **Irritability. A physiological analysis of the general effect of stimulin in living substance**. New Haven: Yale University Press. London, 1918.

VISSCHEDIJK, Jan; VAN DE BROEK, Jacques; EGGENS Henk; LEVER, Peter; VAN BEERS, Stella; KLATSER, Paul. Mycobacterium leprae – millennium resistant! Leprosy control on the threshold of a new era. **Tropical Medicine and International Health**, v.5, n.6, p. 388-399, 2000.

WAGNER, R.; MEISSNER, G. Über das vorhandensein bisher unbekanntem eigentümlichen tastkörperchen (corpuscula tactus). **Göttingen Nachr**, n.2, p. 17-30, 1852.

WALSH, D. S.; LANE, J. E.; ABALOS, R. M.; MYINT, K. S. TUNEL and limited immunophenotypic analyses of apoptosis in paucibacillary and multibacillary leprosy lesions. **FEMS Immunol Med Mic**, v.41, n.3, p. 265–269. 2004.

WANG, T. Y.; LIN, S. I. Sensitivity of plantar cutaneous sensation and postural stability. **Clin Biomech (Bristol Avon)**, v.23, n.4, p. 493-499, 2008.

WEIST, R.; EILS, E.; ROSENBAUM, D. The influence of muscle fatigue on electromyogram and plantar pressure patterns as an explanation for the incidence of metatarsal stress fractures. **American Journal of Sports Medicine**, v.32, n.8, p. 1893-1898. 2004.

WINTER, D. A. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement**. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 2004.

WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; FRANK, J. S.; WALT, S. E. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. **Phys Ther**, v.70, n.6, p. 340-347, 1990.

WONG, C. K.; WEIL, R.; BOER, E. Standardizing Foot-Type Classification Using Arch Index Values, **Physiotherapy Canada**, v.64, n.3, p. 280-283, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Technical Report Series N° 221. **Scientific Meeting on Rehabilitation in Leprosy**, Geneva. 1961. 40p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global leprosy situation, 2005**. Weekly Epidemiol Record, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Special Programme for Research and Training for Tropical Disease – TDR – Strategy 2000-2005**, TDR/GEN/SP001/REV1, 2000.

WU, W. L.; CHANG, J. J.; WU, J. H.; GUO, L. Y.; LIN, H. T. EMG and Plantar Pressure Patterns after Prolonged Running. **Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications**, v.19, n.6, p. 383-388. 2007.

ZACHAZEWSKI, J. E.; RILEY, P. O.; KREBS, D. E. Biomechanical analysis of body mass transfer during stair ascent and descent of healthy subjects. **Journal Of Rehabilitation Research And Development**, v.30, n.4, p. 412-22, 1993.

ZELENA, J. The development of Pacinian corpuscles. **Journal of Neurocytology**, v.7, n.1, p. 71-91, 1978.

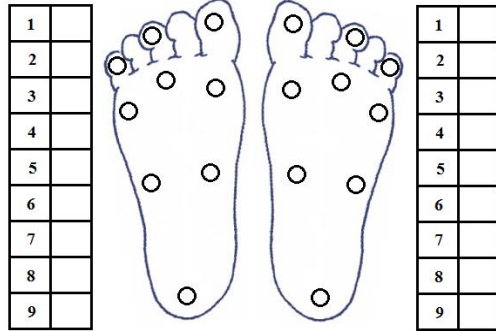
ZIMNY, L. M. Mechanoreceptors in articular tissues. **Journal of Anatomy**, Hoboken, v.182, n.1, p. 163-32, 1988.

APÊNDICE A
FICHA DE AVALIAÇÃO E COLETA DE DADOS

Paciente N°: _____ Data: / / 1ª() 2ª() 3ª()

Grupo: () GESS () GESP () GC

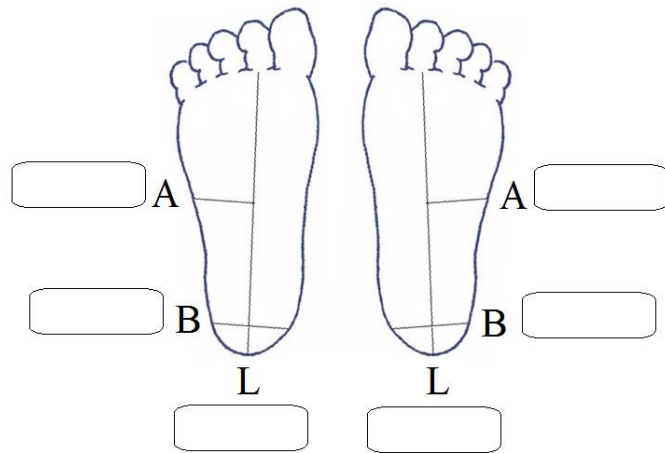
Avaliação Sensorial



Avaliação de Função Muscular

Movimentos	Força Máxima		Força Média	
	D	E	D	E
Dorsoflexão				
Eversão				
Flexão de Artelhos				
Flexão Plantar				

Fotopodoscopia



Índice Plantar (A/B):

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: Efetividade do uso de protocolos de reabilitação sensorial e motora em pacientes hansenianos com dano neural nos pés.

O QUE É ESTA PESQUISA?

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que tem como objetivo principal comparar os resultados de três diferentes tratamentos para cuidar da falta de sensibilidade e da dificuldade para os movimentos dos seus pés.

Caso você permita sua participação para esta pesquisa, será necessário:

1- Passar por uma avaliação inicial aonde você terá os seus pés avaliados quanto a sua sensibilidade, forma e movimentos;

2- Participar de um programa de tratamento voltado para a melhora dos seus pés. Você irá participar de um dos 3 tipos de tratamento que serão testados nesta pesquisa: 1º- tratamento pelo toque com os pés em diferentes texturas (lixa, espuma, feijão e alpiste, por exemplo) e em água fria e água morna, ou; 2º- tratamento realizado por alguns exercícios para o equilíbrio e o movimento dos seus pés (ficar de pé em uma tábua que se move levemente e ficar de pé em uma pequena cama elástica, por exemplo), ou; 3º- tratamento com exercícios comuns, hidratação e lubrificação dos seus pés.

3- Repetir a avaliação que foi realizada no começo da pesquisa sobre a sensibilidade, forma e movimentos dos seus pés.

Os resultados do seu tratamento serão comparados com os de outros pacientes que passarão pelos outros tratamentos e assim os pesquisadores poderão saber qual desses três tratamentos teve o melhor resultado para cuidar dos pés de pacientes com hanseníase.

ATENÇÃO: Inicialmente você irá receber apenas um destes tratamentos. Contudo caso um dos tratamentos que você NÃO realizou apresente melhores resultados para a recuperação de seus pés, é garantido a você o direito de também receber este tipo de tratamento.

O QUE SERÁ FEITO COM AS INFORMAÇÕES QUE SERÃO PESQUISADAS EM VOCÊ?

As informações serão utilizadas somente para esta pesquisa, e serão analisadas junto com as de outros pacientes, não sendo divulgada qualquer informação que possa levar a sua identificação. Após a conclusão do estudo os dados serão utilizados para elaborar uma tese de doutorado e artigos científicos que poderão ser publicados em revistas científicas. Posteriormente os dados serão arquivados de forma sigilosa por 5 anos e ao término do período serão apagados definitivamente.

RISCOS, PREVENÇÃO E BENEFÍCIOS PARA O SUJEITO DA PESQUISA:

Você corre na presente pesquisa o risco de divulgação indevida de seu nome, causando-lhe constrangimento pela exposição de seu diagnóstico. Existe ainda o risco de constrangimento ou abalo psicológico pelo resultado insuficiente, ou fora do normal, de alguns testes realizados (força dos músculos, por exemplo). Por isso você será avaliado individualmente em um local reservado e será tratado com respeito e simpatia. Lembre-se que

os profissionais que trabalham neste Centro de Referência estão habituados a tratar de pacientes com este problema e certamente agirão com ética em relação a você. Também haverá garantia de sigilo quanto ao seu nome e suas respostas.

Um dos procedimentos da avaliação necessita que você fique em pé sobre uma plataforma de vidro. Embora seja bastante improvável, alerta-se sobre o risco de ferimento cortante, conseqüente de eventual quebra deste vidro. Tal risco será anulado pela própria constituição deste material, que se trata de um vidro temperado próprio para suportar pesos acima de 200Kg. Outro procedimento pode necessitar que alguns pêlos de sua perna sejam removidos com barbeador. Para tal procedimento será utilizado um barbeador virgem, que posteriormente será descartado em local apropriado. Em caso de acidentes (ferimento com lâmina) você receberá os devidos cuidados imediatamente.

Se você participar do tratamento que envolve o toque em água morna e água fria, você corre o risco de sentir desconforto ou pelo frio ou pelo calor. Para evitar que isto ocorra, os pesquisadores cuidarão para que se tenha uma temperatura confortável durante o tratamento e que possa proporcionar um estímulo eficiente para melhorar sua sensibilidade. Agora, se você participar do tratamento com exercícios você corre o risco de cair por algum desequilíbrio. Contudo sempre terá alguém ao seu lado para que isso não ocorra. Você também poderá se segurar em um apoio para ter mais segurança.

Entre os prováveis benefícios esperados para você tem-se: a melhora da sensibilidade de seu pé pelo tratamento da pesquisa, diminuindo os riscos de feridas, queimaduras e machucados.

GARANTIAS E INDENIZAÇÕES:

Sua participação neste estudo é voluntária. Você tem a liberdade de se recusar a participar, ou se aceitar, retirar seu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou prejuízo. Você poderá ainda ter todas as informações que quiser antes, durante e depois do estudo.

Você irá participar de um dos 3 tipos de tratamento, mas não se preocupe que se houver um maior benefício em outro grupo, ele também será feito em você no final da pesquisa.

Em caso de dano pessoal, diretamente provocado pelos procedimentos propostos pelo pesquisador, você terá o direito a tratamento médico na instituição, bem como as indenizações legalmente estabelecidas.

Você têm direito a se manter informado a respeito dos resultados parciais da pesquisa para isto, a qualquer momento do estudo o paciente, seus responsáveis e ou familiares terão acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa, para esclarecimento de dúvidas.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS:

Rodrigo Luis Ferreira da Silva. Residência: Rua Humaitá, nº1528, entre Rua Moaçara e Rua Mangabeira, bairro Diamantino, Santarém-PA. Fone (93) 81272576.

CEP UEPA/STM: residência: avenida Plácido de Castro nº 1399 (UEPA/STM), bairro Aparecida, Santarém-PA. Fone (93) 3523 5118.

FINANCIAMENTOS:

Este trabalho será realizado com recursos próprios do autor, não tendo financiamento ou co-participação de nenhuma instituição de pesquisa.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo avaliações e consultas. Também não haverá nenhum pagamento por sua participação.

DECLARAÇÃO

Declaro que compreendi as informações do que li ou que me foram explicadas sobre o trabalho em questão.

Discuti com o pesquisador Rodrigo Luis Ferreira da Silva sobre minha decisão em participar nesse estudo, ficando claros para mim, quais são os propósitos da pesquisa, os procedimentos a serem realizados, os possíveis desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro também que minha participação não será paga, nem terei despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário, inclusive se optar por desistir de participar da pesquisa. Se houverem danos posso legalmente solicitar indenizações.

Concordo voluntariamente em participar desse estudo podendo retirar meu consentimento a qualquer momento, sem necessidade de justificar o motivo da desistência, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

Santarém, _____, de _____ de 201____.

Assinatura da paciente ou de seu representante legal

Testemunha

Testemunha

Rodrigo Luis Ferreira da Silva

ANEXO 1

UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO PARÁ - UEPA / CENTRO DE
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA



PROJETO DE PESQUISA

Título: PROTOCOLOS DE ESTIMULAÇÃO SENSORIAL NA RECUPERAÇÃO DE PACIENTES HANSENIANOS COM DANO NEURAL NOS PÉS

Área Temática:

Área 5. Novos procedimentos ainda não consagrados na literatura.

Versão: 2

CAAE: 02899312.0.1001.5172

Pesquisador: Rodrigo Luis Ferreira da Silva

Instituição: Núcleo de Medicina Tropical-NMT/ Universidade Federal do Pará - UFPA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 104.069

Data da Relatoria: 17/08/2012

Apresentação do Projeto:

Apresenta-se melhor do que as versões anteriores

Objetivo da Pesquisa:

Compatível com a proposta do estudo

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com a resolução 196/96

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

nada a declarar

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

nada a declarar

Recomendações:**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

nada a declarar

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

BELEM, 22 de Setembro de 2012.

Assinado por:
Nara Macedo Botelho

Endereço: Trav. Perebebui, 2623

Bairro: Marco

CEP: 66.087-670

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3276-0829

Fax: (91)3276-8052


E-mail: cep_uepa@hotmail.com

ANEXO 2**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CAMPUS XII - SANTARÉM****DECLARAÇÃO**

Declaro em nome da Universidade do Estado do Pará Campus XII - Santarém, ter conhecimento do Projeto de Pesquisa intitulado **“Eficácia do Uso de Protocolos de Estimulação Sensorial Superficial e Profunda na Recuperação Sensorial e Motora de Pacientes Hansenianos com dano Neural nos Pés”**, de autoria do doutorando em Doenças Tropicais Rodrigo Luis Ferreira da Silva, **pelo Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará** sob a orientação da Prof^a. Marília Brasil Xavier dando-lhe consentimento para realizar o trabalho nesta Instituição através de uma coleta dados na Unidade de Ensino e Assistência do Baixo Amazonas (Setor de arquivo e Ambulatório de Fisioterapia) de acordo com a metodologia e o cronograma preestabelecido pelo projeto.

Estamos também cientes e concordamos com a publicação dos resultados encontrados, sendo obrigatório citar na publicação o nome da UEPA e UEASBA como local de realização do trabalho.

Santarém - PA, 14 DE MAIO DE 2012.


Prof^a. PhD. Rosineide da Silva Bentes
Coordenadora da Universidade do Estado do Pará
Campus XII- Santarém

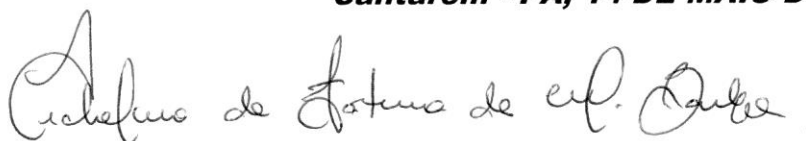
ANEXO 3
UNIDADE DE ENSINO E ASSISTÊNCIA EM SAÚDE DO BAIXO
AMAZONAS/UEASBA

DECLARAÇÃO

Declaro em nome da Unidade de Ensino e Assistência em Saúde do Baixo Amazonas, ter conhecimento do Projeto de Pesquisa intitulado **“Eficácia do Uso de Protocolos de Estimulação Sensorial Superficial e Profunda na Recuperação Sensorial e Motora de Pacientes Hansenianos com dano Neural nos Pés”**, de autoria do doutorando em Doenças Tropicais Rodrigo Luis Ferreira da Silva, **pelo Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará** sob a orientação da Prof^a. Marília Brasil Xavier dando-lhe consentimento para realizar o trabalho nesta Instituição através de uma coleta dados de nosso serviço (Setor de arquivo e Ambulatório de Fisioterapia) de acordo com a metodologia e o cronograma preestabelecido pelo projeto.

Estamos também cientes e concordamos com a publicação dos resultados encontrados, sendo obrigatório citar na publicação o nome da UEPA e UEASBA como local de realização do trabalho.

Santarém - PA, 14 DE MAIO DE 2012.



Prof^a. Msc. Richelma de Fátima de Miranda Barbosa

Diretora de Ensino e Assistência em Saúde do
Baixo Amazonas/UEASBA