

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENVELHECIMENTO HUMANO

**Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar  
em indivíduos com Diabetes Mellitus Tipo 2**

Luma Zanatta de Oliveira

Passo Fundo

2017

Luma Zanatta de Oliveira

Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar em indivíduos com  
Diabetes Mellitus Tipo 2

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Envelhecimento Humano da Faculdade de Educação  
Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo,  
como requisito parcial para obtenção de título de Mestre  
em Envelhecimento Humano.

Orientador:  
Prof. Dr. Adriano Pasqualotti

Passo Fundo

2017

CIP – Catalogação na Publicação

---

- O48a      Oliveira, Luma Zanatta de  
            Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar em indivíduos com Diabetes Mellitus Tipo 2 / Luma Zanatta de Oliveira. – 2017.  
            50 f. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) – Universidade de Passo Fundo, 2017.  
            Orientador: Prof. Dr. Adriano Pasqualotti.
1. Diabetes. 2. Espirometria. 3. Aptidão física. 4. Idosos – Saúde e higiene. 5. Músculos respiratórios. I. Pasqualotti, Adriano, orientador. II. Título.

CDU: 613.98

# ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



**PPGEH**

Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano  
Faculdade de Educação Física e Fisioterapia - FEFF

A Banca Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação:

**“Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar em indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2”**

Elaborada por

**LUMA ZANATTA DE OLIVEIRA**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
“Mestre em Envelhecimento Humano”

Aprovada em: 23/02/2017  
Pela Banca Examinadora

**Prof. Dr. Adriana Pasqualotti**  
Orientador e Presidente da Banca Examinadora - UPF/PPGEH

**Prof. Dr. Luiz Antonio Bettinelli**  
Universidade de Passo Fundo - UPF/

**Profa. Dra. Lia Mara Wibelinger**  
Universidade de Passo Fundo - UPF/PPGEH

**Prof. Dr. Alexandre Simões Dias**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais, João e Maria Claudete pelo apoio incondicional, por sempre estarem do meu lado, entenderem minha ausência, me transmitirem calma e firmeza nos momentos em que me senti perdida e, principalmente por sempre me mostrarem que todo esforço vale a pena.

Sem vocês, eu nada seria. Amo-os!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre me guiar e iluminar meus pensamentos para que eu pudesse tomar as decisões certas;

Aos participantes dessa pesquisa, que disponibilizaram seu tempo e foram tão atenciosos comigo para que eu pudesse realizar minhas avaliações. Sem vocês seria impossível a execução desse projeto;

Aos meus pais, João e Maria Claudete me faltam palavras para agradecer. Muito obrigada pelo apoio, carinho, força, incentivo, por nunca desistirem de mim e sempre me mostrarem que tudo vai dar certo. Vocês são o meu exemplo.

Ao meu irmão, Luan que é a minha mais forte ligação com o meu passado e quem eu sei que sempre vai me apoiar no futuro;

A minha colega e amiga Suzi, que está comigo desde o terceiro semestre da graduação e foi com quem eu compartilhei todos os momentos de angustias, desabafos, mas principalmente de muitas risadas e felicidade durante esses longos sete anos. Jamais vou esquecer da nossa parceria acadêmica e da amizade que construímos durante esse tempo. Muito obrigada por tudo! Vou sentir muito a tua ausência no meu dia – a – dia, mas levarei você e nossa amizade no meu coração.

A minha professora Camila Leguisamo, que despertou em mim o interesse pela pesquisa e a coragem para buscar meus objetivos. Você foi minha inspiração durante a graduação e a melhor professora que eu já tive. Muito obrigada pelos ensinamentos e conselhos de vida. Levo eles comigo, sempre.

Ao meu melhor amigo e namorado, Pablo Pasqualotti pelo apoio, companheirismo, amor, dedicação e cuidado; por me ouvir nos momentos em que mais precisei; pelos conselhos; por acreditar em mim até mesmo quando nem eu acreditava que era capaz e principalmente por sempre me mostrar que é preciso ter paciência que as coisas acontecem no momento certo. Você é minha calma, meu porto seguro, o homem da minha vida e o melhor presente que o mestrado pode me proporcionar. Te amo.

As minhas colegas Cátia e Scheila, que incansavelmente me ajudaram nesse trabalho, desde o agendamento dos pacientes, avaliações e tabulação de dados. Vocês foram meu braço direito e me mostraram que com certeza não conseguimos fazer nada sozinhos.

Ao meu orientador, pelo acolhimento nessa reta final de mestrado, mas não menos importante. Muito obrigada pelas orientações e conversas. És um excelente orientador.

Aos meus amigos Matheus Mariano e Vanessa, pelo melhor presente esse ano. Ser dinda da Ayla foi a melhor coisa que poderia ter acontecido. Tão pequenininha, mas com um significado enorme. Princesa Ayla, já aprendi tanto sobre a vida e o amor com você.

À CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) pela bolsa de mestrado.

## **EPIGRAFE**

“Alice: Chapeleiro, você me acha louca?

Chapeleiro: Louca, louquinha!

Mas, vou te contar um segredo: as melhores pessoas são.”

*Alice in Wonderland*



## RESUMO

Oliveira, Luma Zanatta de. **Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar em indivíduos com Diabetes Mellitus Tipo 2**. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

O como objetivo principal foi avaliar a FMR e FP de indivíduos com DM2 que participavam de um grupo hospitalar dos ambulatórios de Neurologia, Endocrinologia e Clínica Médica do município de Passo Fundo/RS. Os objetivos específicos foram comparar a FMR e FP entre diabéticos e grupo controle; analisar os valores preditos e obtidos da FMR e FP em ambos os grupos; comparar os valores obtidos da FMR e FP entre os grupos avaliados; correlacionar a FP com o tempo de diagnóstico do diabetes e comparar o IMC intergrupos. A hiperglicemia presente no DM ocasiona processos inflamatórios, devido a isso o pulmão é considerado um órgão-alvo, sendo mais atingido por ser rico em colágeno, elastina e rede microvascular. Acarretando desta maneira, um comprometimento da elasticidade pulmonar e rede alvéolo-capilar. Esta produção foi um estudo transversal prospectivo e para analisar os dados foram utilizados os testes de wilcoxon e Mann-Whitney e o nível de significância foi  $p \leq 0,05$ . A amostra contemplou 48 participantes, dos quais 27 com diagnóstico médico de DM2 que frequentavam os ambulatórios, além de 21 indivíduos sem DM que fizeram parte do grupo controle. Os participantes foram encaminhados à clínica privada do SNN e para a FEF/UPF. Em relação a FMR e FP, encontramos que não houve redução dos valores obtidos em ambos os grupos; quanto a comparação de valores previstos e obtidos ambos os grupos mostraram valores acima do previsto com uma diferença estatisticamente significativa na  $P_{\text{máx}}$ , CVF e VEF; o grupo com DM apresentou média de IMC de  $30,3 \pm 5,2$ , o grupo controle apresentou média de  $26,8 \pm 3,4$ . Concluímos que não houve relação entre FMR e D2 pelo fato de os pacientes diabéticos que avaliamos estarem em um grupo hospitalar com cuidados médicos direcionados ao seu quadro clínico. A adiposidade abdominal é considerada fator de risco para o desenvolvimento da patologia, o que corroborou com os nossos achados. Sugerimos que mais estudos analisando essas variáveis podem ser realizados em uma população que esta vulnerável aos fatores de risco, sem acompanhamento multidisciplinar.

Palavras-chave: 1. Diabetes Mellitus tipo 2. 2. Espirometria. 3. Força Muscular. 4. Músculos Respiratórios. 5. Volumes pulmonares.

## ABSTRACT

Oliveira, Luma Zanatta de. **Evaluation of respiratory muscle strength and pulmonary function in individuals with diabetes mellitus type 2.** 2017. 50 f. Dissertation (Masters in Human Aging) - University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2017

The aim of this dissertation was to evaluate the respiratory muscle strength and lung function of individuals with type 2 diabetes mellitus who participated in a hospital group of Neurology, Endocrinology and Medical Clinic in the city of Passo Fundo, RS. We present in this work a scientific production, whose specific objectives were: to evaluate and compare respiratory muscle strength and pulmonary function between diabetics and control group; analyze the predicted and obtained values of respiratory muscle strength and lung function in both groups; compare the values of respiratory muscle strength and lung function among the groups evaluated; to correlate pulmonary function with the time of diagnosis of diabetes and to compare the Body Mass Index intergroups. The hyperglycemia present in diabetes causes inflammatory processes, because of this the lung is considered a target organ, being more affected by being rich in collagen, elastin and microvascular network. This leads to a compromised pulmonary elasticity and alveolar-capillary network. This production was a prospective cross-sectional study and to analyze the data the Wilcoxon and Mann-Whitney tests were used and the significance level was  $p \leq 0.05$ . The sample consisted of 48 participants, of whom 27 had a medical diagnosis of type 2 diabetes mellitus who attended the outpatient clinics, in addition to 21 individuals without diabetes who were part of the control group. The participants were referred to private clinic of Neurology and Neurosurgery Service and the Faculty of Physical Education and Physiotherapy of the University of Passo Fundo. Regarding respiratory muscle strength and lung function, we found that there was no reduction of values obtained in both groups; As compared to expected and obtained values, both groups showed values higher than predicted with a statistically significant difference in maximum expiratory pressure, forced vital capacity and expiratory volume in the first second; The group with diabetes had a mean body mass index of  $30.3 \pm 5.2$ , the control group had a mean of  $26.8 \pm 3.4$ . According to these results, we understood that there was no relationship between respiratory muscle strength and type 2 diabetes mellitus, because the diabetic patients that we evaluated were in a hospital group with medical care directed to their clinical condition. The abdominal adiposity is considered a risk factor for the development of the disease, which corroborated with our findings. We suggest that more studies analyzing these variables can be undertaken in a population that is vulnerable to risk factors, without multidisciplinary approach.

Key words: 1. Diabetes Mellitus type 2. 2. Spirometry. 3. Muscular Strength. 4. Respiratory Muscles. 5. Pulmonary volumes.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Comparação resultados entre os grupos avaliados e média de IMC; Valores expressos em (%); Teste de Mann-Whitney; valores significativos para  $p \leq 0,05$ ; as barras representam o erro padrão da média. .... 31
- Figura 2 - Correlação entre tempo da patologia e capacidade vital forçada. Correlação linear de Pearson; valores significativos para  $p \leq 0,05$ . .... 32
- Figura 3 - Correlação entre tempo da patologia e volume expiratório forçado no primeiro segundo..... 33

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Características clínicas e sociodemográficas .....   | 28 |
| Tabela 2 - Relação entre os valores preditos (cmH <sub>2</sub> O) e obtidos (%) da força muscular respiratória e função pulmonar entre os grupos avaliados..... | 29 |
| Tabela 3 - Comparação dos valores obtidos (%) de força muscular respiratória e função pulmonar entre diabéticos e grupo controle.....                           | 30 |

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

|       |  |
|-------|--|
| CVF   | Capacidade Vital Forçada                       |
| DM2   | Diabetes Mellitus Tipo 2                       |
| FEFF  | Faculdade de Educação Física e Fisioterapia    |
| FMR   | Força Muscular Respiratória                    |
| IMC   | Índice de Massa Corporal                       |
| Pemáx | Pressão Expiratória Máxima                     |
| Pimáx | Pressão inspiratória máxima                    |
| SNN   | Serviço de Neurologia e Neurocirurgia          |
| VEF1  | Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>   | <b>15</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DA LITERATURA</b>  | <b>18</b> |
| 2.1      | <i>Critérios diagnóstico para o diabetes mellitus tipo 2</i>  | 18        |
| 2.2      | <i>Diabetes mellitus e função pulmonar</i>  | 19        |
| 2.3      | <i>Função endotelial e estresse oxidativo no diabetes mellitus</i>  | 20        |
| 2.4      | <i>Músculos respiratórios e força muscular respiratória</i>   | 21        |
| 2.5      | <i>Teste da função pulmonar</i>   | 22        |
| <b>3</b> | <b>PRODUÇÃO CIENTÍFICA I: PACIENTES DIABÉTICOS TIPO 2 EM CUIDADOS MÉDICOS DIRECIONADOS APRESENTAM PRESERVADAS A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA E A FUNÇÃO PULMONAR</b> | <b>23</b> |
| 3.1      | <i>Resumo</i>   | 23        |
| 3.2      | <i>Introdução</i>   | 24        |
| 3.4      | <i>Resultados</i>   | 27        |
| 3.5      | <i>Discussão</i>  | 33        |
| 3.6      | <i>Conclusão</i>  | 36        |
| 3.7      | <i>REFERÊNCIAS</i>  | 37        |
| <b>4</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>   | <b>40</b> |
|          | <b>ANEXOS</b>   | <b>45</b> |
| Anexo A. | <i>Autorização de pacientes da pesquisa do mestrando do PPGEH Daniel Lima Varela</i>  | 46        |
| Anexo B. | <i>Autorização de pacientes da pesquisa da mestranda do PPGEH Suzane Stella Bavaresco</i>   | 48        |

## 1 INTRODUÇÃO

As alterações demográficas, sociais e econômicas, estão associadas ao envelhecimento da população brasileira. O que acarreta em desafios relacionados à análise desse processo. Segundo o relatório do Banco Mundial (2011), nos próximos 40 anos esse grupo populacional aumentará a uma taxa de 3,2% ao ano. Como consequência desse aumento, em 2050 haverá 64 milhões de idosos, 30% da população total. Isso demonstra que o Brasil terá dimensões de idosos parecida com as encontradas nos países, como Japão (28%) e Europa (24%). Nesse sentido, mudanças epidemiológicas surgiram devido a essa alteração estrutural na faixa etária, que veio acompanhada de uma modificação na mortalidade da população brasileira (BRASIL, 2015).

O cenário que temos hoje é o de aumento da incidência de doenças crônicas – degenerativas e a diminuição da prevalência e mortalidade por doenças infectocontagiosas. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2008, somente 22,6% dos indivíduos com 60 anos ou mais de idade, relataram não sofrer qualquer tipo de doença crônica, dentre uma das indicadas na pesquisa, está o diabetes. Sendo que, quase metade (48,9%) dos idosos relata sofrer mais de uma doença crônica e, no subgrupo de 75 anos ou mais de idade, a proporção atingia mais da metade (54,0%). Projeções das Nações Unidas mostram que uma em cada nove pessoas no mundo tem 60 anos ou mais e em 2050, haverá mais idosos do que crianças com menos de 15 anos (BRASIL, 2015).

No entanto, apesar do avanço da longevidade ser reflexo de uma melhora na condição de vida, isso não significa que estamos envelhecendo bem. Pois, a exposição para desenvolver doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (OLIVEIRA *et al.*, 2013) parece ser uma consequência inevitável aos idosos. Muitas são as questões a serem abordadas diante desse cenário mundial. Dentre elas, um dos principais

---

problemas crônicos: o DM. Sendo esse, uma síndrome metabólica crônica que resulta no acúmulo de glicose pelo organismo, caracterizado como hiperglicemia (valores glicêmicos em jejum acima de 130mg/dl) (ADA, 2014). Possuem dois tipos de diabetes: o tipo 1, de menor incidência e que se define por ser uma doença auto-imune na qual os anticorpos se desenvolvem contra componentes do pâncreas endócrino, causando falência nas células  $\beta$  (FERREIRA *et al.*, 2011); e o tipo 2 é uma patologia metabólica complexa que se caracteriza por uma redução da secreção pancreática de insulina e, uma diminuição da ação da insulina ou resistência a insulina nos órgãos periféricos. Suas principais causas são a obesidade e o envelhecimento (FERREIRA *et al.*, 2011).

DM é um importante fator de saúde para o envelhecimento. Acredita-se que 20% das pessoas acima dos 65 anos tem diabetes. Números que tendem a crescer rapidamente nas próximas décadas. Idosos diabéticos têm mais chances de desenvolver outras patologias associadas do que aqueles indivíduos sem DM. Além disso, a probabilidade de desencadear a síndrome geriátrica, como: polifarmácia, depressão, incontinência urinária e quedas, são maiores (ADA, 2014).

Desse modo, essa morbidade tornou-se um desafio global segundo uma pesquisa realizada em Brasília no ano de 2014, sendo observado que a maioria dos portadores de DM eram idosos e apresentavam hipertensão arterial sistêmica, obesidade e além disso, estavam presentes patologias respiratórias (BRASIL, 2015), que podem ser desencadeadas por diversos mecanismos, dentre eles: estresse oxidativo e a hiperglicemia, que ativa a via dos polióis elevando a produção de sorbitol. Esse aumento causa um estresse celular, ocasionando à diminuição das defesas antioxidantes intracelulares e ainda, um aumento na concentração dos produtos da glicosilação avançada, alterando a função celular (JUNIOR *et al.*, 2009).

Nesse sentido, o DM e suas complicações atingem os custos econômicos e também custos intangíveis para os indivíduos, caracterizados pela dor e sofrimento. Projetar exatamente o tamanho do problema e os recursos públicos para a administração



---

no âmbito hospitalar, representa uma oportunidade de mudança e melhora em ações de cuidados a saúde e, uma oportunidade de repensar a qualidade das intervenções (ROSA; SCHMIDT, 2008).

Com o decorrer do processo crônico do DM, o mau controle glicêmico desencadeia algumas morbidades que acabam sendo inevitáveis a esses indivíduos. As alterações na mecânica pulmonar podem ser alguns dos efeitos em longo prazo, comprometendo a relação ventilação perfusão. É sabido que são inúmeros os programas desenvolvidos para a prevenção do diabetes, principalmente no sistema público de saúde, com o objetivo de minimizar o impacto que essa patologia tem sobre a verba pública e na qualidade de vida dos seus portadores, entretanto, alguns cuidados ainda faltam ser priorizados. Nesse sentido, a avaliação da FMR através da manovacuometria e FP com o microespirometro, busca elucidar a associação entre o DM2 e comprometimento pulmonar.

O objetivo deste estudo foi avaliar a FMR e a FP em indivíduos com DM2 e grupo controle. Quanto à hipótese, acredita-se que os indivíduos diabéticos tipo 2 apresentam comprometimento na relação alvéolo/capilar, reduzindo assim, a FMR e FP.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Critérios diagnóstico para o diabetes mellitus tipo 2

A glicemia de jejum deve ser realizada através da mensuração plasmática pela manhã após jejum de no mínimo oito horas. O teste oral de tolerância à glicose (TOTG) deve seguir alguns pré-requisitos: jejum entre 10 e 16 horas; ingestão de no mínimo 150 gramas de carboidrato nos três dias que antecedem o teste; atividade física habitual; comunicar a presença de infecções ou medicações que possam interferir no resultado do teste; utilização de 1,75g de glicose (dextrosol) por quilograma de peso até o máximo de 75 gramas. O diagnóstico de diabetes pode ser confirmado através de quatro critérios (NOWICKA *et al.*, 2015):

- a) Hemoglobina glicada (HbA1c)  $\geq 6,5\%$ . O teste deve ser realizado em um laboratório que utilize um método certificado pelo National Glycohemoglobin Standardization Program e padronizado pelo ensaio clínico “*Diabetes Control and Complications Trials*”;
- b) Dosagem da glicose plasmática  $\geq 126\text{mg/dL}$ . Sempre realizado em jejum de pelo menos oito horas;
- c) TOTG  $\geq 200\text{mg/dL}$ , duas horas após a ingestão de 75g de glicose; ou em um paciente com sintomas de hiperglicemia ou crise hiperglicêmica, níveis  $\geq 200\text{mg/dL}$  (realizado em qualquer momento do dia).
- d) Os testes para diagnosticar o DM2 e pré – DM em indivíduos assintomáticos devem ser considerados em adultos de qualquer idade que apresentam sobrepeso ou obesidade e naqueles com um ou mais fatores de risco para DM. Naqueles sem fatores de risco, os testes devem

---

começar aos 45 anos de idade. Quando os primeiros testes forem normais, devem ser repetidos pelo menos a cada três anos

## 2.2 Diabetes mellitus e função pulmonar

Em decorrência da hiperglicemia persistente, a glicosilação não-enzimática das proteínas acaba sendo uma condição inevitável em diabéticos tipo 2, ocasionando processos inflamatórios e complicações microangiopática (ARONSON, 2008; ORASANUG; PLUTZKY, 2009). Devido a isso, o pulmão é considerado um órgão-alvo da microangiopatia, sendo mais atingido por ser rico em colágeno na sua membrana basal, elastina e rede microvascular. Acarretando desta maneira, um comprometimento da elasticidade pulmonar e rede alvéolo-capilar uma vez que, essa é uma grande unidade microvascular (BROWNLEEM; VLASSARA; CERAMI, 1984). Somando-se a isso, os indivíduos apresentam um aumento da espessura da membrana basal alvéolo-capilar (SANDLER, 1999) e fibrose nodular nas paredes alveolares (CORRÊA *et al.*, 2011). Estas alterações podem ocasionar limitação da expansão pulmonar por um interstício aumentado e redução da difusão alveolar devido ao espessamento e alterações fibróticas da membrana basal (CORRÊA *et al.*, 2011).

Diante desse contexto, as alterações na mecânica pulmonar, comprometendo a força muscular respiratória e função pulmonar, reduzem os volumes pulmonares: capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) (FUSO *et al.*, 2012), desencadeando um quadro de dispnéia devido à insuficiência respiratória. Os sintomas clínicos como cansaço e fadiga, limitam esses pacientes a desempenharem suas atividades da vida diária ou até mesmo a redução na capacidade aeróbia em resultado de defeitos no fluxo sanguíneo do músculo. Corroborando as informações com a meta-análise de (BORST *et al.*, 2010), o DM esteve associado significativamente a função pulmonar, independentemente do índice de massa corporal, tabagismo, duração do DM e níveis de hemoglobina glicada (HbA1C).

---

Corrêa *et al.* (2012) identificaram o predomínio de fraqueza muscular inspiratória de 29% em uma amostra de 148 pacientes com DM2.

### 2.3 Função endotelial e estresse oxidativo no diabetes mellitus

Estresse oxidativo é o desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), que são moléculas quimicamente instáveis e altamente reativas produzidas constantemente pelo nosso organismo e, as defesas antioxidantes. Tal processo causa danos às proteínas, lipídios, carboidratos e DNA celular (BROWNLEE, 2005). A hiperglicemia, hipertensão arterial e dislipidemia são complicações que atuam diretamente no estresse oxidativo e na disfunção endotelial, gerando o desenvolvimento de complicações micro e macrovasculares no diabetes (SBD, 2015).

O aumento da glicose intracelular causada pelo DM é condição ímpar para o dano tecidual. Paralelamente a isso, os principais intermediários das complicações crônicas do DM, como a hiperglicemia e o estresse oxidativo podem levar a desregulação de mecanismos epigenéticos, afetando a estrutura da expressão gênica. Adicionalmente, o óxido nítrico (NO) que é produto do endotélio é inativado por um importante radical livre, o ânion superóxido (BANDEIRA *et al.*, 2013). Como consequência das modificações epigenéticas, desenvolve-se uma das alterações mais precocemente detectadas nas doenças vasculares, a disfunção endotelial. Além disso, a hiperglicemia pode ativar fatores de transcrição nuclear desencadeando um aumento na expressão de mediadores inflamatórios, podendo desta maneira, alterar a produção de oxidantes ocasionando estresse e dano estrutural á célula (SBD, 2015). Desta forma, pode-se perceber que a hiperglicemia resulta em deficiência microvascular decorrente das suas implicações no endotélio. Assim, a reposição de insulina parece ser fundamental na manutenção da homeostase mitocondrial em indivíduos diabéticos, principalmente no coração e tecidos periféricos, em que a energética se baseia no metabolismo oxidativo (ORASANUG; PLUTZKY, 2009).

---

#### 2.4 Músculos respiratórios e força muscular respiratória

A fraqueza da musculatura respiratória está associada à redução ou interrupção do estímulo neural, seja ele central ou periférico. Em indivíduos saudáveis a força dos músculos da respiração, deve ser maior que o trabalho imposto pelos pulmões, caixa torácica e vias aéreas (FAUROUX; KHIRANI, 2014). Quando temos um desequilíbrio entre essa força e trabalho, ocorre a fraqueza muscular respiratória. Nesse caso, o músculo mais afetado é o principal da inspiração: o diafragma. (RATNOVSKY; ELAD, HALPERN, 2008).

As doenças neuromusculares podem prejudicar a função dos músculos da respiração (LAGHI; TOBIN, 2003) e uma das maneiras de avaliarmos esse desequilíbrio, é através da força muscular respiratória. Com essa avaliação é possível investigarmos as causas da dispneia, por exemplo (FERREIRA, 2011). Nesse sentido, as medidas de Pressão Inspiratória Máxima (Pimáx) e Pressão Expiratória Máxima (Pemáx) desempenham um papel fundamental para diagnóstico de fraqueza da musculatura respiratória.

A manovacuometria é um método verdadeiramente útil para a avaliação das pressões musculares respiratórias (Pimáx e Pemáx), ressaltando que as mensurações da Pimáx são de maior relevância clínica pelo fato dos músculos inspiratórios suportarem maiores cargas de trabalho ventilatório. Através dela, é permitido quantificar o aumento da força muscular obtida pelos exercícios respiratórios, seu uso norteia um treinamento eficaz para o paciente, sem que haja esforços desnecessários por parte dos músculos da respiração (ONAGA *et al.*, 2010). A mensuração da Pimáx é indicativa de capacidade ventilatória e determinante do volume corrente, por isso sua medida tem maior importância. (ALEXANDRE; ARAÚJO; RODRIGUES-MACHADO, 2008). Indivíduos com Pimáx abaixo de 60% do valor predito, sendo esse baseado em variáveis como sexo e idade, peso corporal e altura, esse indivíduo é caracterizado como apresentando uma Pimáx baixa (KERA; MARUYAMA, 2005). Necessitando de

---

treinamento específico da musculatura respiratória. Valores acima de 60 cmH<sub>2</sub>O excluem clinicamente a fraqueza dos músculos inspiratórios (ALEXANDRE; ARAÚJO; RODRIGUES-MACHADO, 2008).

### *2.5 Teste da função pulmonar*

A espirometria (do latim spirare = respirar mais metrum = medida) é empregada para avaliar a função pulmonar e mede a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões. Pode ser realizada durante respiração lenta ou durante manobras expiratórias forçadas. Sua função é medir volumes e fluxos aéreos, principalmente a capacidade vital lenta (CV), capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), e suas relações (VEF1/CV e VEF1/CVF). Os valores obtidos devem ser comparados a valores previstos adequados para a população avaliada (PEREIRA, 2002).

### **3 PRODUÇÃO CIENTÍFICA I: PACIENTES DIABÉTICOS TIPO 2 EM CUIDADOS MÉDICOS DIRECIONADOS APRESENTAM PRESERVADAS A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA E A FUNÇÃO PULMONAR**

#### *3.1 Resumo*

DM é um importante fator de saúde para o envelhecimento. Acredita-se que 20% das pessoas acima dos 65 anos tem DM. Um estudo realizado em Brasília em 2014, foi observado que a maioria dos diabéticos eram idosos e apresentavam além da obesidade algumas patologias respiratórias. O objetivo foi avaliar FMR e a FP de diabéticos e grupo controle. Estudo transversal prospectivo. Para analisar os dados foram utilizados os testes de wilcoxon e Mann-Whitney e nível de significância foi  $p \leq 0,05$ . Amostra foi 48 pacientes que contemplaram os critérios de inclusão; 27 DM2 dos ambulatórios de um hospital do município de Passo Fundo/RS, que foram encaminhados à uma clínica privada e para a FEFF/UPF e 21 indivíduos sem DM que fizeram parte do grupo controle. Foram avaliadas FMR, FP e comparadas entre os grupos. Também, foi analisado o IMC e sua relação entre os grupos e a correlação da CVF e VEF1 com o tempo de diagnóstico do DM2. Encontramos que não houve redução dos valores obtidos em ambos os grupos; quanto a comparação de valores previstos e obtidos ambos os grupos mostraram valores acima do previsto com uma diferença estatisticamente significativa na P<sub>emáx</sub>, CVF e VEF ( $p < 0,001$ ); o grupo DM apresentou média de IMC de  $30,3 \pm 5,2$ , e o grupo controle de  $26,8 \pm 3,4$ . Concluimos que não houve relação entre FMR e FP entre grupos; a adiposidade abdominal é considerada fator de risco para o desenvolvimento da patologia, o que corroborou com os nossos achados.

Palavras-chave: 1. Diabetes Mellitus tipo 2. 2. Espirometria. 3. Força Muscular. 4. Músculos Respiratórios. 5. Volumes pulmonares.

---

### 3.2 Introdução

A transição demográfica tem interferido nos aspectos políticos, sociais e econômicos de um país e devido a isso, o crescimento no número de idosos está sendo debate constante na busca de recursos para uma melhor qualidade de vida (LIMA-COSTA; MATOS; CAMARANO, 2006). No Brasil, é notório o crescimento acelerado dessa população e o acúmulo de condições crônicas (ALVES; LEITE; MACHADO, 2010; LEITE *et al.*, 2008; MENDES *et al.*, 2012), as quais o sexo feminino e o aumento da idade um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de uma dessas condições, o Diabetes Mellitus (DM) (LOTFI; SAADATI; AFZALI, 2014). Dois terços dos casos de DM são em países de renda baixa e média e, pelo menos 285 milhões de pessoas no mundo estão afetadas pelo diabetes, podendo em 2030 chegar a 430 milhões de indivíduos e ser responsável por 490 milhões dos gastos públicos (HU, 2011). Esse número está em constante crescimento em resposta ao aumento da expectativa de vida e a mudança de hábitos adotados pela população, má alimentação (fast foods, produtos industrializados), associado a pouco exercício físico e conseqüentemente desequilíbrio no peso corporal são alguns exemplos.

O excesso de peso e a obesidade são conhecidos por causar mortalidade e por ser um fator de risco (modificável) para desencadear o diabetes. Nos países asiáticos, a baixa renda, o afastamento do trabalho agrícola e o alto consumo de álcool geram respectivamente, um gasto de energia menor do que o habitual e um excesso de ingestão calórica, que por sua vez aceleram o surgimento do DM (BARIK *et al.*, 2016; KOPPEL *et al.*, 2005). Além disso, indivíduos fumantes tem uma propensão maior de desenvolver essa condição clínica devido a um acúmulo de adiposidade visceral causada pela diminuição dos níveis de testosterona (WILLI *et al.*, 2007). Um outro fator que influencia no DM é a inatividade física, uma vez que a adoção a prática de exercício físico e/ou atividade física é também responsável pela manutenção do controle glicêmico (COLBERG *et al.*, 2016).



---

Diante da condição crônica do DM2, a hiperglicemia presente desenvolve algumas comorbidades, dentre elas as complicações pulmonares a qual, a Força Muscular Respiratória (FMR) e Função Pulmonar (FP) podem ser atingidas. Um estudo (YEH et al., 2008) concluiu que o declínio acelerado da Capacidade Vital Forçada (CVF) está associado ao DM, o que pode ser explicado pelos efeitos negativos da hiperglicemia na rede alvéolo capilar e na FMR, causando disfunção na expansão pulmonar (FUSO *et al.*, 2012).

Nesse sentido, planejamos nosso estudo para verificar se os indivíduos com diagnóstico médico de DM2 apresentam a FMR e FP reduzidas quando comparadas com o grupo controle. Também, analisamos qual a relação do Índice de Massa Corporal (IMC) entre os grupos estudados e, se a CVF e Volume Expiratório no primeiro segundo (VEF1) se apresentam reduzidas em relação ao tempo de diagnóstico de diabetes.

### 3.3 Método

Estudo transversal prospectivo. A amostra foi composta por pacientes com diagnóstico médico de DM2 participantes dos ambulatórios de Neurologia, Endocrinologia e Clínica Médica do Hospital São Vicente de Paulo, do município de Passo Fundo/RS, que foram encaminhados à clínica privada do Serviço de Neurologia e Neurocirurgia (SNN) e para a Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo/UPF (FEFF/PF); quanto ao grupo controle, os participantes foram selecionados de acordo com a disponibilidade dos sujeitos que se encontravam no SNN e FEFF/UPF. A amostra avaliada se vincula a dois outros estudos do Programa de Envelhecimento Humano da UPF, aprovados sob o parecer 1.088.201 e 1.587.663.

Em um primeiro momento foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentaram alguma doença pulmonar e/ou fumantes, afim de não causar qualquer viés nos resultados e, os participantes que contemplaram os critérios de inclusão e aceitaram

---

participar do estudo por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), responderam uma ficha com variáveis sociodemográficas (idade, sexo, escolaridade, estado civil) e dados clínicos. Após, foi realizada as avaliações do IMC, FMR e FP que foram comparadas entre indivíduos com diagnóstico de DM2 e grupo controle. A amostra foi composta por 48 participantes, 27 fizeram parte do grupo com DM2 e 21 do grupo controle. Para a análise dos dados foram utilizados os testes de wilcoxon e Mann-Whitney. O nível de significância utilizado foi  $p \leq 0,05$ .

O IMC foi calculado dividindo o peso (em quilogramas) pela altura (em metros) ao quadrado. Quanto a classificação do estado nutricional para adultos e idosos seguimos as recomendações da Organização Mundial da Saúde e Organização Pan – Americana de Saúde, respectivamente (WHO, 2013; OPAS, 2012). Como indicador da FMR, foram avaliadas a pressão inspiratória máxima (Pimáx) e pressão expiratória máxima (Pemáx) através de um manovacômetro digital (MVD 300) da marca Globalmed calibrado em cmH<sub>2</sub>O adaptado a um bucal e com um orifício de aproximadamente 2mm de diâmetro e 15mm de comprimento, com a finalidade de proporcionar um escape de ar, evitando assim a elevação da pressão da cavidade oral gerada pela contração indesejada dos músculos orofaciais (SOBUSH; DUNNING, 1984). As manobras para a mensuração da Pimáx e Pemáx foram realizadas com o indivíduo na posição sentada, com o tronco em ângulo de 90° com o quadril, e utilizando um clipe nasal em todas as manobras. As peças de vestuário, tais como cintos apertados, faixas elásticas abdominais, cintas e espartilhos foram afrouxadas ou removidas para que não atrapalhassem com os esforços respiratórios máximos.

A Pimáx foi mensurada a partir do volume residual (VR), ou seja, após uma expiração máxima foi feita uma inspiração máxima o mais forte possível, enquanto a Pemáx foi mensurada a partir da capacidade pulmonar total, ou seja, após o indivíduo realizar uma inspiração profunda, solicitamos ao participante para realizar uma expiração forçada com o máximo de força possível. Todos os indivíduos realizaram três vezes a manobra por pelo menos um a dois segundos (SOUZA, 2002; NEDER *et al.*,

---

1999). Para análise foi utilizado o maior valor obtido tanto na inspiração quanto na expiração, não excedendo 10% do valor mais próximo, sendo comparados os valores obtidos com os valores previstos para a população brasileira.

A FP (CVF e VEF1) mensuramos por meio da espirometria (utilizamos um microespirômetro Micromedical). Algumas condições para a realização da microespirometria: não usamos broncodilatador antes do exame; os participantes não apresentaram condições de contraindicação ou que atrapalhassem na realização do exame, como, por exemplo: cansaço ou desconforto importante, mau estado geral, dor torácica, hemoptises volumosas, pneumotórax e traqueostomia; e certificamos que o paciente não fez outro teste que possa interferir no resultado da espirometria (PEREIRA, 2002).

O teste foi realizado com o paciente sentado, seguindo-se os passos: colocação do clip nasal e acoplamento dos lábios ao bucal do microespirômetro; inicialmente respiração normal. Logo após o final de uma expiração, solicitamos que o paciente realizasse uma inspiração forçada máxima, seguida, sem interrupção, de expiração rápida e forçada durante no mínimo 6 segundos. No caso de distúrbio obstrutivo, a manobra expiratória foi mais prolongada, podendo chegar a 15 segundos. No final da inspiração máxima que precede a expiração forçada, a pausa inspiratória pode ser no máximo de 3 segundos (PEREIRA, 2002). O teste de espirometria foi realizado de maneira a se obterem três manobras aceitáveis, sendo duas delas reprodutíveis. Os critérios de reprodutibilidade envolveram a diferença entre os dois maiores valores de VEF1 e CVF abaixo de 0,2 litros.

### *3.4 Resultados*

Quanto a análise dos participantes, 27 fizeram parte do grupo com DM2 e 21 do grupo controle. A Tabela 1 apresenta as características clínicas e sociodemográficas da amostra pesquisada.

Tabela 1 - Características clínicas e sociodemográficas

| Variáveis                             | Grupos                  |                      |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|
|                                       | Diabéticos              | Controle             |
| Idade (anos)                          | 65,0 (AI) 8,0 anos      | 59,0 e (AI) 9,0 anos |
| Tempo DM2                             | 12,0 (AI) 13,0 anos     | -                    |
| Glicose plasmática                    | 163,0 (AI) 131,0 mmg/dL | -                    |
| Sexo (mulheres)                       | 21 (56,8%)              | 16 (43,2%)           |
| Obesidade                             | 15 (55,5%)              | 5 (23,8%)            |
| Excesso de peso                       | 7 (25,9%)               | 9 (42,9%)            |
| Peso                                  | 5 (18,5%)               | 7 (33,3%)            |
| Exercício físico                      | 68,4%                   | 31,6%                |
| Primeiro grau incompleto/completo     | 17 (63%)                | 11 (52,4%)           |
| Segundo grau completo/ensino superior | 10 (37%)                | 10 (47,6%)           |

DM2: Diabetes melitus 2; AI: Amplitude inter-quartílica P75-P25

Em relação aos pacientes diabéticos, 21 (56,8%) eram do sexo feminino; quanto a idade, o grupo apresentou uma mediana de 65 e amplitude interquartil (AI) 8 anos; a mediana para diagnóstico médico de diabetes foi 12 e AI 13 anos; já a mediana da glicose plasmática foi de 163 e AI 131 mmg/dL; quanto ao IMC, quinze (55,6%) apresentaram obesidade, sete (25,9%) tinham excesso de peso e cinco (18,5%) expuseram peso normal; 68,4% realizam exercício físico; com relação à escolaridade, 17 (63%) cursavam o primeiro grau incompleto/completo e os demais 10 (37%) o segundo grau/ensino superior. Quanto aos sujeitos do grupo controle, 16 (43,2%) eram do sexo feminino; apresentaram uma mediana de idade de 59 e AI 9 anos; com relação ao IMC, nove (42,9%) tinham excesso de peso, sete (33,3%) peso normal e cinco (23,8%) apresentaram obesidade; 31,6% praticam exercício físico; quanto à escolaridade, 11 (52,4%) cursaram o primeiro grau incompleto/completo e dez (47,6%) o segundo grau/ensino superior. A Tabela 2 apresenta os valores previstos e obtidos da FMR e FP entre os grupos avaliados.

Tabela 2 - Relação entre os valores preditos (cmH20) e obtidos (%) da força muscular respiratória e função pulmonar entre os grupos avaliados.

| Grupos     | Variáveis | Predito     | Obtido       | p       |
|------------|-----------|-------------|--------------|---------|
| Diabéticos | Pimáx     | 81,4 ± 5,7  | 83,2 ± 30,2  | 0,775   |
|            | Pemáx     | 79,7 ± 8,0  | 127,8 ± 43,1 | < 0,001 |
|            | CVF       | 3,0 ± 0,7   | 91,3 ± 16,2  | < 0,001 |
|            | VEF1      | 2,3 ± 0,4   | 94,7 ± 19,0  | < 0,001 |
| Controle   | Pimáx     | 89,0 ± 13,5 | 86,9 ± 27,2  | 0,876   |
|            | Pemáx     | 89,9 ± 18,3 | 115,7 ± 28,1 | 0,007   |
|            | CVF       | 3,2 ± 0,7   | 91,1 ± 10,1  | < 0,001 |
|            | VEF1      | 2,5 ± 0,5   | 94,1 ± 13,2  | < 0,001 |

Pimáx: Pressão inspiratória máxima; Pemáx: Pressão expiratória máxima; CVF: Capacidade vital forçada; VEF1: Volume expiratório no primeiro segundo; Teste de Wilcoxon; Valores significativos para  $p \leq 0,05$ .

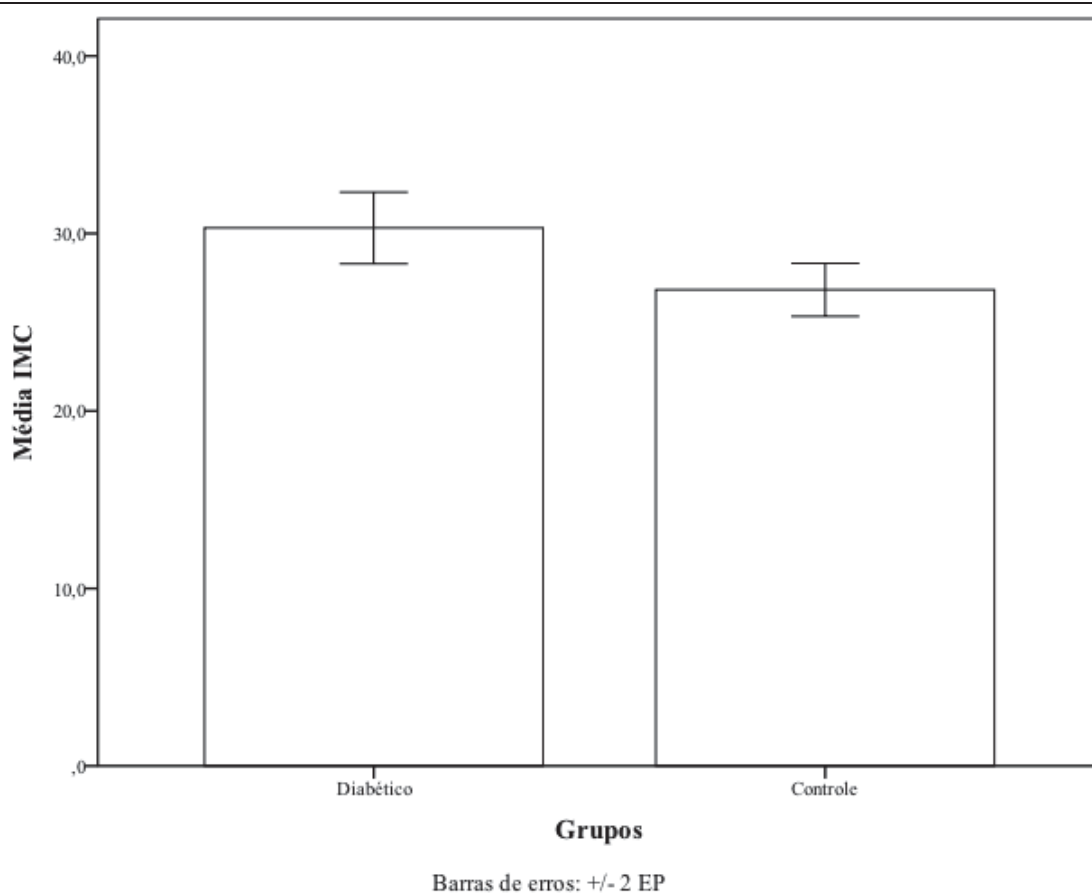
Quanto à relação entre os valores previstos e aqueles obtidos entre os grupos avaliados, o grupo de diabéticos mostrou uma diferença estatisticamente significativa nas variáveis Pemáx, CVF e VEF1 ( $p \leq 0,05$ ). Já em relação ao grupo controle as variáveis CVF e VEF1 apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ). Tabela 3 descreve os valores obtidos da FMR e FP entre diabéticos e grupo controle.

Tabela 3 - Comparação dos valores obtidos (%) de força muscular respiratória e função pulmonar entre diabéticos e grupo controle.

| Variáveis                  | Grupos       |              | p     |
|----------------------------|--------------|--------------|-------|
|                            | Diabéticos   | Controle     |       |
| Pimáx (cmH <sub>2</sub> O) | 83,2 ± 30,2  | 86,9 ± 27,2  | 0,473 |
| Pemáx (cmH <sub>2</sub> O) | 127,8 ± 43,1 | 115,2 ± 28,1 | 0,424 |
| CVF (l/min)                | 91,3 ± 16,2  | 91,1 ± 10,1  | 0,909 |
| VEF1 (l/min)               | 94,7 ± 19,0  | 94,1 ± 13,2  | 0,779 |

Pimáx: Pressão inspiratória máxima; Pemáx: Pressão expiratória máxima; CVF: Capacidade vital forçada; VEF1: Volume expiratório no primeiro segundo; Teste Mann-Whitney; Valores significativos para  $p \leq 0,05$ .

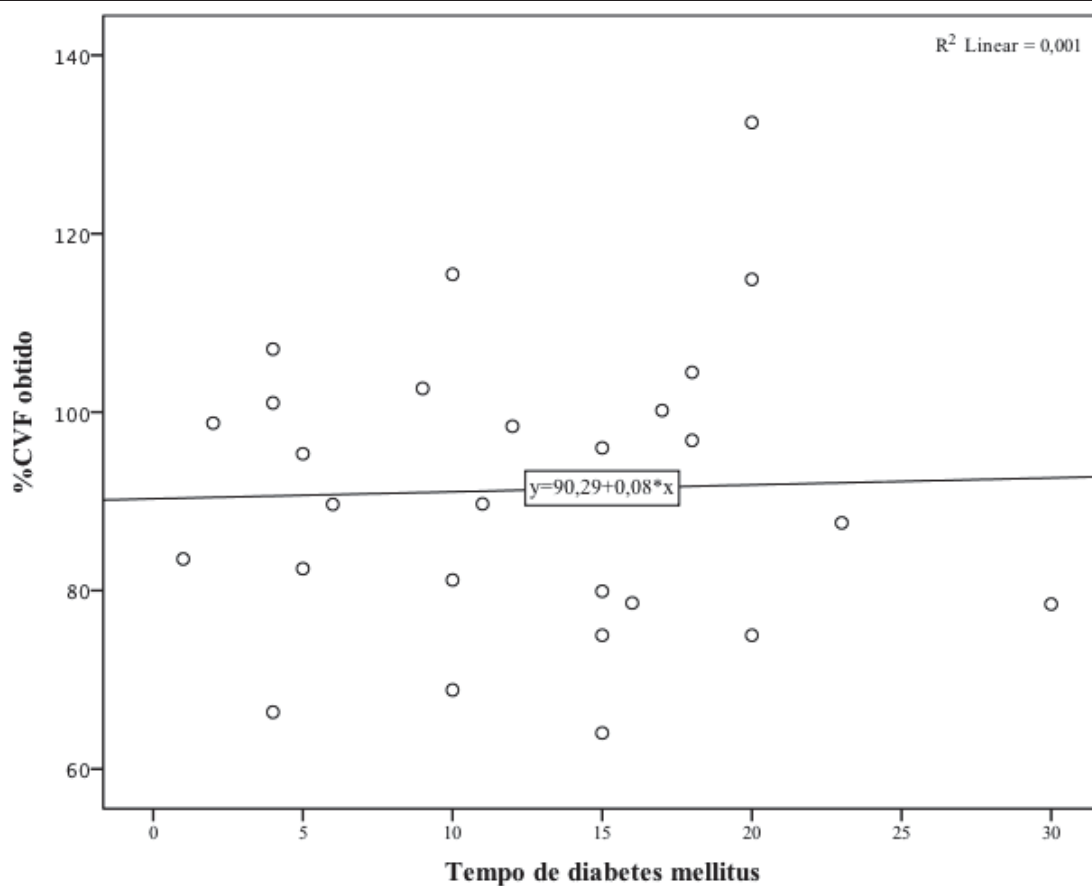
Quando analisado a FMR e FP, foi observado que não houve redução estatisticamente significativa dos valores obtidos em ambos os grupos avaliados. A Figura 1 apresenta os resultados de IMC entre os grupos avaliados.



IMC: Índice de Massa Corporal.

Figura 1 - Comparação resultados entre os grupos avaliados e média de IMC; Valores expressos em (%); Teste de Mann-Whitney; valores significativos para  $p \leq 0,05$ ; as barras representam o erro padrão da média.

O grupo diabético apresentou uma média de IMC de  $30,3 \pm 5,2$ ; já o grupo controle apresentou uma média de  $26,8 \pm 3,4$ . Foi observada uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,008$ ) na comparação do IMC para ambos os grupos. A Figura 2 demonstra a correlação entre tempo de diagnóstico de DM2 e CVF.

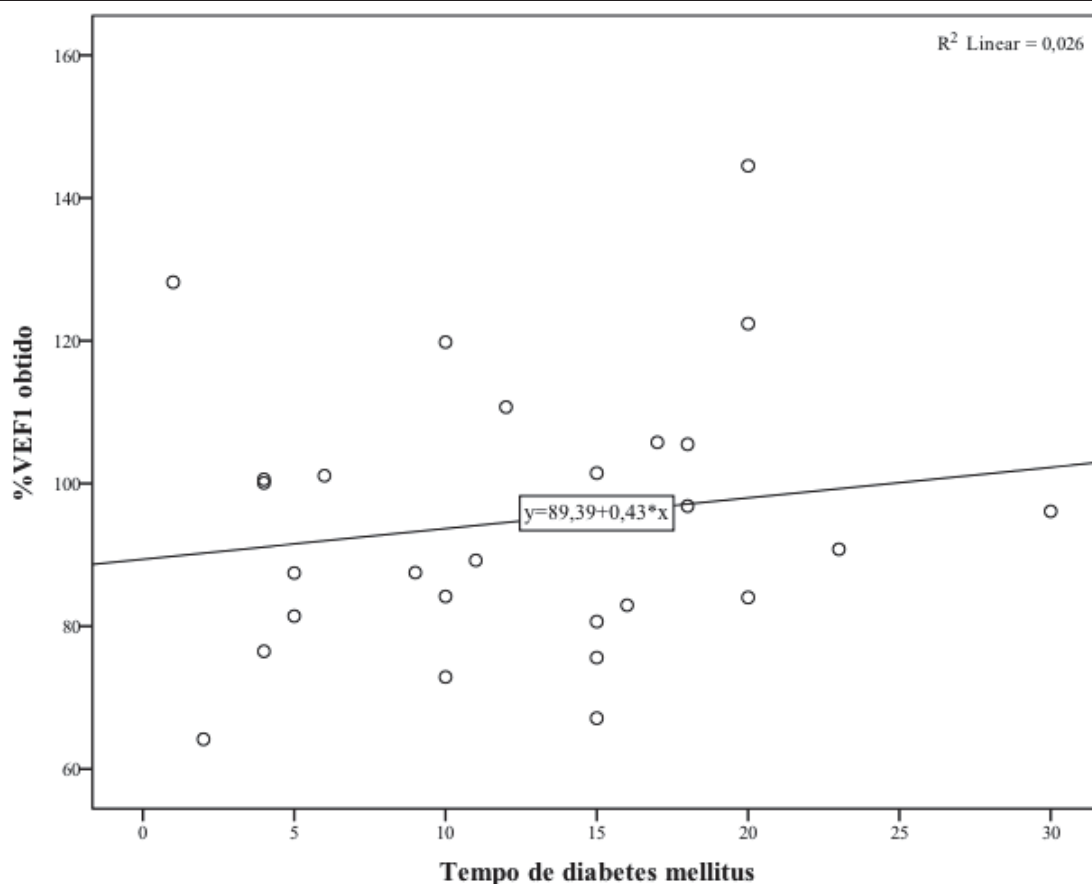


Tempo de diabetes mellitus (em anos); CVF: Capacidade Vital Forçada.

Figura 2 - Correlação entre tempo da patologia e capacidade vital forçada. Correlação linear de Pearson; valores significativos para  $p \leq 0,05$ .

Quando analisado o tempo de diagnóstico de DM2 e os valores obtidos de CVF, observou-se que o tempo da patologia não influenciou nos resultados do volume pulmonar ( $r = 0,035$ ). A Figura 3 demonstra a correlação entre tempo de diagnóstico de DM2 e VEF1.





Tempo de diabetes mellitus (em anos); VEF1: Volume expiratório forçado no primeiro segundo.

Figura 3 - Correlação entre tempo da patologia e volume expiratório forçado no primeiro segundo.

Quando analisado o tempo de diagnóstico de DM2 e os valores obtidos de VEF1 para idade e sexo, foi observado que o tempo da patologia não influenciou nos resultados do volume pulmonar ( $r = 0,163$ ).

### 3.5 Discussão

Em um estudo realizado com treinamento muscular inspiratório com dez pacientes diabéticos com neuropatia autonômica, verificou-se que antes do treinamento os valores preditos e obtidos para Pimáx e Pemáx foram, respectivamente,  $88 \pm 28$  e  $88 \pm 26$  e  $111 \pm 30$  e  $111 \pm 16$  (KAMINSKI *et al.*, 2015). Os resultados encontrados em

nosso estudo demonstraram uma comparação inversa ao encontrado na literatura. Os valores obtidos nas variáveis CVF e VEF1 foram maiores que os valores previstos para a idade e sexo em ambos os grupos, porém no grupo diabético a  $P_{máx}$  também se apresentou maior que o valor previsto. Já em relação aos valores obtidos de FMR e FP o que se mostra no estudo foi que não encontramos índices abaixo da normalidade para idade e sexo em indivíduos diabéticos e grupo controle. Além disso, os valores obtidos da FP quando comparados com o tempo de diagnóstico de DM2 observamos que não ocorreu diferença nos valores em relação a duração do diabetes.

Quanto os resultados obtidos na  $P_{máx}$ , um estudo avaliou 115 participantes não-fumantes e sem nenhuma doença pulmonar (FUSO *et al.*, 2012). Os sujeitos foram divididos em dois grupos: diabéticos com 75 participantes; e controle com quarenta indivíduos. O grupo DM apresentou uma  $P_{máx}$  de  $127,0 \pm 45,6$ , enquanto o grupo controle foi de  $137,6 \pm 29,7$ . A análise de regressão múltipla apresentou nenhuma diferença estatisticamente significativa. O que podemos confirmar no presente estudo, com  $P_{máx}$  de  $127,8 \pm 43,1$  no grupo diabético e  $115,2 \pm 28,1$  no controle, não encontrando índices abaixo da normalidade para idade e sexo em ambos os grupos. Quando as variáveis  $P_{máx}$ , CVF, VEF1 e tempo de DM foram analisadas, houve uma relação contrária ao nosso estudo. Os diabéticos apresentaram valores menores em comparação ao grupo controle e o tempo da patologia influenciou negativamente nos resultados dos volumes pulmonares. O autor confirma que o estudo traz a limitação de que não foi analisado se esses participantes realizam exercício físico o que pode influenciar nos resultados apresentados.

Os benefícios proporcionados ao indivíduo que realiza exercício físico regularmente são fundamentais para o processo de envelhecimento humano e principalmente para o diabético, como mostrou um estudo de coorte realizado nos Estados Unidos e na Europa (AREM *et al.*, 2016). O estudo identificou que as pessoas que praticam atividade física de uma a duas vezes na semana, apontaram redução de 31% no índice de mortalidade quando comparadas com aquelas menos ativas e, os

benefícios foram ainda maiores nos indivíduos com 60 anos ou mais que não apresentam DM2. Em nosso estudo, 68,4% dos diabéticos praticam exercício físico, sugerindo que nossos resultados podem estar relacionados a adesão da prática de exercícios, uma vez que, essa pode influenciar no desempenho da FMR.

Outro estudo transversal, descritivo e analítico foi realizado com 56 diabéticos tipo 2 residentes na área urbana do município de Ijuí/RS (MORAIS *et al.*, 2011). A pesquisa apresenta 14% de mulheres fumantes e 71% sedentárias. Verificou-se a prevalência de 16 (31%) dos participantes com fraqueza na Pimáx. Fator como o tabagismo pode causar limitações notáveis. O músculo diafragma é composto por fibras musculares do tipo I que proporcionam alta capacidade oxidativa, baixa capacidade glicolítica e contração lenta e os efeitos deletérios nas fibras do tipo I são encontrados nos fumantes, atingindo diretamente a função do diafragma (CELLI *et al.*, 2004).

Um estudo comparou a função pulmonar com a duração do DM2 (PANPALIA *et al.*, 2014). Os cinquenta participantes foram divididos em três grupos: um a três anos; três a cinco anos; maior que cinco anos. Os autores observaram que a duração do DM de um a três anos e três a cinco anos os valores de CVF e VEF1 aumentaram. Somente depois de cinco anos os valores voltaram a reduzir. Os resultados demonstram que a relação entre duração do DM2 e função pulmonar ainda não está bem relacionada. Em nosso estudo os valores obtidos de CVF e VEF1 se apresentarem estagnados com a evolução da patologia.

Um estudo foi realizado com 17 diabéticos encaminhados ou que procuraram espontaneamente o serviço de Cirurgia Bariátrica do Gastrocentro da cidade de Palmas, estado do Tocantis, com a intenção de realizar o tratamento cirúrgico (ZEVE *et al.*, 2013). Na avaliação inicial o IMC dos participantes estava em  $44,3 \pm 1,3$  e após a perda de 10% do peso inicial antes da cirurgia bariátrica o IMC foi de  $38,7 \pm 1,0$  se mantendo na classificação de obesidade. Em nosso estudo a média do IMC no grupo diabético foi maior em comparação com o grupo controle, caracterizando os diabéticos como obesos.

---

A gordura visceral é fator de risco para o desenvolvimento do DM tipo 2 (CHAN *et al.*, 2009; HU, 2011). Outro estudo, com uma amostra aleatória de 180.000 pacientes com DM2 inscritos em dez planos de saúde de oito estados americanos apontou que uma das principais causas de morte cardiovascular nessa população foi o alto IMC (MCEWEN *et al.*, 2012). Esses resultados demonstram haver relação entre IMC e diabetes mellitus, sugerindo uma atenção para os níveis de gordura corporal afim de minimizar o surgimento do DM2 ou futuras comorbidades.

Sabe-se que a implementação de estratégias de saúde para a educação no DM, é de suma importância para proporcionar aos portadores o conhecimento e prevenção das suas complicações. Sem educação os diabéticos não conseguem acompanhar os recursos adequados para uma boa qualidade de vida e redução das complicações, uma vez que é responsabilidade do portador e sua família o tratamento da patologia e esse é garantido através do autoconhecimento (MARKLE-REID *et al.*, 2016) realizou um estudo com o objetivo de avaliar a viabilidade da implementação de um programa interprofissional comandado por enfermeiros para promover a auto-gestão em idosos com DM2 e múltiplas doenças crônicas. Eles puderam observar que os participantes com diabetes menos controlada e que tomavam mais medicações, foram aqueles que abandonaram o programa e o contrário pode ser observado naqueles indivíduos que seguiram no programa. Partindo desse pressuposto, a adesão dos participantes do nosso estudo a um grupo hospitalar para diabéticos é outro fator que pode ter influenciado os resultados supracitados.

### 3.6 Conclusão

Concluimos que não houve relação entre FMR e FP de ambos os grupos avaliados pelo fato de os pacientes diabéticos que avaliamos estarem inclusos em um grupo hospitalar com cuidados médicos direcionados ao seu quadro clínico, apresentarem conhecimento sobre seu estado patológico e realizam exercício físico.

---

A adiposidade visceral é considerada fator de risco para o desenvolvimento da patologia, fato que provavelmente determinou a diferença que encontramos na relação do IMC entre os grupos pesquisados.

Sugerimos que avaliações da FMR e FP sejam realizadas em outro grupo populacional para podermos constatar que o não acompanhamento de uma equipe interdisciplinar seja o fator causal para o surgimento de complicações diabéticas.

### 3.7 REFERÊNCIAS

ALVES, L. C.; LEITE, I. DA C.; MACHADO, C. J. Fatores associados à incapacidade funcional dos idosos no Brasil : análise multinível. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 1-11, jun. 2010.

AREM, H. et al. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. *JAMA International Medicine*, v. 175, n. 6, p. 959-967, jun. 2016.

BARIK, A. et al. Physiological and behavioral risk factors of type 2 diabetes mellitus in rural India. *Open Diabetes Research and Care*, v. 4, n. Supl 1, p. 1-9, 2016.

CELLI, B. R. et al. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: A summary of the ATS/ERS position paper. *European Respiratory Journal*, v. 23, n. 6, p. 932-946, jun. 2004.

CHAN, J. C. N. et al. Diabetes in Asia. *JAMA*, xx, v. 301, n. 20, p. 2129, maio 2009.

COLBERG, S. R. et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, São Paulo, v. 39, n. 11, p. 2065-2079, nov. 2016.

FUSO, L. et al. Reduced respiratory muscle strength and endurance in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes/Metabolism Research*, v. 28, p. 370-375, mai. 2012.

---

HU, F. B. Globalization of diabetes: The role of diet, lifestyle, and genes. *Diabetes Care*, v. 34, n. 6, p. 1249-1257, jun. 2011.

KAMINSKI, D. M. et al. Inspiratory muscle training in patients with diabetic autonomic neuropathy: a randomized clinical trial. *Clinical Autonomic Research*, v. 25, n. 4, p. 263-266, mai. 2015.

KOPPEL, L. L. J. et al. Moderate Alcohol Consumption Lowers the Risk of Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 719-725, mar. 2005.

LEITE, M. T. et al. Elderly urban residents and their family and social support networks. *Texto Contexto Enfermagem*, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 250-257, abr/jun. 2008.

LIMA-COSTA, M. F.; MATOS, D. L.; CAMARANO, A. A. Evolução das desigualdades sociais em saúde entre idosos e adultos brasileiros : um estudo baseado na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD 1998, 2003). *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 10, n. 4, p. 941-950, 2006.

LOTFI, M. H.; SAADATI, H.; AFZALI, M. Prevalence of diabetes in people aged  $\geq 30$  years: the results of screen-ing program of Yazd Province, Iran, in 2012. *Journal of Rresearch in Health Sciences*, v. 14, n. 1, p. 88-92, 2014.

MARKLE-REID, M. et al. The Aging, Community and Health Research Unit - Community Partnership Program for older adults with type 2 diabetes and multiple chronic conditions: a feasibility study. *Pilot and Feasibility Studies*, v. 2, n. 1, p. 24, mai. 2016.

MCEWEN, L. N. et al. Predictors of Mortality Over 8 Years in Type 2 Diabetic Patients: Translating Research Into Action for Diabetes (TRIAD). *Diabetes Care*, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 1301-1309, mai. 2012.

MORAIS, C. S. et al. Avaliação da força muscular respiratória em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 1. *Revista Contexto e Saúde*, v. 11, n. 20, p. 169-178, 2011.

NEDER, J. A. et al. Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v. 32, n. 6, p. 719-727, jun. 1999.

---

OPAS. *Atenção à saúde do idoso: aspectos conceituais*. OMS: Brasília-DF, Brazil, 2012.

PANPALIA, N. G. et al. To study the effects of diabetes mellitus on pulmonary function tests. *International Journal of Health Sciences and Research*, v. 4, p. 108-119, mai. 2014.

PEREIRA, C. A. C. Espirometria. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, Brasília v. 28, n. Supl. 3, p. S1-S82, 2002.

SOBUSH, D. C.; DUNNING, M. Assessing maximal static ventilatory muscle pressures using the “bugle” dynamometer: Suggestion from the field. *Physical Therapy*, v. 64, n. 11, p. 1689-1690, nov. 1984.

SOUZA, R. B. Pressões respiratórias estáticas máximas. *Jornal de Pneumologia*, São Paulo, v. 28, n. Supl 3, p. 155-165, 2002.

WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. WHO: Geneva: World Health Organization, 2013.

WILLI, C. et al. Active Smoking and the Risk of Type 2 Diabetes. *JAMA*, v. 298, n. 22, p. 2654, dez. 2007.

YEH, H.-C. et al. Cross-Sectional and Prospective Study of Lung Function in Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, São Paulo, v. 31, n. 4, p 741-746, 2008.

ZEVE, J. L. M. et al. Obesos diabéticos tipo 2 submetidos à derivação gástrica em Y-De-Roux: Análise de resultados e influência nas complicações. *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, São Paulo, v. 26, n. Suplemento 1, p. 47-52, 2013.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A ideia inicial de desenvolver um projeto voltado para o diabetes mellitus tipo 2 foi da professora Camila Leguisamo em 2011 quando eu ainda estava na graduação de Fisioterapia. Nesse ano, procurei a professora e me coloquei à disposição para trabalhar como voluntária no desenvolvimento desse projeto. A partir desse momento, buscamos trabalhar e também estudar a população diabética em uma de suas especificidades: a neuropatia diabética periférica. Em um primeiro momento, buscamos os pacientes que frequentavam o centro de atendimento a deficientes – CAD da UPF e realizávamos o exame físico dos membros inferiores para detecção da neuropatia e o grau de risco para o desenvolvimento de úlceras. Com o passar dos meses observamos a gama de complicações que o diabetes pode acarretar aos indivíduos e o quão importante estava sendo estudar essa população. Foi nesse momento, que decidimos realizar além das avaliações a entrega de sapatos confeccionados para diabéticos de maneira gratuita com a intenção de proporcionar para os nossos pacientes com o diagnóstico de neuropatia a prevenção adequada para evitar a progressão da doença.

A partir desse momento, nosso grupo de pesquisa realizou muitos trabalhos, avaliações e orientações de cuidados com os pés aos pacientes e, durante quatro anos pude compreender a importância sobre o conhecimento que os profissionais da área da saúde precisam ter sobre o diabetes tipo 2. Foi dessa maneira, que meu interesse em estudar as comorbidades foi progredindo e quando ingressei no PPGEH sugeri a minha orientadora a continuar estudando esse tema. Então, durante meus dois anos de mestrado avaliei a condição pulmonar dos diabéticos, mais especificamente a força muscular respiratória e a função pulmonar por acreditar que devido a hiperglicemia crônica do DM esse sistema poderia estar prejudicado.

Os resultados encontrados puderam mostrar uma das coisas ou talvez a mais primordial: que indivíduos diabéticos tipo 2 que frequentam um grupo multidisciplinar com tratamento e educação em DM apresentam uma boa condição da força muscular



---

respiratória e função pulmonar. Resposta essa que mostra que quando o trabalho é realizado em conjunto por profissionais que possuem o conhecimento, o desfecho para o paciente é vitorioso e, vem ao encontro do que sempre acreditei ser o caminho para reduzir o número de diabéticos no mundo. Hoje no Brasil, são mais de 13 milhões de diabéticos, mas a educação em DM ainda não abrange todos os profissionais que trabalham com esse público. Nesse sentido, acredito que o conhecimento científico sobre essa condição e suas complicações devem ser disseminados para dentro da sala de aula para que assim, os atuais e futuros profissionais possam executar a prevenção com a educação em diabetes e evitar os agravos que ocorrem durante o decorrer dos anos.

Considero ser uma pessoa de sorte. Poder estudar desde minha graduação sobre o diabetes mellitus e poder entender essa condição é gratificante. Pude ajudar tantos pacientes com a pesquisa que desenvolvi com minhas colegas, desde as avaliações para saber se os mesmos já estavam em alguma condição de alerta ou um simples conselho sobre como cuidar do diabetes e evitar agravos. Acredito que esse seja o principal retorno que pude oferecer desses anos todos de pesquisa. Encerro meu cliço na UPF com a sensação de ter feito o melhor para os indivíduos diabéticos que passaram por mim durante esse longo período.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, B. L.; ARAÚJO, S. G. RODRIGUES-MACHADO, M. G. Pressões respiratórias máximas. In: RODRIGUES-MACHADO, M. G. *Bases da fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 111-124, 2008.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. *Executive summary: standards of medical.*

ARONSON, D. A hiperglicemia e a patobiologia de complicações diabéticas. *Adv. Cardiol*, v. 45, p. 1-16, 2008.

BANDEIRA, S. D. et al. Oxidative stress as an underlying contributor in the development of chronic complications in diabetes mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 14, n. 2, p. 3265-3284, fev. 2013.

BORST, B. B. et al. Pulmonary function in diabetes: a metaanalysis. *Chest.*, Inglaterra, v. 138, 393-406, ago. 2010.

BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos. Secretaria Nacional de Promoção Defesa dos Direitos Humanos. *Dados sobre o envelhecimento no Brasil*, Brasília. Disponível em: <[http://www.sdh.gov.br/assuntos/pessoa-idosa/dadosestatisticos/Dados sobre o envelhecimento no Brasil.pdf](http://www.sdh.gov.br/assuntos/pessoa-idosa/dadosestatisticos/Dados_sobre_o_envelhecimento_no_Brasil.pdf)>. Acesso em: 9 jul. 2015.

BROWNLEE, M.; VLASSARA, H.; CERAMI, A glicosilação não enzimática e patogênese de complicações diabéticas. *Ann. Int. Med.*, xx, v. 101, p. 527-537, 1984.

BROWNLEE, M. The pathobiology of diabetic complications: a unifying mechanism. *Diabetes*, v. 54, n. 6, p. 1615-1625, jun. 2005.

CORRÊA, A. P. et al. Inspiratory muscle training in type2 diabetes within spiratory muscle weakness. *Med. Sci. Sports Exerc.*, xx, v. 43, n. 7, p. 1135-1141, jul. 2011.

FAUROUX, B.; KHIRANI, S. Doença neuromuscular e fisiologia respiratória em crianças:. Colocando a função pulmonar em perspectiva. *Respirology*, v.19, n. 6, p. 782-791, 2014.

FERREIRA, L. T. et al. Diabetes melito: hiperglicemia crônica e suas complicações. *Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde*, v. 36 n. 3, p. 182-188, mai. 2011.

---

FUSO, L. et al. Reduced respiratory muscle strength and endurance in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes/Metabolism Research*, 28, p. 370-375, mai. 2012.

JUNIOR, L. A. F. et al. Estresse oxidativo e alterações estruturais pulmonares no diabetes mellitus experimental. *J. Bras. Pneumol.*, São Paulo, v. 35, n. 8, p. 788-791, ago. 2009.

KERA, T.; MARUYAMA, H. The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, v. 24, n. 4, p. 259-265, 2005.

LAGHI, F.; TOBIN, M. J. Transtornos dos músculos respiratórios. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v. 68, n. 1, p. 10-48, 2003.

MORAIS, G. et al. Assistência pública de saúde no contexto da transição demográfica brasileira: exigências atuais e futuras The public healthcare system in the context of Brazil's demographic transition: current and future demands. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 5, p. 955-964, 2012.

NOWICKA, P. et al. Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*, v. 38, n. Supplement 1, p. S8-S16, jan. 2015.

OLIVEIRA, L. Z. et al. Grau de risco para desenvolvimento de úlceras nos pés de pacientes diabéticos de meia idade e idosos. *Fisioterapia Brasil*, Passo Fundo, v. 14, n. 6, p. 459-463, 2013.

ONAGA, F. I. et al. Influência de diferentes tipos de bocais e diâmetros de traqueias na manovacuometria. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 211-219, abr/jun. 2010.

ORASANU, G. J.; PLUTZKY, O continuum patológico da doença vascular diabética . *J Am. Coll. Cardiol.*, v. 53, xx, p. 35-42, 2009.

PEREIRA, C. A. C. Espirometria. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, São Paulo, v. 28, n. Supl. 3, p. S1-S82, 2002.

---

RATNOVSKY, A.; ELAD, D.; HALPERN, P. Mecânica dos músculos respiratórios. *Respir Physiol Neurobiol.*, v. 163, n. 1-3, p. 82-89, 2008.

ROSA, R. S; SCHMIDT, M. I. Diabetes mellitus magnitude das hospitalizações na rede pública do Brasil, 1999-2001. *Epidemiol. Serv. Saúde.*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 123-153, abr/jun. 2008.

SANDLER, M. É o pulmão um órgão alvo no diabetes mellitus? *Ach. Intern. Med.*, v. 150, p. 1385-1388, 1990.

SBD - SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes*. 1ª ed. São Paulo : AC Farmacêutica, 2015.

## ANEXOS

Anexo A. Autorização de pacientes da pesquisa do mestrando do PPGEH Daniel  
Lima Varela

## AUTORIZAÇÃO

Eu, Daniel Lima Varela, médico neurologista, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano da Universidade de Passo Fundo e responsável pela pesquisa intitulada, "O papel do estudo da condução nervosa dos nervos sural dorsal e plantar medial no diagnóstico precoce de neuropatia diabética" autorizo a utilização dos dados da amostra (setenta e dois indivíduos incluindo diabéticos e não diabéticos) da pesquisa que tenho desenvolvido junto ao ppgEH, a fisioterapeuta Luma Zanatta de Oliveira, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano da Universidade de Passo Fundo e bolsista CAPES/PROSUP.

Passo Fundo, 07 de abril de 2016.



---

Daniel Lima Varela

Anexo B. Autorização de pacientes da pesquisa da mestranda do PPGEH Suzane Stella  
Bavaresco



## **AUTORIZAÇÃO**

Eu, Suzane Stella Bavaresco, Fisioterapeuta, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano da Universidade de Passo Fundo e responsável pela pesquisa intitulada, “Comparação entre força muscular de membros inferiores e Diabetes Mellitus” aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Passo Fundo UPF/RS, autorizo para os devidos fins a fisioterapeuta Luma Zanatta de Oliveira, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano da Universidade de Passo Fundo e bolsista CAPES/PROSUP, a utilizar os dados que coletei sobre o grupo controle.

Passo Fundo, 16 de agosto de 2016.



---

Suzane Stella Bavaresco



**PPGEH**

Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano  
**Faculdade de Educação Física e Fisioterapia - FEFF**