

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

BIA RAMALHO DOS SANTOS LIMA

INVESTIGAÇÃO DA SENSIBILIDADE SUPERFICIAL E
SENSAÇÃO REFERIDA EM PARTICIPANTES COM LESÃO E
RECONSTRUÇÃO CIRÚRGICA DO PLEXO BRAQUIAL

Rio de Janeiro
2015

Bia Ramalho dos Santos Lima

**INVESTIGAÇÃO DA SENSIBILIDADE SUPERFICIAL E
SENSAÇÃO REFERIDA EM PARTICIPANTES COM
LESÃO E RECONSTRUÇÃO CIRÚRGICA DO PLEXO
BRAQUIAL**

Volume Único

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia), do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Fisiologia).

Orientadoras: Claudia Domingues Vargas e Fátima Smith Erthal

**Rio de Janeiro
2015**

Ramalho, Bia dos Santos Lima.

Investigação da sensibilidade superficial e sensação referida em participantes com lesão e reconstrução cirúrgica do plexo braquial / Bia Ramalho dos Santos Lima. -- 2015.
108 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Fisiologia) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biofísica
Carlos Chagas Filho, Rio de Janeiro, 2015.

Orientadoras: Claudia Domingues Vargas e Fátima Smith Erthal.

1. Sensibilidade Superficial. 2. Monofilamentos Semmes-Weinstein. 3. Sensação Referida. 4. Lesão de nervo periférico. 5. Plexo braquial – Dissertação. I. Vargas, Claudia Domingues (Orient.). II. Erthal, Fátima Smith (Orient.). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. Pós-graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia). IV. Investigação da sensibilidade superficial e sensação referida em participantes com lesão e reconstrução cirúrgica do plexo braquial.

Bia Ramalho dos Santos Lima

**Investigação da sensibilidade superficial e sensação referida em
participantes com lesão e reconstrução cirúrgica do plexo braquial**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia), do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Fisiologia).

Aprovada em

Claudia Domingues Vargas, Doutora, IBBCF/UFRJ (Orientadora)

Fátima Smith Erthal, Doutora, IBBCF/UFRJ (Orientadora)

João Guedes da Franca, Doutor, IBCCF/UFRJ (Revisor e Suplente interno)

Eliane Volchan, Doutora, IBCCF/UFRJ

Ana Maria Blanco Martinez, Doutor, ICB/UFRJ

Abrahão Fontes Baptista, Doutor, PPgMS/UFBA

Erika de Carvalho Rodrigues, Doutora, UNISUAM (Suplente externo)

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais por tudo de maravilhoso que fizeram e fazem por mim. Por todas as conversas, os sorrisos, os sermões, o carinho, as preocupações, o amor infinito...TUDO! Sinceramente eu tenho a melhor família do mundo! Amor é pouco para descrever o que eu sinto por vocês. S2

Ao Tigo, por estar sempre lindamente comigo. Eu não faço ideia de quem eu serei, o que farei ou onde estarei, mas eu tenho a maravilhosa sensação de que você estará comigo.Obrigada por topar a vida comigo e fazer dela muito mais feliz! :*

Às girls fofuras, cada uma com seu jeitinho e suas infinitas qualidades, todas juntas para completar a minha vida e dar muito mais leveza e graça. Natizinha, Nath, Tati e Juju, me perdoem, mas acho que vocês vão ter que me aturar para sempre (Amém!).

À Amandinha, a mãe-irmã que eu ganhei dos deuses. Obrigada por ser o melhor ouvido do universo, por sempre me colocar para cima, por ser essa grande companheira de todos os dias e por outras milhares de qualidades! DN me presenteou com mais que uma melhor amiga, uma irmã!

Às minhas queridinhas Pri, Rafa e Nê...vocês são grandes tesouros! Minhas grandes conselheiras! Agradeço por saberem sempre o que dizer e por estarem sempre ali para me prestigiar e dar força. Um “viva” ao velho LaNDiC por ter feito os nossos caminhos se cruzarem! \o/

Aos lindos Yurove, Gabizoster e Paulinha, pelos papos mais divertidos e pelas melhores risadas dos últimos tempos. Obrigada por me ensinarem a rir dos problemas! Um segundo “viva” ao lab por trazer vocês para mim! \o/

Às minhas mais novas amigas Malu e Lidi, por esses 2 anos de lab tão divertidos. Foi um grande bônus encontrar pessoas tão queridas como vocês nesta etapa onde tudo era tão novo para mim. Vocês conquistaram um espaço muito querido no meu coração!

À Ju e a Ana Carol...esse projeto não seria nada sem vocês. Obrigada por me ajudarem a lidar com os pacientes e me imergirem nesse mundo da fisio. O ambulatório fica muito mais divertido com vocês!

A todos os amigos do Neuro II, em especial ao Thiago, um ser gente boníssima que me presenteou com momentos de ótimas discussões e ideias, além de muitas risadas. Você faz falta no lab.

À Fátima e a Claudia que, com grande delicadeza, gentileza e inteligência, são mais que orientadoras...pessoas queridas nas quais eu me espelho. Obrigada por acreditarem em mim e por terem me dado oportunidade de aprender com vocês.Sei que não poderia ter escolhido melhor lugar para estar!

Aos apoios financeiros dos órgãos: CAPES, FAPERJ, CNPq, CEPID NEUROMAT/FAPESP.

“Fundamental é mesmo o amor
É impossível ser feliz sozinho”

(Jobim, Tom. “Wave”)

RESUMO

RAMALHO, Bia dos Santos Lima. **Investigação da sensibilidade superficial e sensação referida em participantes com lesão e reconstrução cirúrgica do plexo braquial**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Fisiologia) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

A lesão do plexo braquial (LPB), que compreende as raízes nervosas cervicais C5, C6, C7 e C8 e a torácica T1, é de grande importância social devido a sua incidência entre a população economicamente ativa. Os tratamentos existentes para LPB são fisioterapia e cirurgias de reinervação dos segmentos comprometidos pela lesão. Neste trabalho foi feita aferição dos limiares de sensibilidade tátil e doloroso dos membros superiores de participantes com LPB submetidos ou não à cirurgia de reinervação, utilizando monofilamentos Semmes-Weinstein. Também foram avaliados voluntários saudáveis pareados em idade e sexo. A análise de variância dos dados foi realizada pelo teste de Friedman com o teste de Dunn, em que cada nervo foi comparado ao seu par (ex.: axilar direito vs. axilar esquerdo). Foram definidos 6 pontos de estimulação, denominados pontos de inervação exclusiva (PIE), correspondentes aos 6 nervos e 5 dermatomos (C5-T1) do membro superior para avaliação da sensibilidade. A avaliação do limiar tátil dos voluntários controle e do lado não lesionado dos participantes com LPB possibilitou a definição de um padrão “normal”, ainda não descrito na literatura, sem diferença estatística entre os dimídios ($p > 0,05$). Já para o lado lesionado dos participantes com LPB, houve diferença estatística para os PIE dos nervos axilar e musculocutâneo, em relação ao “normal” ($p < 0,05$). Os limiares de dor dos lados direito e esquerdo dos voluntários saudáveis não diferiram entre si ($p > 0,05$). Os limiares de dor dos participantes com LPB diferiram dos voluntários controle no PIE do nervo ulnar para o lado não lesionado e do radial para o lado lesionado ($p < 0,05$). A intensidade da dor relatada diferiu entre os voluntários saudáveis e o membro superior lesionado dos participantes com LPB no PIE do nervo radial ($p < 0,05$). Durante toda avaliação foram investigadas sensações referidas, detectadas em lugares distintos do estimulado. A ocorrência de sensações referidas do total de sensações para os lados direito e esquerdo dos controles foi semelhante (23% e 23,9%, respectivamente). Para os participantes com LPB, foi menor (15,1%) para o lado não lesionado e maior (36,1%) para o lesionado em relação ao grupo controle. Nos 2 participantes com LPB submetidos à cirurgia de transferência do nervo intercostal para o musculocutâneo, foi feito o mapeamento da sensação referida no gradil costal ipsolateral à LPB. Observou-se também a extensão da reinervação em torno do PIE do musculocutâneo, região estimulada, através da estimulação de

diversos pontos em torno do mesmo. A criação de protocolos de avaliação sensorial como este, capazes de avaliar todo membro superior de forma sistemática e eficiente se mostra de grande importância para avaliação de participantes no contexto de lesão dos membros superiores.

Palavras-chave: Sensibilidade Superficial; Monofilamentos Semmes-Weinstein; Sensação Referida; Lesão de nervo periférico; Plexo braquial.

ABSTRACT

RAMALHO, Bia dos Santos Lima. **Investigação da sensibilidade superficial e sensação referida em participantes com lesão e reconstrução cirúrgica do plexo braquial**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Fisiologia) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

The brachial plexus injury (BPI), which includes the cervical C5, C6, C7 and C8 and the thoracic T1 nerve roots, is of great social importance due to its incidence among the economically active population. The current treatments for BPI are physiotherapy and nerve surgery of the damaged nerves. In this work, BPI subjects that were submitted or not to nerve surgery were subjected to sensory evaluation using Semmes-Weinstein monofilaments to define tactile and painful thresholds. Control subjects were matched in age and sex with the BPI subjects. Since most data were nonparametric, medians, maximum and minimum ranges were reported. The data analysis of variance was performed using the Friedman test with Dunn's test, comparing each nerve to its contralateral counterpart (ex .: right axillary vs. left axillary). Six stimulation points, called points of exclusive innervation (PEI), corresponding to the six nerves and five dermatomes (C5-T1) of the upper limb were selected to perform the sensory test. The tactile threshold assessment of both sides in control subjects and of the BPI subject's uninjured side allowed the establishment of a "normal" pattern, not described in the literature, with no statistical difference between the hemibodies in controls ($p > 0.05$). The tactile threshold of the axillary and musculocutaneous nerves points of the BPI subjects differed, in the lesioned side, from normality ($p < 0.05$). In control subjects pain thresholds of right and left sides did not differ ($p > 0.05$). In BPI subjects, pain thresholds differed from controls in the ulnar nerve point of the uninjured side and in the radial nerve point of the injured side ($p < 0.05$). The pain intensity differed in the radial nerve point when the injured arm of BPI subjects are compared with controls ($p < 0.05$). Referred sensations were investigated throughout the assessment. The incidence of referred sensations with respect to all sensations of the control's right and left sides was similar (23% and 23.9%). For the BPI subjects, it was lower (15.1%) for the uninjured side and larger (36.1%) for the injured side as compared with controls. The injured side was the only one in which the stimulation of all six nerve points evoked

referred sensations. In two BPI subjects who underwent intercostal to musculocutaneous nerve transfer, a referred sensation map was made in the rib cage ipsilateral to the BPI. We also observed the extent of reinnervation around the musculocutaneous nerve point by stimulating different points around this site. The creation of sensory assessment protocols such as the one described herein, allowed systematic and efficient assess of the whole brachial plexus sensory function, is of great importance for patients' assessment in the context of lesions of the upper limb.

Keywords: Superficial Sensation; Semmes-Weinstein Monofilaments; Referred Sensation; Peripheral nerve injury; Brachial plexus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Anatomia do Plexo Braquial.....	1
Figura 2. Mecanismos mais comuns de lesão do plexo braquial em adultos (A - H) e obstétrica (I).....	3
Figura 3. Representação esquemática dos diferentes tipos de lesão de nervos.....	5
Figura 4. Cirurgia de transferência Oberlin	8
Figura 5. Cirurgia de transferência de ramos do nervo intercostal (ramos 3 e 4) para ligação ao nervo musculocutâneo.....	9
Figura 6. Monofilamentos Semmes- Weinstein e sua aplicação	18
Figura 7. Relação entre o número do filamento e a sensibilidade	21
Figura 8. Imagens com os PIEs aferidos pela avaliação sensorial com sua descrição anatômica	22
Figura 9. Posicionamento do participante durante a avaliação, com o biombo ocluindo da visão do voluntário o braço a ser avaliado.	23
Figura 10. Figura com as subdivisões dos dermatômos do membro superior pintados com cores diferentes para facilitar a identificação pelos participantes das áreas estimuladas pelos monofilamentos	25
Figura 11. Escala Visual Analógica da Dor	26
Figura 12. Imagem do membro superior esquerdo com grade de pontos (~1x1cm) na região autônoma do nervo musculocutâneo para avaliação da sensação referida após transferência do nervo intercostal para o mesmo	28
Figura 13. Limiar tátil por nervo dos membros superiores direito e esquerdo dos voluntários controle	33
Figura 14. Representação da mediana dos limiares para os diferentes PIEs avaliados dos lados direito e esquerdo dos voluntários controle	34
Figura 15. Porcentagem das sensações evocadas no limiar tátil para os lados direito (B) e esquerdo (A) dos voluntários controle em relação ao total de sensações	35
Figura 16. Imagens com os PIEs aferidos pela avaliação sensorial com sua descrição anatômica	36
Figura 17. Limiar tátil por nervo do membro superior não lesionado dos participantes com LPB.....	37

Figura 18. Representação da mediana dos limiares para os diferentes nervos do lado não lesionado dos participantes com LPB.....	38
Figura 19. Limiar tátil por nervo do membro superior lesionado dos participantes com LPB.....	39
Figura 20. Representação das medianas dos limiares para os diferentes nervos do lado lesionado dos participantes com LPB	40
Figura 21. Comparação entre os limiares de cada participante com LPB (barras coloridas) para cada nervo e a média das medianas dos lados direito e esquerdo dos voluntários saudáveis do lado não lesionado (barra preta)	42
Figura 22. Porcentagem das sensações evocadas no limiar tátil para os lados não lesionado (A) e lesionado (B) dos participantes com LPB do total de sensações para cada lado.....	43
Figura 23. Número absoluto da ocorrência de cada tipo de sensação evocada no limiar tátil para os lados lesionado (L) e não lesionado (NL) dos participantes com LPB	44
Figura 24. Limiar de dor por nervo dos membros superiores direito e esquerdo dos voluntários controle.....	46
Figura 25. Representação da mediana dos limiares para os diferentes nervos dos lados direito (A) e esquerdo (B) dos voluntários controle..	47
Figura 26. Porcentagem das sensações evocadas no limiar de dor para os lados direito (A) e esquerdo (B) dos voluntários controle do total de sensações evocadas para cada lado.....	48
Figura 27. Número absoluto da ocorrência de cada tipo de sensação evocada no limiar de dor para os lados direito (D) e esquerdo (E) dos voluntários controle	49
Figura 28. Medianas (máx-mín) dos valores de intensidade da dor provocados no teste de aferição do limiar de dor, seguindo os valores da Escala Analógica e Visual de Dor, para os voluntários controle	50
Figura 29. Limiar de dor por nervo dos membros superiores não lesionado e lesionado dos participantes com LPB	52
Figura 30. Representação das medianas dos limiares para os diferentes nervos dos lados não lesionado (A) e lesionado (B) dos participantes com LPB	53
Figura 31. Porcentagem das sensações evocadas no limiar de dor para os lados não lesionado (A) e lesionado (B) dos participantes com LPB do total de sensações evocadas para cada lado	54
Figura 32. Número absoluto da ocorrência de cada tipo de sensação evocada no limiar de dor para os lados não lesionado (NL) e lesionado (L) dos participantes com LPB	55

Figura 33. Medianas (máx-mín) dos valores de intensidade da dor provocados no teste de aferição do limiar de dor, seguindo os valores da Escala Analógica e Visual de Dor, para os participantes com LPB.....	56
Figura 34. Quantificação da ocorrência de sensações referidas durante a aferição do limiar para todos os grupos (controle e participantes com LPB) para cada membro superior	58
Figura 35. Porcentagem dos tipos de sensações referidas do total das sensações referidas evocadas nos lados direito (A) e esquerdo (C) dos voluntários controle e não lesionado (B) e lesionado (D) dos participantes com LPB	59
Figura 36. Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado direito dos voluntários controle	60
Figura 37. Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado esquerdo dos voluntários saudáveis	61
Figura 38. Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado não lesionado dos participantes com LPB.....	62
Figura 39. Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado lesionado dos participantes com LPB.....	63
Figura 40. Participante com LPB 3, submetido a cirurgia de transferência nervosa do Intercostal para Musculocutâneo	66
Figura 41. Participante com LPB 4, submetido a cirurgia de transferência nervosa do Intercostal para Musculocutâneo	68
Figura 42. Representação dos territórios aproximados dos nervos que suprem os membros superiores	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo do tipo de função motora das diferentes raízes que compõem o plexo braquial	2
Tabela 2. Resumo das inervações sensoriais do plexo braquial	2
Tabela 3. Tabela com a força (g) e o log da força necessários para dobrar o filamento em “C” segundo o fabricante e após calibração em balança de precisão antes e ao final de todas as avaliações	20
Tabela 4. Tabela com os dados pessoais, de lesão e cirurgia dos participantes com LPB.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

LPB	lesão do plexo braquial
PIE	ponto de inervação exclusiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Plexo braquial: anatomia e lesão	1
1.2. Cirurgia de reparo do plexo braquial	6
1.2.1. Histórico das cirurgias	6
1.2.2. Transferências nervosas	7
1.2.3. Cirurgias de reinervação sensorial	10
1.3. Métodos de avaliação da sensibilidade.....	12
2. JUSTIFICATIVA	15
3. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS	16
3.1. Objetivo geral.....	16
3.2. Objetivos específicos	16
4. MÉTODOS	17
4.1. Participantes	17
4.1.1. Critérios de inclusão	17
4.1.2. Critérios de exclusão	17
4.2. Avaliação sensorial	18
4.2.1. Avaliação da sensibilidade tátil	19
4.2.2. Avaliação da sensibilidade dolorosa	25
4.2.3. Avaliação da sensação referida em participantes com LPB submetidos à cirurgia de transferência de nervo intercostal para musculocutâneo	27
5. RESULTADOS	30
5.1. Caracterização da amostra	30
5.2. Avaliação da sensibilidade tátil	32
5.2.1. Grupo controle	32
5.2.2. Participantes com LPB	36
5.3. Avaliação da sensibilidade dolorosa	44
5.3.1. Grupo controle	44
5.3.2. Participantes com LPB	50

5.4. Avaliação da sensação referida	57
5.5. Avaliação da Sensação Referida após transferência do nervo Intercostal para Musculocutâneo	63
5.5.1. Participante com LPB 3.....	64
5.5.2. Participante com LPB 4	67
6. DISCUSSÃO	70
7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	78
8. CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXO 1	89
ANEXO 2	91
ANEXO 3	94

1. Introdução

1.1. Plexo Braquial: Anatomia e Lesão

O plexo braquial é formado pelos nervos das raízes cervicais C5, C6, C7, C8 e T1. Ele é responsável pela inervação sensitiva, motora e autonômica do membro superior. Em alguns casos as raízes C4 e T2 também podem fazer parte do plexo, sendo chamado de pré-fixado, quando C4 é incluído, e pós-fixado, quando T2 é incluído no plexo (TUNG; MACKINNON, 2003). O plexo braquial parte das raízes (C5-T1) da coluna espinal e sofre diferentes reajandamentos que vão formar os troncos, fascículos e, por fim, os nervos terminais do plexo braquial (LARA; DOLZ; RODRÍGUEZ-BAEZA, 2001; CARMO, 1996) (Fig. 1). Os nervos do plexo braquial podem ser chamados de nervos mistos, ou seja, nervos que contêm neurônios sensitivos e motores, já que são formados pela união das raízes dorsal e ventral espinais (FENEIS; DAUBER, 2000).

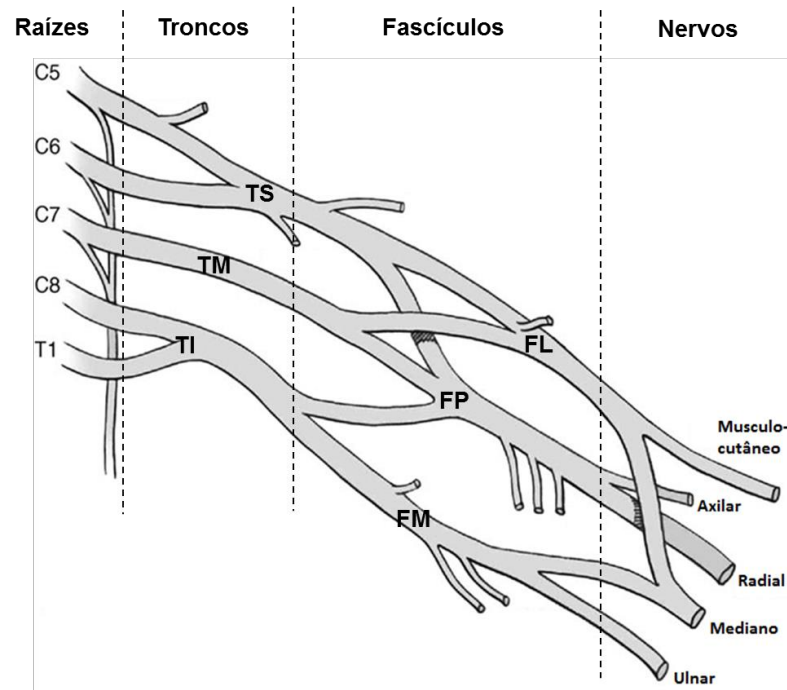


Figura 1- Anatomia do Plexo Braquial. Representação das raízes nervosas (C5-T1), troncos (TS - Tronco superior; TM - Tronco Médio; TI - Tronco Inferior), fascículos (FL - Fascículo Lateral; FP- Fascículo Posterior; FM - Fascículo Medial) e nervos terminais (Musculocutâneo, Axilar, Radial, Mediano e Ulnar). Imagem adaptada da internet.

O tronco superior (TS) é formado pelas raízes C5 e C6, o tronco médio (TM) pela raiz C7 e o tronco inferior (TI) pelas raízes C8 e T1. Os diferentes troncos são responsáveis pela inervação sensitiva e motora de diferentes partes do membro superior (tabelas 1 e tabela 2). O tronco superior é responsável pela inervação cutânea e motora de regiões proximais, como

ombro e braço, e o tronco inferior responsável pela inervação de regiões distais, principalmente dos músculos e pele sobre a mão (THATTE; BABHULKAR; HIREMATH, 2013).

Tabela 1 - Resumo do tipo de função motora das diferentes raízes que compõem o plexo braquial. Adaptado de Thatte, Babhulkar e Hiremath, 2013.

Raiz	Funções
C5 e C6	Abdução de ombro e flexão de cotovelo
C7	Tríceps e extensor do punho
C8 e T1	Função da mão
C5 a T1	Todo o membro superior

Tabela 2 - Resumo das inervações sensoriais do plexo braquial. Adaptado de Thatte, Babhulkar e Hiremath, 2013.

Raiz	Áreas sensoriais principais
C5	Pele sobre o deltoide
C6	Polegar e dedo indicador
C7	Dedo médio
C8	Dois dedos inervados pelo nervo ulnar, mas particularmente o dedo mínimo
T1	Região medial do antebraço

Dada sua importância funcional, o plexo braquial merece grande atenção, em particular, porque suas relações anatômicas com estruturas ósseas, articulares e musculares de pescoço e ombro o tornam altamente suscetível a lesões. Estas podem ser causadas tanto por traumatismos de baixo impacto, como estiramentos de ombro e pescoço, que é onde se inserem as lesões obstétricas (que ocorrem no parto), quanto de maior impacto, como os acidentes motociclísticos (FLORES, 2006; COENE, 1993; CARMO, 1996) (Fig. 2). Outros

mecanismos de lesão são por perfuração de projéteis ou objetos cortantes, por mecanismos de compressão, como formações tumorais, etc.

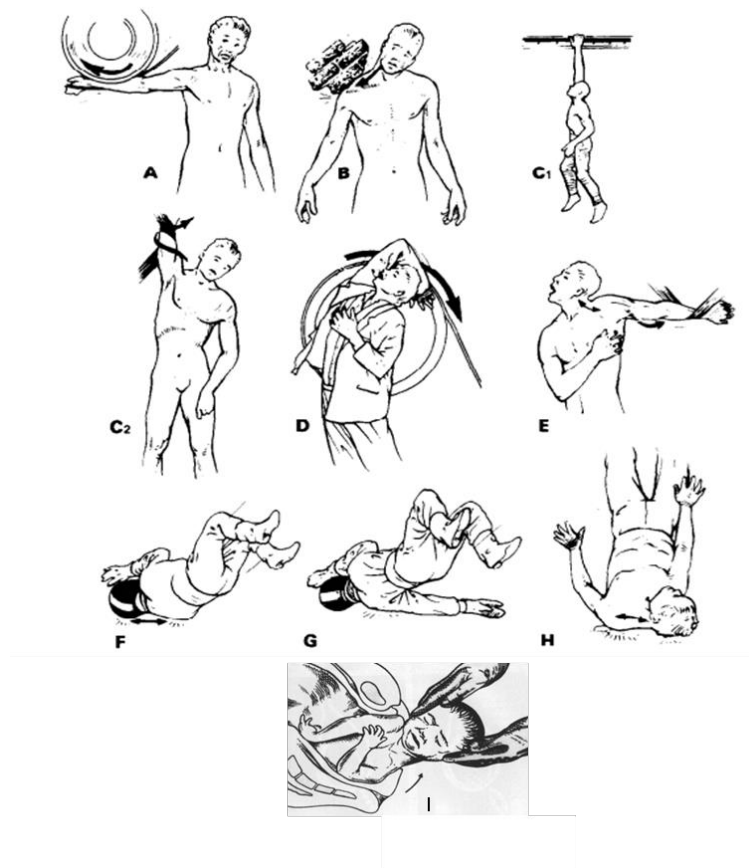


Figura 2 - Mecanismos mais comuns de lesão do plexo braquial em adultos (A - H) e obstétrica (I). Adaptado de COENE, 1993.

As LPB tem incidência de aproximadamente 20% (MUMENTHALER, 1969) dentre as lesões de nervo periférico, 70% dos casos de LPB se devem a lesões traumáticas, sendo a tração de pescoço e ombro o principal mecanismo de lesão (MUMENTHALER, 1969; NARAKAS, 1985). Estudo em população brasileira mostrou que 60% dos casos de LPB ocorreram devido a traumas, e desses, 85% deveram-se a acidentes motociclísticos e 15% por acidentes automobilísticos (PRETTO, 2006). Na idade adulta, as LPB atingem majoritariamente a população economicamente ativa – indivíduos do sexo masculino (85%), com idade inferior ou igual a 30 anos (57%), envolvidos em acidentes motociclísticos – com grandes implicações sociais e econômicas (FLORES, 2006; MELLO Jr. et al., 2012). A maioria das lesões envolve todo o plexo braquial (C5-T1), 20% a 25% acometem de C5 a C7

e até 35% dos acidentes têm padrões isolados de C8 e de T1 (MORAN; STEINMANN; SHIN, 2005).

De acordo com o Waiselfisz (2013), a frota de motocicletas vem aumentando exponencialmente desde a virada do século. Os índices de mortes de motociclistas ultrapassa o de pedestres e de mortes por acidentes de automóveis, tendo maior incidência em torno dos 20 anos de idade. De 1996 para 2012 houve um trágico crescimento de 1041% no número de mortes por acidentes de moto (WAISELFISZ, 2014). Ademais, é previsto que em 2024 a frota de motocicletas ultrapasse a de automóveis, aumentando assim o número de acidentes de trânsito desta categoria e a incidência de LPB.

A primeira descrição da tração como sendo causa da LPB foi feita em 1827 por Flaubert. Ele observou em autópsias que a redução violenta de uma luxação de ombro resultou no arrancamento dos nervos da raiz dorsal. Alguns anos depois (1899) Horsley provou que a teoria de Flaubert estava correta. Em seus experimentos, Horsley promovia trações do plexo braquial em cadáveres que eram suspensos até o teto pelo ombro e cabeça, acarretando a avulsão das raízes cervicais (FLAUBERT, 1827; HORSLEY, 1899 apud COENE, 1993).

As LPB podem ser classificadas como pré-ganglionares (avulsão de raiz) ou pós-ganglionares. Nas pré-ganglionares, as fibras nervosas são seccionadas na raiz medular. Quando o arrancamento ocorre apenas nas raízes anteriores, os potenciais de ação nervosos sensitivos são preservados; a lesão que ocorre nos cornos anterior e posterior impede a passagem de informação tanto sensitiva quanto motora. As lesões chamadas pós-ganglionares ocorrem nos nervos espinais que emergem do forame da coluna. Neste caso, já que tanto células nervosas motoras quanto sensitivas são lesadas, ocorre anormalidade tanto na condução de sinal eferente (motor) quanto aferente (sensitivo). Lesões pré-ganglionares essencialmente sinalizam a perda permanente da raiz acometida e dos axônios que passam por ela. Lesões pós-ganglionares são passíveis de reparação do próprio plexo, uma vez que elas representam axônios distais ao corpo celular, os quais podem se regenerar (TUNG; MACKINNON, 2003; MORAN; STEINMANN; SHIN, 2005). Alternativamente, há a transferência de nervos do plexo braquial contralateral ou nervos extraplexuais, como descrito adiante.

Outro tipo de classificação das LPB diz respeito ao mecanismos de lesão, que podem ser por avulsão de nervo, ruptura de nervo, formação de neuroma e neuropraxia (Fig. 3). A

avulsão é o tipo mais grave, e é caracterizada pelo arrancamento do nervo das suas raízes na coluna vertebral; a ruptura, assim como na avulsão, também é caracterizada pelo rompimento do nervo, porém este não ocorre em sua raiz de fixação. O neuroma é um acúmulo de tecido nervoso que cresce de forma desordenada em torno do local da lesão durante a regeneração do nervo. Esse tecido pressiona o nervo danificado, dificultando a passagem de sinais elétricos do membro superior. A neuropraxia é o estiramento e danificação do nervo, porém, sem haver o seu rompimento (TUNG; MACKINNON, 2003; THATTE; BABHULKAR; HIREMATH, 2013; MORAN; STEINMANN; SHIN, 2005; COENE, 1993; CINCINNATI CHILDREN'S, 2012).

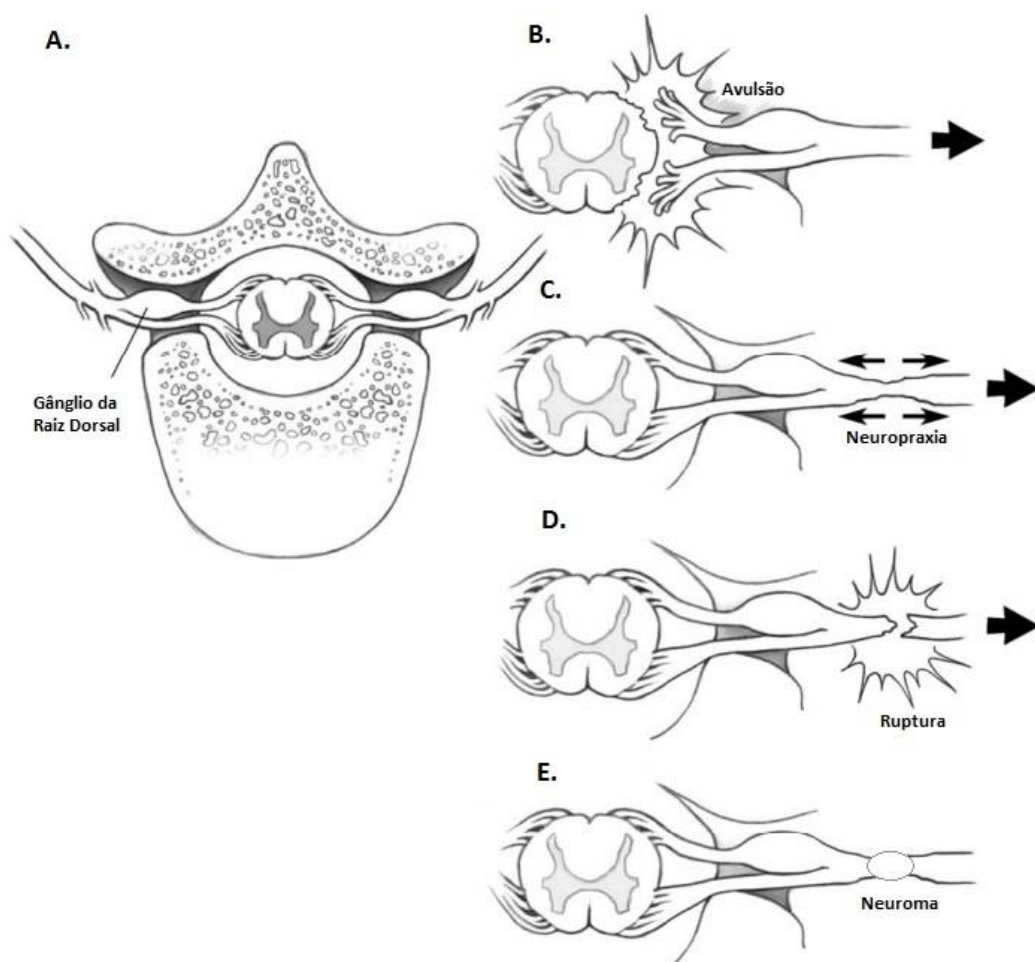


Figura 3 - Representação esquemática dos diferentes tipos de lesão de nervos. A. Inserção dos troncos nervosos na raiz dorsal; B. Avulsão do tronco nervoso da raiz dorsal; C. Estiramento do nervo; D. Ruptura do nervo; E. Formação de neuroma. Adaptado de Moran, Steinmann e Shin, 2005.

A LPB leva à deficiência motora (tabela 1) e/ou sensitiva (tabela 2), sendo a perda da abdução e rotação externa do ombro, da flexão do cotovelo e perda da funcionalidade manual os principais déficits funcionais (THATTE; BABHULKAR; HIREMATH, 2013).

Além do déficit sensitivo, outras alterações da sensibilidade podem ocorrer nesses pacientes, como o surgimento de sensações fantasmas e sensações referidas (BERMAN; BIRCH; ANAND, 1998; HTUT et al., 2006; FINNERUP et al., 2010; SMANIA et al., 2012; SHANKAR; HANSEN; THOMAS, 2014). Esses fenômenos podem surgir tanto devido à reorganização cortical quanto ao crescimento pós lesão de axônios em direção a alvos. No primeiro caso, as áreas corticais que representam a área desnervada passam a responder pelas áreas anteriormente adjacentes através do desmascaramento de sinapses silenciosas (por exemplo, amputação de mão ou LPB com invasão do território correspondente à face) (RAMACHANDRAN, 1993). Logo, ao se tocar a superfície corporal na área adjacente (no exemplo, a pele da face) provoca-se uma sensação na região desnervada (no membro superior). No segundo caso, os axônios podem crescer em direção a outros alvos, diferentes dos originalmente inervados, fenômeno que ocorre frequentemente (JAIN; FLORENCE; KAAS, 1998; LUNDBORG; BJORKMAN; ROSEN, 2007; OUD et al., 2007). Esses tipos de sensações podem diminuir ao longo do tempo, tornando-se estacionários ou desaparecendo completamente (BERMAN; BIRCH; ANAND, 1998).

1.2. Cirurgia de reparo do plexo braquial

1.2.1. Histórico das cirurgias

O cirurgião inglês Thorburn relatou, em 1900, o primeiro caso de tratamento cirúrgico do plexo braquial em uma menina de 16 anos que sofreu um acidente de trabalho em uma máquina industrial. Ele suturou os nervos do plexo braquial rompidos e em seguida fez ressecção de um neuroma, apresentando resultados positivos quatro anos depois (THORBURN, 1900). Com a Segunda Guerra iniciou-se o processo de popularização da cirurgia do PB. Houve um crescente aumento das LPB, a melhora das técnicas anestésicas, surgimento de formas de diagnóstico como a eletromiografia e a mielografia cervical, e o avanço da tecnologia com o desenvolvimento de técnicas de microcirurgia (criação do microscópio cirúrgico, linhas de suturas mais finas e ferramentas para lidar com estruturas tão delicadas quanto os nervos) (TUNG; MACKINNON, 2003).

Millesi e Narakas, importantes cirurgiões do plexo braquial, publicaram nas décadas de 70 e 80 resultados positivos com esses tipos de cirurgia (MILLES, 1977; NARAKAS, 1981). Eles propagaram técnicas como enxertia nervosa e transferência de nervo, estimulando diversos outros cirurgiões a se dedicarem à cirurgia de reinervação do plexo braquial. Millesi mostrou índice de 70% de sucesso com participantes com LPB, recuperando alguma função

motora em pelo menos uma área importante como movimento do ombro e flexão de cotovelo após enxertia de nervo (MILLESSE, 1977). Desde então diferentes grupos pelo mundo vêm estudando e aperfeiçoando os métodos cirúrgicos e os adaptando para os diferentes tipos de lesões. Atualmente utiliza-se até mesmo nervos do plexo braquial contralateral (CHEN et al., 2007) ou nervos extraplexuais como forma de transferência nervosa (MALESSY; THOMEER; VANDIJK, 1998), principalmente em casos que todos os nervos do plexo estão acometidos (revisão em CHUANG, 2009).

Devido ao fato de não ser possível reconstruir inteiramente o plexo braquial, prioridades têm sido estabelecidas para guiar estratégias reconstrutivas do plexo. Existe um consenso de que a restauração da flexão do cotovelo é de alta prioridade, seguida do restabelecimento de algum controle do ombro (GIUFFRÉ et al., 2010). As diferentes técnicas cirúrgicas de reparo existentes hoje são: neurólises (retirada do tecido conjuntivo cicatricial que cresce em torno do nervo), dissecação de neuroma (retirada do neuroma); suturas (ligadura entre as pontas distal e proximal de um nervo rompido) (THORBURN, 1900), enxertos (ligadura entre as pontas distal e proximal de um nervo rompido através da utilização de um pedaço de outro nervo) (MILLESSE, 1977), tubulização, onde se utiliza de tubos biológicos (ex. veias) ou sintéticos (ex. tubos de silicone, colágeno ou policaprolactona) suturados ou colados ao coto proximal e distal do nervo a ser reparado, a fim direcionar o crescimento axonal, impedir a invasão de tecido cicatricial e formação de neuroma (TERZIS; KOSTAS, 2007; FÉLIX, et al., 2013), e as transferências nervosas ou neurotizações (NARAKAS, 1984), que serão explicadas com detalhes a frente.

1.2.2. Transferências nervosas

A transferência de nervo é utilizada para se reestabelecer a função de um nervo do plexo com o uso de outro (do próprio plexo, quando for possível, ou extraplexual), ligando-o diretamente ao nervo lesionado na extremidade proximal ao órgão afetado que se deseja restabelecer função. Na maioria das vezes, a transferência nervosa é utilizada quando não é possível fazer a utilização de enxertos ligando as regiões distal e proximal do nervo rompido. No caso das lesões por avulsão de raiz ou que ocorrem muito próximas à raiz medular, a reconstrução muito distante do músculo alvo não tem um prognóstico bom, principalmente devido à lenta taxa de regeneração/crescimento do nervo e alta taxa de degeneração das placas motoras não estimuladas (NATH; MACKINNON; SHENAG, 1997). Em casos como estes, na tentativa de reinervação do plexo braquial com o nervo craniano hipoglosso, Malessy,

Hoffman e Thomeer (1999) observaram que após pelo menos 3 anos da cirurgia, apesar da atividade muscular dos músculos alvo ter retornado, a mesma estava ligada à movimentação da língua. Os autores observaram que o controle volitivo nunca foi atingido, o que sugere que o controle cortical do movimento não tenha sido alcançado, porém isto não foi testado. Concluiu-se então que, para o sucesso da transferência, os nervos doador e receptor devem ter comportamento funcional semelhante (MALESSY; HOFFMAN; THOMEER, 1999).

Uma técnica de transferência muito utilizada hoje em dia é a técnica de Oberlin. Ela tem esse nome em homenagem ao cirurgião Dr. Christophe Oberlin, que a descreveu em 1994 em quatro participantes que sofreram lesão das raízes C5 e C6 do plexo braquial (OBERLIN et al., 1994) (fig. 4). A técnica consiste na transferência de um fascículo do nervo ulnar para o imediatamente adjacente ramo motor do nervo musculocutâneo, que leva a função do bíceps. Ela é muito utilizada em participantes com esse tipo de lesão parcial (C5-C6).

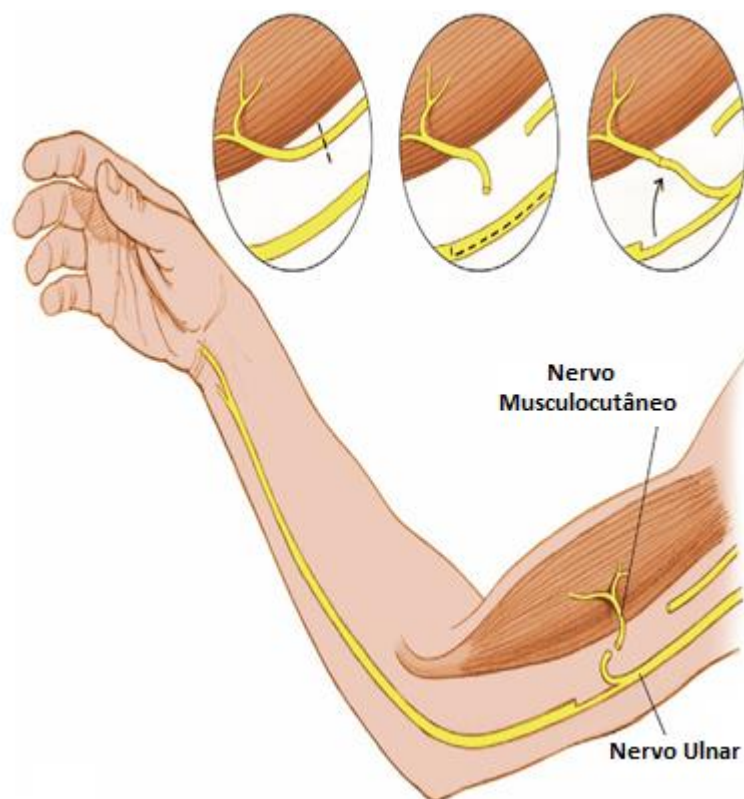


Figura 4 – Cirurgia de transferência Oberlin. Cirurgia de transferência de parte do nervo ulnar para ligação ao coto distal do nervo musculocutâneo. Adaptado de Mayo Foundation for Medical Education and Reserach.

Outra técnica de transferência de nervo bastante utilizada, principalmente em casos de lesão de todos os nervos do plexo braquial, é a utilização do nervo intercostal para reconstrução do plexo braquial (fig. 5). O primeiro relato desse tipo de cirurgia, que teve como foco a reinervação do bíceps através da transferência de alguns ramos do nervo

intercostal para o nervo musculocutâneo utilizando enxerto do nervo ulnar, foi feita por Seddon (1963). Yeoman e Seddon haviam feito esta cirurgia em uma participante com LPB de 17 anos que havia sofrido um acidente de trabalho em uma máquina industrial em 1961. Um ano após a cirurgia, a participante apresentava resultado positivo, com algum grau de flexão de cotovelo (SEDDON, 1963). Esta técnica foi então aprimorada e hoje é amplamente utilizada por diversos cirurgiões (MILLES, 1977; CHUANG; YEH; WEI, 1992; MALESSY; THOMEER; VANDIJK, 1998; TERZIS; KOSTAS, 2005; revisado em LYKISSAS, 2013).

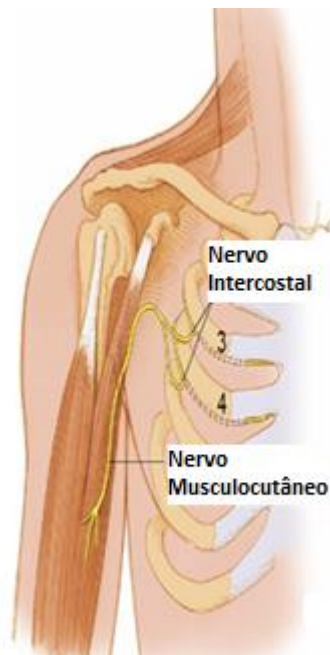


Figura 5 – Cirurgia de transferência de ramos do nervo intercostal (ramos 3 e 4) para ligação ao nervo musculocutâneo. Adaptado de Mayo Foundation for Medical Education and Research.

Nos participantes com LPB que são submetidos à transferência do nervo intercostal para o musculocutâneo é comum observar, em torno de 12 meses após a cirurgia, o aparecimento de sensação referida sobre o gradil costal após estimulação da região autônoma do nervo musculocutâneo, bem como o retorno progressivo da sensibilidade nesta região do antebraço. Este tipo de sensação referida pode persistir por mais de 6 anos (CHUANG; YEH; WEI, 1992; KAWAI, 2000).

As regiões autônomas são territórios de pele onde melhor se estimula um nervo de maneira independente (HIGHER, 1942; HAYMAKER W.; WOODHALL, B., 2005; RUSSEL, 2006). Essas regiões foram definidas a partir de estudos com anestesia ou secção de um nervo individual, sendo então consideradas como regiões autônomas as áreas da superfície da pele onde se observava completa anestesia. As regiões autônomas apresentam

variabilidade entre sujeitos e até mesmo entre os lados direito e esquerdo de um mesmo sujeito (HIGHET, 1942; HAYMAKER W.; WOODHALL, B., 2005). Foerste (1929) conseguiu delimitar estas regiões após estudo com centenas de participantes com diferentes lesões de nervos individuais (FOERSTER, 1929, apud HAYMAKER W.; WOODHALL, B., 2005).

1.2.3. Cirurgias de reinervação sensorial

Outro tipo de cirurgia de reconstrução bastante estudado é a cirurgia de reinervação sensorial, voltada principalmente para o retorno da sensibilidade protetora da mão. A perda da sensibilidade protetora, demonstrada em pacientes com neuropatias sensoriais como no caso dos diabéticos, é a incapacidade de percepção de pressão. Este é um fator determinante para o desenvolvimento de ulcerações nas regiões afetadas pela doença (SOSENKO et al., 1990). Nesse caso utiliza-se como principais nervos receptores o ulnar, na região do braço, e o cordão lateral do nervo mediano para restaurar sensibilidade da mão e dedos (TUNG; MACKINNON, 2003).

Apesar de ser relatada como sendo menos relevante do que a reinervação motora (BENGSTON et al., 2008), a inervação sensorial é de grande importância tanto para a realização de tarefas motoras, quanto para o aprendizado de novas habilidades motoras. Uma das importantes funções das representações sensoriais é a de moldar as ações do sistema motor. As representações sensoriais são como o quadro de referências a partir do qual o sistema motor planeja, coordena e executa os programas motores responsáveis pelos movimentos voluntários. O cérebro transforma as aferências sensoriais em eferências motoras através de uma cascata de transformações sensoriomotoras, usando a informação sensorial para guiar o movimento, e para corrigir erros que surgem durante o movimento (WOLPERT; PEARSON; GHEZ, 2013). Isso pode ser evidenciado, por exemplo, quando uma pessoa levanta um objeto fazendo uma pinça com o primeiro e segundo dedos. Neste caso, a pessoa deve fazer uma força suficiente para erguer o objeto sem que o mesmo deslize nem seja danificado devido ao excesso de força. Se os receptores sensoriais cutâneos indicam que o objeto está escorregando, a força de preensão é aumentada imediatamente, a informação cutânea do escorregamento evoca um comando motor para aumentar a força de preensão (WOLPERT; PEARSON; GHEZ, 2013).

Estudos evidenciam também, o importante papel da propriocepção no aprendizado de novas tarefas, principalmente no caso de tarefas dinâmicas, onde a propriocepção é mais

importante que a visão. Pacientes com neuropatias sensoriais que perderam a propriocepção (senso de posição das articulações, sensibilidade tátil e vibratória), têm grande dificuldade em controlar os seus membros em tarefas dinâmicas ou em aprender novas tarefas dinâmicas sem a visão. Isso se reflete ainda em uma incapacidade de detectar erros que ocorrem em situações que não podem ser vistas, como quando o peso de um objeto ou resistência difere da expectativa (GORDON; GHILARDI; GHEZ, 1995; SAINBURG et al., 1995).

Outro achado mostra, em voluntários saudáveis, que a estimulação sensorial periférica aumenta a excitabilidade corticomotora do segmento estimulado (KAELIN-LANG et al., 2002). Rossi e colaboradores (1998) mostraram também em voluntários saudáveis, que após anestésiar toda a pele em torno do músculo primeiro interósseo dorsal sem alterar a propriocepção, apenas a informação sensorial cutânea, o mesmo passou a apresentar alteração da excitabilidade corticomotora medida através da utilização da estimulação magnética transcraniana. Neste caso a representação cortical do músculo se apresentou reduzida em relação a um músculo não anestesiado, com a presença de potenciais evocados motores (resposta elétrica do músculo pós- estimulação da área de representação do mesmo no córtex motor contralateral) de menor amplitude (ROSSI et al., 1998).

Trabalhos em modelo animal mostram ainda que a estimulação sensorial de regiões com lesão apenas de fibras motoras (neurônios sensoriais preservados) levam a uma melhora significativa na recuperação funcional, comparada aos animais que não tiveram estimulação sensorial (PAVLOV et al., 2008). Quando a estimulação sensorial é feita em participantes que sofreram lesão de nervo tanto sensorial quanto motor, como no caso das lesões do nervo mediano, a mesma efetividade não é observada (SINIS et al., 2008). Estes relatos sugeriram que a correção da disfunção sensorial pode ser a chave para estabelecer reinervação e função motora adequadas. Além disso, Bain e colaboradores (2008) mostraram também que a reinervação sensorial em conjunto com a motora, quando há lesão de membros inferiores pós artroplastia de quadril, se mostrou mais efetiva para o retorno da força muscular e consequente função dos músculos alvo dos membros inferiores comparada à reinervação apenas motora.

Esses achados reforçam a ideia de que a aferência sensorial da pele que envolve o músculo a ser recrutado durante a contração traz informações essenciais para as eferências corticoespinais que controlam este músculo específico.

1.3. Métodos de avaliação da sensibilidade

Como descrito por Rolfe Birch (2011), os tipos de sensibilidade mais rotineiramente avaliados são a sensibilidade ao toque leve, à dor, à temperatura, à localização do toque, ao senso de posição e à vibração. Eles são avaliados das seguintes formas:

- Toque leve: pode ser avaliado de duas formas, uma mais grosseira, movendo-se um chumaço de algodão levemente sobre a região a ser avaliada e registrando se o participante é capaz de sentir o mesmo ou não; e uma mais precisa, fazendo a detecção do limiar tátil usando monofilamentos de Semmes-Weinstein (SEMMES et al., 1960) (protocolo descrito no tópico “1.2.1. Avaliação da Sensibilidade Tátil”). Neste caso, o filamento menos espesso detectado ao menos 3 de 5 vezes após ser aplicado, é determinado como sendo o limiar tátil. Também pode-se utilizar a discriminação de dois pontos onde, utilizando um instrumento com duas pontas pouco afiadas, como um compasso, a região a ser avaliada é tocada com uma ou duas pontas do instrumento simultaneamente e o participante deve indicar, a cada tentativa, se sentiu um ou dois toques.
- Dor: também pode ser avaliada de duas formas, uma mais grosseira, aplicando-se um alfinete pouco afiado sobre a região a ser avaliada e registrando se o participante sente o toque como afiado ou não; e uma mais precisa, fazendo a detecção do limiar de dor, ou seja, determinando qual o menor filamento capaz de provocar dor, utilizando os monofilamentos de Semmes-Weinstein mais espessos (protocolo descrito no tópico “1.2.2. Avaliação da Sensibilidade Dolorosa”).
- Temperatura: Tubos contendo água gelada e água morna (em torno dos 35°C) são aplicados de modo alternado na área a ser testada.
- Localização do toque: realizada principalmente na mão, onde a mesma é dividida em regiões numeradas que são tocadas e em seguida o participante, de olhos vendados, deve indicar onde ele sentiu o toque.
- Senso de posição: Com todas as articulações distais estabilizadas, menos a que se deseja avaliar, o participante deve indicar, de olhos fechados, a direção em que o segmento avaliado está sendo movido.
- Sensibilidade à vibração: pode ser medida de forma grosseira, através do reconhecimento das vibrações de um diapasão aplicado sobre as proeminências ósseas ou nas articulações

interfalangeanas distais do segmento avaliado; ou, de forma sistemática, ao aferir o limiar de sensibilidade à vibração utilizando um bioestesiômetro posicionado sobre as mesmas regiões, que aplica intensidades de vibração progressivamente mais altas, até que o participante relate que sentiu a vibração.

Diversos trabalhos vêm sendo publicados utilizando diferentes métodos para avaliação da sensibilidade nos participantes com lesão de plexo braquial, porém com grande variabilidade das medidas entre eles e pouca descrição dos métodos. Sendo assim, quando se pensa em confrontar os resultados de um trabalho com o de outro, a comparação torna-se impossível. Htut e colaboradores (2006) são dos que melhor descrevem sua metodologia para medir a sensibilidade com alfinete e algodão, percepção da posição da articulação, limiar tátil com monofilamentos, limiar de percepção de vibração e limiar térmico. Apesar disso, eles não especificaram as regiões de estimulação para avaliação, principalmente a região de aplicação dos monofilamentos, indicando apenas que era no território dos dermatômos e considerou como sendo anormais limiares superiores ao filamento 18 (0,04g), o que já foi demonstrado como sendo incorreto até mesmo pelos criadores dos monofilamentos Semmes-Weinstein (VOERMAN, VAN EGMOND; CRUL, 1999; SEMMES et al., 1960). Neste caso, a utilização deste filamento, mais fino que o verdadeiro limiar tátil para a população saudável, que fica em torno do filamento 16 (0,16g), pode estar induzindo falsos positivos para o déficit sensorial.

Bertelli e colaboradores também descrevem bem os seus protocolos de avaliação sensorial com monofilamentos (BERTELLI; GHIZONI; LOUREIRO CHAVES, 2011a; BERTELLI; GHIZONI, 2011; BERTELLI, 2012). Utilizando um Kit com 4 monofilamentos Semmes-Weinstein (0,05g, 0,2g, 2,0g e 300g), supondo o filamento de 0,05g como o indicativo de sensibilidade normal, Bertelli, Ghizoni e Loureiro Chaves (2011a) avaliaram a sensibilidade da mão e dedos de participantes com LPB, no entanto sem indicar a região exata da avaliação. Além disso, a fim de mapear a região com déficit sensitivo do braço e antebraço, eles utilizaram o filamento de 2g aplicando-o no entorno da área em que o participante relatou dormência. Esse tipo de metodologia não permite a detecção de alterações de sensibilidade mais sutis e de grande importância durante avaliação da recuperação desses participantes. Um exemplo disso seria um participante com LPB que apresente limiar acima do padrão “típico”, que está em torno de 0,04g e 0,16g, porém abaixo de 2g. Ele será capaz de identificar o toque do filamento de 2g, mas isso não indica que o mesmo não tenha alterações sensoriais

importantes, já que 2g é muito superior ao padrão “típico”, o que torna o método pouco fidedigno para avaliação da deficiência sensorial.

Bentolila e colaboradores (1999) apenas comentam que avaliaram a sensibilidade tátil, térmica e estereognosia, e relatam que todos os participantes com LPB tinham a mão anestesiada. Doi e colaboradores (2000) também apenas relataram a utilização do diapasão para avaliar a sensibilidade à vibração, agulha para avaliar dor, algodão para testar o toque em movimento, e monofilamentos de Semmes-Weinstein para aferir o limiar de sensibilidade tátil, apenas da mão.

Como disseram Moran, Steinmann e Shin (2005), a avaliação sensorial deve ser feita de forma minuciosa verificando-se as várias distribuições nervosas do plexo braquial, especialmente as regiões autônomas. A avaliação da sensibilidade ao nível dos dermatômos pode não ser confiável devido à sobreposição dessas áreas. Este fato foi confirmado por Bertelli, Ghizoni e Loureiro Chaves (2011a), que documentaram, após avaliação de participantes com diferentes níveis de LPB, que a sobreposição entre os territórios dos dermatômos é muito maior do que o relato na literatura.

Devido à grande importância da informação sensorial para a recuperação motora após lesão periférica, torna-se necessária a criação de protocolos de avaliação sensorial para todo o membro superior que sejam mais refinados e capazes de avaliar de forma sistematizada tanto os déficits pós-lesão quanto a recuperação de forma longitudinal.

2. Justificativa

O estudo das alterações fisiopatológicas após lesão do plexo braquial (LPB) é relevante, tanto pela sua importância funcional quanto pela sua gravidade, que, afetando o membro superior em menor ou maior grau, apresentam características complexas e prognósticos pobres.

A informação sensorial é importante para a produção do movimento e a sua perda afeta o movimento. A reinervação motora em conjunto com a sensorial tem se mostrado mais efetiva para o retorno da força muscular e consequente função dos segmentos em cirurgias de reinervação de membros inferiores. Além disso, estudos em ratos mostram que a estimulação sensorial de regiões com lesão apenas de fibras motoras (com neurônios sensoriais preservados), levam a uma melhora significativa na recuperação funcional, comparada aos animais que não tiveram estimulação.

Os protocolos descritos para avaliação da sensibilidade desses participantes se mostram ineficientes para avaliação de todo membro superior, dando foco, em sua grande maioria, apenas à região de maior déficit. Nesse sentido, a criação de protocolos de avaliação sensorial que sejam capazes de avaliar todo membro superior de forma sistemática e eficiente se mostra de grande importância tanto para avaliar o déficit pós-lesão, quanto à recuperação funcional de maneira longitudinal pós-tratamento cirúrgico.

3. Objetivos: geral e específicos

3.1. Objetivo geral

Avaliar de forma sistemática a sensibilidade tátil e dolorosa dos membros superiores dos participantes com LPB, assim como a presença de sensação referida.

3.2. Objetivos específicos

(1) Aferir o limiar de sensibilidade tátil do membro superior lesionado dos participantes com lesão do plexo braquial, comparado ao membro superior não lesionado e aos membros superiores de voluntários saudáveis; (2) Aferir o limiar de sensibilidade dolorosa do membro superior lesionado dos participantes com lesão do plexo braquial comparado ao membro superior não lesionado e aos membros superiores dos voluntários saudáveis; (3) Identificar a ocorrência de sensação referida tanto nos voluntários saudáveis quanto nos participantes; (4) Mapear a reinervação sensorial do território do nervo musculocutâneo após cirurgia de transferência do nervo intercostal para o mesmo e sua consequente sensação referida no peitoral.

4. Métodos

4.1. Participantes

Foram recrutados 15 participantes com LPB no Instituto de Neurologia Deolindo Couto (INDC-UFRJ), através da colaboração das equipes de neurocirurgia, coordenada pelo Dr. Fernando Guedes, e fisioterapia, coordenada pelo Prof. José Vicente Martins. Os participantes com LPB fazem acompanhamento clínico e/ou fisioterapêutico no INDC e foram encaminhados destes serviços para o Laboratório de Neurociências e Reabilitação do INDC, aonde foram avaliados. Apenas nove participantes com LPB obedeceram aos critérios de inclusão e exclusão (mostrados abaixo), e o estudo foi feito em formato de um corte transversal, logo, foi feita uma única avaliação dos mesmos. Foram recrutados também 20 voluntários controle nas dependências do INDC, estudantes e funcionários da UFRJ, dos quais nove foram pareados em idade e sexo com os participantes com LPB. O experimento com voluntários controle proveu a possibilidade de comparação entre os mesmos e a população com lesão de plexo braquial.

4.1.1. Critérios de inclusão

- Participantes maiores de 18 anos e menores de 40 anos;
- Participantes com capacidade de comunicação preservada que não necessitem de interlocutor para responder às questões do estudo;
- Participantes com lesão de plexo braquial (qualquer grau e tipo), pré- e pós-cirurgia, diagnosticados e avaliados pelos médicos envolvidos no projeto.

4.1.2. Critérios de exclusão

- Participantes com histórico de doenças psiquiátricas com comprometimento cognitivo;
- Alterações cognitivas, avaliadas através do Mini Exame do Estado Mental (FOLSTEIN et al., 1975);
- Participantes com histórico de doenças não-traumáticas do Sistema Nervoso Periférico;
- Participantes com histórico de cervicobraquialgia, hérnia de disco cervical, síndrome do desfiladeiro cérvico-torácico e neuropatias nos membros superiores;
- Participantes com LPB que possuam ambos os membros superiores com lesão(ões) nervosa(s) periférica(s);

4.2. Avaliação Sensorial

A avaliação sensorial consistiu de um dia de avaliação da sensibilidade superficial tátil e dolorosa utilizando um conjunto de 20 monofilamentos de diferentes calibres (monofilamentos Semmes-Weinstein - Bioseb, Vitrolles, França) (Fig. 6), em seis pontos de cada membro superior (Fig. 8), que será descrita a frente. Os indivíduos foram avaliados apenas uma vez.

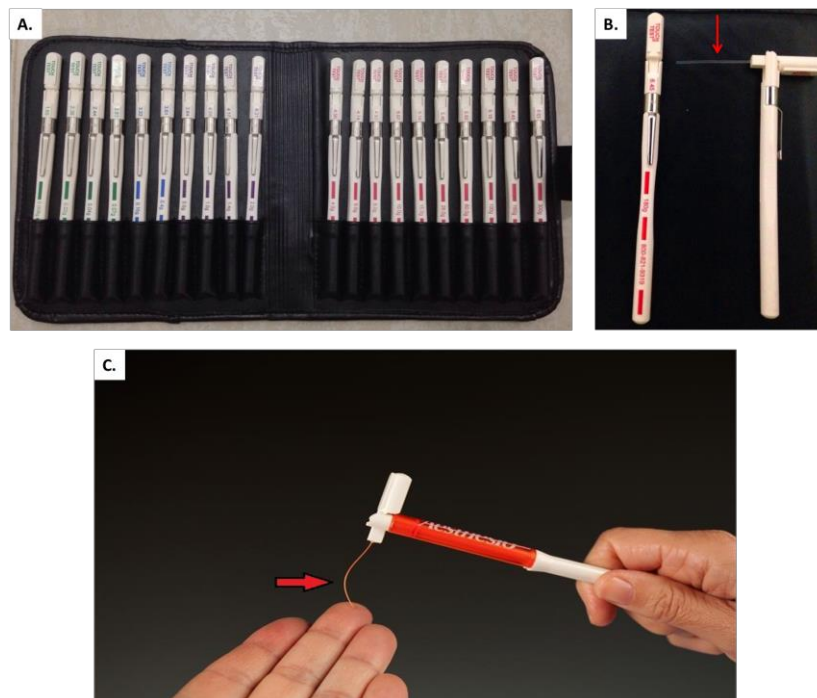


Figura 6 – Monofilamentos Semmes- Weinstein e sua aplicação. (A) Kit completo de suportes em formato de caneta contendo monofilamentos de diferentes espessuras para avaliação sensorial (20 filamentos); (B) exemplo de uma das canetas que ao ter sua parte superior móvel dobrada para trás, expõe o filamento a ser utilizado (indicado pela seta); (C) Demonstração de como se deve aplicar o monofilamento à pele pressionando até que forme um “C” com o mesmo (indicado pela seta) e em seguida removendo-o.

Antes de iniciar as avaliações, o experimentador lia um texto explicativo da avaliação a ser realizada e, em seguida, deveria tirar as dúvidas do participante sobre os procedimentos a serem realizados (Anexo 1A). Após elucidar as etapas da avaliação e tirar todas as dúvidas do participante, este deveria ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 2). Antes de iniciar cada avaliação o experimentador lia uma pequena instrução detalhada sobre a mesma (Anexo 1B - D). Em seguida, o experimentador demonstrava como se daria a mesma, para assegurar que o participante compreendeu a tarefa a ser realizada e ficou familiarizado com o tipo de estímulo aplicado. Na demonstração dos

filamentos para a aferição do limiar tátil, utilizava-se o filamento de número 13 aplicando-se o mesmo ao menos 3 vezes na parte interna do antebraço, e na demonstração dos filamentos para a aferição da dor, aplicava-se o filamento de número 1 apenas uma vez na mesma região.

4.2.1. Avaliação da sensibilidade tátil

A avaliação da sensibilidade tátil foi feita às cegas para o tipo de lesão e cirurgias que cada participante com LPB foi submetido. Foi utilizado um conjunto de 20 monofilamentos (Bioseb, Vitrolles, França) (Fig. 6 A e B), que consiste em fios de nylon de diferentes espessuras, graduados quanto à força (g) necessária para que, quando pressionados sobre a pele, sua deformação se aproxime ao formato da letra “C” (Fig. 6 C). Quanto maior o calibre do filamento, maior a força necessária para deformá-lo. A força (g) necessária para dobrar cada filamento e o log da força, calculado através da equação: $\text{Valor} = \log_{10} [\text{força (mg)} \times 10]$, são os indicados na tabela 3 em FF (g); FF (log) (valor de força fornecida pelo fabricante com o equipamento). Com o intuito de aferir se a real força necessária para dobrar os filamentos estava de acordo com a indicada pelo fabricante, foi utilizada uma balança de precisão (Shimadzu Corp., Quioto, Japão). A calibração foi feita em duas etapas do projeto, antes de iniciar as avaliações dos participantes com LPB e voluntários controle, e após o final da fase experimental. O filamento era pressionado sobre a balança até que o mesmo apresentasse o formato de letra “C” e o valor indicado na balança era anotado. O procedimento foi repetido 3 vezes para cada filamento e os valores indicados na tabela 3 de FRi(g) (valor real da força aferido antes de iniciar todos os experimentos) e FRf(g) (valor real da força aferido ao final de todos os experimentos) são indicativos da média dos 3 valores aferidos em cada uma das aferições. Foi possível observar que a calibração dos filamentos estava diferente da indicada pelo fabricante, como já havia sido ressaltado por Voerman, van Egmond e Crul (1999). A avaliação foi, então, baseada na força (g) após calibração na balança de precisão (FR (g); FR (log)).

Para o melhor entendimento dos resultados obtidos, os filamentos foram ordenados em ordem decrescente, de 20 a 0, sendo 20 o filamento de menor calibre, 1 o filamento de maior calibre e 0 quando o voluntário não era capaz de sentir nem mesmo o filamento mais calibroso (filamento de nº 1). Essa ordenação facilitou as análises quando os dados eram avaliados em grupo. Quanto maior a pontuação obtida (mais próximo de 20), menor o limiar e maior a sensibilidade, e quanto menor a pontuação (mais próxima de 0), maior o limiar do participante e menor sensibilidade (fig. 7).

Nº do Fabricante	1,65	2,36	2,44	2,83	3,22	3,61	3,84	4,08	4,17	4,31	4,56	4,74	4,93	5,07	5,18	5,46	5,88	6,1	6,45	6,65
FF (log)	1,90	2,30	2,60	2,85	3,20	3,60	3,78	4,00	4,15	4,30	4,60	4,78	4,90	5,00	5,18	5,41	5,78	6,00	6,26	6,48
FF (g)	0,008	0,02	0,04	0,07	0,16	0,4	0,6	1	1,4	2	4	6	8	10	15	26	60	100	180	300
Nº Utilizado	20*	19	18	17	16*	15	14	13	12*	11	10	9*	8*	7*	6*	5*	4*	3*	2*	1*
FRi (log)	1,81	2,30	2,60	2,85	3,08	3,60	3,78	4,00	4,11	4,30	4,60	4,70	4,85	4,90	5,08	5,26	5,57	5,78	6,03	6,20
FRi (g)	0,006	0,02	0,04	0,07	0,12	0,4	0,6	1	1,3	2	4	5	7	8	12	18	37	60	106	159
FRf (log)	1,87	2,30	2,60	2,85	3,04	3,60	3,78	4,00	4,11	4,30	4,60	4,60	4,85	4,90	5,08	5,26	5,58	5,79	6,01	6,21
FRf (g)	0,007	0,02	0,04	0,07	0,11	0,4	0,6	1	1,3	2	4	4	7	8	12	18	38	61	102	161

Tabela 3 – Tabela com a força (g) e o log da força necessários para dobrar o filamento em “C” segundo o fabricante e após calibração em balança de precisão antes e ao final de todas as avaliações. FF - Força de Fábrica; FRi - Força Real inicial (antes de iniciar as avaliações); FRf – Força Real ao final de todas as avaliações; Nº utilizado – escala numérica utilizada para descrever os resultados. * - filamentos com valores de força distintos dos indicados pelo fabricante após calibração.

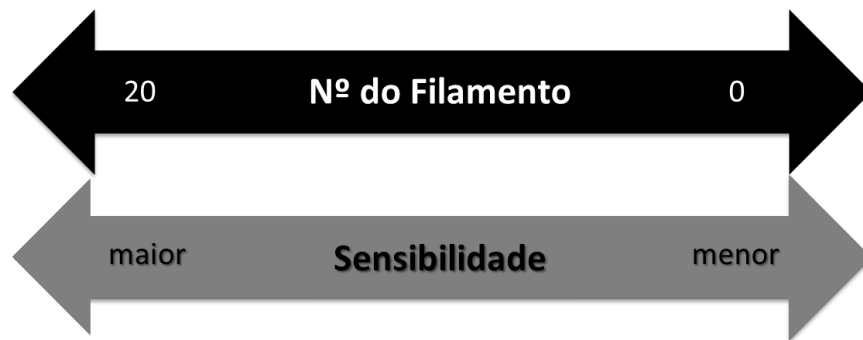


Figura 7 – Relação entre o número do filamento e a sensibilidade. Quanto maior o número do filamento aferido como limiar, maior a sensibilidade, e quanto menor o número, menor a sensibilidade.

Como é possível observar na Tabela 3, os filamentos coloridos em vermelho apresentam valor de força (g e log) diferente dos valores indicados pelo fabricante, estando sempre com intensidade de força menor que a indicada. Assim, tem-se que a maior intensidade de força aplicada não é de 300g (ou 6.48 log F(g)), e sim entre 159 e 161g (ou 6,2 log F(g)).

Os 6 pontos selecionados para a aplicação dos filamentos foram denominados Pontos de Inervação Exclusiva (PIEs). Eles são representativos dos 5 diferentes dermatômos (GARDNER; JOHNSON, 2013b) e das regiões autônomas, dos 6 diferentes nervos que suprem os membros superiores (RUSSEL, 2006). Foi feita uma combinação dessas regiões com o intuito de avaliar, ao mesmo tempo, cada raiz cervical e cada nervo periférico. As regiões selecionadas foram: o PIE do nervo axilar, representativo do dermatômo de C5, OS PIEs dos nervos musculocutâneo e mediano, do dermatômo de C6, o PIE do nervo radial, do dermatômo de C7, o PIE do nervo ulnar, do dermatômo de C8 e o PIE do nervo plexo braquial, do dermatômo de T1 (Fig. 8).

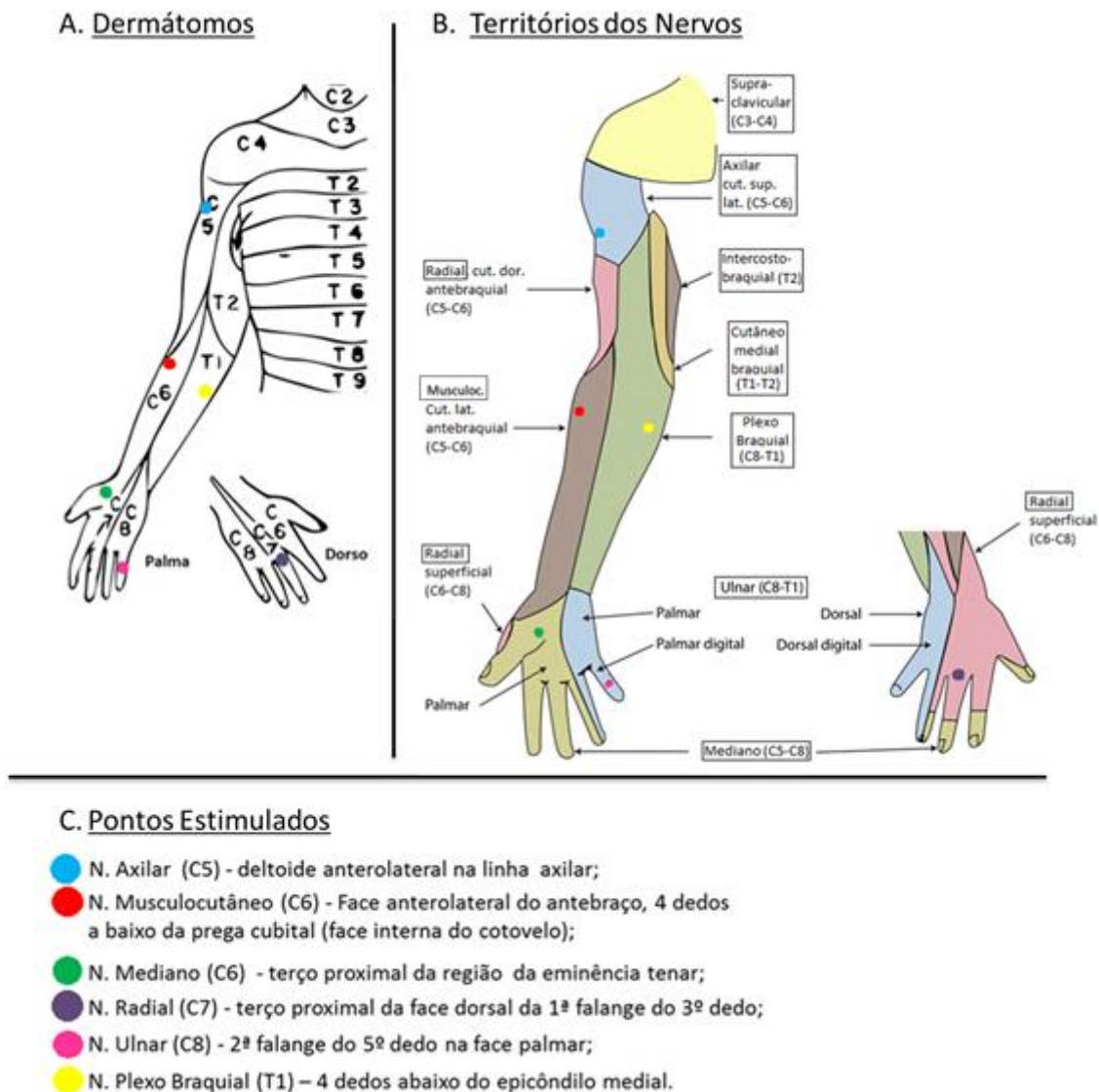


Figura 8 – Imagens com os PIEs aferidos pela avaliação sensorial com sua descrição anatômica. A) Representação dos PIEs avaliados com relação aos territórios dos dermatômos; B) representação dos PIEs avaliados com relação aos territórios dos nervos avaliados; C) descrição anatômica dos PIEs avaliados. Adaptado de Russel, 2006 e de Wikimedia Commons, arquivo: Gray's Anatomy 812 and 814.PNG.

Para dar início à avaliação, o participante era posicionado confortavelmente em uma cadeira, com os membros superiores em repouso sobre um travesseiro e com um biombo com uma cortina preta cobrindo a visão do membro a ser avaliado (Fig. 9). A ordem dos PIEs avaliados foi aleatorizada, seguindo uma ordem diferente para cada hemicorpo (Anexo 3). Para cada PIE, a ordem de aplicação dos filamentos foi do mais fino para o mais grosso, sendo que cada filamento foi aplicado 5 vezes em sequência. O intervalo entre um estímulo e outro foi variado para que o participante não pudesse prever quando viria o próximo estímulo. O limiar de sensibilidade, por definição, é a menor intensidade de estímulo detectável em pelo menos 50% das estimulações do mesmo estímulo (GARDNER;

JOHNSON, 2013a). Logo, nesta avaliação, o filamento mais fino detectado pelo voluntário em pelo menos 60% das vezes (3 de 5 vezes) era chamado de limiar de sensibilidade tátil.



Figura 9 – Posicionamento do participante durante a avaliação, com o biombo ocluindo da visão do voluntário o braço a ser avaliado. A. vista frontal do participante e da montagem experimental; B. vista lateral do posicionamento do braço do voluntário durante a avaliação.

Quando o indivíduo acertasse ao menos 3 de 5 tentativas, as informações de localização (onde sentiu?) e de tipo (o que sentiu?) da sensação evocada eram coletadas. Para garantir que o limiar tátil estava correto, o filamento seguinte era aplicado no mesmo PIE. Se o participante não sentisse pelo menos 3 estímulos com este filamento, continuava-se estimulando com os próximos filamentos (mais espessos) até que ele tornasse a sentir ao menos 3 estímulos. Quando isso acontecia, as perguntas de localização e tipo da sensação evocada eram refeitas e as respostas eram anotadas.

Após a detecção do limiar, mudava-se de PIE, retomando-se então todo o protocolo iniciando com o primeiro filamento. A partir do filamento 7 (5.07), os filamentos eram aplicados apenas uma vez, pois de acordo com o fabricante, a partir deste calibre pode ser evocada dor. Quando o participante não era capaz de sentir nem mesmo o filamento mais

calibroso (filamento de número 1), o seu limiar de sensibilidade era dito como sendo 0, isto é, o PIE avaliado apresentava anestesia tátil na região estimulada.

Para facilitar a descrição da sensação, foi apresentada ao voluntário a lista a seguir com diferentes tipos de sensações que poderiam ser evocadas. Estas palavras foram selecionadas a partir de Pimentel e colaboradores (2006) e Souza (2014) que, utilizando outros instrumentos (estimulação elétrica e algodão e agulha, respectivamente), fizeram avaliação da sensibilidade tátil e dolorosa de voluntários controle e participantes com LPB, respectivamente:

- Movimento;
- Toque;
- Pressão;
- Aperto;
- Picada;
- Vibração;
- Formigamento;
- Choque;
- Coceira;
- Queimação;
- Calor;
- Frio;
- Cócegas;
- Suor.

Para facilitar a indicação da localização da sensação, já que a maioria dos participantes com LPB não tem capacidade de mover o membro superior afetado para indicar o local estimulado, uma imagem da cabeça, tronco e membros superiores com subdivisões preenchidas de diferentes cores (frente e dorso), foi utilizada (Fig. 10). Assim, o participante poderia indicar, de acordo com as cores na imagem, qual a região aproximada da sensação.

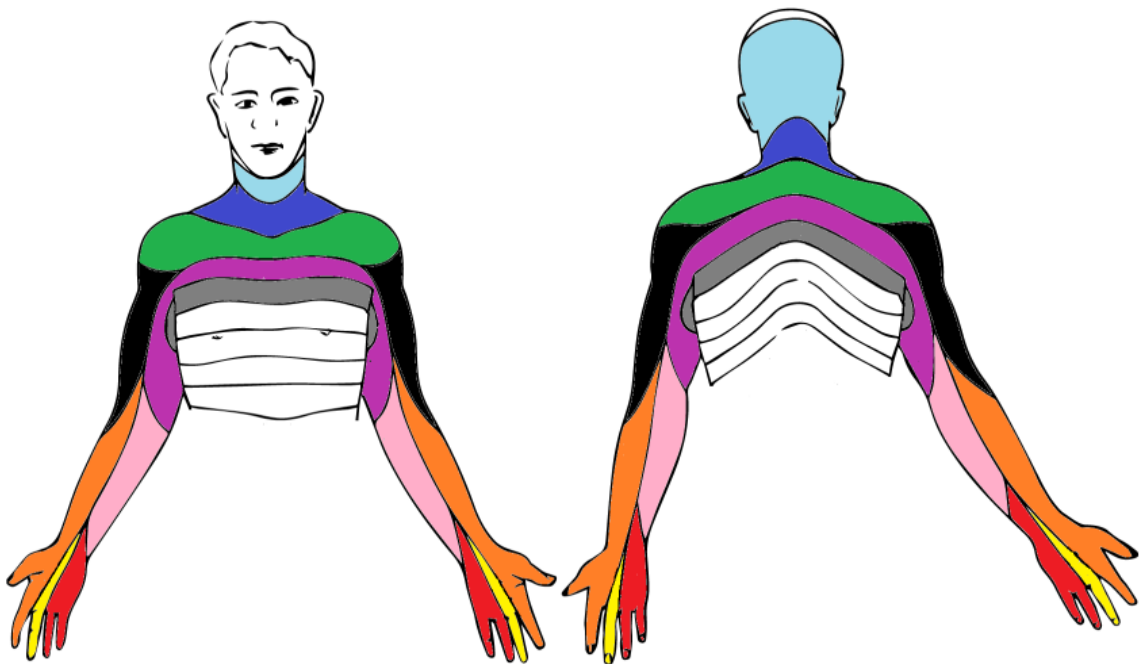


Figura 10 – Figura com as subdivisões dos dermatômos do membro superior pintados com cores diferentes para facilitar a identificação pelos participantes das áreas estimuladas pelos monofilamentos.

A instrução dada para a realização da tarefa era:

"Agora eu vou iniciar a avaliação tocando uma região do seu braço direito (ou esquerdo) com um desses filamentos algumas vezes e você deve me dizer "Sim" a cada vez que sentir o toque. Em seguida eu vou pedir para você escolher, entre as opções de sensações, qual representa o que você sentiu, e vou pedir também para apontar na figura onde sentiu. Avise sempre que sentir algo diferente em outra região do corpo como na cabeça, tronco ou pernas. Você também poderá sentir em mais de um lugar ao mesmo tempo, como por exemplo, em dois lugares do braço ou no braço e em alguma outra parte do corpo. Não se esqueça de se manter o mais concentrado possível na avaliação."

4.2.2. Avaliação da sensibilidade dolorosa

Após ter encontrado o limiar de sensibilidade tátil para todos os PIEs do membro avaliado, prosseguiu-se à aferição do limiar de dor. Este limiar era aferido para os mesmos PIEs do limiar tátil, porém seguindo uma nova sequência de estimulação randomizada. A aferição do limiar de dor foi feita utilizando o mesmo kit de monofilamentos, porém iniciando a aferição pelo filamento de número 14 (5.07) até o filamento de número 1, aplicando-se os filamentos de maior calibre apenas uma vez até que o participante relatasse dor. Se o limiar de

sensibilidade tátil para um PIE fosse maior que aquele induzido pelo filamento 7, começava-se pelo mais espesso seguinte ao limiar detectado naquele PIE.

O primeiro filamento que provocasse dor era chamado de limiar de dor. Após anotar o filamento que induziu à dor, as informações de localização (onde sentiu?) e de tipo (o que sentiu?) da sensação evocada eram coletadas. Se o participante não sentisse dor após aplicação do filamento mais calibroso (1), o seu limiar de dor era dito como sendo 0, ou seja, o kit não era capaz de evocar dor naquele PIE avaliado do participante.

A instrução para iniciar a tarefa era:

"Agora eu vou tocar uma região do seu braço direito (ou esquerdo) com outros filamentos e você deve me dizer "Sim" apenas quando sentir algum tipo de dor ou desconforto. Em seguida eu vou pedir para você escolher, entre as opções de sensações, qual representa o que você sentiu, e vou pedir também para apontar na figura onde sentiu. Avise sempre que sentir algo diferente em outra região do corpo como na cabeça, tronco ou pernas. Não se esqueça de se manter o mais concentrado possível na avaliação."

Em seguida, o participante deveria indicar a intensidade da sensação de dor evocada com notas de 0 a 10, observando a escala de intensidade da dor apresentada (Fig. 11). A nota zero corresponderia à ausência de dor, enquanto a nota 10 a maior intensidade de dor já sentida.



Figura 11 - Escala de Intensidade da Dor.

A instrução dada para o preenchimento da escala da intensidade de dor era:

"Agora, observando aquela escala de notas de 0 a 10, sendo zero nenhuma dor e dez a maior dor que você já sentiu na vida. Qual nota dentro dessa escala de 0 a 10 você daria para a dor que você acabou de sentir?"

Como feito na avaliação da sensibilidade tátil, o limiar de dor era aferido para cada um dos PIEs selecionados.

4.2.3. Avaliação da sensação referida em participantes com LPB submetidos à cirurgia de transferência de nervo intercostal para musculocutâneo.

Durante a aferição dos limiares de sensibilidade, percebeu-se que os participantes com LPB 3 e 4 apresentavam sensação referida no peitoral quando a região autônoma do nervo musculocutâneo era estimulado. Após a avaliação do limiar de sensibilidade, que é feito às cegas para o tipo de lesão e de cirurgias realizadas nos participantes com LPB, foi investigado o histórico desses dois participantes e observado que os mesmos haviam sido submetidos à cirurgia de transferência de alguns ramos motores do nervo intercostal para o nervo musculocutâneo, que tem como principal função a flexão do cotovelo através da ativação do músculo bíceps braquial. Os nervos intercostais originalmente inervam o gradil costal, sendo responsáveis pelas funções motora e sensitiva dessa região. Como o nervo doador (intercostal) utilizado na transferência inerva o gradil costal, a estimulação do nervo receptor (musculocutâneo) no antebraço evocou sensação referida no local de origem do nervo doador, a pele sobre o gradil costal.

Com a finalidade de mapear a área de reinervação sensorial do nervo musculocutâneo e sua consequente sensação referida no peitoral, foi aplicado um protocolo desenhado com esse propósito em uma sessão separada da aferição dos limiares. O protocolo utilizado foi semelhante ao empregado em amputados para mapear a sensação do membro amputado após reinervação sensorial cirúrgica de uma região peitoral (KUIKEN et al., 2007; MARASCO; SCHULTZ; KUIKEN, 2009). Neste caso, para padronizar a região de estimulação, foi feita uma grade de pontos com lápis dermatográfico (1x1cm) em torno do PIE do nervo musculocutâneo no antebraço lesionado dos participantes com LPB (Fig. 12). As áreas totais das grades de estimulação dos participantes 3 e 4 foram de 64cm e 45cm, respectivamente. A área de estimulação do participante 4 foi menor pois o mesmo apresenta grande hipotrofia dos músculos do antebraço devido ao grave acometimento de todos os troncos do plexo braquial. Para a estimulação foi utilizado o filamento 1, de maior calibre do kit de monofilamentos, garantindo que os participantes sentiriam as estimulações, evitando falsos negativos. Cabe ressaltar que o participante 3 apresentou como limiar tátil para o PIE do musculocutâneo, o filamento de número 1, e o participante 4 não foi capaz de sentir na região estimulada nem mesmo o toque do filamento mais espesso (1), apenas a sensação referida no gradil costal. O tempo entre a cirurgia e a avaliação da sensibilidade foi de 25 meses para o participante 3 e de 21 meses para o participante 4. Além disso, os dois participantes com LPB fazem fisioterapia direcionada para a recuperação da função do bíceps regularmente no INDC.

Os participantes com LPB foram convidados a se sentar confortavelmente sem camisa e com o braço lesionado apoiado sobre uma almofada. O biombo com a cortina preta foi posicionado de modo que o participante não visse a região estimulada nem a região do peito ipsolateral ao braço lesionado (ver figura 9). Os pontos da grade foram então estimulados aplicando-se o filamento 1 apenas uma vez em cada ponto. Após cada aplicação, o relato do tipo de sensação evocada era anotado e o participante deveria apontar com o membro superior não lesionado onde a sensação era evocada, passando a mão por debaixo da cortina do biombo sem olhar a região. Se houvesse relato de sensação referida, o local da mesma era delimitado com lápis dermatográfico.

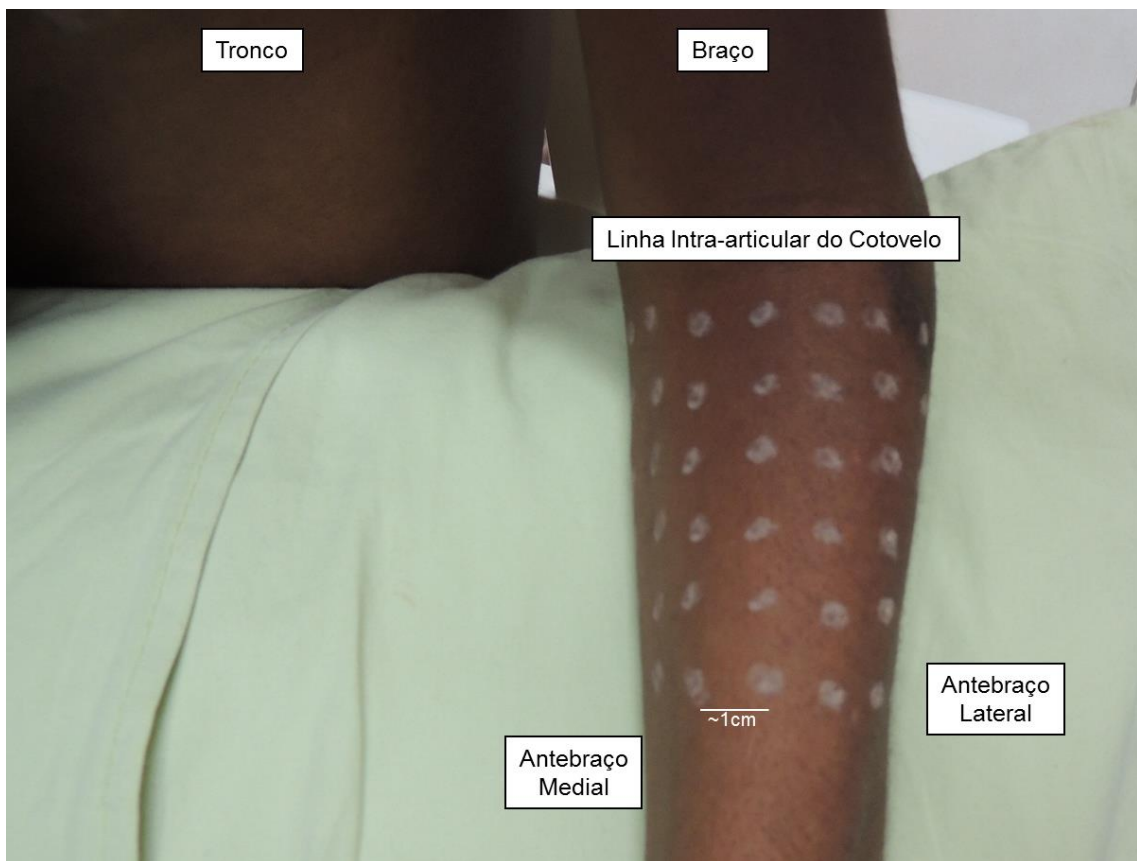


Figura 12 – Imagem do membro superior esquerdo com grade de pontos (~1x1cm) na região autônoma do nervo musculocutâneo para avaliação da sensação referida após transferência do nervo intercostal para o mesmo.

A instrução dada para a realização da tarefa era:

"Agora eu vou iniciar a avaliação tocando uma região da grade no seu braço direito (ou esquerdo) com este filamento e você deve me dizer "Sim" a cada vez que sentir o toque. Em seguida você deverá me dizer o que você sentiu e apontar no seu corpo onde sentiu. Você poderá sentir em mais de um lugar ao mesmo tempo, como

por exemplo, em dois lugares do braço ou no braço e no peito. Logo após a indicação do local da sensação, eu irei marcar o mesmo com o lápis que usei para fazer a grade de pontos."

5. Resultados

5.1. Caracterização da amostra

A tabela 4 apresenta os dados de caracterização dos participantes com LPB como: idade, sexo, lateralidade, data da lesão, localização da lesão ao exame físico (realizado pela equipe de médicos e fisioterapeutas) e eletroneuromiografia (ENMG) – dados obtidos pela equipe clínica e pesquisadores envolvidos. A amostra, composta de nove participantes com LPB, consistiu em uma mulher (destra) e oito homens (seis destros). A mediana da idade dos participantes com LPB foi 32 anos, com as idades máxima e mínima sendo de 38 e 24 anos. Dentre os participantes com LPB, quatro sofreram a lesão do lado direito e cinco do lado esquerdo. A mediana do tempo entre a lesão e a cirurgia foi de 6 meses com os tempos máximo e mínimo sendo de 12 e 4 meses, considerando-se a data da primeira cirurgia. As lesões podem ser completas, acometendo todas as raízes do plexo braquial, ou incompletas, acometendo os troncos individualmente. Dentro das lesões completas pode-se ainda diferenciar o grau do acometimento das raízes, podendo todas estarem acometidas de forma grave, ou seja, com grande incidência de avulsões e rupturas, ou serem acometidas de forma menos grave, com neuromas e estiramentos. Três participantes com LPB (4, 5 e 6) apresentam lesão completa com acometimento grave de todos os troncos do plexo braquial, o participante 1 apresenta lesão completa com acometimento maior dos troncos superior e médio (predomínio de tronco superior e médio), dois participantes com LPB (2 e 3) apresentam lesão completa com maior acometimento do tronco superior (predomínio de tronco superior), o participante 7 apresenta lesão apenas do tronco superior e dois participantes com LPB (8 e 9) apresentam lesão de tronco superior estendido (acometimento dos troncos superior e médio). Todos, exceto o participante 1, foram submetidos a um ou mais tipos de cirurgia de reinervação.

Todos os nove voluntários controle recrutados, uma mulher e oito homens, eram destros, funcionários e alunos da universidade, com a mediana da idade sendo de 30 anos com as idades máxima e mínima sendo de 38 e 21 anos. Para a comparação entre as idades foi feito o teste de Mann Whitney de duas caudas. Os grupos controle e de participantes com LPB não apresentaram diferença significativa para a variável idade ($p=0,4$).

Tabela 4 – Tabela com os dados pessoais, de lesão e cirurgia dos pacientes.

Nº	Data de nascimento	Sexo	Lateral.	Lado da lesão	Data da lesão	Localização da lesão (exame físico e/ou ENMG)	Data da cirurgia	Data da avaliação de sensibilidade	Procedimentos cirúrgicos
1	10/05/1990	M	Destro	D	06/04/14	Lesão completa, predomínio tronco superior e médio	x	15/09/2014	Sem cirurgia
2	13/05/1984	M	Destro	D	14/06/13	Lesão completa, predomínio tronco superior	16/12/13	19/09/2014	Exploração do PB direito + enxertia de C5 e transferência nervosa
3	29/06/1976	M	Canhoto	E	24/05/12	Lesão completa, predomínio tronco superior	03/09/12 + 01/10/12	29/09/2014	Transferência intercostal-musculocutâneo + neurólise externa n. supraescapular
4	10/10/1983	M	Canhoto	E	07/10/12	Lesão completa	07/01/13	06/10/2014	Transferência intercostal-musculocutâneo + acessório-supraescapular
5	19/04/1989	M	Destro	E	09/13	Lesão completa	08/09/14	06/10/2014	Neurólise externa C5, C6 e C7, tronco superior e suas divisões, nervo supraescapular
6	10/05/1978	F	Destra	E	17/10/11	Lesão completa	29/06/12	20/10/2014	Transferência acessório-supraescapular
7	14/06/1982	M	Destro	D	09/01/11	Lesão de tronco superior	05/07/11	31/10/2014	Oberlin e acessório para supraescapular
8	24/05/1982	M	Destro	D	06/04/14	Lesão de tronco superior estendido	01/09/14	28/11/2014	Oberlin + Transferência acessório-supraescapular
9	15/01/1976	M	Destro	E	03/11/13	Lesão de tronco superior estendido	24/10/14	01/12/2014	Oberlin

5.2. Avaliação da sensibilidade tátil

5.2.1. Grupo controle

A avaliação da sensibilidade tátil dos lados direito e esquerdo dos voluntários controle revelou o perfil de limiares por nervo avaliado representado na figura 13. Para facilitar a interpretação, os filamentos foram numerados na ordem inversa de 20 a 1, sendo “20” o filamento menos espesso (1.65 logF (g), valores do fabricante, ver tabela em métodos para correspondência com os valores medidos) e “1” o filamento mais espesso (6.65 logF (g)). Quanto mais próximo de 20, menor o limiar do indivíduo (isto é, melhor a capacidade de identificar um toque leve sobre a pele) e, quanto mais próximo do 0, maior o limiar (isto é, pior a capacidade de identificar um toque leve sobre a pele). O valor “0” (zero) indica que o participante não foi capaz de detectar o filamento mais grosso utilizado (filamento número 1), caracterizando anestesia para detecção dos filamentos testados.

Os limiares de detecção para os voluntários controle apresentaram distribuição bastante semelhante, com uma faixa de limiar indo de 20 a 15. Além disso, os PIEs avaliados que apresentaram os menores limiares, principalmente 20 (filamento mais fino), são os dos nervos axilar (azul) e musculocutâneo (vermelho). O PIE do nervo mediano para o membro superior esquerdo também apresentou tendência em concentrar os limiares em um filamento, nesse caso o filamento 17. Os outros PIEs possuem maior variação do limiar.

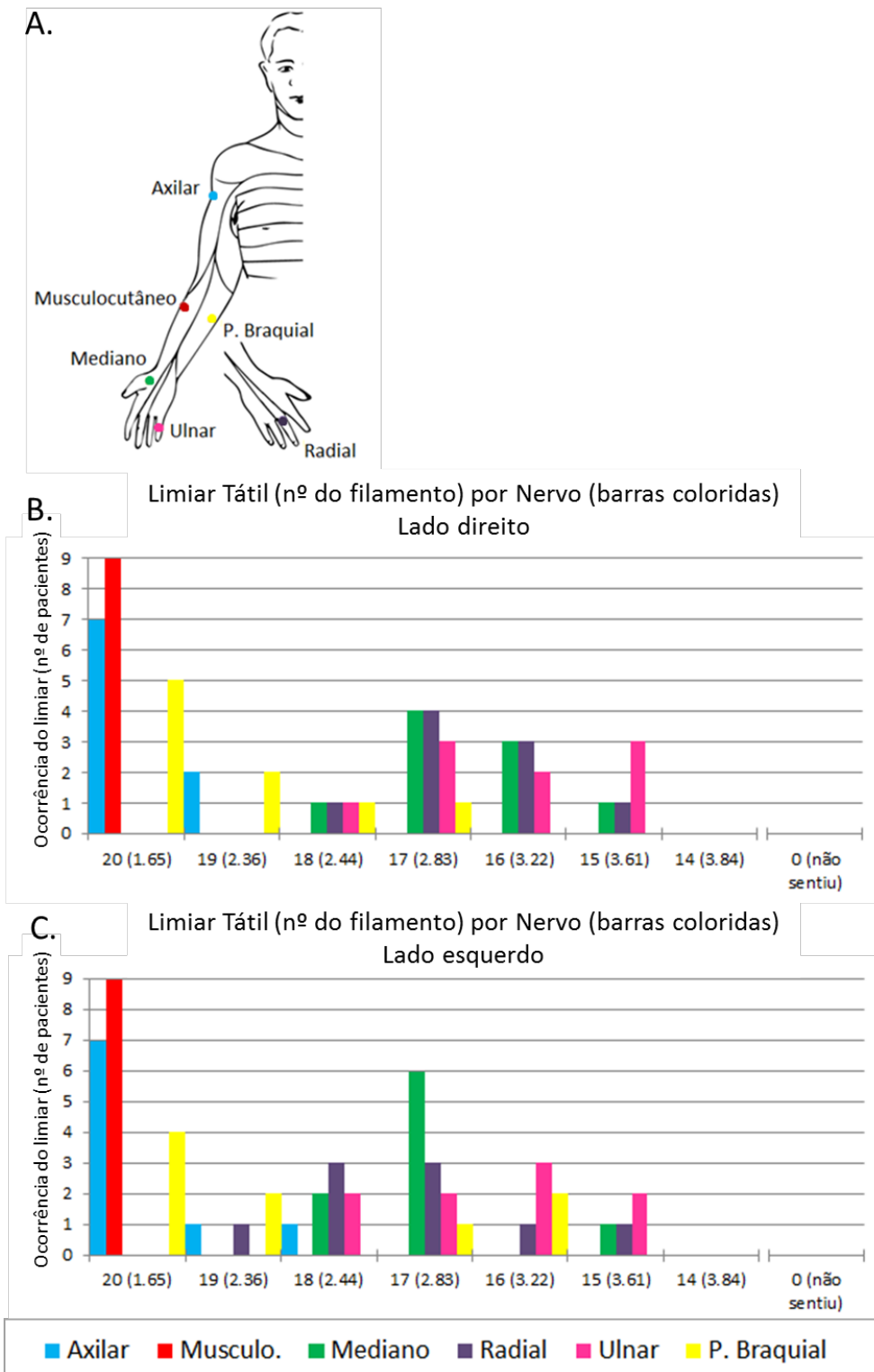


Figura 13 – Limiar tátil por nervo dos membros superiores direito e esquerdo dos voluntários controle. A) PIEs com seus respectivos nomes e cores correspondentes aos gráficos B e C; B) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) em função do filamento detectado (eixo X), por PIE avaliado (barras com diferentes cores) para o dimídio direito; C) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) para os filamentos detectados (eixo X) para cada nervo avaliado (barras com diferentes cores) para o lado esquerdo. N= 9 voluntários.

Como medida de grupo foi utilizada a mediana e os valores máximo e mínimo dos limiars para cada PIE avaliado para os lados direito (Fig. 14 A) e esquerdo (Fig. 14 B). Como visto nos gráficos da figura 14, a mediana dos limiars dos lados direito e esquerdo apresenta os mesmos valores para todos os nervos exceto para o plexo braquial, com valores de 20 e 19 para os lados direito e esquerdo, respectivamente. Para todos os nervos, as medianas se mantiverem entre os valores de filamento de número 20 e 16, dentro da faixa de normalidade.

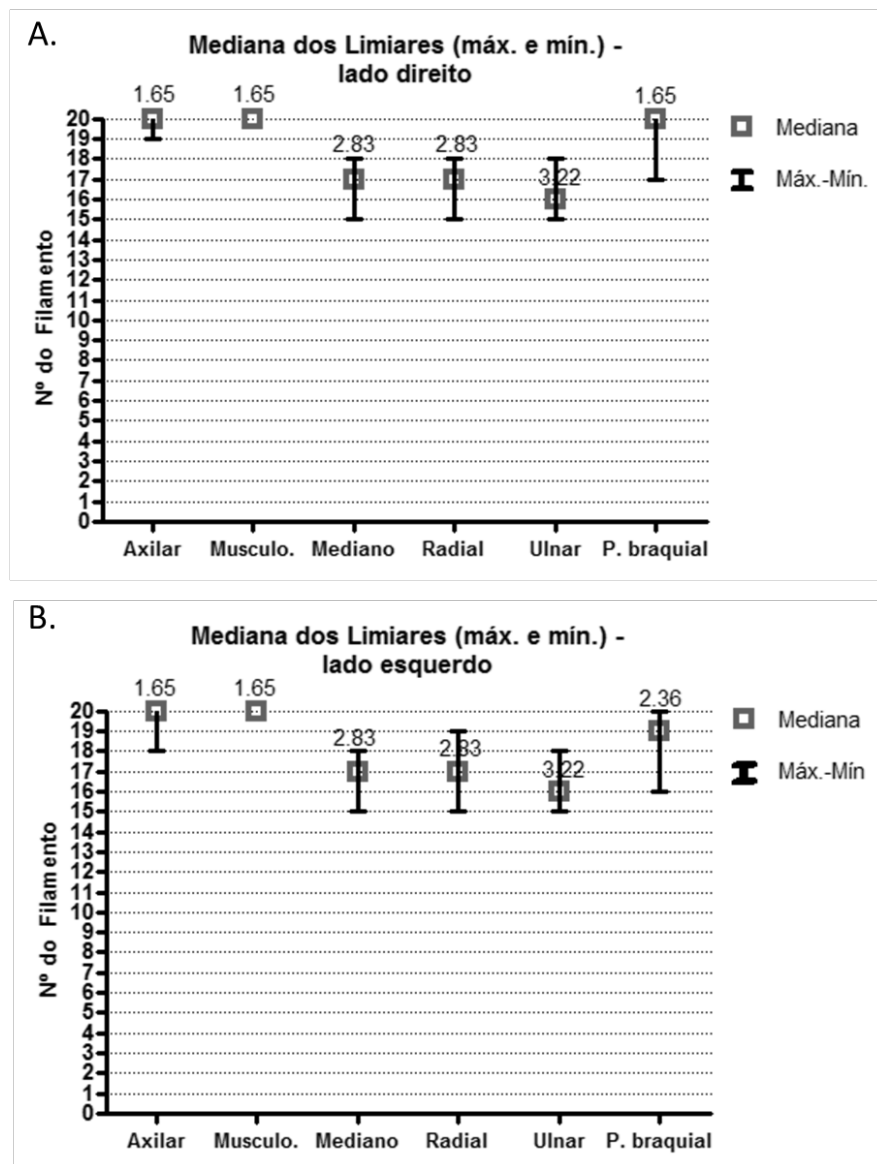


Figura 14 – Representação da mediana dos limiars para os diferentes PIEs avaliados dos lados direito e esquerdo dos voluntários controle. Os quadrados em cinza representam as medianas do limiar para cada nervo e as barras são os menores e maiores valores de limiar encontrados. O número acima do quadrado cinza representa o valor da mediana em $\log F(g)$. $1.65 = 20$; $2.36 \log F(g) = 19$; $2.83 \log F(g) = 17$; $3.22 \log F(g) = 16$. Musculo.= musculocutâneo, P. braquial= plexo braquial. N= 9 voluntários.

Os valores de limiar de sensibilidade tátil para cada PIE dos membros superiores direito e esquerdo dos voluntários saudáveis não pareceram diferir entre si. Sendo assim, as medianas dos valores dos controles foram utilizadas como padrão para a comparação com os membros superiores não lesionado e lesionado dos participantes com LPB. Desta forma foi possível estabelecer um padrão “típico” de limiares de sensibilidade para os membros superiores.

Após a determinação do limiar para cada PIE dos diferentes nervos, a sensação evocada era anotada. Essa poderia ser descrita com mais de uma palavra, como por exemplo “toque” e “coceira”. As sensações evocadas para os lados direito e esquerdo foram representadas em porcentagem do total de cada lado (67 ocorrências de sensações para cada lado) (Fig. 15 A e B).

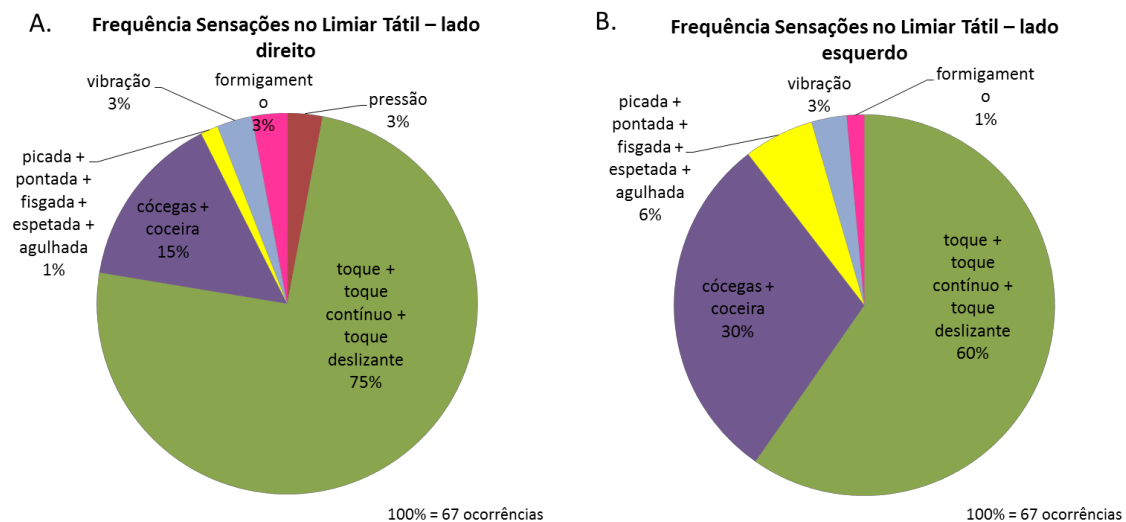


Figura 15 – Porcentagem das sensações evocadas no limiar tátil para os lados direito (B) e esquerdo (A) dos voluntários controle em relação ao total de sensações.

É possível observar que os dois lados apresentam valores de ocorrência $\geq 60\%$ das sensações como sendo toque (toque breve, contínuo ou deslizante) (75% direito; 60% esquerdo). Além disso, o lado esquerdo apresentou o dobro da porcentagem de sensações do tipo coceira + cócegas (30%) em relação ao lado direito (15%).

Comparando os números absolutos de ocorrência das diferentes sensações para os PIEs avaliados de cada membro (direito e esquerdo), é possível observar que não houve grande diferença na quantidade de sensações evocadas entre os lados (Fig. 16). Quanto à variedade de sensações evocadas, não houve um padrão de apresentação diferente entre os

dois lados. O PIE do nervo ulnar à direita foi o que mais pareceu diferir na variedade de sensações em relação ao lado esquerdo, apresentando apenas sensações de toque. Esses achados sugerem que os tipos de sensações evocadas por PIE avaliado não tendem a diferir entre os dimídio e que as sensações de toque respondem pela maioria das sensações evocadas.

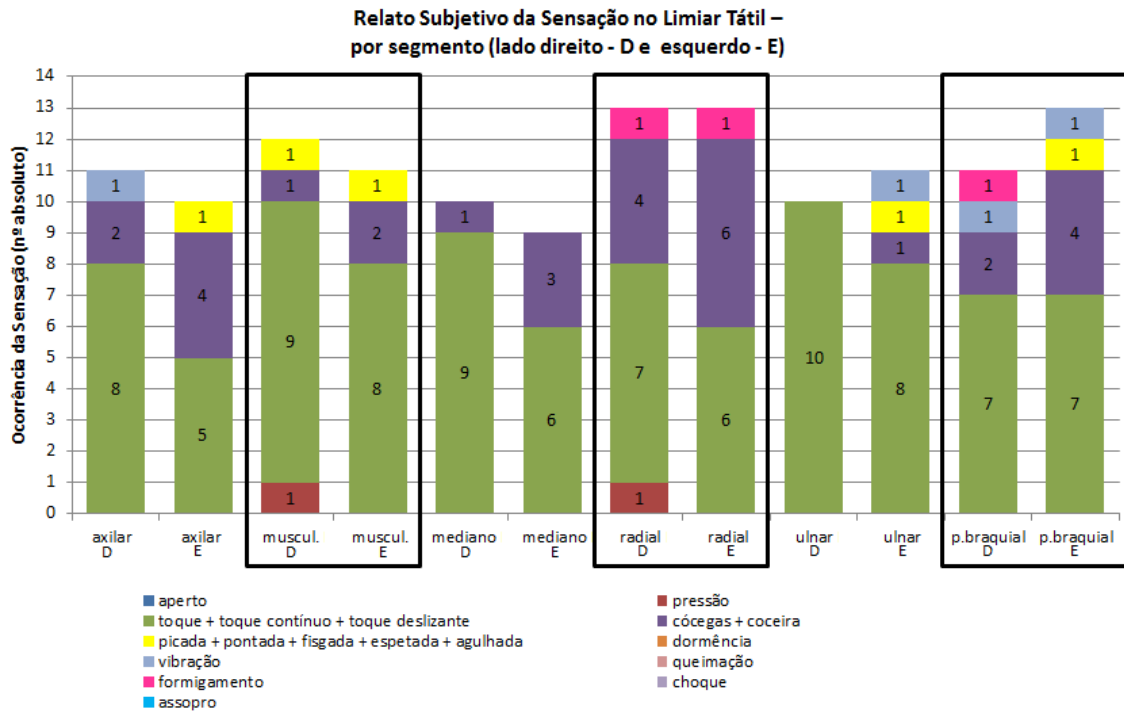


Figura 16 – Número absoluto da ocorrência de cada tipo de sensação evocada no limiar tátil para os lados direito (D) e esquerdo (E) dos voluntários controle. Muscul.= musculocutâneo; p. braquial = plexo braquial. Os quadrados pretos são para dar destaque para as comparações entre os lados D e E.

5.2.2. Participantes com LPB

A avaliação da sensibilidade tátil do lado não lesionado dos participantes com LPB revelou o perfil de limiares por nervo avaliado representado na figura 17. O lado não lesionado dos participantes com LPB tem uma faixa de limiar que vai de 20 a 14. Além disso, os PIEs avaliados que apresentaram os menores limiares (isto é, maior ocorrência de limiar 20) são os dos nervos axilar (azul) e musculocutâneo (vermelho). Os outros PIEs possuem maior variação do limiar.

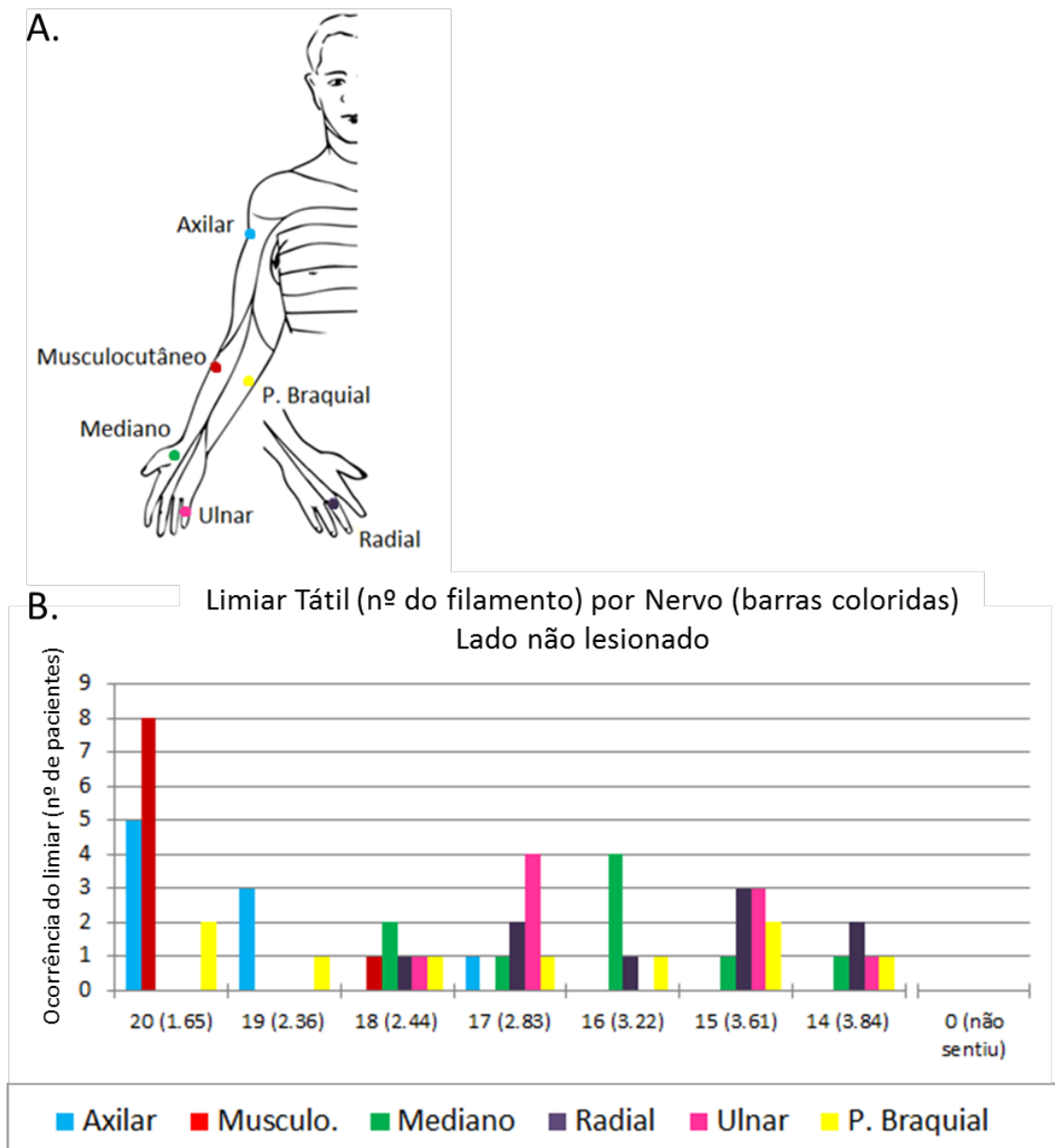


Figura 17 – Limiar tátil por nervo do membro superior não lesionado dos participantes com LPB. A) PIEs com seus respectivos nomes e cores correspondentes ao gráfico B; B) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) em função do filamento detectado (eixo X), por PIE avaliado (barras com diferentes cores) para o membro não lesionado dos participantes com LPB. N= 9 participantes com LPB.

Como medida de grupo, assim como para o grupo controle, as medianas e os valores máximo e mínimo dos limiares para cada nervo (Fig. 18) também foram avaliados. Considerando o membro superior não lesionado dos participantes com LPB, para o PIE do nervo axilar, a mediana do limiar foi 20; a do nervo musculocutâneo foi 20; a do mediano foi 16; do radial foi 15; do ulnar foi 17 e, por fim, para o nervo plexo braquial, a mediana foi 17.

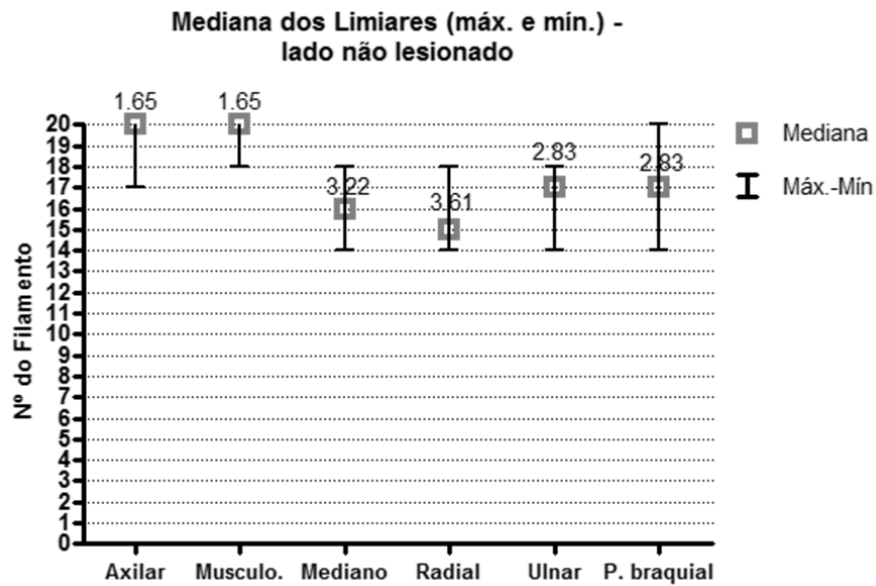


Figura 18 – Representação da mediana dos limiares para os diferentes nervos do lado não lesionado dos participantes com LPB. Os quadrados cinza representam as medianas do limiar para cada nervo e as barras são os menores e maiores valores de limiar encontrados. O número acima do quadrado cinza representa o valor da mediana em $\log F(g)$. $1.65 \log F(g) = 20$; $3.22 \log F(g) = 16$; $3.61 \log F(g) = 15$; $2.83 \log F(g) = 17$. Musculo.= musculocutâneo, P. Braquial= plexo braquial. N= 9 participantes com LPB.

Os valores de limiar de sensibilidade tátil do membro não lesionado dos participantes com LPB comparados às medianas dos valores de limiar para cada PIE estimulado dos lados direito e esquerdo dos voluntários saudáveis não pareceram ser diferentes. Isso mostrou que o lado não lesionado do participante com LPB também obedecia a um padrão “típico”, assemelhando-se ao dos membros superiores dos voluntários saudáveis. Desta forma, as medianas dos limiares dos lados direito e esquerdo dos voluntários controle e do lado não lesionado dos participantes com LPB foram utilizadas como padrão para comparação com o membro superior lesionado dos participantes com LPB em cada PIE estimulado.

Ao aferir o limiar para os diferentes nervos do lado lesionado (Fig. 19), foi possível observar uma grande variação no limiar, estando entre 20 e 0 (quando nem o filamento mais espesso é capaz de evocar a sensação de toque). Não houve padrão de ocorrência de limiar para nenhum PIE. Esse tipo de variação pode ser explicada pela grande variabilidade no grau de acometimento (gravidade) e localização das lesões. É importante ressaltar a ocorrência de pelo menos um PIE avaliado para o qual os voluntários, em sua média, não foram capazes de sentir a estimulação com o filamento mais espesso (1), representados como “0 (não sentiu)” no gráfico da figura 19 – ver área em destaque (retângulo).

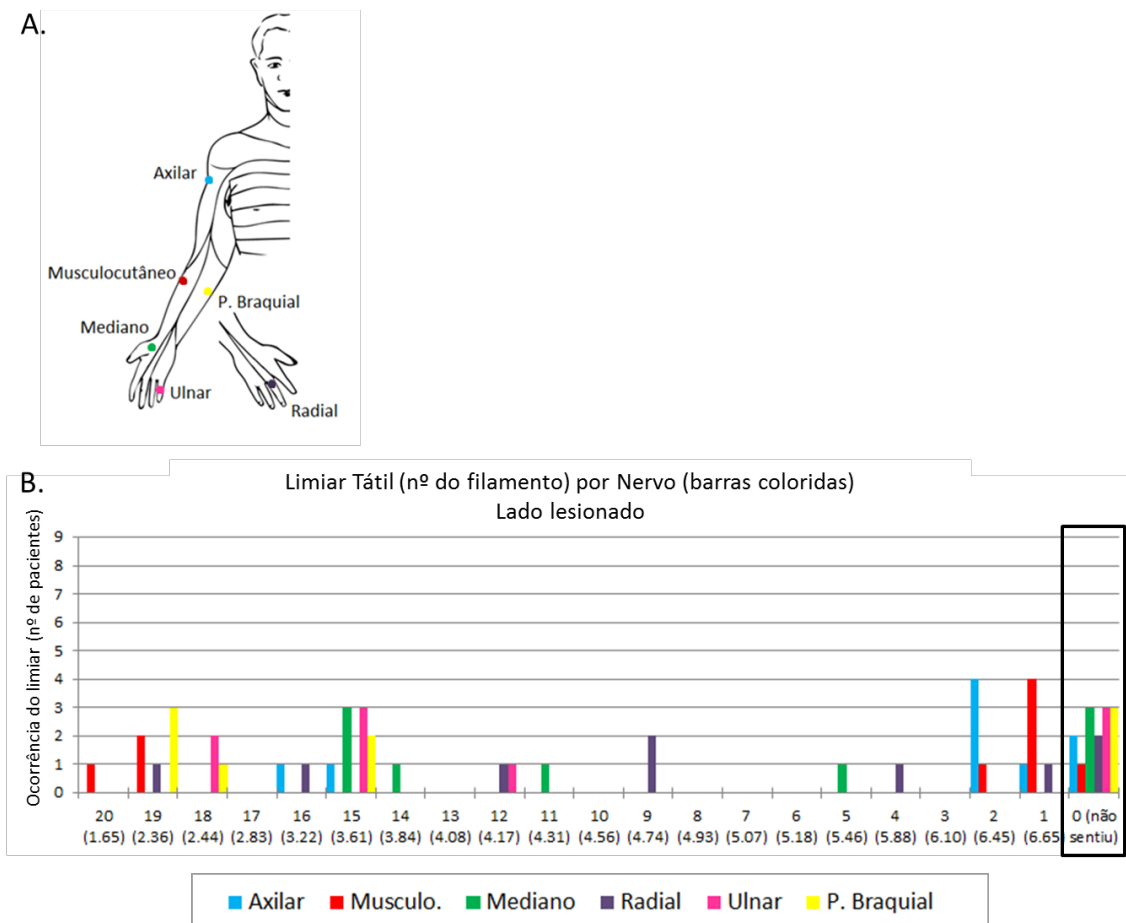


Figura 19 - Limiar tátil por nervo do membro superior lesionado dos participantes com LPB. A) PIEs com seus respectivos nomes e cores correspondentes ao gráfico B; B) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) em função do filamento detectado (eixo X), por PIE avaliado (barras com diferentes cores) para o membro lesionado dos participantes com LPB. O retângulo preto sinaliza para as regiões onde não foi possível evocar sensação de toque com o filamento espesso (6.65). N= 9 participantes com LPB.

A variação dos limiares de sensibilidade tátil por nervo do membro superior lesionado foi de 20 a 0 para o nervo musculocutâneo (vermelho), de 19 a 0 para os nervos radial e plexo braquial, de 18 a 0 para o nervo ulnar, de 16 a 0 para o nervo axilar, e de 15 a 0 para o nervo mediano.

Os valores de mediana, máximo e mínimo, dos limiares para cada nervo avaliado, também foram aferidos para o lado lesionado (Fig. 20). Para o PIE do nervo axilar, a mediana do limiar foi 2; para o nervo musculocutâneo, a mediana foi 1; para o nervo mediano a mediana foi 12,5; para o nervo radial a mediana foi 9 e, por fim, para os nervos ulnar e plexo braquial, a mediana foi 15 (Fig. 20).

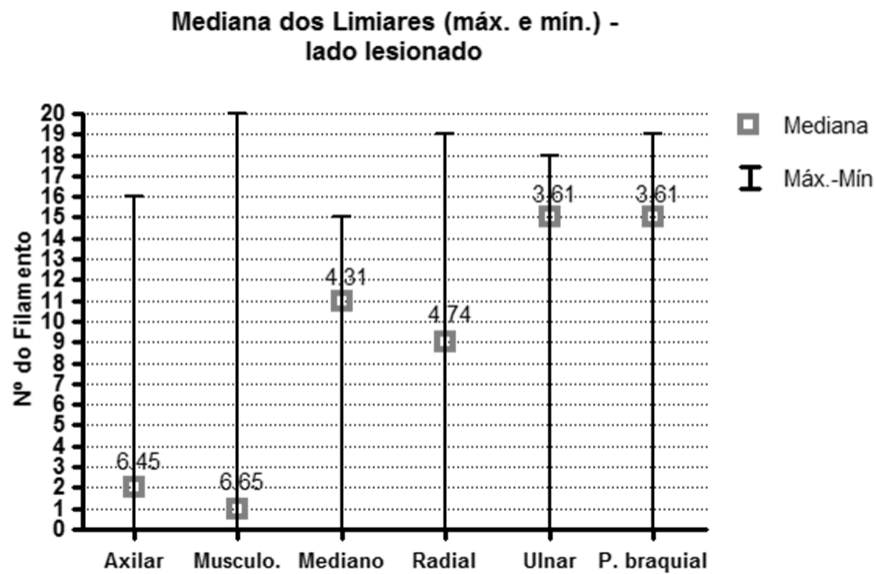


Figura 20 – Representação das medianas dos limiars para os diferentes nervos do lado lesionado dos participantes com LPB. Os quadrados cinza representam as medianas do limiar para cada nervo e as barras são os menores e maiores valores de limiar encontrados. O número acima do quadrado cinza representa o valor da mediana em $\log F(g)$. 6,45 $\log F(g) = 2$; 6,65 $\log F(g) = 1$; 4,74 $\log F(g) = 9$; 4,31 $\log F(g) = 11$; 3,61 $\log F(g) = 15$. Musculo.= musculocutâneo, P. braquial= plexo braquial. N= 9 participantes com LPB.

Ao se comparar os valores dos limiars para o lado lesionado com o padrão “típico”, foi possível observar uma grande variabilidade entre os valores de limiar encontrados para o lado lesionado. Vale ressaltar que os PIEs do axilar e musculocutâneo apresentaram as medianas dos valores de limiar bastante inferiores ao padrão “típico”.

Analisando os dados dos limiars do membro lesionado de cada participante com LPB, comparado às medianas dos limiars dos braços direito e esquerdo (voluntários controle) e não lesionado (participantes com LPB), é possível inferir sobre a intensidade e local da lesão dos nervos sensitivos para cada participante com LPB (Fig. 21). Para fins de comparação, foi estabelecido de forma arbitrária que o limiar que fosse até 1,5 filamentos abaixo do limiar controle (mediana dos braços direito e esquerdo do voluntário controle e do não lesionado do participante com LPB) estaria em torno do “típico”.

No gráfico A da figura 21 é possível observar o perfil de limiar tátil dos participantes com as lesões mais graves (participantes 4, 5 e 6) de acordo com o seu diagnóstico clínico. O participante 4 foi capaz de sentir a estimulação nos PIEs dos nervos axilar e ulnar, apenas com o filamento mais espesso (filamento “1”). O participante 6 foi capaz de detectar a estimulação no PIE do nervo axilar com o penúltimo filamento mais espesso (filamento “2”), e com o

último filamento (filamento “1”), no PIE do nervo musculocutâneo. O participante 5 foi capaz de detectar a estimulação no PIE do nervo musculocutâneo, também com o filamento mais espesso, porém, ao invés de sentir um toque leve, como os participantes com LPB 4 e 6, este participante sentiu cócegas/coceira. O gráfico B é representativo do participante 1, com grave déficit sensorial nos PIEs dos nervos musculocutâneo e axilar, havendo também aparente déficit sensorial no PIE do radial. Ele apresenta valores de limiar muito próximos aos controles para os PIEs dos nervos mediano, ulnar e plexo braquial. No gráfico C tem-se os valores de limiar dos participantes 2 e 3. O participante 2 apresenta déficit sensorial nos PIEs dos nervos axilar, musculocutâneo, mediano e radial, estando com valores normais para os PIEs dos nervos ulnar e plexo braquial. O participante 3 apresenta déficit sensorial aparentemente maior que do participante 2 com grande alteração sensorial principalmente para os PIEs dos nervos axilar, musculocutâneo e radial, além de diminuição do limiar sensorial para todos os outros PIEs avaliados: mediano, ulnar e plexo braquial. No gráfico D é possível observar o perfil de um participante com lesão de menor gravidade, o participante 7. Ele apresenta limiar de sensibilidade próximo aos controles e lado não lesionado, tendo um déficit maior apenas para o PIE do nervo axilar.

Por fim, no gráfico E observa-se o perfil do participante 8, que apresenta déficit sensorial para o nervo axilar, em maior intensidade, e para os nervos mediano e radial. Os limiares para os PIEs dos nervos musculocutâneo, ulnar e plexo braquial se encontram próximos da normalidade. Ainda no gráfico E, é possível observar os valores de limiar do participante 9, que apresenta importante déficit sensorial apenas para o PIE do nervo axilar. Dessa forma foi possível observar diferentes perfis de déficits sensitivos ocasionados pelos diferentes tipos de LPB.

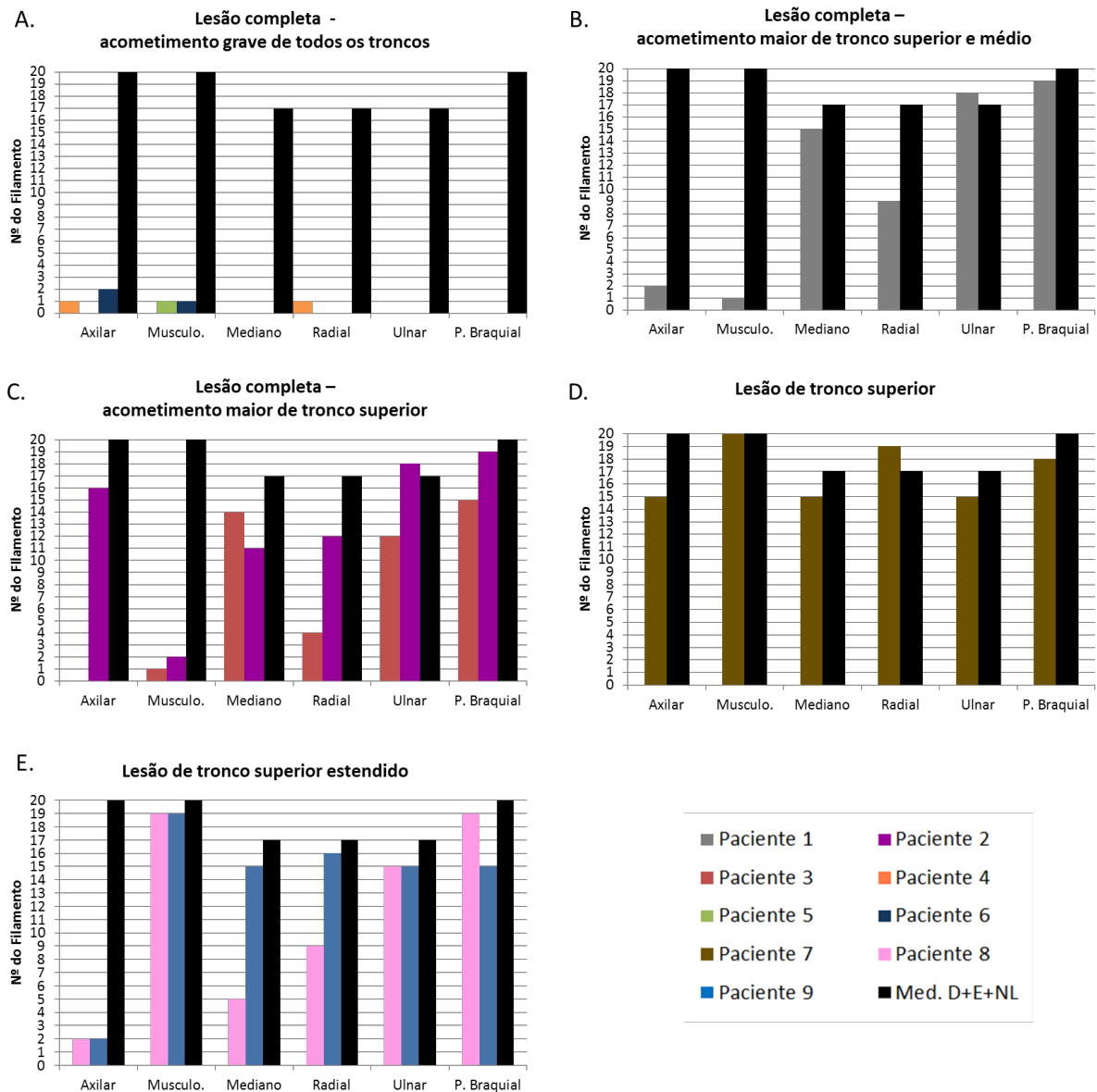


Figura 21 – Comparação entre os limiares de cada participante com LPB (barras coloridas) para cada nervo e a média das medianas dos lados direito e esquerdo dos voluntários saudáveis do lado não lesionado (barra preta). A) à E) participantes com LPB divididos quanto ao nível da lesão. Musculo.= musculocutâneo; P. Braquial = plexo braquial; Med. D+E+NL = mediana dos limiares dos braços direito e esquerdo dos voluntários controle e do não lesionado dos participantes com LPB. N = 9 participantes com LPB

Também foi quantificado o tipo de sensação evocada no limiar tátil tanto para o membro lesionado quanto para o não lesionado. As sensações evocadas para o lado lesionado e não lesionado foram representadas em porcentagem do total de cada lado (69 e 45 ocorrências de sensações, respectivamente) (Fig. 22 A e B).

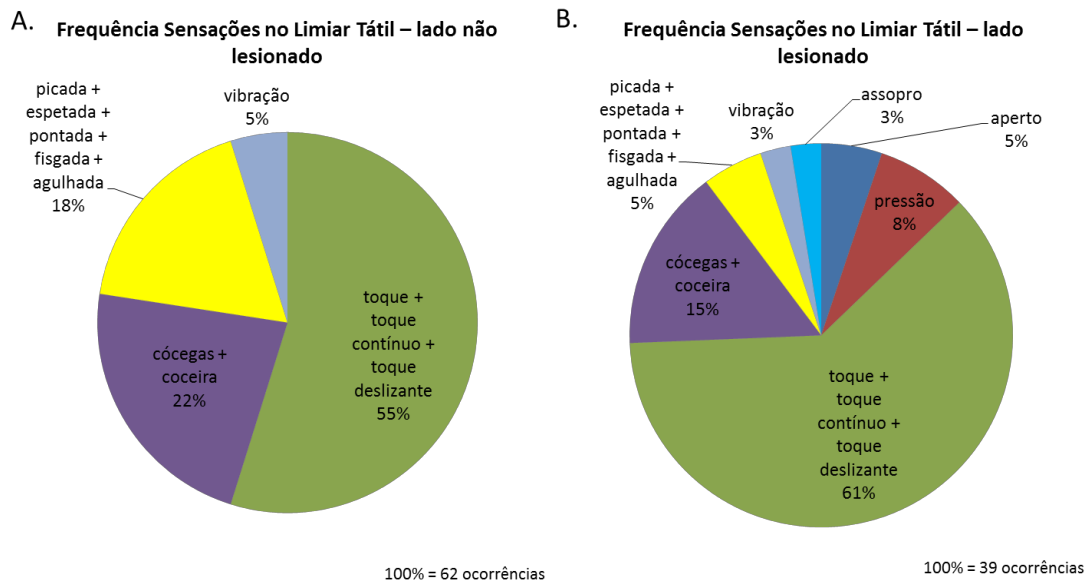


Figura 22 – Porcentagem das sensações evocadas no limiar tátil para os lados não lesionado (A) e lesionado (B) dos participantes com LPB do total de sensações para cada lado.

É possível observar que tanto o lado lesionado quanto o não lesionado apresenta mais da metade das ocorrências de sensações como sendo algum tipo de toque (toque breve, contínuo ou deslizante) (55% no não lesionado; 61% lesionado). O membro não lesionado apresenta ainda uma grande porcentagem de ocorrência de sensações como coceira e cócegas (22%), em seguida, de alguma sensação de toque pontiagudo (picada, espetada, pontada, físgada e agulhada) (18%). No membro lesionado observa-se maior variedade de tipos de sensações evocadas. As sensações de cócegas e coceira (15%) e de toque pontiagudo (5%) se apresentam em menor quantidade no membro lesionado que no não lesionado.

Comparando os números absolutos de ocorrência das diferentes sensações, para cada PIE avaliado de cada membro (não lesionado e lesionado), observa-se como principal achado uma grande redução na quantidade de sensações evocadas no lado lesionado para todos os PIEs (Fig. 23). Quanto à variedade de sensações evocadas, não houve um padrão de apresentação diferente entre os dois membros superiores (lesionado e não lesionado). Em alguns PIEs o membro não lesionado apresentou maior variedade (axilar e ulnar), em outras o lesionado exibiu mais tipos de sensações evocadas (mediano e radial). Para os PIEs dos nervos musculocutâneo e plexo braquial, os dois membros apresentaram a mesma quantidade de tipos de sensações.

Esses resultados mostram que a sensibilidade no membro lesionado é reduzida em relação ao saudável, já que a quantidade de sensações evocadas é menor. Além disso, em alguns PIEs estimulados, o lado lesionado apresenta maior variedade de sensações evocadas.

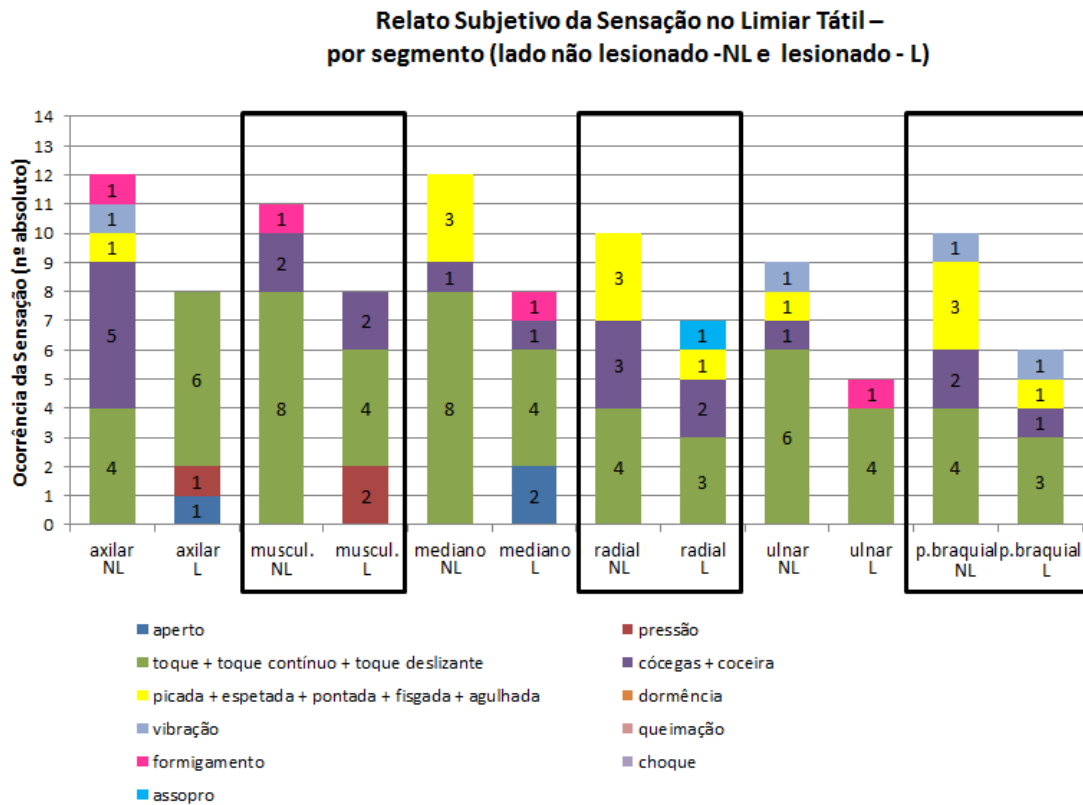


Figura 23 – Número absoluto da ocorrência de cada tipo de sensação evocada no limiar tátil para os lados lesionado (L) e não lesionado (NL) dos participantes com LPB. Muscul.= musculocutâneo; p.braquial = plexo braquial. Os quadrados pretos são para dar destaque para as comparações entre os lados NL e L.

5.3. Avaliação da sensibilidade dolorosa

5.3.1. Grupo Controle

Além do limiar de sensibilidade tátil, o limiar de sensibilidade dolorosa também foi aferido para os dois membros superiores dos voluntários controle e participantes com LPB, e os dados dos valores de limiar, tipo de sensações evocadas, bem como intensidade da dor (Escala da Intensidade da Dor) serão apresentados.

Como explicado, o kit de filamentos também foi utilizado para aferir o limiar de dor, porém iniciava-se a aferição pelo filamento de nº 7 progredindo até o filamento de nº 1, o mais espesso. Para os participantes com LPB que tinham limiares táteis entre 7 e 1, começava-se a aferir o limiar de dor pelo filamento seguinte ao limiar tátil, indo até ao de nº

1. Quando nem o filamento mais espesso (1) era capaz de evocar sensação de dor, assumia-se que o limiar era 0 (não sentiu).

A faixa de variação do limiar de dor para os dois membros superiores dos voluntários controle (direito e esquerdo) esteve entre os filamentos n^{os} 7 e 1 (Fig. 24). Os dois lados apresentaram um perfil bastante semelhante, como pode ser observado na figura 24. O nervo radial foi o único que teve seu limiar de dor encontrado em todos os voluntários dos dois lados (Fig. 24) – nenhuma barra roxa para o “0 (não sentiu)”.

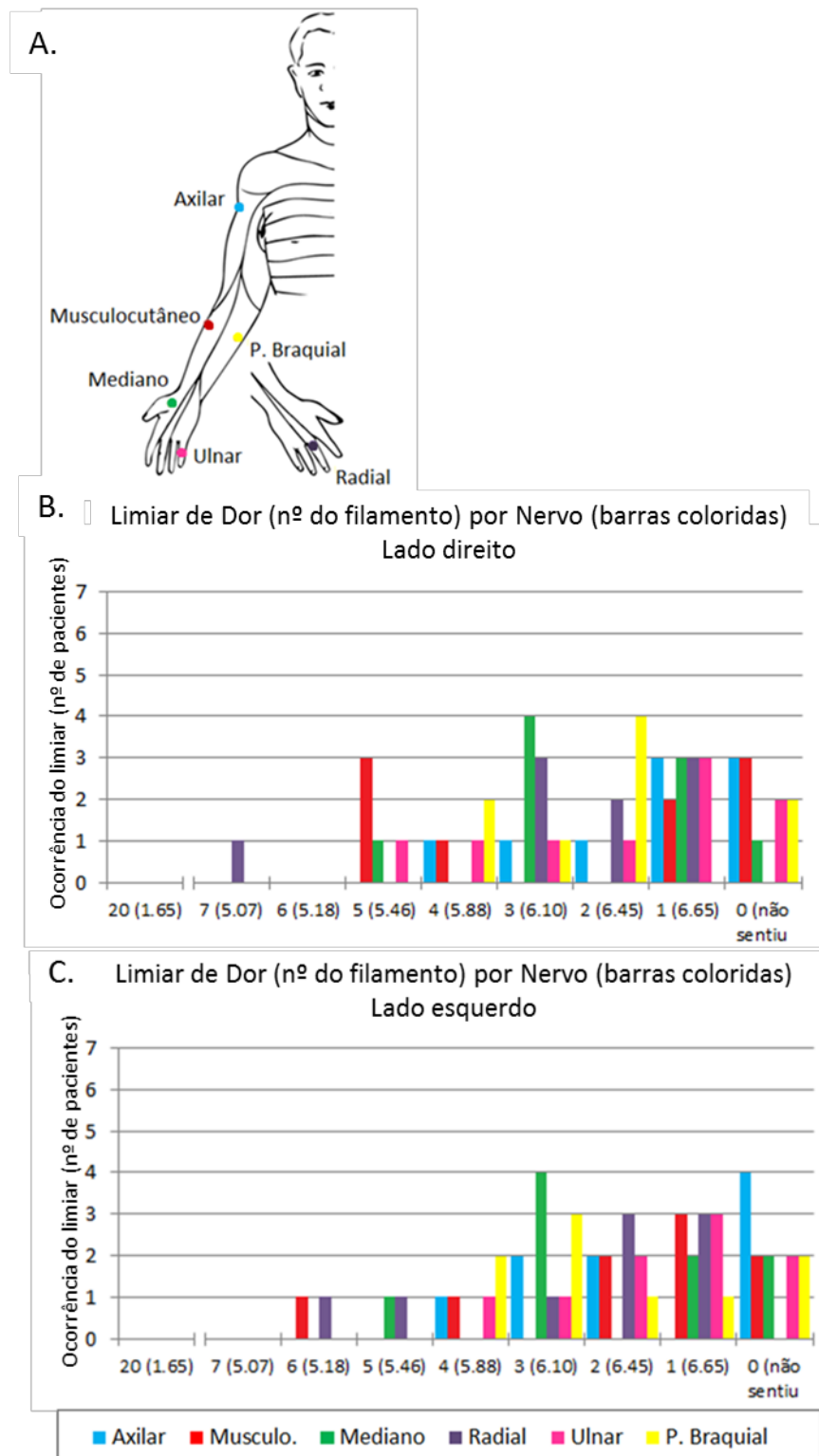


Figura 24 – Limiar de dor por nervo dos membros superiores direito e esquerdo dos voluntários controle. A) PIEs com seus respectivos nomes e cores correspondentes aos gráficos B e C; B) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) em função do filamento detectado (eixo X), por PIE avaliado (barras com diferentes cores) para o dimídio direito; C) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) para os filamentos detectados (eixo X) para cada nervo avaliado (barras com diferentes cores) para o lado esquerdo. N= 9 voluntários.

Os valores das medianas dos limiares para os lados direito e esquerdo se apresentam semelhantes, com valores de mediana entre 1 e 3 (Fig. 25). Os valores de máximo e mínimo do lado direito foram 0 e 7 (Fig. 25 A), e do lado esquerdo, 0 e 6 (Fig. 25 B).

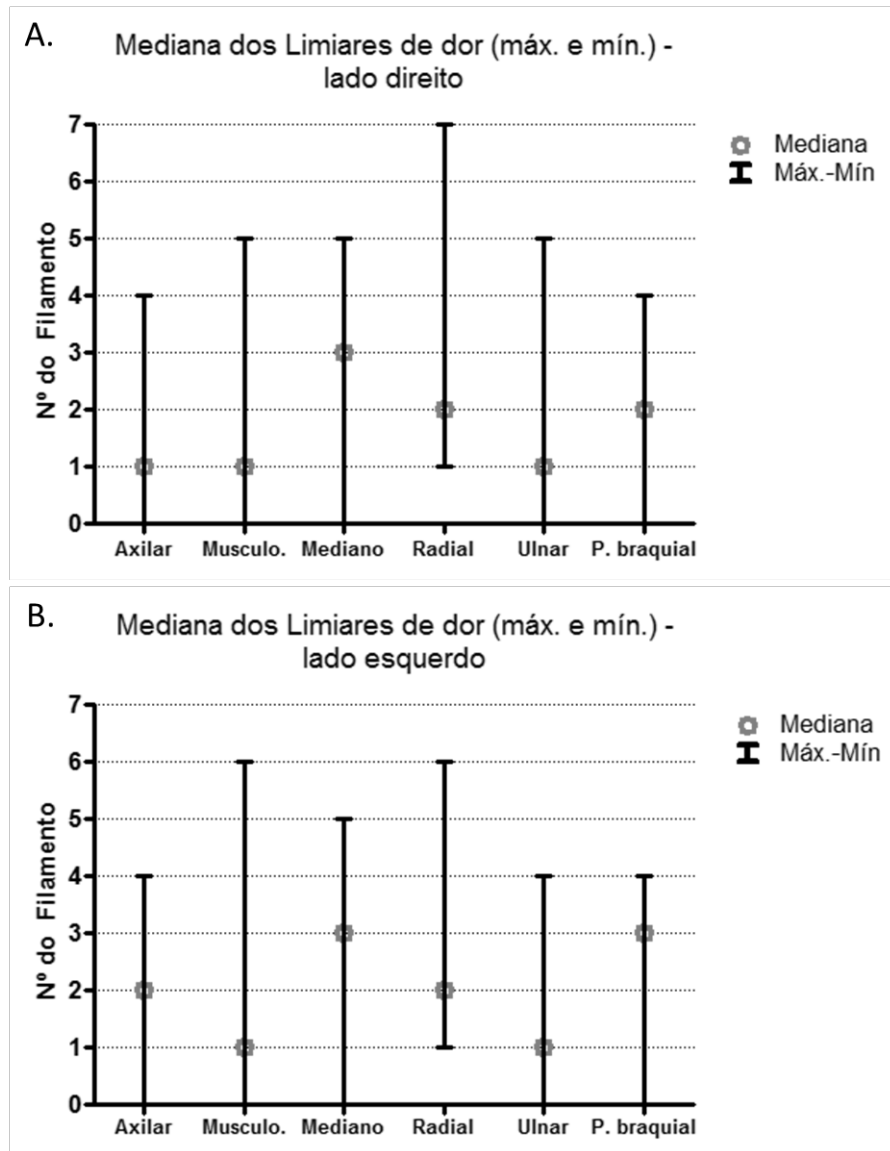


Figura 25 – Representação da mediana dos limiares para os diferentes nervos dos lados direito (A) e esquerdo (B) dos voluntários controle. Os símbolos cinza representam as medianas do limiar para cada nervo e as barras são os menores e maiores valores de limiar encontrados. Musculo.= musculocutâneo, P.braquial= plexo braquial. N= 9 participantes com LPB.

Os valores de limiar de dor dos membros superiores dos voluntários saudáveis não pareceram diferir entre si. Desta forma, assim como foi feito para o limiar de sensibilidade tátil, as medianas dos valores dos controles foram utilizadas como padrão “típico” para a comparação com os membros superiores não lesionado e lesionado dos participantes com LPB.

Ainda para os voluntários controle, as sensações evocadas dos lados direito e esquerdo foram bastante semelhantes (Fig. 26). Nessa avaliação, os participantes também poderiam dizer que sentiam mais de um tipo de sensação para cada PIE como, por exemplo, “pressão” e “choque”. O total de sensações relatado foi igual para os dois lados (46 ocorrências cada). O tipo de sensação mais relatado foi de toque pontiagudo (picada + espetada + pontada + figgada + agulhada), com 89% das ocorrências para o lado direito e 72% para o lado esquerdo. O lado esquerdo apresentou ainda grande porcentagem de sensação de pressão (20%) (Fig. 26 B).

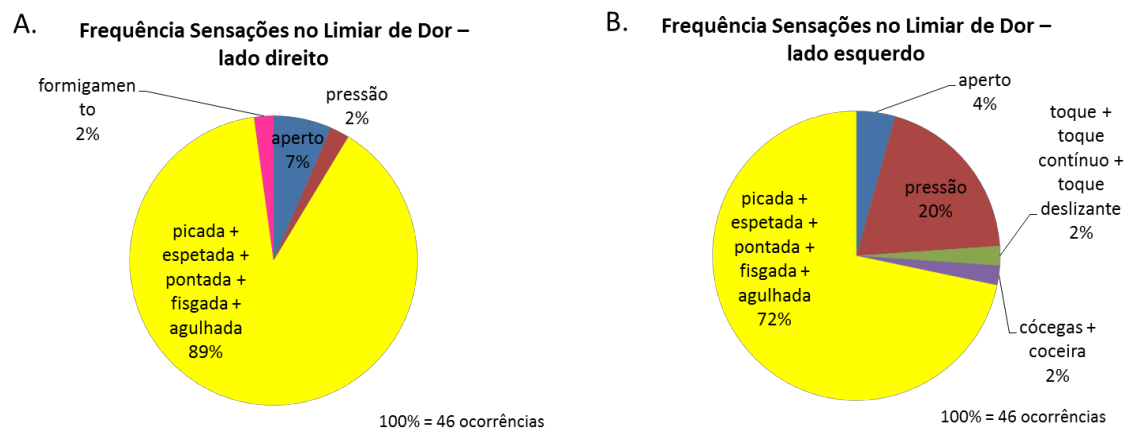


Figura 26 – Porcentagem das sensações evocadas no limiar de dor para os lados direito (A) e esquerdo (B) dos voluntários controle do total de sensações evocadas para cada lado.

Ao olhar para cada PIE separadamente é possível observar que para todos os nervos a sensação mais evocada foi de toque pontiagudo (Fig. 27). Como é observado na figura 4, não há grande diferença entre a quantidade e tipo de sensações evocadas entre os membros superiores direito e esquerdo. Foram evocados no máximo 3 tipos diferentes de sensações em cada nervo. A estimulação dos nervos radial, ulnar e plexo braquial do membro superior direito evocou apenas a sensação de toque pontiagudo (Fig. 27).

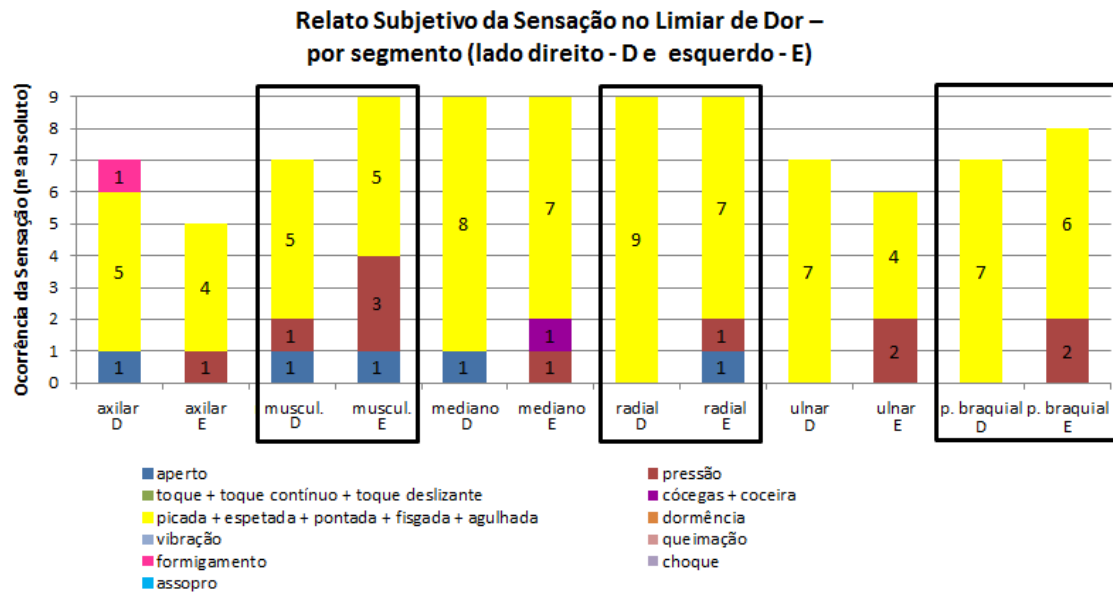


Figura 27 - Número absoluto da ocorrência de cada tipo de sensação evocada no limiar de dor para os lados direito (D) e esquerdo (E) dos voluntários controle. Muscul.= musculocutâneo; p. braquial = plexo braquial. Os quadros pretos são para dar destaque para as comparações entre os lados D e E.

Ao avaliar a intensidade da dor evocada, foram quantificadas as medianas e os valores máximo e o mínimo, escolhidos através da Escala da Intensidade da Dor (valores de 1 a 10). As medianas dos valores de intensidade para os lados direito e esquerdo foram bastante semelhantes, sendo 1 para todos os nervos dos dois lados (direito e esquerdo) (Fig. 28), exceto para o nervo plexo braquial do lado esquerdo, que foi igual a 2 (Fig. 28 A). A intensidade mínima relatada foi 1 para os dois lados e a máxima foi 6 e 7 para os lados direito e esquerdo respectivamente.

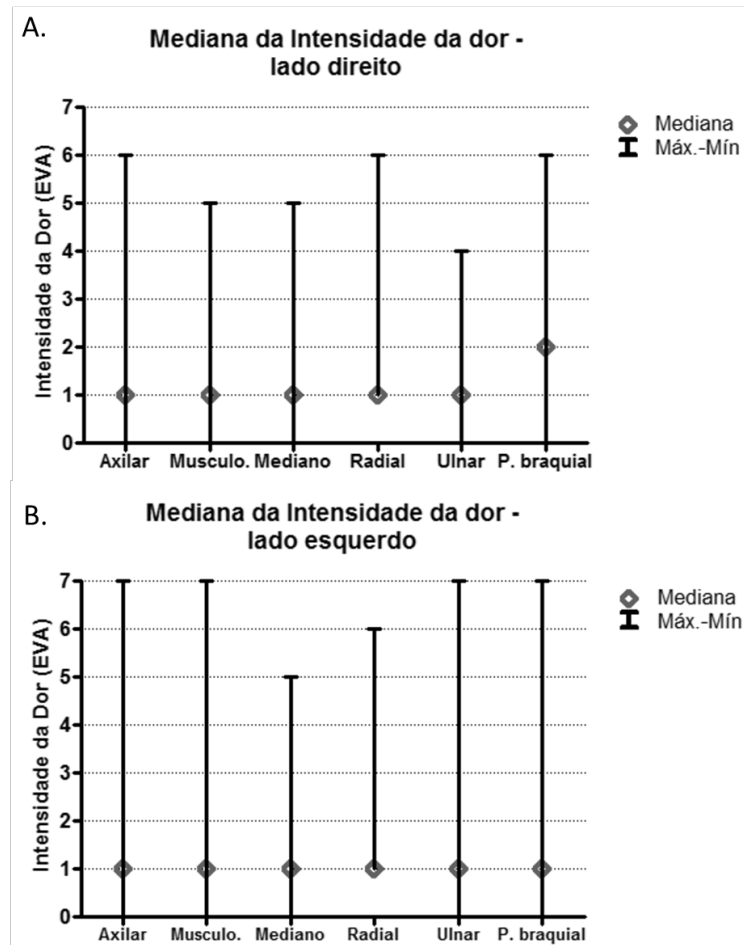


Figura 28 – Medianas (máx-mín) dos valores de intensidade da dor provocados no teste de aferição do limiar de dor, seguindo os valores da Escala da Intensidade da Dor, para os voluntários controle. A) Medianas dos valores de intensidade para o lado direito e os valores máximo e mínimo; B) Medianas dos valores de intensidade da dor para o lado esquerdo e os valores máximo e mínimo. Musculo.= musculocutâneo; P. braquial= plexo braquial. Eixo Y – valores de intensidade de dor (1 a 10) segundo Escala da Intensidade da Dor. N= 9 voluntários.

Com esses resultados é possível observar que também há um padrão “típico” do limiar de dor, em torno de 1, bem como do tipo de sensações evocadas nos voluntários saudáveis, em sua maioria de toque pontiagudo.

5.3.2. Participantes com LPB

Os valores de limiar de dor, sensações e intensidade da dor evocada foram aferidos para os membros superiores não lesionado e lesionado dos participantes com LPB. A faixa de variação do limiar de dor para o membro superior não lesionado esteve entre o filamento nº 7 e 1 (Fig. 29 B), e para o lado lesionado (Fig. 29 C), entre os filamentos nº 6 e 1. Em todos os nervos dos lados lesionado e não lesionado foi possível encontrar participantes com LPB que não foram capazes de sentir dor com nenhum dos filamentos. Do lado lesionado tem-se grande parte das ocorrências de limiar sendo “0 (não sentiu)”. Para o lado não lesionado tem-

se maior variabilidade dos limiares encontrados entre os diferentes nervos, tendo os PIEs dos nervos axilar, ulnar e musculocutâneo como os que mais tiveram ocorrências de “0 (não sentiu)”.

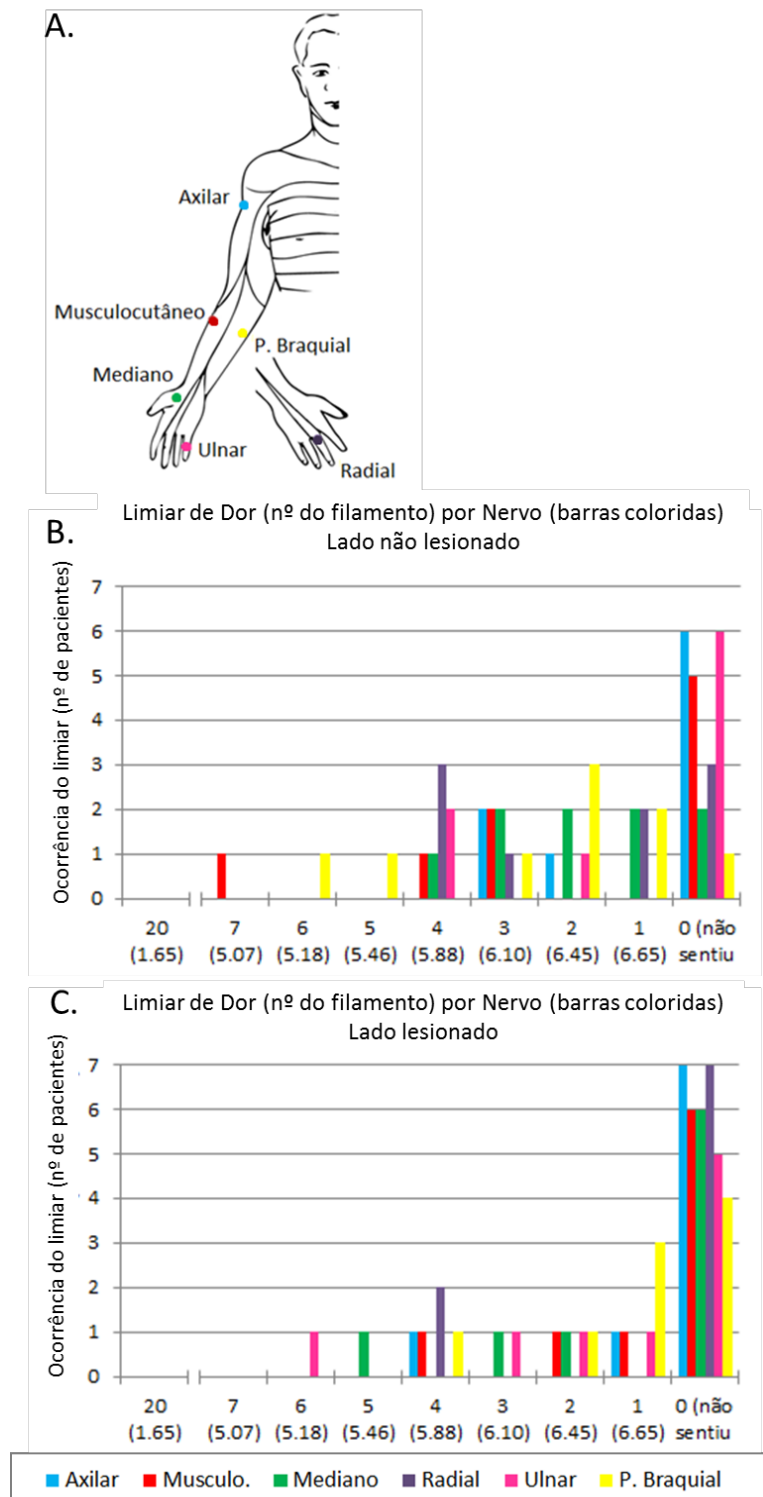


Figura 29 – Limiar de dor por nervo dos membros superiores não lesionado e lesionado dos participantes com LPB. A) PIEs com seus respectivos nomes e cores correspondentes ao gráfico B; B) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) em função do filamento detectado (eixo X), por PIE avaliado (barras com diferentes cores) para o membro não lesionado dos participantes com LPB; C) Histograma da ocorrência do limiar em quantidade de participantes com LPB (eixo Y) em função do filamento detectado (eixo X), por PIE avaliado (barras com diferentes cores) para o membro lesionado dos participantes com LPB. N= 9 participantes com LPB.

Os valores das medianas dos limiares para o lado não lesionado variam entre 0 e 2, e para o lado lesionado, entre 0 e 1 (Fig. 30). Os valores de máximo e mínimo do lado não lesionado foram 0 e 7 (Fig. 30 A), e do lado lesionado, 0 e 6 (Fig. 30 B). O lado lesionado tem grande incidência de ausência de sensibilidade dolorosa, como visto no gráfico C da figura 27. O único PIE que apresenta limiar 1 é o do nervo plexo braquial, o menos afetado de todos os nervos após a lesão dos participantes desse estudo (Fig. 30 B). Os PIEs dos nervos axilar, musculocutâneo e ulnar do lado não lesionado também apresentam medianas dos limiares igual à zero.

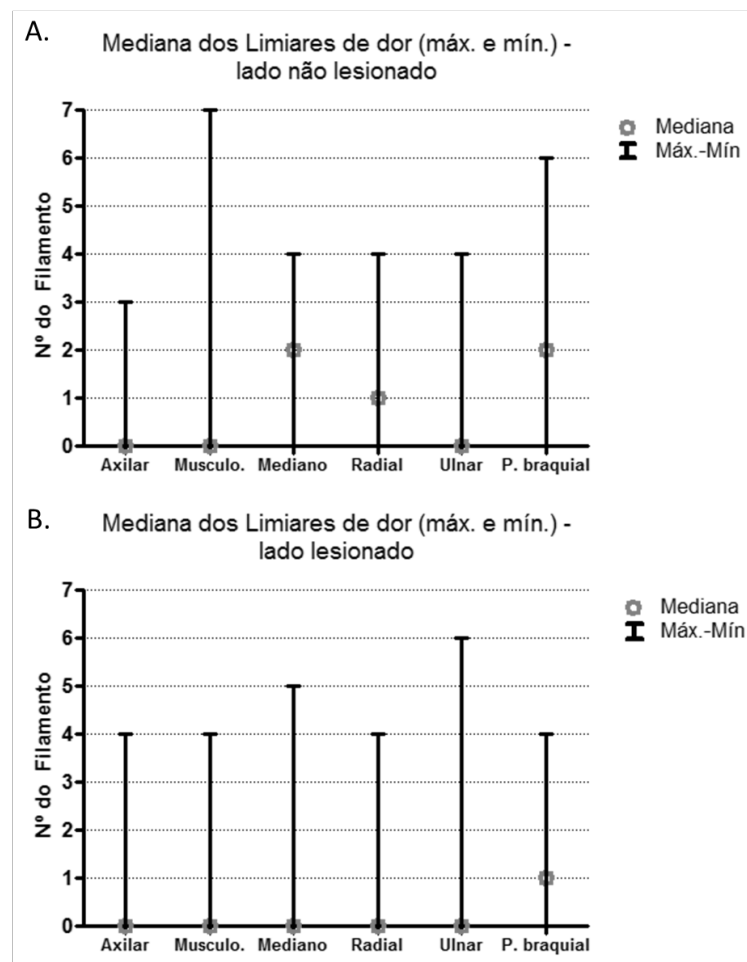


Figura 30 – Representação das medianas dos limiares de dor para os diferentes nervos dos lados não lesionado (A) e lesionado (B) dos participantes com LPB. Os símbolos cinza representam as medianas do limiar para cada nervo e as barras são os menores e maiores valores de limiar encontrados. Musculo.= musculocutâneo, Med.= mediano, P.braquial= plexo braquial. N= 9 participantes com LPB.

Os valores de limiar de dor para cada PIE estimulado dos membros superiores dos participantes com LPB (não lesionado e lesionado) não pareceram diferir entre si. Porém, ao se comparar as medianas dos limiares de dor dos lados direito e esquerdo dos voluntários

controles com o membro superior não lesionado do participante com LPB, foram observados menores valores de limiar para o nervo ulnar para os voluntários controle.

Ao quantificar as sensações evocadas dos lados não lesionado e lesionado, o total de sensações relatado foi diferente entre os dois lados, com o lado não lesionado tendo 31 ocorrências e o lesionado 19. O tipo de sensação mais sentido do lado não lesionado foi de toque pontiagudo (picada + espetada + pontada + fisgada + agulhada), com 87% das ocorrências, seguido de pressão (7%), choque (3%) e vibração (3%) (Fig. 31 A). Para o lado lesionado a única sensação relatada foi de toque pontiagudo (picada+espetada+pontada+fisgada+agulhada), com 100% das ocorrências (Fig. 31 B).

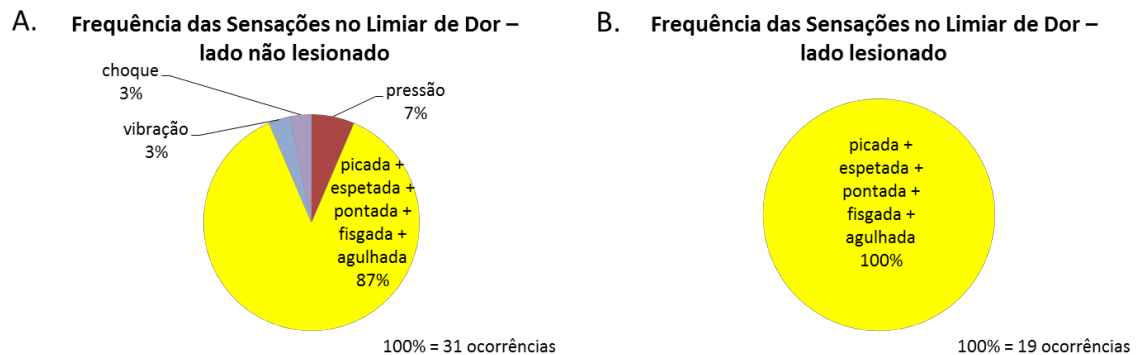


Figura 31 – Porcentagem das sensações evocadas no limiar de dor para os lados não lesionado (A) e lesionado (B) dos participantes com LPB do total de sensações evocadas para cada lado.

Comparando-se as frequências das sensações evocadas dos lados direito e esquerdo dos voluntários controle (Fig. 26) com os lados não lesionado e lesionado dos participantes com LPB (Fig. 31), observa-se grande semelhança entre eles, principalmente entre os lados esquerdo (Fig. 26 B) e não lesionado (Fig. 31 A), que apresentam mesma diversidade de sensações.

Ao olhar para cada PIE separadamente é possível observar que para os nervos axilar, musculocutâneo, radial e plexo braquial do lado não lesionado, a única sensação evocada foi de toque pontiagudo (Fig. 32). A estimulação dos nervos mediano e ulnar do membro superior não lesionado evocou as sensações de choque e vibração e pressão, respectivamente (Fig. 32), além da sensação de toque pontiagudo.

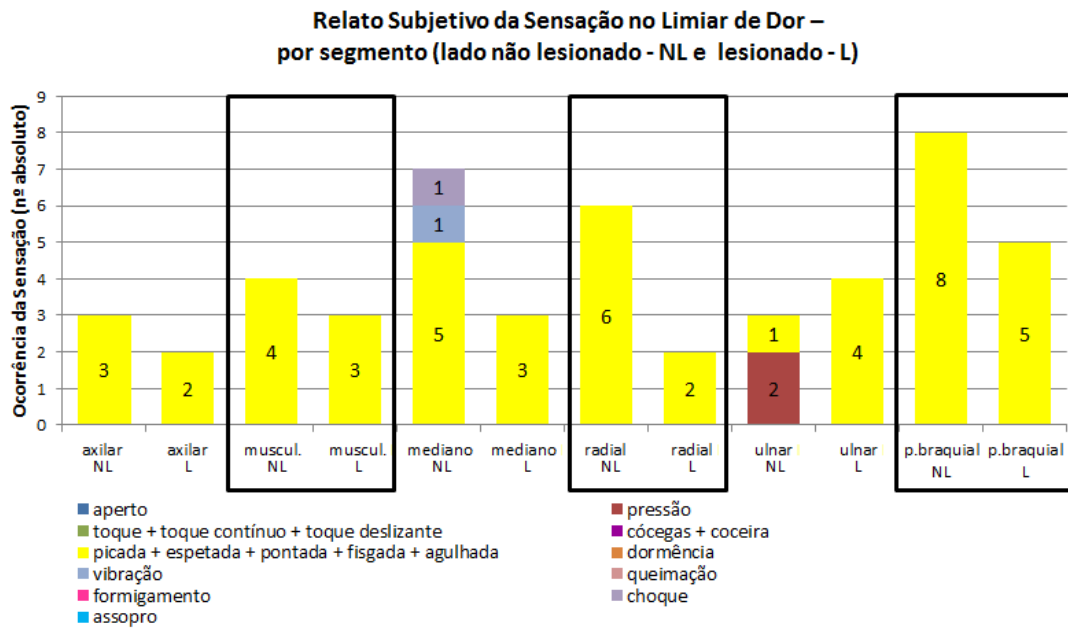


Figura 32 - Número absoluto da ocorrência de cada tipo de sensação evocada no limiar de dor para os lados não lesionado (NL) e lesionado (L) dos participantes com LPB. muscul.= musculocutâneo; p. braquial = plexo braquial. Os quadrados pretos são para dar destaque para as comparações entre os lados D e E.

As medianas dos valores de intensidade da dor e seus valores máximo e mínimo para os lados não lesionado e lesionado estão quantificadas nos gráficos da figura 33. As medianas da intensidade de dor para o lado não lesionado ficaram entre 1 e 2, com grande variação dos valores para os PIEs dos nervos mediano e radial (valores máx. e mín. muito distintos) (Fig. 33 A). Para o lado lesionado apenas uma pessoa relatou dor no PIE do nervo axilar (intensidade 6) e do radial (intensidade 1) e nos outros PIEs os valores de intensidade foram bastante distintos (valores máx. e mín. muito distintos), sendo as medianas dos valores de intensidade igual a 0 para todos os nervos (Fig. 33 B). As intensidades mínima e máxima relatadas pelos participantes com LPB dos dois lados foi de 1 e 9, respectivamente.

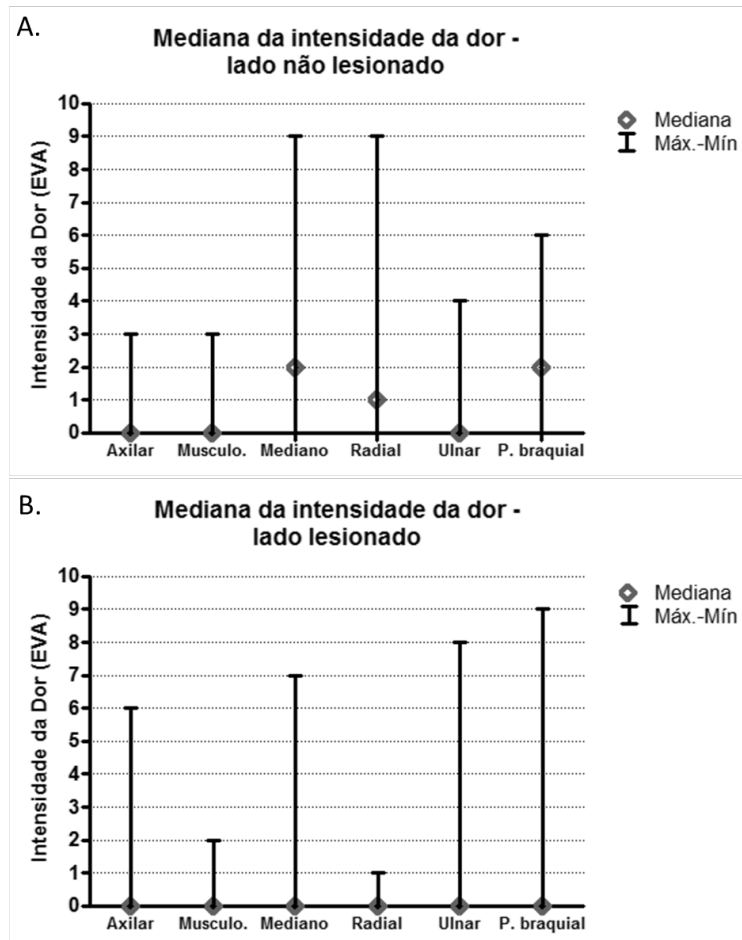


Figura 33 – Medianas (máx-mín) dos valores de intensidade da dor provocados no teste de aferição do limiar de dor, seguindo os valores da Escala da Intensidade da Dor, para os participantes com LPB. A) mediana dos valores de intensidade para o lado não lesionado e os valores máximo e mínimo; B) média dos valores de intensidade da dor para o lado lesionado e os valores máximo e mínimo. Eixo Y – valores de intensidade de dor (1 a 10) segundo Escala da Intensidade da Dor. Musculo.= musculocutâneo; P. braquial= plexo braquial. N= 9 participantes com LPB.

Esses resultados mostram que os limiares de dor para os participantes com LPB diferem dos voluntários controle em alguns PIEs - o ulnar para o lado não lesionado e o radial para o lado lesionado, em relação aos voluntários controle. Além disso, a intensidade de dor relatada não diferiu entre o membro superior não lesionado do participante com LPB e os membros superiores dos voluntários controle. Os tipos de sensações evocados no membro não lesionado se mostrou bastante semelhante aos controles, e o membro lesionado apresentou apenas sensações de toque pontiagudo.

5.4. Avaliação da sensação referida

Durante a aferição do limiar eram coletados os relatos de sensação referida tanto no limiar quanto nos filamentos anteriores ao mesmo. Nesse caso, quando o voluntário relatasse que sentiu o estímulo em algum local diferente daquele onde foi feita a estimulação, eram anotados o local estimulado, o tipo e o local da sensação para posterior quantificação.

Primeiramente foram quantificadas as vezes em que foi evocada a sensação referida para todos os membros superiores dos voluntários controle e participantes com LPB. Como é possível ver no gráfico da figura 34 A, a ocorrência de sensações referidas para os lados direito e esquerdo dos controles foi bastante semelhante, com 20 e 21 ocorrências, respectivamente. Isto significa 23% e 23,9% do total de sensações descritas (referidas e sentidas no limiar) para cada braço (Fig. 34 C). Para os participantes com LPB, o total de sensações referidas evocadas no membro não lesionado foi de 11 ocorrências (Fig. 34 B). Isto significa 15,1% do total de sensações evocadas (referidas e sentidas no limiar) (Fig. 34 D), menor que a porcentagem dos membros superiores dos voluntários controle. A ocorrência de sensações referidas para o lado lesionado dos participantes com LPB foi mais de 2,5 vezes maior que a do lado não lesionado, com um total de 22 ocorrências (Fig. 34 B). Em termos de porcentagem, o lado lesionado teve o maior valor comparado ao grupo controle e ao lado não lesionado, 36,1% do total de sensações evocadas no membro superior lesionado. O participante 5 foi o único que não relatou sensação referida durante a avaliação dos PIEs do membro superior lesionado. Todos os voluntários controle relataram, em pelo menos um dos membros avaliados, evocação da sensação referida.

O número total de sensações evocadas no limiar para o membro lesionado é menor que o dos controles e do lado não lesionado, o que já havia sido evidenciado no gráfico da figura 23, já que o membro superior lesionado tem maior déficit sensitivo em todos os participantes com LPB avaliados.

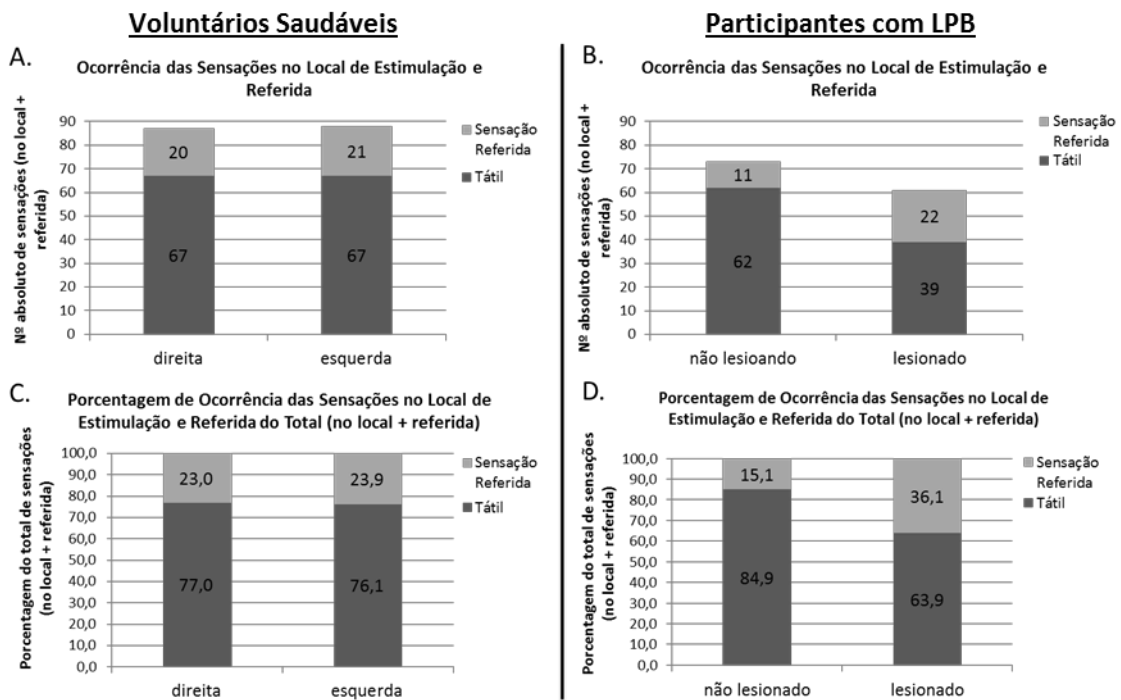


Figura 34 - Quantificação da ocorrência de sensações referidas durante a aferição do limiar para todos os grupos (controle e participantes com LPB) para cada membro superior. A) quantificação em número absoluto do total de sensações evocadas no limiar (cinza claro) e de sensações referidas evocadas (cinza escuro) nos membros superiores direito e esquerdo dos voluntários controle; B) quantificação em número absoluto do total de sensações evocadas no limiar (cinza claro) e do total de sensações referidas evocadas (cinza escuro) nos membros superiores lesionado e não lesionado dos participantes com LPB; C) porcentagem de sensações referidas e sensações evocadas no local estimulado, no limiar, do total de sensações evocadas para os membros superiores direito e esquerdo; D) porcentagem de sensações referidas e sensações evocadas no local estimulado, no limiar, do total de sensações evocadas para os membros superiores lesionado e não lesionado. SR- sensação referida; Tátil – sensação evocada no limiar tátil no local certo. A) e C) N= 9 voluntários saudáveis; B) e D) N= 9 participantes com LPB.

Em resumo, os dados mostram que a sensação referida pode ser evocada tanto nos voluntários saudáveis, com uma taxa de ocorrência quase igual para os lados direito e esquerdo, quanto nos participantes com LPB, em maior quantidade do lado lesionado e em menor quantidade do lado não lesionado, em comparação com os lados correspondentes dos voluntários saudáveis.

Quanto aos tipos de sensações referidas evocadas, as sensações de “toque” respondem por 65% do total de sensações do lado direito, 71% do lado esquerdo, 55% do lado não lesionado e 41% do lado lesionado, sendo o tipo de sensação mais frequente tanto em participantes com LPB, quanto em voluntários saudáveis. O lado direito apresentou maior variedade de sensações evocadas, tendo outras 6 sensações além dos diferentes tipos de toque

(Fig. 35 A), já o lado esquerdo apresentou apenas três tipos de sensações (fig. 35 C). O lado não lesionado do participante apresentou três tipos diferentes de sensações além das sensações de “toque” (Fig. 35 B). Por fim, o lado lesionado dos participantes com LPB foi o que apresentou maior variedade, 9 tipos diferentes de sensações além das de “toque” (Fig. 35 D).

Assim, o grupo controle e os participantes com LPB apresentaram grande incidência da sensação de “toque”, e o lado lesionado foi o que apresentou a maior variedade de sensações evocadas, com sensações alteradas como de “movimento” e “assopro”.

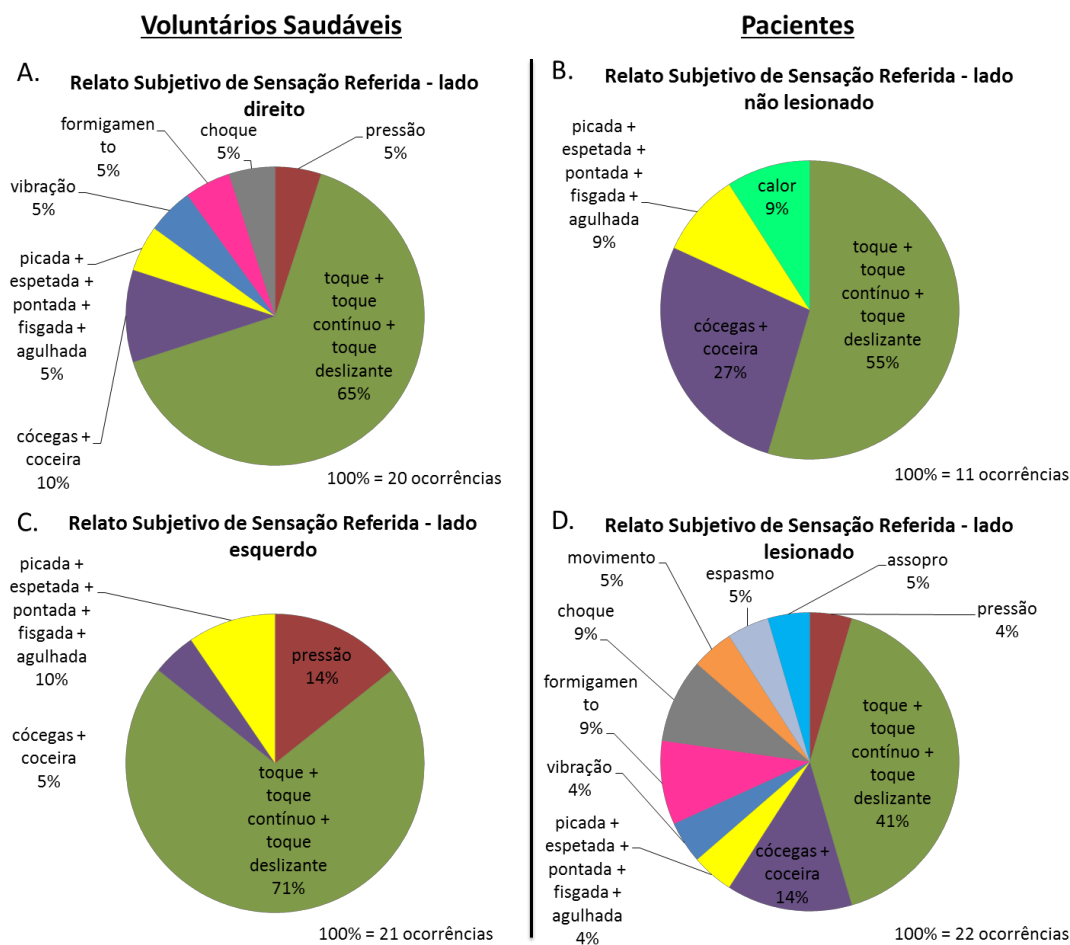


Figura 35 – Porcentagem dos tipos de sensações referidas do total das sensações referidas evocadas nos lados direito (A) e esquerdo (C) dos voluntários controle e não lesionado (B) e lesionado (D) dos participantes com LPB.

Outro dado relevante surgiu com a quantificação dos locais que ao serem estimulados evocaram a sensação referida, e os locais das sensações referidas. As figuras 36, 37, 38 e 39 resumem essas duas informações em forma de gráfico para cada lado dos voluntários saudáveis e participantes com LPB. O gráfico de pizza indica a porcentagem de vezes que os

PIEs foram tocados desencadeando a sensação referida; e os pequenos gráficos de barra indicam os locais onde a sensação referida foi sentida.

O gráfico da figura 36 mostra o resultado para o membro superior direito dos voluntários controle. Nesse caso, os nervos da mão foram os únicos locais de ocorrência de indução da sensação referida. A sensação referida podia ser relatada como tendo sido sentida em mais de um local. A estimulação do nervo ulnar (33% dos casos) evocou sensação referida no braço, antebraço, punho, mão e 1º dedo; a estimulação do mediano (34% dos casos) provocou sensação referida no braço, antebraço, punho, mão e 3º dedo; e a estimulação do nervo radial (33% dos casos) levou à sensação referida no braço, punho, 4º dedo e, em maior frequência, no antebraço.

Voluntários Saudáveis

Local de Estimulação que Evocou Sensação Referida / Locais onde ela foi sentida - lado direito

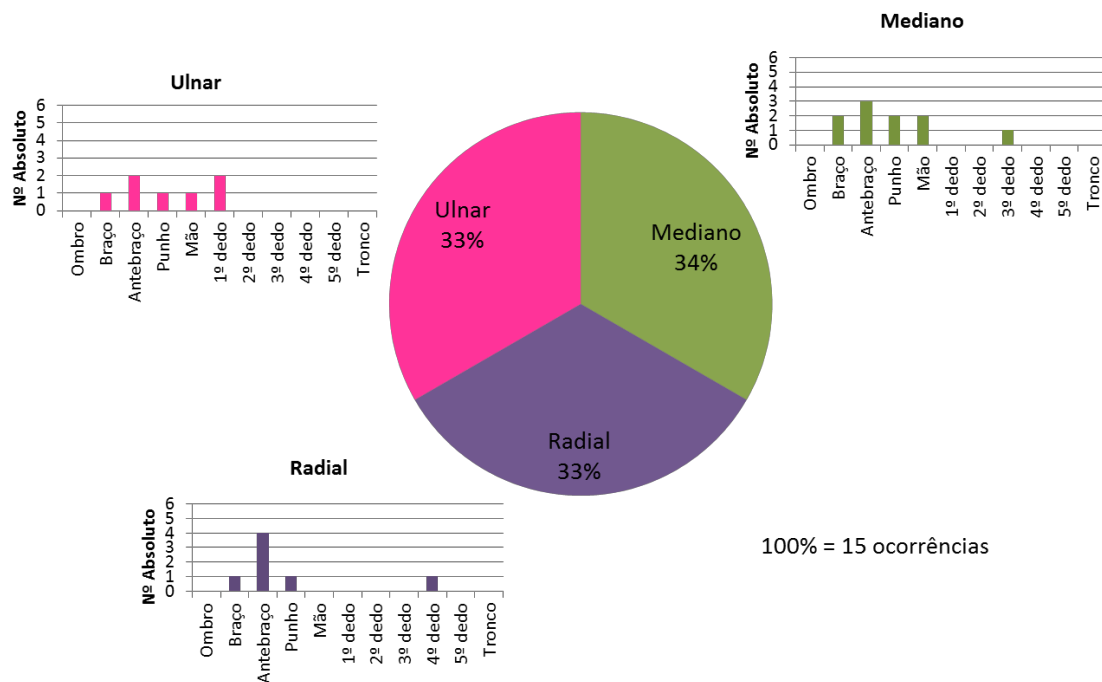


Figura 36- Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado direito dos voluntários controle. O gráfico de pizza representa a porcentagem de vezes que cada uma dos PIEs foi tocado evocando sensação referida, do total de sensações referidas evocadas (100% = 15 ocorrências). Os gráficos em barra representam a quantidade de vezes (nº absoluto) que cada uma das regiões do eixo X foi relatada como sendo o local onde a sensação referida foi sentida. N= 8 de 9 voluntários.

Na figura 37 tem-se o resultado para o membro superior esquerdo dos voluntários controle, onde a maior porcentagem de sensação referida (35% dos casos) foi evocada pela estimulação do nervo mediano. A sensação referida evocada pela estimulação do mesmo foi no braço, mão, 1º dedo, e em maior quantidade no antebraço. Em seguida tem-se o nervo ulnar, com 30% dos casos, evocando a sensação nas regiões do braço, antebraço, 2º dedo e, em maior quantidade, no antebraço. A estimulação do radial levou à sensação referida em 20% dos casos nas regiões do antebraço, punho e mão. E por fim, quando o nervo plexo braquial foi estimulado (15% dos casos), a sensação evocada foi no antebraço e punho.

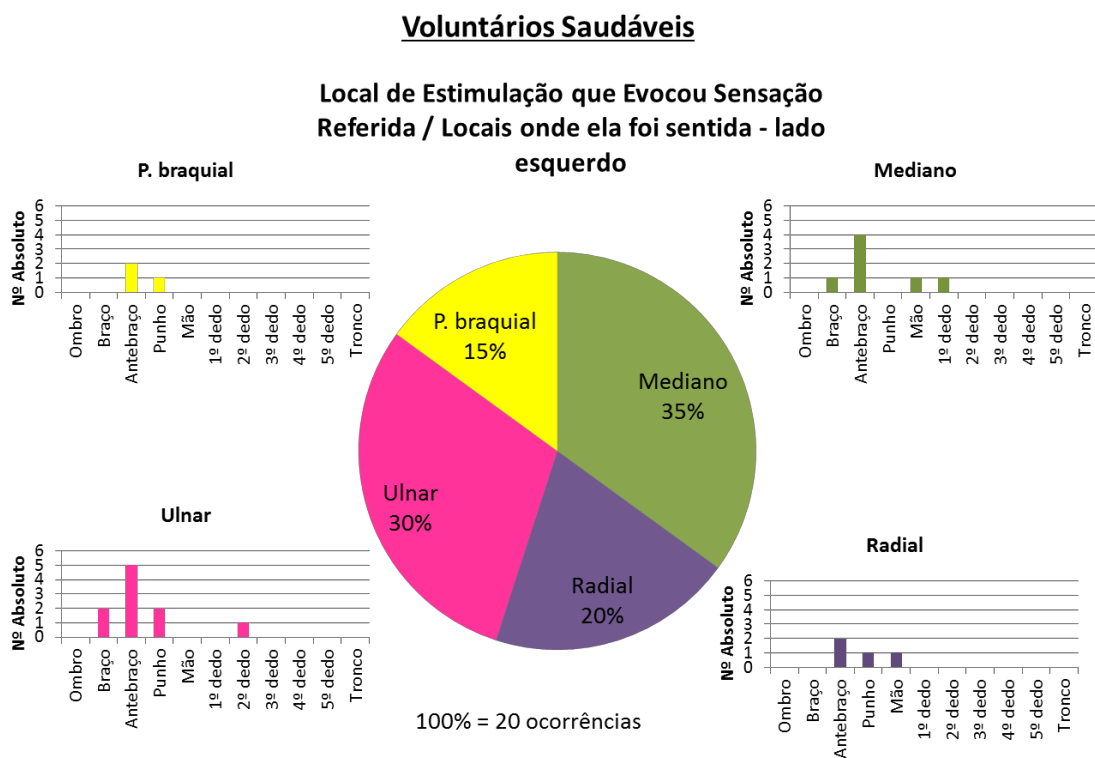


Figura 37- Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado esquerdo dos voluntários saudáveis. O gráfico de pizza representa a porcentagem de vezes que cada uma dos PIEs foi tocado evocando SR, do total de sensação referida evocada (100% = 20 ocorrências). P. braquial = plexo braquial. N= 9 voluntários.

Como visto anteriormente (Fig. 34 B e D), o lado não lesionado dos participantes com LPB foi o que teve menor ocorrência de sensação referida, com 10 ocorrências. A estimulação dos nervos ulnar e radial levou a 40% dos casos de sensação referida cada, sendo os locais sentidos para o nervo ulnar: antebraço, mão, 1º dedo, 2º dedo, 3º dedo, 4º dedo e 5º dedo; e os locais sentidos pela estimulação do radial: braço, antebraço, 1º dedo e 2º dedo. Os outros 20%

dos casos ficaram divididos entre os nervos plexo braquial (10%) e axilar (10%), sendo cada um evocado em apenas um participante com LPB na região do antebraço (Fig. 38).

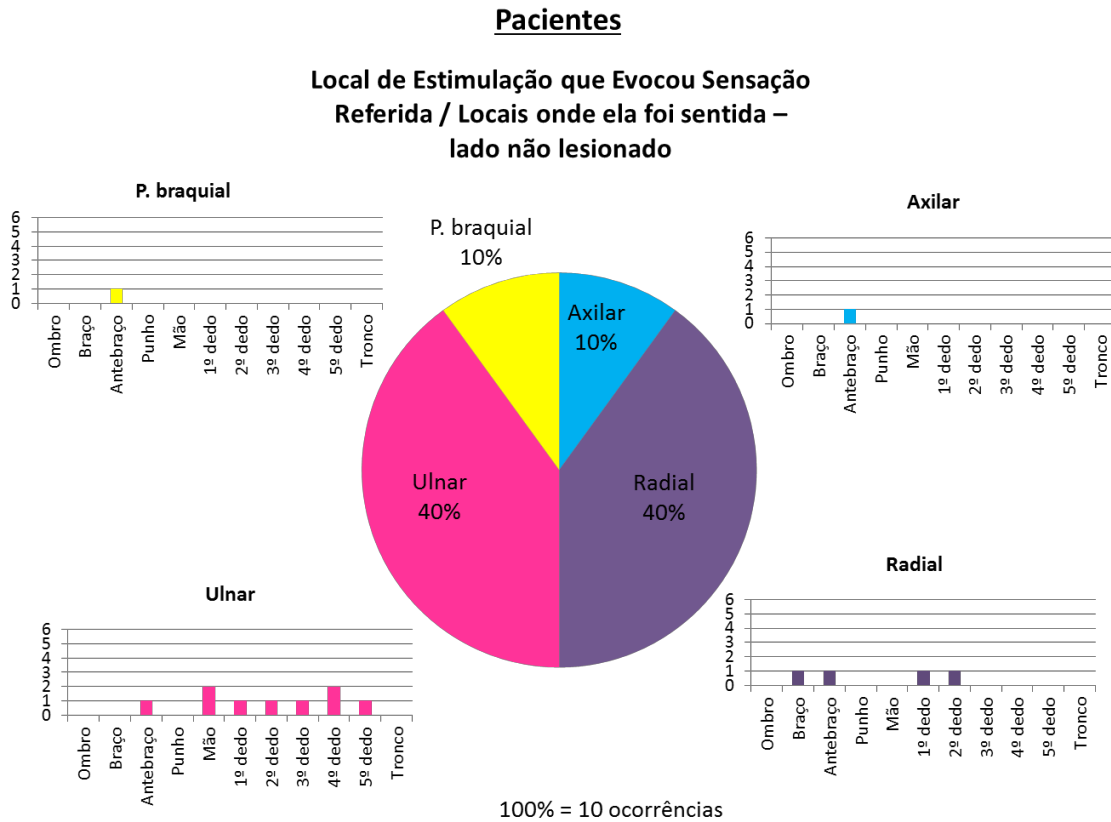


Figura 38 - Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado não lesionado dos participantes com LPB. O gráfico de pizza representa a porcentagem de vezes que cada uma dos PIEs foi tocado evocando SR, do total de sensação referida evocada (100% = 10 ocorrências) N= 7 de 9 participantes com LPB.

O lado lesionado dos participantes com LPB foi o único que levou à evocação da sensação referida após estimulação de todos os pontos dos seis nervos avaliados no estudo (Fig. 39). Os nervos axilar e musculocutâneo foram os responsáveis pela maior parte dos casos de sensação referida (23% cada), tendo a mesma sido evocada nas regiões do braço e 2º dedo para o nervo axilar e antebraço, punho, mão e tronco para o musculocutâneo. O mediano aparece com 16% das sensações referidas sendo todas evocadas na mão. Em seguida, as estimulações dos nervos radial e ulnar responderam por 15% dos casos cada. A sensação referida do radial foi evocada no punho, mão e 3º dedo, e a do ulnar no 4º e 5º dedos. O plexo braquial foi o responsável pela menor porcentagem de sensações referidas evocadas (8%), sendo sentidas apenas no antebraço.

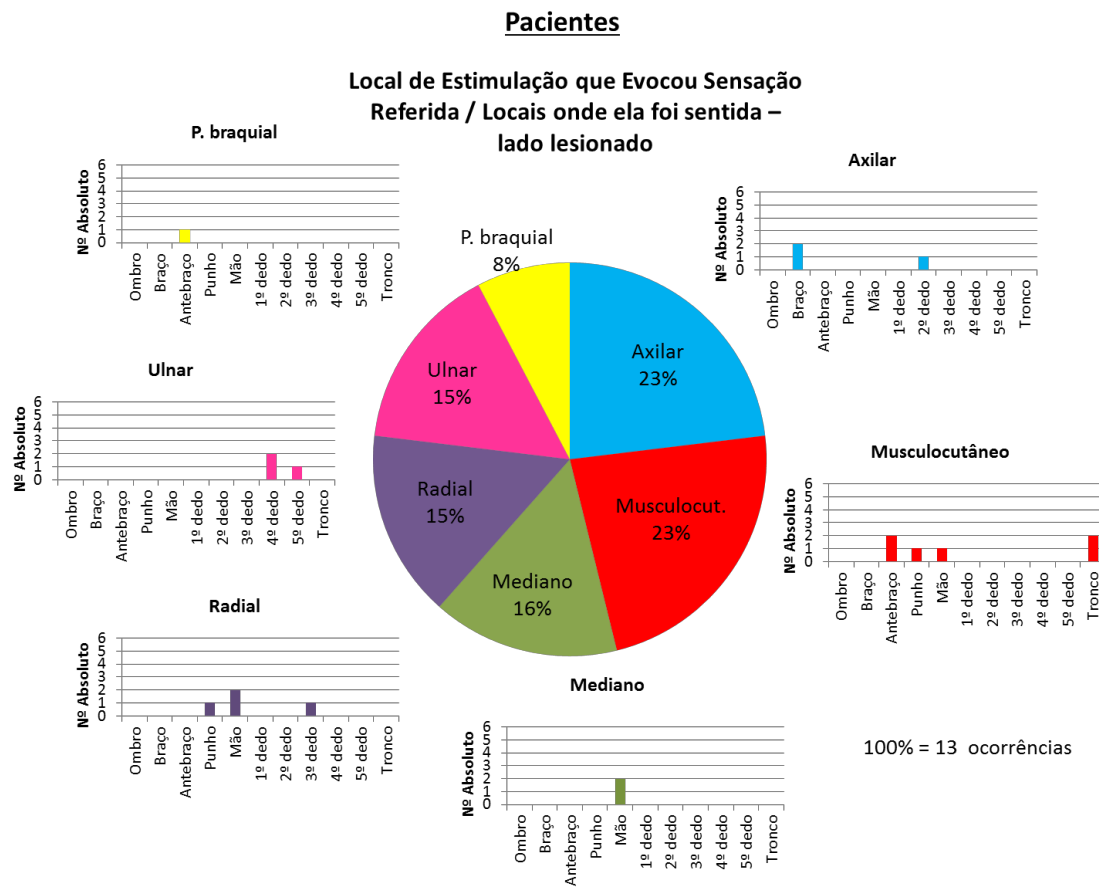


Figura 39- Quantificação dos locais que evocaram sensação referida e onde ela foi sentida do lado lesionado dos participantes com LPB. O gráfico de pizza representa a porcentagem de vezes que cada uma dos PIEs foi tocado evocando SR, do total de sensação referida evocada (100% = 13 ocorrências). Musculocut. = Musculocutâneo. N= 7 de 9 participantes com LPB.

Em resumo, os resultados mostram que a sensação referida foi evocada tanto nos voluntários controle quanto nos participantes com LPB, porém apenas o membro lesionado dos participantes com LPB apresentou sensação referida após estimulação de todos os 6 PIEs. A incidência nesse grupo foi maior para os PIEs dos nervos mais acometidos pós-LPB, os nervos axilar e musculocutâneo, e foi menor para o PIE do nervo menos acometido pós-lesão, o nervo plexo braquial. O PIE que menos evocou sensação referida nos participantes com LPB foi o menos afetado pós-lesão, o PIE do nervo plexo braquial.

5.5. Avaliação da Sensação Referida após transferência do nervo Intercostal para Musculocutâneo

A avaliação da sensação referida no caso dos participantes com LPB que realizaram a cirurgia de transferência do nervo intercostal para o musculocutâneo revelou que nestes participantes havia evocação de sensações na região do tronco, que corresponde exatamente

ao território de inervação cutânea do nervo doador. Como forma de melhor avaliar a sensação referida evocada no tronco nestes dois participantes com LPB (3 e 4) foi desenvolvido um protocolo mais fino de avaliação dessa região (descrito nos métodos – subitem 4.2.3), utilizando o filamento mais espesso (6.65). O resultado da avaliação de cada um dos participantes será descrito separadamente abaixo.

5.5.1. Participante com LPB 3

O participante 3 apresenta lesão de todos os troncos do plexo braquial, com acometimento mais grave do tronco superior. Ele foi submetido à cirurgia de transferência do nervo intercostal para musculocutâneo e à neurlise do nervo supraescapular. O tempo entre a lesão e a cirurgia foi de aproximadamente 4 meses, e o tempo entre a cirurgia e o exame foi de 26 meses (tabela 4). A sensibilidade deste participante se apresentou alterada para todos os PIEs avaliados, com o maior déficit estando nos PIEs dos nervos axilar, musculocutâneo e radial (fig. 21 C).

Durante a avaliação da sensação referida após cirurgia de transferência do participante 3 (fig. 40), ao se estimular os pontos 1 e 2 (fig. 40 C), o participante relatou sensação de pressão na região A do braço (fig. 40 C); ao se estimular o ponto 3 (fig. 40 C), o participante relatou toque na região H do tronco (fig. 40 B) e na região D do braço (fig. 40 C). A estimulação do ponto 4 evocou sensação referida apenas no braço, em C (fig. 40 C), já os pontos 5 e 6 evocaram sensação de toque nas regiões J e I do tronco (fig. 40 B), respectivamente. Os pontos 7 e 8 evocaram as mesmas sensações de formigamento em E no braço (fig. 40 A) e choque em I no tronco (fig. 40 B). Entre os pontos 8 e 9 existe um ponto (símbolo preto) onde o participante não sentiu a estimulação nem referiu sensação referida (anestesia). A estimulação do ponto 9 evocou sensação de toque em H e I no tronco (fig. 40 B). Quando os pontos 10 e 11 foram estimulados, o participante relatou agulhada no próprio local e nas regiões H, I e J do tronco (fig. 40 B), já no ponto 12 as sensações se repetiram no próprio local e nas regiões H, I e J do tronco, porém com menor intensidade. Ao ser estimulado em 13 o participante relatou toque no local de estimulação e choque em H, I e J no tronco. Nos pontos 14, 15 e 16, as sensações evocadas foram de toque pontiagudo nos locais certos e choque em H, I e J no tronco, já nos pontos 17 e 18 a mesma sensação foi sentida, porém o choque nas regiões H, I e J do tronco foi mais forte. Em 19 a sensação evocada foi de agulhada forte no local certo e choque leve em H, I e J. Entre os pontos 19 e 20 existe um ponto com ausência de sensibilidade (símbolo preto) e um ponto onde a sensação é evocada

no local certo do braço (símbolo azul). Em 20 a sensação é de toque no local e choque em J no tronco. Em 21 a sensação evocada foi de picada em F no braço (fig. 40 A); em 22 e 23 a sensação foi de picada em G no braço (fig. 40 A) e em 24 também é relatado picada em G além de em H e I no tronco. Em 25 o relato é de picada em G no braço e choque leve em H e I. Por fim, a estimulação dos pontos 26 e 27 evocaram sensação de toque no local estimulado e toque deslizante leve em toda região de K no tronco (fig. 40 B).

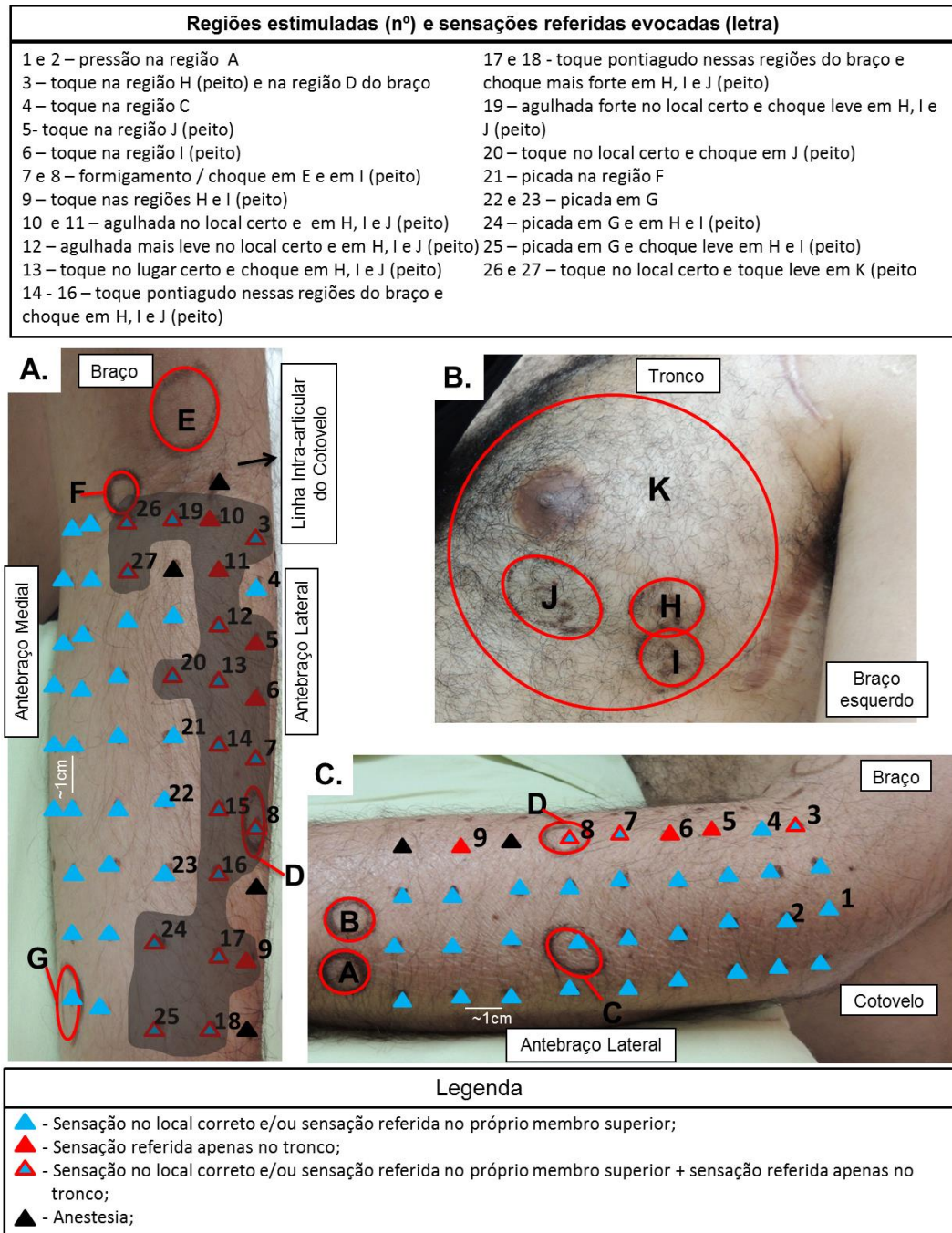


Figura 40 - Participante com LPB 3, submetido a cirurgia de transferência nervosa do Intercostal para Musculocutâneo. Imagem ilustrativa dos pontos estimulados no antebraço e dos locais onde a sensação referida foi evocada no próprio antebraço e tronco. A) Pontos estimulados (Δ) e regiões onde as sensações referidas foram sentidas (elipses vermelhas) entre as regiões medial e lateral do antebraço; B) regiões sentidas no tronco (elipses vermelhas); C) pontos estimulados (Δ) e regiões onde as sensações referidas foram sentidas (elipses vermelhas) na região lateral do antebraço. ▲ – sentiu apenas na região estimulada do antebraço e/ou sentiu sensação referida no próprio membro; ▲ (vermelho) – sentiu apenas sensação referida no tronco; ▲ (azul e vermelho) – sentiu no local de estimulação no antebraço e/ou sensação referida no próprio membro e sensação referida no tronco; ▲ (preto) - anestesia. Só os pontos que evocaram algum tipo de sensação referida, no próprio braço ou no tronco, foram numerados (1-27). As regiões sentidas foram nomeadas com letras (A-K) para facilitar a descrição.

Como foi possível observar, existe uma região de reinervação no antebraço do participante 3 (fig. 40 A – área delimitada em tom de pele mais escuro) onde é possível evocar os mais diversos tipos de sensações referidas no tronco. Além disso, não é possível observar nenhuma correspondência topográfica entre as regiões estimuladas no antebraço e as sensações evocadas no tronco.

5.5.2. Participante com LPB 4

O participante 4 apresenta lesão grave de todos os troncos do plexo braquial, apresentando grande hipotrofia de todo membro superior. Ele foi submetido à cirurgia de transferência do nervo intercostal para musculocutâneo e à transferência do nervo acessório para o supraescapular. O tempo entre a lesão e a cirurgia foi de 3 meses, e o tempo entre a cirurgia e o exame foi de 22 meses (tabela 4). A sensibilidade deste participante para os PIEs avaliados é mínimo, apresentando a capacidade de sentir apenas o filamento mais espesso nos PIEs dos nervos axilar e radial (fig. 21 A).

Após a aplicação do presente protocolo de avaliação da sensação referida no participante 4 é possível observar diversos pontos com anestesia (símbolo preto) ou seja, são as regiões onde o participante não foi capaz de sentir a estimulação com o filamento mais espesso. Ao se estimular os pontos 1 e 2 da grade na lateral do antebraço (Fig. 41 A), a sensação evocada foi de formigamento na região G do tronco (por toda a cicatriz) (Fig. 41 B). Quando o ponto 3 foi estimulado, a sensação evocada foi de toque deslizante em E no tronco (Fig. 41 B). A estimulação do ponto 4 evocou sensação de agulhada em A no tronco (Fig. 41 B); a estimulação de 5 também levou à sensação de agulhada, mas em B (Fig. 41 B) e de toque deslizante em G. A estimulação de 6 evocou a sensação de aperto em D no tronco (Fig. 41 B). Os pontos 7, 8, 9 e 10 evocaram forte sensação de agulhada em J, H, F e H, respectivamente, no tronco (Fig. 41 B). A estimulação de 11 também evocou sensação de agulhada em H, assim como em L, no tronco (Fig. 41 B). O toque em 12 evocou sensação de toque em K no tronco (Fig. 41 B) e em 13 evocou sensação de agulhada em I no tronco (Fig. 41 B). A estimulação da região 14 evocou sensação de picada forte e choque que se espalhava por toda região C no tronco (Fig. 41 B). Finalizando a descrição das sensações referidas no tronco, em 15 foi evocada sensação de picada em H no mesmo. No ponto 16, a sensação evocada foi de toque deslizante no em torno do ponto 16 (Fig. 41 A). A estimulação dos pontos 17 ao 25 na região interna do antebraço, antebraço medial, (Fig. 41 C) evocou sensação de toque na região N do cotovelo (Fig. 41 C). Esse participante relatou sentir

sensações dolorosas, como a agulhada, mais vezes e com maior intensidade que o participante 3.

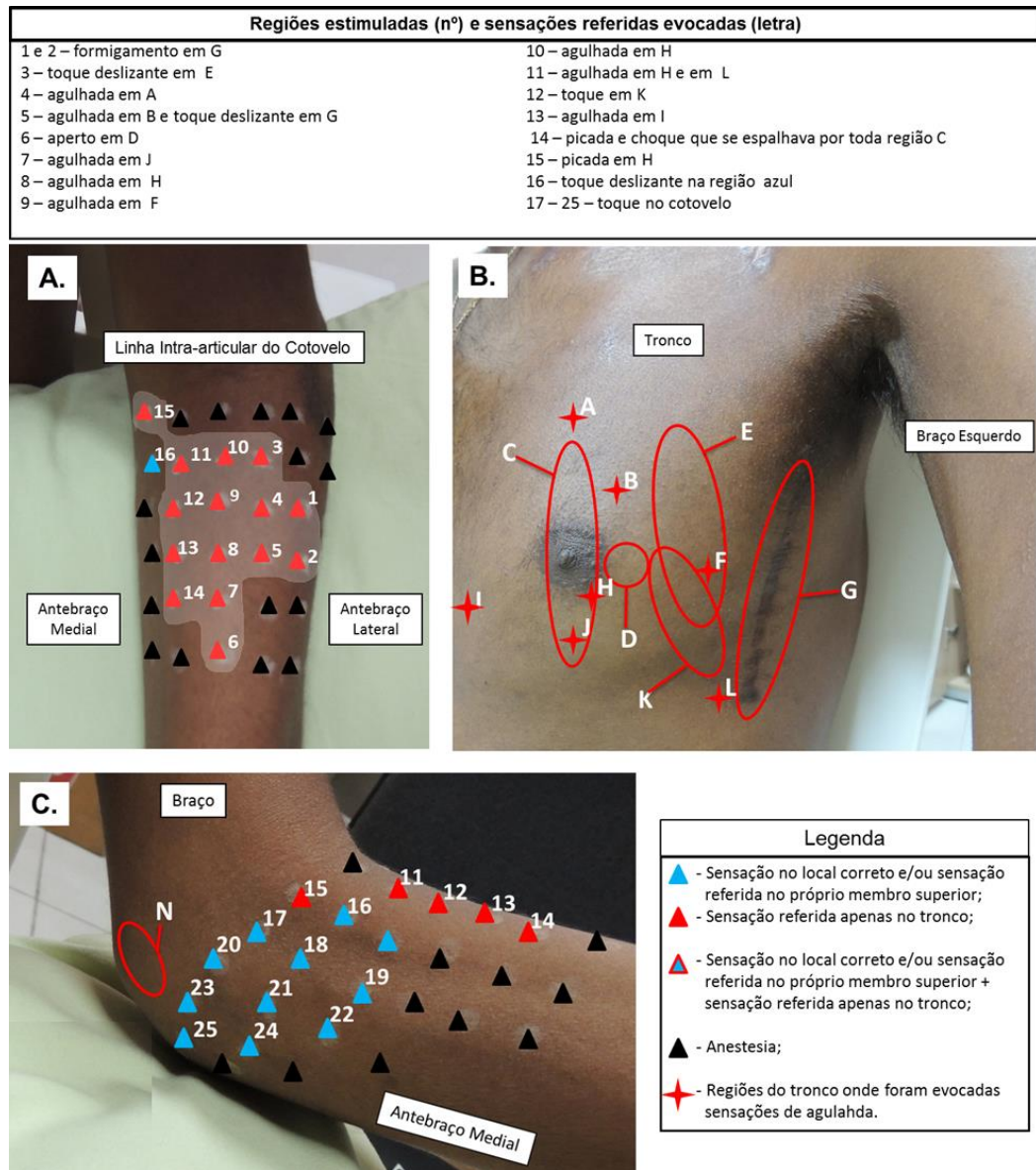


Figura 41- Participante com LPB 4, submetido a cirurgia de transferência nervosa do Intercostal para Musculocutâneo. Imagem ilustrativa dos pontos estimulados no antebraço e dos locais onde a sensação referida foi evocada no próprio antebraço e tronco. A) Pontos estimulados (▲) e regiões onde as sensações referidas foram sentidas (elipses vermelhas) entre as regiões medial e lateral do antebraço; B) regiões sentidas no tronco (elipses vermelhas); C) pontos estimulados (▲) e regiões onde as sensações referidas foram sentidas (elipses vermelhas) na região medial do antebraço. ▲ (blue) – sentiu apenas na região estimulada do antebraço e/ou sentiu sensação referida no próprio membro; ▲ (red) – sentiu apenas sensação referida no tronco; ▲ (red with blue border) – sentiu no local de estimulação no antebraço e/ou sensação referida no próprio membro e sensação referida no tronco; ▲ (black) – anestesia; ★ (red) – regiões do tronco onde foram evocadas sensação de agulhada. Só os pontos que evocaram algum

tipo de sensação referida, no próprio braço ou no tronco, foram numerados (1-26). As regiões sentidas foram nomeadas com letras (A-N) para facilitar a descrição.

É possível observar que o participante 4 também apresenta uma região de reinervação no antebraço (Fig. 41 A – região do antebraço em tom de pele mais claro), onde é possível evocar sensações referidas no tronco. Além disso, assim como para o participante 3, não é possível observar nenhuma correspondência topográfica entre as regiões estimuladas no antebraço e as sensações evocadas no tronco do participante 4.

Em resumo, esses dados mostram que na nossa amostra de participantes com LPB submetidos a cirurgia de transferência do nervo intercostal para o nervo musculocutâneo foi possível observar, 26 e 22 meses, respectivamente, após a cirurgia, a ocorrência da sensação referida característica deste tipo de transferência nervosa. As sensações referidas se apresentaram tanto no peitoral dos participantes 3 e 4, quanto em outras regiões do antebraço, como no caso do participante 3.

6. Discussão

Neste trabalho foi feita avaliação sensorial dos membros superiores lesionado e não lesionado de participantes com LPB que foram submetidos ou não a diferentes tipos cirurgia de reinervação do plexo braquial. Também foram avaliados os membros superiores direito e esquerdo de voluntários saudáveis pareados em idade e sexo.

A aferição do limiar de sensibilidade tátil dos membros superiores direito e esquerdo dos voluntários controle revelou um padrão de referência, que nós chamaremos de “típico” para essa população, tendo em vista que não encontramos descrições na literatura que mostrem o limiar sensorial para todo o membro superior em voluntários controle. Desta forma determinamos os limiares entre os filamentos 20 (mais fino) e 15 como sendo “típicos”. Estes limiares “típicos” foram utilizados como controle para a comparação com os limiares dos membros superiores dos participantes com LPB. As medianas dos limiares dos nervos localizados no braço e antebraço (axilar, musculocutâneo e plexo braquial) ficaram entre os filamentos 20 e 19, e as dos nervos localizados na mão (mediano, radial e ulnar) ficaram entre os filamentos 17 e 16. Além disso, as sensações evocadas no limiar tátil foram em sua grande maioria de “toques”. Os tipos de sensações evocadas por PIE avaliado não tenderam a diferir entre os dimídios.

Os achados quanto aos limiares de sensibilidade, principalmente em relação aos limiares dos nervos avaliados na palma da mão (ulnar e mediano), vão contra a maioria dos trabalhos que referem, como padrão de normalidade, o filamento de número 18, que necessita de menor força para ser aplicado que os filamentos 17 e 16 (BELL-KROTOSK; WEINSTEIN, S.; WEINSTEIN, C., 1993; HTUT et al., 2006; BERTELLI; GHIZONI; LOUREIRO CHAVES, 2011a; BERTELLI, 2012; SMANIA et al., 2012). O resultado descrito na literatura que mais se aproxima dos achados aqui relatados foi encontrado por Voerman, van Egmond e Crul (1999) que, assim como o artigo original de Semmes e colaboradores (1960), descrevem os limiares como estando por volta do filamento 16 para a mão.

O lado não lesionado dos participantes com LPB também apresentou um padrão “típico”, assim como os membros superiores dos voluntários saudáveis, não parecendo diferir entre si. Já para o lado lesionado do participante com LPB, apresentou uma grande variação entre os limiares encontrados para cada um dos participantes, em relação ao grupo controle e ao lado não lesionado. Vale ressaltar que os PIEs do axilar e musculocutâneo apresentaram as menores medianas em comparação com o padrão “típico”, apesar da grande variação dos

limiares, e isso pode se dever ao fato de que todos os participantes com LPB tinham ao menos algum acometimento do tronco superior do plexo braquial (raízes C5 e C6), de onde derivam os nervos axilar e musculocutâneo.

Ao se separar os diferentes participantes com LPB pelo nível de lesão e comparar os limiares de sensibilidade dos mesmos com o controle (mediana dos lados não lesionado do participante com LPB e direito e esquerdo do grupo controle), como observado na figura 19, foi possível observar os diferentes perfis de déficits sensitivos ocasionados pelos diferentes tipos de LPB. Ao observar, por exemplo, o participante 5, que teve uma lesão completa com acometimento grave de todas as raízes do plexo braquial, vê-se que o mesmo só foi capaz de detectar a estimulação no PIE do nervo musculocutâneo com o filamento mais espesso, evocando a sensação de cócegas/coceira. Lembrando que este participante, em comparação com os participantes 4 e 6 que também detectam apenas os filamentos mais grossos, é o que tem o menor tempo de recuperação pós cirurgia, com a mesma tendo sido feita poucos meses antes da avaliação. Esses fatos vão de encontro aos dados que são relatados desde o início do século XX, com Rivers e Head (1908) (resumido em COMPSTON, 2009) que após lesão e sutura de nervo, neste caso o nervo mediano, observam que as sensações de dor e calor são as primeiras que retornam. Esses tipos de sensações, assim como a coceira, são carregadas principalmente por fibras do tipo c que, por não apresentarem bainha de mielina, se regeneram mais rapidamente (COMPSTON, 2009; SCHMELZ, 1997).

Como observado no gráfico C da figura 19, o participante 2 (roxo) foi diagnosticado como tendo lesão completa com predomínio do tronco superior. Desta forma era de se esperar que o seu pior resultado fosse encontrado principalmente para o PIE do nervo axilar, que é inervado apenas pelo tronco superior, entretanto o contrário foi observado, este PIE apresentou melhor resultado que outros como o do mediano, inervado pelos troncos médio e inferior. Este resultado pode ser explicado pela cirurgia realizada neste participante, que foi a enxertia da raiz C5, grande contribuinte para formação do tronco superior. Neste caso, o que se observa é a recuperação deste participante. Já o participante 3 (Fig. 21 C), também diagnosticado com lesão completa com predomínio do tronco superior, parece ter uma lesão mais extensa que o participante 1 (Fig. 21 B), que foi diagnosticado com lesão completa com acometimento de tronco superior e médio. O participante 3 apresenta importante déficit sensorial no nervo ulnar, que é exclusivamente inervado pelo tronco inferior. Estes achados mostram que a avaliação sensorial proposta é capaz de avaliar tanto o déficit sensorial pós-

lesão, quanto à recuperação longitudinal pós-cirurgia de forma minuciosa, ou seja, permite a observação das alterações por mais sutil que elas sejam.

Em relação às sensações evocadas nos participantes com LPB, tem-se como um dos principais achados a grande redução na quantidade de sensações evocadas para o membro lesionado em relação ao saudável. Além disso, o mesmo apresenta uma variedade maior de tipos de sensações evocadas como, por exemplo, a sensação alterada de “assopro”. Nenhum dos trabalhos citados descreve as sensações evocadas pelo toque com o filamento, relatando as sensações como sendo apenas “toque”, “toque leve” e “pressão” com os filamentos mais grossos (BERTELLI; GHIZONI; LOUREIRO CHAVES, 2011a; BERTELLI; GHIZONI, 2011; BERTELLI, 2012; MORAN; STEINMANN; SHIN, 2005; BENTOLILA ET AL., 1999; DOI ET AL., 2000).

Ao aferir o limiar de sensibilidade dolorosa dos voluntários controle, como esperado, a maior parte das sensações evocadas para os membros dos voluntários controle foi de toque pontiagudo.

Após a aferição do limiar de sensibilidade dolorosa nos voluntários saudáveis, assim como foi feito para o limiar de sensibilidade tátil e para os tipos de sensações evocadas, foi possível estabelecer um padrão “típico” para a comparação com os membros superiores não lesionado e lesionado dos participantes com LPB. Foi possível observar grande variação da intensidade de dor entre os voluntários. Como poderia se supor, as medianas da intensidade de dor por região se mantiverem em torno de 1, já que o limiar de dor é definido pelo filamento de menor calibre que provocar a mínima sensação que possa ser caracterizada como dor. A grande incidência de regiões onde não foi possível determinar o limiar de sensibilidade dolorosa pode ser devido ao fato do kit de monofilamentos não ser capaz de produzir a quantidade de força em gramas prometida. O mesmo indica que o filamento mais espesso (nº1) necessita de 300g de força para ser dobrado, quando na verdade são em torno de 160g, 140g a menos que o prometido. Além disso, a variabilidade nas respostas de dor, levando a observação de participantes onde é possível evocar a dor e outros onde não é, depende também da experiência prévia de dor dos mesmos. Vale ressaltar que o método utilizado para classificar a dor foi a escala de intensidade de dor, uma escala que depende da experiência prévia de dor do participante para classificar a dor evocada. Ela é baseada na comparação entre a dor evocada pela estimulação e a pior dor sentida pelo voluntário, o que vai variar dependendo da experiência prévia de dor de cada um.

Ao aferir o limiar de dor dos participantes com LPB, para todos os PIEs avaliados bilateralmente, foi possível notar a presença de participantes com LPB que não foram capazes de sentir dor com nenhum dos filamentos, com o lado lesionado apresentando a maior parte dessas ocorrências. Para o lado não lesionado, também é possível explicar esta alta incidência de ausência de dor da mesma forma que para os voluntários controle, com o fato do kit de monofilamentos não ser capaz de produzir a força máxima prometida. Para o lado lesionado, é possível que isso aconteça principalmente devido ao déficit sensorial dos participantes com LPB, já que em diversos PIEs não é possível aferir nem mesmo o limiar de sensibilidade tátil. Além disso, um fator em comum entre os lados lesionado e não lesionado é a experiência prévia de dor dos participantes com LPB. É provável que os participantes com LPB tenham experiência de pior dor (dor classificada como 10 na escala analógica de dor) superior à dos voluntários saudáveis, já que todos eles sofreram a lesão por algum tipo de trauma (acidentes de moto, carro, atropelamentos, etc). Desta forma, o menor estímulo que possa evocar dor (limiar de dor) nesses participantes com LPB pode ser superior aos dos voluntários controle, o que poderia tentar explicar a maior incidência de PIEs onde não é possível evocar sensação dolorosa nos lados não lesionado e lesionado dos participantes com LPB em relação aos voluntários saudáveis. Bertelli, Ghizoni e Loureiro Chaves (2011a) utilizaram uma pinça plana para provocar dor relatando então, presença ou ausência da dor. Já em outro artigo, Bertelli, Ghizoni e Loureiro Chaves (2011a), bem como Bentolia e colaboradores (1999) apenas registraram o relato da dor dos participantes com LPB, sem que as mesmas fossem evocadas por algum instrumento. O primeiro grupo levou em consideração o local da dor, e o segundo grupo dividiu a intensidade da dor em 3 graus, levando em consideração além do local, irradiação da mesma, o momento em que ela iniciava (o que desencadeava) e se alivia com o uso de drogas (BERTELLI; GHIZONI; LOUREIRO CHAVES, 2011a; BENTOLILA et al., 1999). Nenhum deles tentando delimitar o limiar de dor dos membros superiores dos participantes com LPB como um todo.

Tantos os participantes com LPB quanto os voluntários saudáveis apresentaram grande variação na sensibilidade dolorosa, relatando não apenas intensidade de dor leve (1 e 2), mas também moderada (3 à 7) e intensa (8 à 9), esta última apenas nos participantes com LPB. Isto também pode se dever ao fato da escala da intensidade da dor ser subjetiva e depender da experiência prévia do voluntário, sendo a mesma muito variável entre as pessoas. Além disso, a expectativa por não saber o tipo de dor e de qual intensidade ela será, pode levar a um aumento da percepção da intensidade, como já foi mostrado recentemente por Lin e

colaboradores (2014). Este tipo de alteração da percepção da dor já é bem descrito e ele pode tanto ser modulado para cima como para baixo, como no caso de contextos positivos em que, por exemplo, um estímulo classificado como doloroso no contexto neutro (calor moderado após aplicação de calor leve) passa a ser classificado como agradável, no contexto positivo (calor moderado após calor intenso – nocivo) (LEKNES, 2013; JEPMA; WAGER, 2013).

Os tipos de sensações evocadas na avaliação do limiar de dor no membro não lesionado do participantes com LPB se mostraram bastante semelhantes aos controles, e o membro lesionado apresentou apenas sensações de toque pontiagudo. Devido às suas importantes consequências na qualidade de vida dos participantes com LPB, sugerimos que considerar uma abordagem específica para investigação da dor com o desenvolvimento de um protocolo direcionado para avaliação desta modalidade sensorial seja necessária.

Outro tipo de sensação avaliada foi a chamada sensação referida, que é descrita como sendo a sensação evocada em um local diferente da região estimulada. A ocorrência de sensações referidas para os lados direito e esquerdo dos voluntários saudáveis foi bastante semelhante, 23% e 23,9% do total de sensações descritas (referidas e sentidas no limiar) para cada braço. Esse tipo de sensação já foi descrito anteriormente em voluntários saudáveis (STERLING, 1973; SCHOTT; 1988) e pode ser causada por “erros” durante o direcionamento do crescimento dos nervos ao longo do desenvolvimento, como no caso das anastomoses de Martin-Gruber, Berretini, Riche-Cannieu e Marinacci, onde ocorre a comunicação entre os nervos mediano e ulnar na mão ou antebraço (MANNERFELT, 1966; UNVER DOGAN; UYSAL; SEKER, 2009), na comunicação entre os nervos musculocutâneo e mediano (CHAUDHARY et al., 2013), na comunicação entre os nervos radial e plexo braquial (MARATHE et al., 2010), entre os nervos radial e ulnar (LALIT; KULLAR; PIPLANI, 2014) ou ainda na comunicação entre os nervos axilar e radial (KOIZUMI et al., 1999). Ainda em voluntários saudáveis, é possível induzir a sensação fantasma, como no caso da ilusão da mão de borracha. Nessa ilusão, voluntários experimentam a sensação de terem uma das mãos de borracha ou até mesmo de terem 3 braços, com uma mão direita a mais (BOTVINICK; COHEN, 1998; GUTERSTAM; PETKOVA; EHRSSON, 2011). Nestes experimentos, o voluntário vê a estimulação da mão de borracha e sente ao mesmo tempo a sensação na mão real, o que leva à percepção de que a mão de borracha é a sua mão, que a mesma faz parte do seu corpo. Isso ocorre devido à integração visual, tátil e proprioceptiva, e quando a estimulação da mão real é dessincronizada temporalmente daquela aplicada na da mão de borracha, a ilusão é abolida (CONSTANTINI; HAGGARD, 2007). Isto mostra como

o sistema sensorial tem um funcionamento plástico, podendo se adaptar rapidamente de acordo com o contexto e estado do indivíduo, fato que se torna mais evidente nesses participantes com LPB que após a lesão tem seus limites corporais alterados.

Para os participantes com LPB, a incidência de sensação referida para o membro não lesionado foi menor (15,1%) e para o membro lesionado foi maior (36,1%) em comparação com os dimídios dos voluntários saudáveis. O participante 5, com o maior déficit sensorial da amostra de participantes com LPB, sendo capaz de sentir apenas o filamento mais espesso (6.65) no PIE do musculocutâneo, foi o único que não relatou sensação referida durante a avaliação da sensibilidade. A não ocorrência de sensação referida para esse participante pode se dever ao seu grande déficit sensorial, mas como não se pode ter certeza se ainda há fibras nervosas remanescentes, pois o mesmo não possui exames complementares como a eletroneuromiografia.

A maior incidência de sensações referidas do lado lesionado já é algo bastante descrito e pode se dar pela reorganização cortical ou pelo próprio crescimento axonal dos nervos lesionados para territórios cutâneos diferentes dos originais, que por consequência também levam à reorganização cortical (JAIN; FLORENCE; KAAS, 1998; OUD et al., 2007). Apenas os participantes com LPB que fizeram a cirurgia de reinervação do bíceps pela transferência do musculocutâneo relataram sensação referida no dia a dia. Todos os outros participantes com LPB relataram nunca ter sentido nenhuma sensação alterada do membro. Dentre a amostra de participantes com LPB de Htut e colaboradores (2006), 56% deles apresentou sensação referida em algum momento pós-lesão, e elas foram evocadas por estímulos mecânicos, térmicos e elétricos. Já em Finnerup e colaboradores (2010), 71% dos participantes com LPB de sua amostra apresentou sensação referida após estimulação com filamento de 125,9g.

Tanto os lados direito e esquerdo do grupo controle, quanto os lados lesionado e não lesionado dos participantes com LPB apresentaram grande incidência da sensação referida como sendo do tipo “toque”. Além disso, o lado lesionado foi o que apresentou a maior variedade de sensações evocadas, como sensações de “movimento” e “assopro”, que não foram evocadas no grupo controle nem no lado não lesionado.

As sensações referidas evocadas ocorreram tanto dentro do território do nervo avaliado e/ ou, no caso dos participantes com LPB que foram submetidos à cirurgia de transferência nervosa, no território do nervo doador (Fig. 40), quanto nos territórios de outros

nervos adjacentes do plexo braquial ou adjacentes ao território devotado ao membro superior no córtex motor, como face e tronco (HTUT et al., 2006). A ocorrência de sensações nas regiões de outros nervos foi superior a das sensações no território do próprio nervo avaliado tanto para o grupo controle, quanto para os participantes com LPB. Um exemplo disso pode ser visto após estimulação do PIE do nervo ulnar do lado esquerdo dos sujeitos controle, que evocou diferentes tipos de sensações fora do território do nervo ulnar, que consiste das regiões dorsal e palmar do quarto e quinto dedos (fig. 42). Esses tipos de sensações podem ocorrer devido a alterações corticais ou periféricas, como explicado anteriormente. Htut e colaboradores (2006) mostram que logo após a lesão do plexo braquial, todos os participantes com LPB apresentam sensação referida fora do território do nervo e que esse padrão vai se modificando ao longo do tempo.

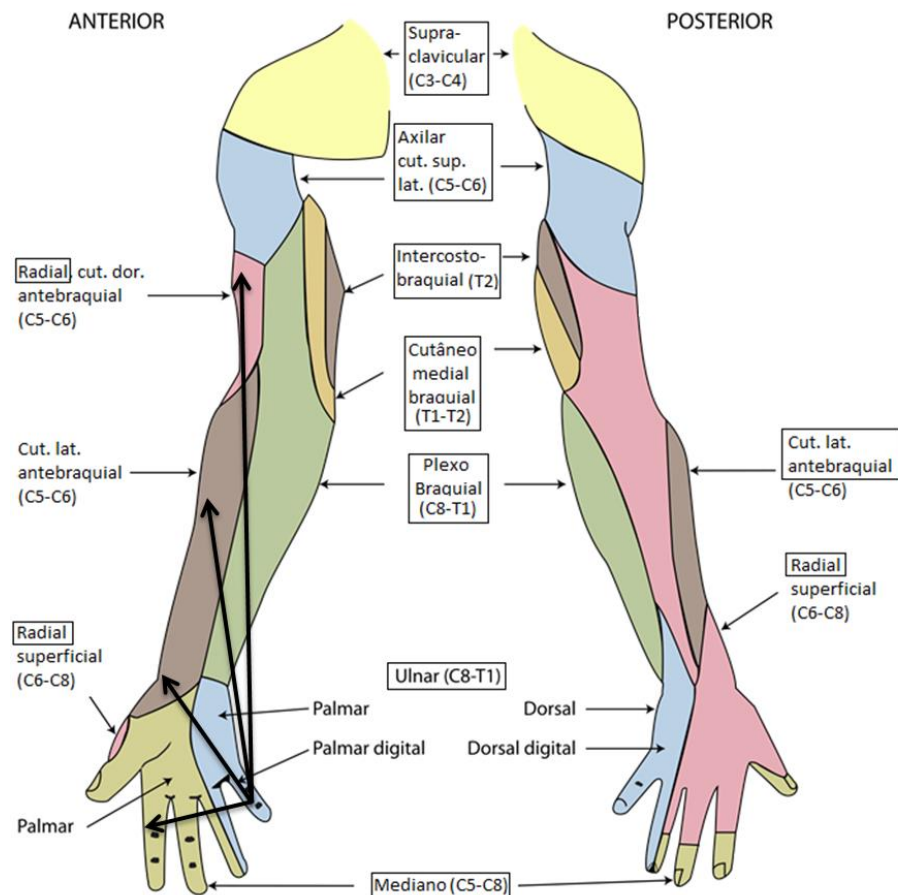


Figura 42 - Representação dos territórios aproximados dos nervos que suprem os membros superiores. As setas indicam os locais onde a sensação referida foi evocada após a estimulação do PIE do nervo ulnar do lado esquerdo dos voluntários saudáveis. Adaptado de Wikimedia Commons, arquivo: Gray's Anatomy 812 and 814.PNG.

A avaliação da sensação referida no caso dos participantes com LPB que realizaram a cirurgia de transferência do nervo intercostal para o musculocutâneo revelou que nestes participantes havia evocação de sensações na região do tronco, que corresponde exatamente ao território de inervação cutânea do nervo doador; fato que já foi mostrado pela literatura em outros estudos (CHUANG; YEH; WEI, 1992; KAWAI, 2000). Porém a avaliação sistematizada do território de reinervação do antebraço ainda não havia sido mostrada.

Neste estudo pode-se observar a extensão da reinervação sensorial no antebraço dos participantes com LPB que realizaram cirurgia de transferência do nervo intercostal para o nervo musculocutâneo, com o participante 3 apresentando uma maior área de reinervação, aproximadamente 8 cm do cotovelo em direção ao punho, onde é possível evocar a sensação referida no tronco, além de algumas regiões onde é possível evocar a sensação simultaneamente no membro superior e no tronco. Já o participante 4 apresenta uma área de reinervação menor, de aproximadamente 5 cm do cotovelo ao punho, e nenhuma região onde é possível evocar a sensação tanto no antebraço quanto no punho. Os participantes com LPB avaliados neste estudo têm tempos semelhantes tanto entre a lesão e a cirurgia (4 e 3 meses, respectivamente), quanto entre a cirurgia e a avaliação (26 e 22 meses, respectivamente), além disso, os dois faziam acompanhamento fisioterapêutico semanalmente, o que mostra que não é apenas o tempo de recuperação e a abordagem terapêutica que contam para a recuperação, mas também a dedicação do próprio participante à sua recuperação.

7. Limitações do estudo

As limitações deste estudo são atribuídas à heterogeneidade dos participantes com LPB, principalmente quanto ao tipo de lesão, aos procedimentos cirúrgicos realizados, ao tempo entre a lesão e a cirurgia e ao tratamento fisioterapêutico. Outro fator limitante importante é a deficiência na descrição da cirurgia, principalmente devido à sensação referida estar diretamente relacionada ao tipo de cirurgia realizada, como claramente observado nos participantes que fizeram transferência do intercostal para o musculocutâneo.

Já que estamos lidando com participantes com um tipo de lesão periférica traumática, onde cada lesão será sempre diferente da outra, além dos participantes com LPB serem únicos, cada um com sua capacidade diferente de recuperação, para tentar reduzir a heterogeneidade é necessário aumentar o número de participantes avaliados. Desta forma, aumentando o número de participantes testados será possível investigar padrões de deficiência sensorial de acordo com grupos de lesão e tipos de tratamento. Além disso, com a recente criação do banco de dados digital no Laboratório de Neurociências e Reabilitação do INDC, que vai passar a conter de forma padronizada tanto dados clínicos de avaliações médicas de rotina e informações de cirurgia, quanto dados fisiológicos de experimentos realizados no laboratório e exames dos participantes com LPB, a deficiência de informações sobre qualquer procedimento, como no caso das cirurgias, será em grande parte reduzida.

8. Conclusão

Neste trabalho foi possível desenvolver um protocolo de avaliação da sensibilidade com monofilamentos capaz de avaliar de forma fina e sistemática todos os nervos do plexo braquial. A adoção deste paradigma no acompanhamento de participantes com LPB permitirá a comparação dos resultados de diferentes grupos que desenvolvem diferentes métodos de tratamento tanto cirúrgicos quanto fisioterapêuticos.

Com a aplicação do presente protocolo foi possível observar que a população de participantes com LPB avaliada apresentou diferentes magnitudes de déficit sensorial, com alguns participantes com déficit de todo o plexo braquial e outros de apenas alguns PIEs. Quando avaliada a sensação referida, tanto os voluntários saudáveis quanto os participantes com LPB apresentaram sensação referida, porém o membro superior lesionado dos participantes com LPB apresentou maior porcentagem deste tipo de sensação em relação aos voluntários saudáveis e ao membro superior não lesionado.

Quanto à avaliação da sensibilidade dolorosa, sugere-se que seja necessário um conjunto de filamentos que seja capaz de produzir uma força equivalente aos 300g que o fabricante promete, já que a mesma é quase o dobro do valor real produzido (160g). Para melhor avaliar a dor e todos os seus aspectos, sugere-se a aplicação de uma avaliação mais direcionada utilizando, por exemplo, questionários clássicos de dor.

Também foi possível desenvolver um protocolo de avaliação da efetividade da reinervação após transferência do intercostal para o musculocutâneo. Este tipo de avaliação se mostra interessante para o acompanhamento longitudinal destes participantes com LPB, a fim de avaliar a magnitude da reinervação e também inferir de forma indireta sobre o controle cortical do segmento, já que o participante só deve passar a sentir o toque como sendo apenas na região do musculocutâneo e realizar flexão do cotovelo sem ajuda da respiração para ativar os músculos intercostais, quando houver reorganização cortical e a região devotada ao nervo musculocutâneo no córtex for novamente capaz de controlar e receber informações deste mesmo nervo (MALESSY; THOMEER; VANDIJK, 1998; KAAS; FLORENCE, 2001).

Em resumo o protocolo de avaliação se mostrou eficiente para avaliação da sensibilidade tátil, sendo de grande importância para avaliação fina longitudinal do déficit pós-lesão e recuperação pós-cirurgia dos nervos do plexo braquial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIN, J. R., HASON, Y., VELTRI, K., FAHNESTOCK, M., QUARTLY, C. Clinical application of sensory protection of denervated muscle. **J Neurosurg**, v. 109, n. 5, pp. 955-961. nov. 2008.
- BELL-KROTOSK, J., WEINSTEIN, S., WEINSTEIN, C. Testing Sensibility, Including Touch- Pressure, Two-point Discrimination, Point Localization, and Vibration. **J Hand Ther.** v. 6, n. 2, pp. 114- 123, 1993.
- BENGTSON, K. A., SPINNER, R. J., BISHOP, A. T., KAUFMAN, K. R., COLEMAN-WOOD, K., KIRCHER, M. F., SHIN, A. Y. Measuring Outcomes in Adult Brachial Plexus Reconstruction. **Hand Clin**, v. 24, pp. 401- 415, 2008.
- BENGTSON, K. A., SPINNER, R. J., BISHOP, A. T., KAUFMAN, K. R., COLEMAN-WOOD, K., KIRCHER, M. F., SHIN, A. Y. Measuring Outcomes in Adult Brachial Plexus Reconstruction. **Hand Clin**, v, 24, pp. 401- 415. 2008.
- BENTOLILA, V., NIZARD, R., BIZOT, P., SEDEL, L. Complete Traumatic Brachial Plexus Palsy- Treatment And Outcome After Repair. **The Journal Of Bone And Joint Surgery**, v. 81A, n. 1, jan. 1999.
- BERMAN, J. S., BIRCH, R., ANAND, P. Pain following human brachial plexus injury with spinal cord root avulsion and the effect of surgery. **Pain**, v. 75, pp. 199- 207, 1998.
- BERTELLI, J. A. Distal Sensory Nerve Transfers in Lower-Type Injuries of the Brachial Plexus. **J Hand Surg**, v. 37A, jun. 2012.
- BERTELLI, J. A., GHIZONI, M. F. Very distal sensory nerve transfers in high median nerve lesions. **J Hand Surg**, v. 36A, pp. 387- 393, 2011.
- BERTELLI, J. A., GHIZONI, M. F., LOUREIRO CHAVES, D. P. Sensory disturbances and pain complaints after brachial plexus root injury: a prospective study involving 150 adult patients. **Microsurgery**, v. 31, pp. 93- 97, 2011a.
- BIRCH, R. Clinical Aspects of Nerve Injury. **Surgical Disorders of the Peripheral Nerves**. 2ª edição. pp. 145- 188, 2011. cap. 5.

BOTVINICK, M., COHEN, J. Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see. **Nature**, v. 391, p. 756. fev. 1998.

CARMO, J. M. M., MURILLO, J. E. V., COSTA, J., BACELAR, R. Lesões do plexo braquial: análise do tratamento cirúrgico de 50 casos. **Rev. bras. Ortop**, v. 31, n. 4, pp. 327-336, 1996.

CHAUDHARY, P., KALSEY, G., SINGLE, R., ARORA, K. Communication Between Musculocutaneous and Median Nerve – Different Types and Their Incidence in North Indian Population. **Indian Journal of Clinical Practice**, v. 24, n. 3, ago. 2013.

CHEN, L., GU, Y-D., HU, S-N., XU, J-G., XU, L., FU, Y. Contralateral C7 Transfer for the Treatment of Brachial Plexus Root Avulsions in Children—A Report of 12 Cases. **The Journal of Hand Surgery**, v. 32A, n. 1, pp. 96- 103, jan. 2007.

CHUANG, D. C-C. Adult Brachial Plexus Reconstruction with the Level of Injury: Review and Personal Experience. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 124, n. 6, pp. 359e- 369e, dez. 2009.

CHUANG, D. C-C., YEH, M-C., WEI, F-C. Intercostal nerve transfer of the musculocutaneous nerve in avulsed brachial plexus injuries: Evaluation of 66 patients. **The Journal of Hand Surgery**, v. 17A, n. 5, pp. 822- 828, set. 1992.

CINCINNATI CHILDREN’S. **Brachial Plexus Injury** (2012). Disponível em: <<http://www.cincinnatichildrens.org/health/b/brachial-plexus>>. Acesso em: 18 jul. 2013, 16:50:00.

COENE, L. N. J. E. M. Mechanisms of brachial plexus lesions. **Clinical Neurology and Neurosurgery**. v. 95, pp. S24- S29, 1993.

COMPSTON, A. From the archives: A human experiment in nerve division by Rivers, W. H .R. and Head, H., *Brain* 1908: 31; 323–450. **Brain**, v. 132, pp. 2903- 2905. 2009.

CONSTANTINI, M., HAGGARD, P. The rubber hand illusion: Sensitivity and reference frame for body ownership. **Consciousness and Cognition**, v. 16, pp. 229- 240. 2007.

DOI, K., MURAMATSU, K., HATTORI, Y., OTSUKA, K., TAN, S-H., NANDA,V., WATANABE, M. Restoration Of Prehension With The Double Free Muscle Technique

Following Complete Avulsion Of The Brachial Plexus - Indications And Long-Term Results. **The Journal Of Bone And Joint Surgery**, v. 82A, n. 5, maio 2000.

FÉLIX, S. P., LOPES, F. R. P., MARQUES, S. A., MARTINEZ, A. M. B. Comparison between suture and fibrin glue on repair by direct coaptation or tubulization of injured mouse sciatic nerve. **Microsurgery**, v. 33; pp. 468- 477. jul. 2013.

FENEIS, H., DAUBER, W. **Pocket Atlas of Human Anatomy**. 4^a ed. Nova York: Thieme, 2000.

FINNERUP, N. B., NORRBRINK, C., FUGLSANG-FREDETIKSEN, A., TERKELSEN, A. J., HOJLUND, A. P. Pain, referred sensations, and involuntary muscle movements in brachial plexus injury. **Acta Neurol Scand**, v. 121, pp. 320- 327, 2010.

FLOR, H. Phantom-limb pain: characteristics, causes, and treatment. **The Lancet Neurology**, v. 1, pp. 182- 189. jul. 2002.

FLOR, H., DENKE, C., SCHAEFER, M., GRÜSSER, S. Effect of sensory discrimination training on cortical reorganisation and phantom limb pain. **The Lancet**, v. 357, pp. 1763- 1764. jun. 2001.

FLORES, L. P. Epidemiological study of the traumatic brachial plexus injuries in adults. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 64, n. 1, p. 88–94, mar. 2006.

GARDNER, E. P., JOHNSON, K. O. Sensory Coding. KANDEL, E. R. **Principles of neural science**, 5^a ed. McGraw-Hill. 2013a. cap. 21

GARDNER, E. P., JOHNSON, K. O. The Somatosensory System: Receptors and Central Pathways. KANDEL, E. R. **Principles of neural science**, 5^a ed. McGraw-Hill. 2013b. cap. 22.

GIUFFRÉ, J. L., KAKAR, S., BISHOP, A. T., SPINNER, R. J., SHIN, A. Y. Current Concepts of the Treatment of Adult Brachial Plexus Injuries. **J Hand Surg**, v. 35, pp. 678- 688, 2010.

GORDON, J., GHILARDI, M. F., GHEZ, C. Impairments of reaching movements in patients without proprioception. I. Spatial errors. **J Neurophysiol**, v. 73, pp. 347 360, 1995.

GUTERSTAM, A., PETKOVA, V. I., EHRSSON, H. H. The Illusion of Owning a Third Arm. **PLoS ONE**, v. 6, n. 2, pp. 1- 11. fev. 2011.

HAYMAKER W., WOODHALL, B. Causes and Manifestations of Peripheral Nerve Injuries. **Peripheral nerve injuries : principles of diagnosis**, 2^a ed. New York: Thieme, 2005. cap. 8.

HIGHET, W. B. Procaine nerve block in the investigation of peripheral nerve injuries. **J Neurol Psych**, v. 5, pp. 101- 116, 1942.

HTUT, M., MISRA, P., ANAND, P., BIRCH, R., CARLSTEDT, T. Pain Phenomena and Sensory Recovery following Brachial Plexus Avulsion Injury and Surgical Repairs. **J. Hand Surg [Br]**, v. 31, pp. 596- 605, 2006.

JAIN, N., FLORENCE, S. L., KAAS, J. H. Reorganization of Somatosensory Cortex After Nerve and Spinal Cord Injury. **News Physiol Sci**, v. 13, pp. 143- 149, jun. 1998.

JEPMA, M., WAGER, T. D. Multiple potential mechanisms for context effects on pain. **Pain**, v. 154, n. 5, pp. 629- 631. maio 2013.

KAAS, J. H., FLORENCE, S. L. Reorganization of sensory and motor systems in adult mammals after injury. Kaas, J. H. **The Mutable Brain: Dynamic and Plastic Features of the Developing and Mature Brain**. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 2001. cap. 5.

KAELIN-LANG, A., LUFT, A. R., SAWAKI, L., BURSTEIN, A. H., SOHN, Y. H., COHEN, L. G. Modulation of human corticomotor excitability by somatosensory input. **Journal of Physiology**, v. 540., n. 2, pp. 623- 633, 2002.

KAWAI, H. Intercostal Nerve Transfer. **Brachial Plexus Palsy**. Singapura: World Scientific Publishing Co., 2000. cap. 6.

KOIZUMI, M., KAWAI, K., MAEDA, S., OKAMOTO, K., KODAMA, K. Communication between the axillary and radial nerves in the human upper arm. **Ann Anat**, v. 181, n. 2, pp. 213- 221, mar. 1999.

KUIKEN, T. A., MARASCO, P. D., LOCK, B. A., HARDEN, R. N., DEWALD, J. P. A. Redirection of cutaneous sensation from the hand to the chest skin of human amputees with targeted reinnervation. **PNAS**, v. 104, n. 50, pp. 20061–20066. dez. 2007.

LALIT, M., KULLAR, J. S., PIPLANI, S. Communication Between Radial And Ulnar Nerve At A High Humeral Level. **Int J Anat Res**, v. 2, n. 2, pp. 315- 317, 2014.

LARA, A. M., DOLZ, C., RODRÍGUEZ-BAEZA, A. Anatomy of the brachial plexus. **Brachial plexus injuries**. Gilbert, A. Paris: Martin Dunitz in association with the Federation of European Societies for Surgery of the Hand. 2001. cap.1.

LEKNES, S., BERNA, C., LEE, M. C., SNYDER, G. D., BIELE, G., TRACEYA, I. The importance of context: When relative relief renders pain pleasant. **Pain**, v. 154, n. 3, pp. 402-410. mar. 2013.

LIN, C-S., HSIEH, J-C., YEH, T-C., NIDDAM, D. M. Predictability-mediated pain modulation in context of multiple cues: An event-related fMRI study. **Neuropsychologia**, v. 64, pp. 85- 91. 2014.

LUNDBORG, G., BJORKMAN, A., ROSEN, B. Enhanced sensory relearning after nerve repair by using repeated forearm anaesthesia: aspects on time dynamics of treatment. **Acta Neurochir Suppl**. v.100, pp. 121 – 126. 2007.

LYKISSAS, M. G., KOSTAS-AGNANTIS, I. P., KOROMPILIAS, A. V., VEKRIS, M. D., BERIS, A. E. Use of intercostal nerves for different target neurotization in brachial plexus reconstruction. **World J Orthop**, v. 4, n. 3, pp. 107- 111, jul. 2013.

MALESSY, M. J. A., THOMEER, R. T. W. M., VANDIJK, G. Changing central nervous system control following intercostal nerve transfer. **J Neurosurg**, v. 89, pp. 568- 574, 1998.

MALESSY, M.J.A.; HOFFMAN, C.F.E.; THOMEER, R.T.W.M. Initial report on the limited value of hypoglossal nerve transfer to treat brachial plexus avulsions. **J Neurosurg**, n. 91, p. 601- 604, 1999.

MANNERFELT, L. Studies on the hand in ulnar nerve paralysis a clinical- experimental investigation in normal and anomalous innervation. **Acta Orthopaedica Scandinavica**. v. 87, 1966.

MARASCO,P. D., SCHULTZ, A. E., KUIKEN, T. A. Sensory capacity of reinnervated skin after redirection of amputated upper limb nerves to the chest. **Brain**, v. 132, pp. 1441- 1448, 2009.

MARATHE, R. R., MANKAR, S. R., JOSHI, M., SONTAKKE, Y. A. Communication between radial nerve and medial cutaneous nerve of forearm. **J Neurosci Rural Pract**, v. 1, n. 1, pp. 49- 50, 2010.

MELLO JUNIOR, J. S.; SOUZA, T. C. R.; ANDRADE, F. G.; CASTANEDA, L.; BAPTISTA, A. F.; NUNES, K.; VARGAS, C. D.; GOMES, M. M.; GUEDES, J. F.; MARTINS, J. V.; LOPES, J.; SILVA, A. M. Perfil Epidemiológico de Pacientes com Lesão Traumática do Plexo Braquial avaliados em um Hospital Universitário no Rio de Janeiro, Brasil, 2011. **Rev Bras Neurol**, v. 48, n. 3, p. 5-8, 2012.

MILLES, H. Surgical management of brachial plexus injuries. **The Journal of Hand Surgery**, v. 2, pp. 367-379, set. 1977.

MORAN, S. L.; STEINMANN, S. P.; SHIN, A. Y. Adult brachial plexus injuries: mechanism, patterns of injury, and physical diagnosis. **Hand clinics**, v. 21, n. 1, p. 13–24, fev. 2005.

MORGENSTERN, F. S. The effects of sensory input and concentration on post-amputation phantom limb pain. **J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.**, v. 27, pp. 58- 65. 1964.

MOTULSKY, H. Normality tests. **Intuitive biostatistics: a nonmathematical guide to statistical thinking**, 3ª ed. New York: Oxford University Press. 2014. cap. 24.

MUMENTHALER, M. Some clinical aspects of peripheral nerve lesions. **European neurology**, v. 2, n. 5, p. 257–68, jan. 1969.

NARAKAS, A. Brachial plexus surgery. **OrthopClin North Am.** v. 12, pp. 303- 23, 1981.

NARAKAS, A. O. The treatment of brachial plexus injuries. **International orthopaedics**, v. 9, n. 1, p. 29–36, jan. 1985.

NARAKAS, A. O. Thoughts on neurotization or nerve transfers in irreparable nerve lesions. **Clin Plasat Surg.** v. 11; pp. 153-159, 1984.

NATH, R. K., MACKINNON, S. E., SHENAG, S. M. New nerve transfers following peripheral nerve injuries. **Innovative Procedures in Hand Surgery**, v. 4, pp. 2- 11, fev. 1997.

NETTER, F. H. **Atlas de Anatomia Humana**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

OBERLIN, C.; BEAL, D.; LEECHAVENGVONGS, S., SALON, A., DAUGE, M. C., SARCY, J. J. Nerve transfer to biceps muscle using part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. **J Hand Surg [Am]**, v. 19, n. A, pp. 232- 237, 1994.

OLDFIELD, R.C. The assessment of handedness: The Edinburgh Inventory. **Neuropsychologia**. v. 9, pp. 97-113, 1971.

ODD, T., BEELEN, A., EIJJFINGER, E., NOLLET, F. Sensory re-education after nerve injury of the upper limb: a systematic review. **Clinical Rehabilitation**, v. 21, pp. 483- 494, 2007.

PAVLOV, S. P., GROSHEVA, M., STREPPPEL, M., GUNTINAS-LICHIUS, O., IRINTCHEV, A., SKOURAS, E., ANGELOVA, S. K., KUERTEN, S., SINIS, N., DUNLOP, S. A., ANGELOV, D. N. Manually-stimulated recovery of motor function after facial nerve injury requires intact sensory input. **Experimental Neurology**, v. 211, pp. 292-300. mar. 2008.

PIMENTEL, J. M., PETRILLO, R., VIEIRA, M. M., GIULIANO, L. M., TIERRA-CRIOLLO, C. J., BRAGA, N. I., NÓBREGA, J. A., MANZANO, G. M. Perceptions and electric senoidal current. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 64, n. 1, pp.10- 13, 2006.

PRETTO, L. F. 2006 Estudo epidemiológico das lesões traumáticas de plexo braquial em adultos. **Arq Neuropsiquiatr**. V. 64(1), pp. 88-94, 2006.

RAMACHANDRAN, V. S. Behavioral and magnetoencephalographic correlates of plasticity in the adult human brain. **Proc. Natl. Acad. Sci**. v. 90, pp. 10413-10420, nov. 1993.

ROSSI, S., PASQUALETTI, P., TECCHIO, F., SABATO, A., ROSSINI, P. M. Modulation of Corticospinal Output to Human Hand Muscles Following Deprivation of Sensory Feedback. **Neuroimage**, v. 8, pp. 163- 175, 1998.

Russel, S. M. **Examination of Peripheral nerve injuries - an anatomical approach**, New York: Thieme Medical Publishers Inc. 2006. cap. 1- 5.

SAINBURG, R., GHILARDI, M. F., POIZNER, H., GHEZ, C. The control of limb dynamics in normal subjects and patients without proprioception. **J Neurophysiol**, v. 73, pp. 820- 835, 1995.

SCHMELZ, M., SCHMIDT, R., BICKEL, A., HAMDWERKER, H. O., TOREBJÖRK, H. E. Specific C-Receptors for Itch in Human Skin. **The Journal of Neuroscience**, v. 17, n. 20, pp. 8003- 8008. out. 1997.

SCHOTT, G. D. Distant Referral Of Cutaneous Sensation (Mitempfindung) Observations On Its Normal And Pathological Occurrence. **Brain**, v. 111, pp. 1187- 1198, 1988.

SEDDON, H. J. Nerve grafting. **J. Bone Joint Surg (Br)**. v. 45, pp. 447- 61, 1963.

SEMMES, J., WEINSTEIN, S., GHENT, L., TEUBER, H. Somatosensory changes after penetrating brain wounds in man. **Cambridge: Harvard University Press**, p. 80, 1960.

SHANKAR, H., HANSEN, J., THOMAS, K. Phantom Pain in a Patient with Brachial Plexus Avulsion Injury. **Pain Med**, pp. 1- 5, dec. 2014.

SILVA, Lidiane Souza. **Controle postural em pacientes com lesão do plexo braquial**. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Fisiologia), - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SINIS, N., GUNTINAS-LICHIUS, O., IRINTCHEV, A., SKOURAS, E., KUERTEN, S., PAVLOV, S. P., SCHALLER, H. E., DUNLOP, S. A., ANGELOV, D. N. Manual stimulation of forearm muscles does not improve recovery of motor function after injury to a mixed peripheral nerve. **Exp Brain Res**, v. 185, pp. 469- 483. out. 2008.

SMANIA, N., BERTO, G., LA MARCHINA, E., MELOTTI, C., MIDIRI, A., RONCARI, L., ZENORINI, A., IANES, P., PICELLI, A., WALDNER, A., FACCIOLI, S., GANDOLFI, M. Rehabilitation of brachial plexus injuries in adults and children. **Eur J Phys Rehabil Med**, v. 48, pp. 483- 506, 2012.

SOSENKO, J. M., KATO, M., SOTO, R., BILD, D. E. Comparison of quantitative sensory-threshold measures for their association with foot ulceration in diabetic patients. **Diabetes Care**. v. 13, pp. 1057- 1061, 1990.

STERLING, P. Referred Cutaneous Sensation. **Experimental Neurology**, v. 41, pp. 451- 456, 1973.

TERZIS, J. K., KOSTAS, I. Intercostal Nerve Neurotization for the Treatment of Obstetrical Brachial Plexus Palsy Patients. **Seminars in Plastic Surgery**, v. 19, n. 1, 2005.

TERZIS, J. K., KOSTAS, I. Vein grafts used as nerve conduits for obstetrical brachial plexus palsy reconstruction. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 120, n. 7, pp. 1930- 1941, 2007.

THATTE, M. R., BABHULKAR, S., HIREMATH, A. Brachial plexus injury in adults: Diagnosis and surgical treatment strategies. **Ann Indian Acad Neurol**, v. 16, pp. 26- 33, 2013.

THORBURN, W. A Clinical Lecture on Secondary Suture of the Brachial Plexus. **British Medical Journal**, v. 1, pp. 1073- 1075, maio, 1900.

TUNG, T., MACKINNON, S. Brachial Plexus Injuries. **Clin Plastic Surg**, v. 30, pp. 269-287, 2003.

UNVER DOGAN, N., UYSAL, I. I., SEKER, M. The communications between the ulnar and median nerves in upper limb. **Neuroanatomy**, v. 8, pp. 15- 19, 2009.

VOERMAN, V. F., VAN EGMOND, J., CRUL, B. J. P. Normal Values For Sensory Thresholds In The Cervical Dermatomes: A Critical Note On The Use Of Semmes-Weinstein Monofilaments. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 78, pp. 24-29, 1999.

WAISELFISZ, J. J. **Mapa da Violência 2013 – Acidentes de Trânsito e Motocicletas**. Flacso Brasil, Rio de Janeiro, 2013.

WAISELFISZ, J. J. **Mapa da Violência 2014 – Os Jovens do Brasil (versão preliminar)**. Flacso Brasil, Rio de Janeiro, 2014.

WOLPERT, D. M., PEARSON, K. G., GHEZ, C. P. J. The Organization and Planning of Movement. KANDEL, E. R. **Principles of neural science**, 5ª ed. McGraw-Hill. 2013. cap. 23.

ANEXO 1

A. Informações sobre a Avaliação Sensorial (geral)

Este experimento tem como objetivo avaliar a sensibilidade dos seus braços. Ele será dividido em 2 etapas nas quais avaliaremos a sensibilidade dos seus braços de três formas: utilizando filamentos, utilizando um cotonete de algodão e fazendo movimentos com os seus braços. Em todas as avaliações você deverá estar sentado confortavelmente e deverá se manter sempre concentrado nas avaliações.

B. Avaliação da Sensibilidade Superficial com Monofilamentos

Hoje será feita avaliação da sensibilidade dos seus braços utilizando pequenos filamentos (fios de nylon de diferentes espessuras). Os filamentos serão encostados em diferentes partes dos seus braços e todas as vezes que você sentir o toque, você deve dizer “SIM” e indicar onde foi o toque e o que você sentiu. A avaliação será feita em um braço de cada vez e para que você não veja o braço que estará sendo avaliado, um biombo com uma cortina preta será posicionado em frente ao seu corpo.

A avaliação com filamentos pode causar algum desconforto ou leve dor devido à aplicação de um filamento grosso, como eu irei demonstrar para você, mas ela será o mais breve possível.

Agora eu irei te explicar novamente como a avaliação será feita, demonstrando no seu braço saudável. Não deixe de tirar todas as suas dúvidas!

C. Avaliação da Sensibilidade Superficial com Cotonete

Agora será feita uma avaliação com um cotonete de algodão. Esta avaliação será realizada de olhos vendados. Neste caso, nós tocaremos algumas regiões do seu corpo com um cotonete ou algodão e você deverá me dizer o que você está sentindo (qual a sensação? Toque, formigamento, etc) e onde está sentindo precisamente (qualquer região do seu corpo). Você deverá estar sentado confortavelmente e deverá se manter sempre concentrado na avaliação.

Agora eu irei te explicar novamente como a avaliação será feita, demonstrando no seu braço saudável. Não deixe de tirar todas as suas dúvidas!

D. Avaliação Proprioceptiva

Agora será feita uma avaliação na qual nós faremos movimentos com diferentes partes dos seus braços (ombro, cotovelo, punho e dedos), e em seguida você deverá julgar entre duas imagens de posições (imagem A e imagem B) qual a posição em que o seu braço está. Essa avaliação será feita em um braço de cada vez e para que você não veja o braço que estará sendo avaliado, utilizaremos o biombo. Você deverá estar sentado confortavelmente e deverá se manter sempre concentrado na avaliação.

Agora eu irei te explicar novamente como a avaliação será feita, demonstrando no seu braço saudável. Não deixe de tirar todas as suas dúvidas!

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PLASTICIDADE CORTICAL APÓS LESÃO DO PLEXO BRAQUIAL: UM ESTUDO DA PREDIÇÃO MOTORA ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL DE PRONTIDÃO

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo. Visamos investigar como a lesão nervosa do membro superior (braço, antebraço e mão) pode afetar o modo como o cérebro processa um movimento da mão visto na tela de um computador. Ele fará parte da tese de doutorado de Maria Luiza Sales Rangel sob a orientação da professora doutora Cláudia Domingues Vargas.

O protocolo experimental consiste em uma etapa de avaliação clínica do seu membro superior, na qual será avaliada a capacidade funcional do mesmo, com medidas de força e sensibilidade, por exemplo. Serão realizados também testes específicos relacionados a esta pesquisa, durante os quais será solicitado a você a execução de movimentos de preensão com o membro superior. Estes procedimentos tem duração de aproximadamente uma (1) hora. Após esta primeira etapa seguirá a fase experimental na qual você irá observar blocos de vídeos curtos apresentando diferentes movimentos da mão enquanto a sua atividade cerebral será registrada por intermédio de eletroencefalografia (EEG). As duas etapas podem ser realizadas em dias diferentes, Porém a fase de avaliação clínica sempre será realizada primeiro. Se você concordar em participar, primeiramente, sua cabeça será lavada com água e xampu neutro. Depois, sua cabeça será medida com uma fita métrica e um ponto será marcado com uma caneta marcadora de pele, cuja marca sai facilmente com água. Uma touca com eletrodos de superfície contendo uma solução atóxica e hipoalergênica de água destilada, xampu neutro e cloreto de potássio será colocada sobre a sua cabeça. Toalhas estarão disponíveis para retirar o excesso de água dos cabelos, bem como você pode lavar os cabelos após o experimento se assim o desejar. Você se sentará então em uma cadeira confortável, de frente para uma tela onde serão apresentados os vídeos. A touca será ajustada a sua cabeça. Além disso, serão colocados eletrodos de superfície autoadesivos em dois músculos da sua mão (para coleta da atividade muscular). Para isso sua mão será lavada com sabão neutro e esponja, e se houverem pelos na região de colocação dos eletrodos, esta pequena superfície será raspada com barbeador com lâmina descartável.

Antes do início do experimento o pesquisador lerá para você uma instrução a respeito dos vídeos que você irá observar. Durante o experimento sua única tarefa será assistir aos filmes com atenção. A etapa experimental será dividida em 7 blocos de aproximadamente 6 minutos. Durante os blocos é recomendável que você fique relaxado e não se mexa, a fim de garantir a melhor qualidade do sinal. Entre os blocos você terá a oportunidade de relaxar e se movimentar um pouco para descansar e perguntas poderão ser feitas. A duração total prevista para este protocolo é de aproximadamente duas horas.

Os procedimentos a serem utilizados durante este experimento não oferecem nenhum tipo de risco ou desconforto a você. Quaisquer intercorrências médicas serão acompanhadas pelo Dr. José Fernando Guedes. Durante a etapa de avaliação clínica é totalmente garantido a você o direito de não responder a perguntas que causem qualquer tipo de constrangimento. A participação nesta pesquisa não oferece nenhum benefício direto a você. Informamos ainda que você não será compensado financeiramente por sua participação.

Saiba que, em qualquer etapa do experimento você terá acesso à experimentadora responsável: **Maria Luiza Sales Rangel**, que pode ser encontrada através dos telefones **(21) 2562-6556** (Laboratório de Neurobiologia II) ou **(21) 9462-0823** (pessoal). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o comitê de ética em pesquisa (CEP), Instituto de Neurologia Deolindo Couto – localizado na Av. Venceslau Braz, nº95 – Botafogo – Rio de Janeiro, CEP 22.290-140. Telefone: **(21) 2295-9794** – Email: **cep@indc.ufrj.br**

É garantido a você o direito de não aceitar participar do experimento. Se você aceitar, também garantimos que você é livre para interromper o experimento a qualquer momento, ou retirar seu consentimento quando quiser, sem ser prejudicado de nenhuma forma por isso. Afiançamos também que, se você aceitar participar, os dados aqui colhidos serão mantidos em sigilo e você será identificado durante as análises desse experimento apenas com um número. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com a de outros participantes, não sendo divulgada a identidade de nenhum participante. Você tem o direito de ser informado dos resultados da pesquisa se assim o desejar.

Como pesquisadora responsável, comprometo-me a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa, justificando, o destino e a necessidade de utilização para estudos.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim. Eu discuti com a pesquisadora Maria Luiza Sales Rangel sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu possa ter adquirido. Eu receberei uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu (ou meu representante legal) e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na última folha.

Nome do participante:

Assinatura do participante:

Nome do pesquisador:

Assinatura do pesquisador:

Data: ___/___/_____

ANEXO 3

Sequências aleatórias para avaliação dos membros superiores com monofilamentos.

1. Utilizar uma sequência diferente por membro superior avaliado.
2. Cada ponto de inervação exclusiva (PIE) foi numerado de 1 a 6 (legenda dos PIEs) e as sequências aleatórias dos PIEs foram ordenadas de A a U.
3. Deve-se escolher uma sequência diferente para cada membro superior avaliado de um mesmo participante.
4. Quando utilizar todas as sequências, volte a usar as sequências do início (A, B, C,...).

A aleatorização foi feita utilizando o site <http://randomnumbergenerator.intemodino.com/pt/>

Legenda dos PIEs:	
1	Axilar
2	Musculocutâneo
3	Mediano
4	Radial
5	Ulnar
6	Plexo Braquial

Sequências	Ordem de estimulação dos PIEs
A	2 1 3 5 6 4
B	3 4 5 6 2 1
C	6 3 1 2 5 4
D	6 5 2 4 3 1
E	3 5 4 2 1 6
F	2 4 6 1 5 3
G	1 5 3 6 4 2
H	1 4 2 6 5 3
I	4 5 3 6 1 2
J	1 5 6 3 4 2
K	4 2 5 6 1 3
L	3 1 2 6 4 5
M	2 6 1 4 3 5
N	1 6 2 4 3 5
O	2 3 4 6 5 1
P	3 4 1 5 2 6
Q	2 1 4 5 6 3
R	1 4 5 6 3 2
S	5 4 1 2 6 3
T	5 6 1 2 4 3
U	2 5 3 1 6 4