



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

LÍLIAN MARIA MELO DA SILVA

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO E PERIFÉRICO NA
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, SARCOPENIA URÊMICA E VARIAÇÃO DE
VOLUME TORÁCICO EM PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA EM
ESTÁGIO PRÉ DIALÍTICO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

RECIFE
2025

LÍLIAN MARIA MELO DA SILVA

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO E PERIFÉRICO NA
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, SARCOPENIA URÊMICA E VARIAÇÃO DE
VOLUME TORÁCICO EM PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA EM
ESTÁGIO PRÉ DIALÍTICO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Projeto de pesquisa a ser desenvolvido para a tese a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em Fisioterapia. Área de concentração: fisioterapia na Atenção a Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho

Orientanda: Lilian Maria Melo da Silva – Doutoranda da pós-graduação de fisioterapia e pesquisadora principal responsável pelo planejamento e execução do Projeto de pesquisa.

Pesquisadores assistentes responsáveis pelas avaliações e coleta de dados: Beatriz Luiza Marinho Cunha, Tiago Macedo de Moraes e Mônica Soares de Oliveira – Alunos de pós-graduação de fisioterapia/UFPE.

Pesquisadores responsáveis pelo recrutamento e pelas intervenções: Rafael Barros dos Santos, Lucas Leonardo Vilela Medeiros, Maria Clara Falcão Rodrigues Sampaio, Josefa Amile Rodrigues da Silva e Lorena Rangel de Freitas – Alunos de graduação.

RECIFE

2025

RESUMO

Introdução: Os pacientes com doença renal crônica (DRC) podem apresentar complicações cardiorrespiratórias e musculares, causadas em sua maioria pela sarcopenia urêmica. O treinamento muscular respiratório e periférico são terapias seguras, eficazes e de baixo custo que podem melhorar a força muscular e os volumes pulmonares. **Objetivo:** Avaliar os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) e treinamento muscular expiratório (TME) e do treino periférico sobre a força muscular respiratória e periférica, sarcopenia urêmica e os volumes pulmonares, em pacientes com DRC nos estágios 3 a 4. **Metodologia:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado com pacientes de ambos os sexos com diagnóstico de DRC em tratamento não dialítico (3 ao 4-ND). Serão distribuídos em 4 grupos de tratamento (G1, G2, G3 e G4) submetidos a protocolo de treinamento resistido respiratório e periférico, em que o TMI e o TME será realizado em caráter domiciliar por dias da semana com 30 minutos de duração, distribuídos em 15 minutos (manhã e tarde) e o treino resistido periférico supervisionado por 3 vezes na semana, ambos com duração total de 8 semanas. **Resultados esperados:** Espera-se que ao término do protocolo de treinamento os pacientes apresentem aumento da força muscular respiratória e periférica, assim como, melhora na sarcopenia e incremento nos volumes pulmonares.

Palavras-chave: Doença renal crônica, treinamento muscular respiratório, músculos respiratórios e função pulmonar

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	6
2.	JUSTIFICATIVA	7
3.	HIPÓTESES	8
	3.1 Hipótese nula	8
	3.2 Hipótese alternativa	8
4.	OBJETIVOS	8
	4.1 Objetivo geral	8
	4.2 Objetivos específicos	8
5.	REVISÃO DE LITERATURA	9
	5.1 Definição da doença renal crônica - DRC	9
	5.2 Epidemiologia da doença renal crônica - DRC	11
	5.3 Alterações sistêmicas da doença renal crônica - DRC	12
	5.4 Definição da sarcopenia	15
6.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
	6.1 Delineamento do estudo	15
	6.2 Local e período de realização do estudo	16
	6.3 População e cálculo amostral	16
	6.4 Critérios éticos e recrutamentos dos participantes	16
	6.5 Critérios de elegibilidade	17
	6.5.1 Critérios de Inclusão	17
	6.5.2 Critérios de exclusão	17
	6.6 Definição e operacionalização das variáveis	18

6.6.1 Variável independente	18
6.6.2 Variáveis dependentes	18
6.6.3 Variável de controle	20
6.6.4 Variável de confundimento	20
6.6.5 Variáveis descritivas	21
6.7 Desfechos primários	21
6.8 Desfechos secundários	21
7. RANDOMIZAÇÃO, CEGAMENTO E SIGILO DE ALOCAÇÃO	22
7.1 Fluxograma, alocação, seguimento e análise dos participantes	23
8. COLETAS DE DADOS	24
8.1 Manovacuometria	24
8.2 Teste de sentar e levantar da cadeira 30 segundos	25
8.3 Plestimografia optoeletrônica	25
8.4 Avaliação morfométrica da musculatura respiratória e periférica	27
8.4.1 Avaliação morfométrica do músculo diafragma	27
8.4.2 Avaliação morfométrica da músculo quadríceps femoral	28
8.5 Espirometria	29
8.6 Questionário de qualidade de vida (SF-36)	30
8.7 Escala de percepção global de Mudança	30
8.8 Antropometria da circunferência da perna	30
8.9 Teste de velocidade de Marcha	31
8. 10 Força de preensão palmar	31
8.11 Mobilidade funcional e equilíbrio dinâmico –TUG	31

8.12 Análise da Composição Corporal	32
9. PROTOCOLO DE ESTUDO	32
10. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	35
11. PERDAS DE SEGUIMENTO E ANÁLISE DE INTENÇÃO DE TRATAR/ DESCONTNUIDADE DO ESTUDO	36
12. EFEITOS ADVERSOS	36
13. RISCOS	36
14. BENEFÍCIOS	37
15. ASPECTOS ÉTICOS	38
16. CONFLITOS DE INTERESSE	39
17. ORÇAMENTO	39
18. CRONOGRAMA	42
19. REFERÊNCIAS	44

APENDICE 1 - FICHA AVALIATIVA

APENDICE 2- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

ANEXO 1 - VERSÃO BRASILEIRA DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA (SF-36)

ANEXO 2 - ESCALA DE PERCEPÇÃO GLOBAL DE MUDANÇA (PGICS)

1. INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) é determinada por alterações na estrutura e função renal por no mínimo três meses, e está dividida em cinco estágios, conforme a taxa de filtração glomerular (TFG) (ANDRADE, et al., 2023, CARSWELL, et al., 2023). As causas mais comuns da DRC estão relacionadas a origem genética, congênita ou a doenças sistêmicas, como hipertensão arterial sistêmica (HAS) e o diabetes mellitus (DM) (DE AGUIAR, et al., 2020). No Brasil, estima-se que 3 a 6 milhões de indivíduos possuam a DRC e que sua prevalência nos estágios 3 a 4 em adultos é 6,7%, sendo de 21,4% na faixa etária acima de 60 anos (NASCIMENTO, et al. 2021; NAKATA, et al. 2023).

À medida que a TFG diminui ocorrem alterações nas células satélites, proliferação e formação de mioblastos, responsáveis pelo reparo tecidual. Essas manifestações provocam a sarcopenia urêmica, encontrada nos estágios 3 e 4 da DRC (DIPP, et al., 2020). A sarcopenia urêmica está associada com a perda de força e massa muscular, que afeta em sua maioria os músculos periféricos e respiratórios (NASCIMENTO; SANTOS, 2022). Essa condição causa várias complicações, dentre elas, fadiga e dispneia aos esforços, redução da complacência pulmonar e da parede torácica, e alteração da capacidade ventilatória, influenciando as atividades de vida diárias e contribuindo com piora na qualidade de vida (KHARBTENG, et al. 2020; KATAYIFÇI, et al. 2024; ZOCALLI, et al, 2022).

A redução da força muscular respiratória e periférica resultante da uremia altera a dinâmica ventilatória, reduzindo os volumes e capacidades pulmonares, alterando a homeostase gasosa e, dessa maneira, causando distúrbios restritivos nos pacientes (MASSINI et al., 2023; NASCIMENTO; SANTOS, 2022). Assim como, a musculatura periférica perde a *endurance* e a resistência aos esforços, influenciando diretamente na tolerância ao exercício e gerando a fadiga (Li, et al., 2020).

O TMI em paciente com DRC tem sido realizado para melhorar os volumes pulmonares, aumentar a tolerância ao exercício, a força diafragmática e a força muscular inspiratória, melhorando o prognóstico dos pacientes com DRC (ZHANG, et al., 2023). O TMI tem demonstrado ser uma opção eficaz, segura e de baixo custo para a reabilitação cardiorrespiratória destes pacientes (TEIXEIRA, et al. 2023; PALHARES, et al. 2018; M

EDEIROS, et al 2018; CAMPOS et al., 2018).

Até o presente momento, não foram encontrados estudos com objetivo de verificar os efeitos do TMI e do treinamento muscular expiratório (TME) em associação com exercícios resistidos periféricos, em pacientes com DRC em estágio não dialítico.

Este projeto busca identificar os efeitos do TMI, TME e exercícios resistidos nos pacientes com DRC estágio 3 e 4 e suas repercussões sobre a força muscular respiratória, periférica, sarcopenia urêmica e variação de volume torácico. Dessa forma, o presente estudo pretende responder a seguinte pergunta: O TMI, TME e os exercícios resistidos podem melhorar a força muscular respiratória, periférica, sarcopenia urêmica e volumes pulmonares em pacientes com DRC em estágio pré dialítico?

2. JUSTIFICATIVA

A DRC já causou cerca de 35,8 milhões de mortes até 2017 (DEFI, *et al.* 2023) e afeta 13% da população mundial (ZHANG, et al., 2023). Os pacientes com DRC estão sujeitos a complicações, e entre estas, aquelas que envolvem o sistema respiratório e muscular esquelético e respiratório. Diante disso, melhorar a função respiratória e aumentar a força muscular nessa população são importantes para a sua qualidade de vida. Embora, atualmente as complicações da DRC sejam alvo de pesquisas, as condições respiratórias e musculares necessitam de atenção, especialmente na fase de tratamento pré-dialítica.

O TMI foi utilizado no tratamento da fraqueza muscular inspiratória em pacientes dialíticos (MEDEIROS, et al., 2019), no entanto, para a fraqueza muscular expiratória, presente nesses pacientes (CAMPOS JÚNIOR et al., 2023) não foram encontrados estudos que tivessem avaliado a sua eficácia para essa população (ROXO et al., 2017; TEIXEIRA et al., 2023). O treinamento muscular respiratório é um tratamento não invasivo, seguro e baixo custo que pode mitigar a perda dos volumes pulmonares e a sarcopenia urêmica destes pacientes.

3. HIPOTEESES

3.1 Hipótese nula (H0):

- O TMI, TME e o treino resistido periférico não aumentam a força muscular respiratória e periférica (membros superiores e inferiores), não melhora a sarcopenia urêmica e não aumenta os volumes pulmonares.

3.2 Hipótese alternativa (H1):

- O TMI, TME e o treino resistido periférico aumentam a força muscular respiratória e periférica (membros superiores e inferiores), melhora a sarcopenia urêmica e aumenta os volumes pulmonares.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

- Avaliar os efeitos do TMI, TME e do treino resistido periférico sobre a força muscular respiratória e periférica, sarcopenia urêmica e os volumes pulmonares em pacientes com DRC nos estágios 3 a 4.

4.2 Objetivos Específicos

- Descrever as características dos pacientes com DRC nos estágios quanto aos volumes pulmonares, força muscular respiratória e periférica, e a presença de sarcopenia.
- Avaliar a espessura e a mobilidade do músculo diafragma e do músculo quadríceps
 - Identificar a presença de sarcopenia entre os estadiamentos da DRC
 - Avaliar os efeitos do TMI, do TME e dos exercícios resistidos periféricos sobre a mobilidade do diafragma

- Comparar os efeitos do treinamento muscular respiratório sobre os volumes pulmonares e força muscular respiratória de acordo com estadiamento da DRC.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Definição da doença renal crônica – DRC

A DRC é uma condição clínica progressiva e irreversível da função renal (DE AGUIAR, et al., 2020; NASCIMENTO; SANTOS, 2022) que causa no organismo a incapacidade de manter seu equilíbrio metabólico e hidroeletrolítico (DE ARAÚJO, et al., 2023). É recomendado classificar a doença a partir da TFG e da albuminúria (Quadro 1).

Quadro 1: Probabilidade para doença renal crônica, baseada na causa, na taxa de filtração glomerular e na albuminúria.

Causa	Categoria	TFGe	Albuminúria (proteinúria)**		
*Doença glomerular	1	≥ 90	A1 (<30)	A2 (30-300)	A3 (>300)
*Doença túbulo-intersticial	2	60-89	-	+	++
*Doença vascular	3a	45-59	+	++	+++
	3b	30-45	++	+++	+++
*Doença congênita	4	15-29	+++	+++	+++
*Doença cística	5	<15	+++	+++	+++

*TFGe: Taxa de filtração glomerular estimada em mL/min/1,73m²,**mg/g de creatinina. Risco para DRC: (-): Baixo risco (ausência de DRC se não houver outros marcadores de lesão renal; (+): Risco moderadamente aumentado; (++) : alto risco; (+++) : muito alto o risco. Fonte: Adaptada da KDIGO, 2013.

A fisiopatologia da DRC é complexa e resulta da diminuição na ultrafiltração de líquidos e remoção de substâncias tóxicas no organismo. Tem caráter multifatorial e entre as principais causas destacam-se os fatores genéticos, ambientais, metabólicos e hemodinâmicos, que são capazes de agir diretamente na função renal. Doenças sistêmicas como HAS e DM influenciam diretamente a TFG, assim como, as infecções

medicamentosas e obstrução do trato urinário que impactam no fluxo de filtração (BATISTA, et al. 2023). Em fases mais avançadas, o paciente perde totalmente a função renal e necessita de terapia renal substitutiva (TRS), que pode ser realizada por meio de diálise ou de transplante renal (WILKINSON, et al. 2020).

A doença é classificada em cinco estágios, segundo a National Kidney Foundation (NKF), em seu documento Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI) adotado pelas Sociedades Brasileira (SBN) e Internacional de Nefrologia (ISN) conforme descrita abaixo. (COIMBRA; ULTRA, 2023)

- Estágio 1: nesta fase a função renal é normal, a filtração glomerular está preservada, com valor acima de $90 \text{ ml/min/1,73m}^2$.
- Estágio 2: a função renal está ligeiramente diminuída, a insuficiência é leve. Neste momento inicia a perda da função dos rins, onde os níveis séricos de ureia e creatinina plasmáticos ainda são normais. Existe nesta fase uma TFG entre 60 e $89 \text{ ml/min/1,73 m}^2$.
- Estágio 3: pode ser subdividido em IIIa e IIIb, é caracterizado pela função renal moderada ou severamente diminuída. Nos exames laboratoriais quase sempre aparecem níveis elevados de ureia e creatinina, o paciente pode apresentar sintomas de uremia. A TFG está em torno de 30 e $59 \text{ ml/min/1,73 m}^2$.
- Estágio 4: a insuficiência renal está severamente diminuída, os sintomas de uremia estão mais presentes, anemia, hipertensão arterial, edema, fraqueza e desconforto respiratório, por exemplo. A TFG cai consideravelmente para 15 a $29 \text{ ml/ min/1,73 m}^2$.
- Estágio 5: é o estágio definido como doença renal crônica terminal, os rins perdem totalmente o controle funcional hidroeletrolítico e metabólico. Nesta fase o paciente apresenta-se constantemente sintomático, com necessidade de terapia renal substitutiva ou transplante renal. Nesta última fase, a TFG é inferior a $15 \text{ ml/min/1,73 m}^2$.

A partir da estimativa de risco é possível analisar os desfechos adversos que estão relacionados com a DRC, visando direcionar o tratamento adequado para diminuir as complicações.

O diagnóstico da DRC ocorre na presença de marcadores de lesão renal (um ou mais), presença de albumina na urina ($\geq 30 \text{ mg}$ por 24 horas e relação albumina/creatinina 30 mg/g), anormalidades no sedimento urinário, presença de

distúrbios eletrolíticos por lesões tubulares, anormalidades em exames histológicos e de imagem, histórico de transplante renal, redução da TFG $< 60 \text{ ml/min/1,73m}^2$ (categoria TFG G3a-G5) (LODI JIMENEZ, et al., 2024, ALKILU et al., 2023; KDIGO, 2013)

Após a definição do estágio da DRC o paciente é direcionado a alguma política pública de tratamento no Sistema Único de Saúde (SUS), seja, acompanhamento mensal ambulatorial (Estágio 1 ao 4) ou diretamente direcionado a centros de hemodiálise (Estágio 5). Nesse contexto, o paciente será submetido a terapia renal substitutiva, para ocorrer a filtração sanguínea (NEVES, et al., 2020; BATISTA, et al. 2023, (MEDEIROS, et al., 2019; NASCIMENTO; SANTOS, 2022).

A presença de outras comorbidades como obesidade, HAS e DM estão relacionadas com aumento da mortalidade destes pacientes (CARSWELL, et al., 2023; LICO, et al., 2021). Sendo assim, o acesso adequado ao diagnóstico, tratamento precoce e as medidas não farmacológicas, permitem retardo da doença (ALBUQUERQUE, et al. 2023). Recomenda-se ainda, para evitar a progressão da DRC, o controle da pressão arterial, glicêmico, mudanças no estilo de vida e atividade física (ELENDU, et al., 2023; GREENWOOD, et al., 2021).

5.2 Epidemiologia da Doença Renal Crônica – DRC

A DRC é um problema de saúde pública mundial (De Aguiar et al., 2020) que afeta cerca de 10% dos adultos (GREENWOOD, et al., 2024a) (ALBURQUEQUE, 2023) e estima-se que, em 2040 a DRC será a quinta causa de morte no mundo (Li et al., 2020). Atualmente, no cenário brasileiro, foi observado aumento na sua incidência e prevalência (ASBEQUE, et al. 2024), visto que a DRC tem sido cada vez mais notificada.

No Brasil estima-se que 3 a 6 milhões de indivíduos possuam a DRC e que sua prevalência nos estágios 3 a 4 em adultos é 6,7% (NASCIMENTO, et al. 2021; NAKATA, et al. 2023). Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia, a DRC afeta cerca de 7,2% pessoas com 30 anos, 28% a 46% em adultos acima de 64 anos (NASCIMENTO, et al. 2022).

Foram registrados 81.034 óbitos por DRC no Brasil entre 2009 a 2020, sendo destes 57,4% em pacientes do sexo masculino e 43,1% na faixa etária de 75 anos ou mais (GOUVEIA, 2023). Na avaliação da taxa de mortalidade da DRC por região do

país, a região Nordeste ocupa o segundo lugar (MARINHO, et al. 2020). Esta ocorrência pode ser relacionada com o número maior de habitantes desta região, com o processo de envelhecimento e o aumento de doenças sistêmicas não tratadas da população (ANDRADE, et al. 2020).

Pernambuco (PE) dispõe do Plano Estadual de Saúde (PES), que expressa o compromisso do Governo com a saúde dos pernambucanos e discrimina prioridades, medidas e ações planejadas pela Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco (SES/PE) para analisar a situação de saúde, identificando os principais problemas, a fim de subsidiar o planejamento, a operacionalização, o monitoramento e a avaliação das ações e serviços de saúde ao longo de quatro anos. De acordo com esse documento, foi identificado que entre 2016-2019, a taxa de prevalência da DRC no Estado foi de 11% e, entre 2020-2023 houve aumento na média anual de TRS regulado no SUS (PERNAMBUCO, 2020).

5.3 Alterações sistêmicas da doença renal crônica (DRC)

Com a evolução da DRC ocorrem alterações permanentes e irreversíveis em alguns órgãos devido aos compostos urêmicos (NAGAHAMA, et al. 2024). Estas, podem surgir a partir do estágio 3 ocasionado desequilíbrio hidroeletrolítico e ácido básico (FREITAS, et al. 2021).

A fisiopatologia da DRC é caracterizada pela agressão crônica das células renais, promovendo uma cascata inflamatória com infiltração de células imunes e secreção de matriz extracelular pelas células mesangiais. Como consequência, ocorre substituição do tecido renal normal por fibrose, ocasionando glomeruloesclerose, fibrose intersticial e atrofia tubular (AMMIRATI, et al. 2020).

Os efeitos da DRC no sistema cardiovascular, ocorrem em decorrência à retenção de sódio e água, gerando sobrecarga de volume que aumenta a hiperatividade simpática e ativa o sistema renina-angiotensina-aldosterona (ZOCALLI, et al. 2023 LICO, et al. 2021). Estas alterações estão associadas a doenças cardiovasculares, como hipertrofia ventricular esquerda, doença arterial coronariana e a HAS, a principal causa de morte em pacientes com DRC e ocorrem devido ao processo de remodelação nos cardiomiócitos e fibroblastos, que aumenta a síntese de colágeno e gera a fibrose miocárdica (COIMBRA; ULTRA 2023).

As toxinas urêmicas comprometem o sistema parassimpático causando danos na estrutura das artérias, e dessa forma ocasionando redução da variabilidade da frequência cardíaca (PANIZO, et al. 2021; JANKOWSKI, et al. 2021). As arritmias nos pacientes com DRC estão associadas com o comprometimento estrutural do sistema nervoso autônomo e tornam-se fator de risco para o aumento da mortalidade dessa população (ELENDU, et al. 2023). Nos estágios 3 e 4 da DRC, a piora na TFG e o aumento da proteinúria podem causar insuficiência cardíaca (IC) devido a remodelação celular, e tornar os achados ecocardiográficos mais comuns (FITZPATRICK, et. al. 2023).

No sistema respiratório, as repercussões ocorrem devido a diversos mecanismos que causam hipoxemia e alterações pulmonares (MEDEIROS et al., 2018). As principais são a congestão pulmonar, distúrbio ventilatório restritivo, fibrose pulmonar e pleural e hipertensão pulmonar (ANEES, et. al. 2020, PANIZO et al. 2021). Ainda, pode ser encontrada fraqueza dos músculos respiratórios, relacionada a inflamação sistêmica, alterações no metabolismo energético e deficiência de vitamina D (COIMBRA et al., 2023)

O aumento do volume extracelular nestes pacientes ocorre devido a redução da pressão oncótica plasmática em decorrência da hipoalbuminemia e aumento da pressão hidrostática, levando a saída de líquido dos capilares pulmonares (LELII, et al, 2023; PIERSON, 2006). As repercussões do edema pulmonar podem ser assintomáticas, porém depende da sua extensão e em casos de sobrecarga de volume, podem evidenciar necessidade de intervenção (ZOCALLI et al., 2023).

A hipoxemia ocorre devido ao desvio da curva de dissociação da hemoglobina para a esquerda, causando redução da liberação de oxigênio aos tecidos. Este mecanismo ocorre em resposta ao aumento do pH, hipoventilação alveolar pela piora na difusão de CO₂, depressão do centro respiratório e o acúmulo de leucócitos nos pequenos vasos pulmonares (PIERSON, 2006). O déficit na distribuição de oxigênio pode causar redução na síntese de ATP muscular, aumento na resistência à insulina e alterações no equilíbrio glicolítico e dos ácidos graxos (RUBIO-LÓPEZ, et al. 2023).

A fibrose pulmonar ocorre por aumento no depósito de sais de cálcio no parênquima pulmonar e resulta da hipercalcemia, hiperparatireoidismo, hiperfosfatemia e suplementação de vitamina D (BELÉM et al., 2014). Alguns pacientes não apresentam sintomas, mas em casos mais avançados surge dispneia e tosse produtiva (CHRISTINE et al., 2012; DEFI et al., 2023). Estas variações do

sistema respiratório desencadeiam alterações de aspecto restritivo, que repercutem diretamente na mecânica ventilatória (STEVENS et al., 2024)

A sarcopenia urêmica na DRC é uma condição catabólica e progressiva que ocorre em redução da síntese proteica e aumento da proteólise muscular, aumento do metabolismo glicolítico, causando redução fisiológica da massa e da força muscular (WANG, et al, 2022; SERRANO, et al, 2022). Tem prevalência de 4 a 49% nos pacientes com DRC em estágio não dialítico (SABATINO, et al. 2021).

Sua etiologia multifatorial está relacionada, entre outros fatores, com a ativação de mediadores que estimulam o sistema da ubiquitina-proteossoma (SUP) dependente de ATP (SOUZA et al., 2015). Devido a inflamação sistêmica ocorre diminuição e alteração da função das mitocôndrias musculares, acidose metabólica, acúmulo de toxinas urêmicas e estresse oxidativo (GAMBOA, et al, 2020; STENVINKEL, et al., 2016). Este último, quando associado a queda da TFG, induz respostas na matriz extracelular, causando resposta fibrótica muscular (ELENDU, et al. 2023).

A presença de anemia, o aumento na resistência à insulina e diminuição dos ácidos graxos associados as anormalidades da carnitina, e o excesso de hormônio da paratireoide influenciam na ocorrência de sarcopenia. Estas alterações, interferem diretamente na produção ATP afetando a capacidade cardiorrespiratória, o nível de atividade física e a realização de atividades diárias (WILKINSON, et al., 2019; MANSSINI et al., 2023; Greenwood et al., 2024)

A fraqueza muscular periférica e respiratória também está associada com a disfunção na perfusão muscular, citocinas pró-inflamatórias, déficit no armazenamento de oxigênio e a administração de corticosteroides (ASBEQUE, et al. 2023; NASCIMENTO, et al 2022). O comprometimento na produção de molécula de ATP causa fadiga muscular precoce (FAHAL, 2014; GOULD et al., 2019; KALTSATOU, et al., 2015).

A sarcopenia urêmica afeta os músculos inspiratórios, expiratórios e periféricos pelos mesmos mecanismos. A uremia reduz a força e o tempo de contração, e aumenta a fadiga, porém, estas respostas dependem da gravidade da uremia e do músculo afetado (LIN, et al, 2022). No sistema respiratório, ocorre alteração na ventilação pulmonar, no consumo e no fornecimento de oxigênio para os músculos (ANDRADE, et al., 2014) causando redução da *endurance* e capacidade cardiorrespiratória (DIPP, et al.2019).

Os pacientes que apresentam a sarcopenia urêmica desenvolvem comprometimento muscular respiratório e periférico, que é caracterizado pelo aparecimento de distúrbios restritivos, alterações fibróticas pulmonares e piora no desempenho funcional (PANIZO et al. 2021; STEVENS et al., 2024; WILKINSON, et al., 2019). Até o momento, os estudos utilizaram TMI em pacientes em tratamento dialítico (DEFI, et al., 2023; MEDEIROS, et al., 2019) e apenas dois estudos em pacientes no estágio não dialítico (KATAYIFÇI, et al. 2024; OLIVEIRA, et al, 2017). Não foi descrito na literatura ensaios com TME para este público, e considerando a relevância do tema e a escassez de ensaios clínicos em pacientes com DRC estágio não dialítico, se faz necessário avaliar os efeitos do TMI e TME sobre a variação de volumes pulmonares e sobre a força muscular respiratória.

5.4 Definição de Sarcopenia

A sarcopenia é descrita pela diminuição da massa e função muscular, causada pelo desequilíbrio na síntese de proteínas. Os fatores associados a ocorrência da sarcopenia incluem a obesidade, diabetes e DRC (FARIAS et al., 2019). É definida pela *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) após a confirmação de três critérios que envolvem perda da massa muscular, redução da força muscular e a baixa resistência física, sendo fundamental o seu diagnóstico precoce para minimizar as complicações funcionais nos pacientes (CRUZ-JENTOFT et al. 2019).

Pacientes com DRC, são acometidos pelo imobilismo prolongando o que causa um prejuízo funcional, resultando em perda de massa e força muscular. Esse comprometimento pode ser encontrado em diversos estágios da doença renal, sendo considerado um fator de prognóstico reduzido, pois também afeta o condicionamento cardiovascular destes pacientes (GADELHA et al., 2014). Sendo assim, o tratamento precoce das complicações do imobilismo é fundamental, como a inclusão em protocolos de treinamentos resistido para minimizar as repercussões pulmonares, cardíacas e musculares da sarcopenia.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

6.1 Delineamento do estudo e atribuições dos colaboradores da pesquisa

Ensaio clínico randomizado que obedecerá às normas da Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde buscando a preservação da segurança do paciente, e após a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa, será devidamente registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) (SCHULZ, et al., 2010) e serão obedecidas as recomendações *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT).

- Descrição das Atribuições da Equipe de Pesquisa

A equipe responsável pelo desenvolvimento deste projeto é composta por orientadora, pesquisadora principal, pesquisadores assistentes e pesquisadores responsáveis pelo recrutamento e intervenções. As funções de cada categoria estão descritas a seguir:

- Orientadora: Responsável pela supervisão científica e metodológica do projeto, orientando todas as etapas do estudo, garantindo a adequação ética e metodológica, acompanhando o progresso das atividades e validando os produtos finais da pesquisa.

- Pesquisadora Principal (Orientanda) - Avaliação: Responsável pelo planejamento geral do estudo, pela avaliação inicial e final com os instrumentos de pesquisa, análise de dados, coordenação da equipe, interpretação dos resultados e elaboração dos documentos oficiais relacionados ao projeto. Atua como principal responsável perante o Comitê de Ética.

- Pesquisadores Assistentes — Coleta de Dados: Responsáveis pela realização da coleta de dados, e acompanhamento das intervenções, registro fiel das informações obtidas e apoio técnico-operacional durante todo o processo de coleta. Atuam sob supervisão da pesquisadora principal.

- Pesquisadores Responsáveis pelo Recrutamento e Intervenções: Responsáveis pelo recrutamento dos participantes, esclarecimento sobre os procedimentos do estudo, apoio no agendamento das avaliações, execução das intervenções previstas

no protocolo de pesquisa e monitoramento dos participantes ao longo do estudo, sempre sob supervisão direta da pesquisadora principal, pesquisadores assistentes e da orientadora.

6.2 Local e período de realização do estudo

O estudo será desenvolvido no laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no período de março de 2025 a março 2029. Os pacientes serão recrutados nos ambulatórios de Nefrologia e Cardiologia do Hospital das Clínicas de Pernambuco (HC/UFPE).

6.3 População do estudo e cálculo amostral

A população do presente projeto será constituída por pacientes com DRC nos estágio 3 e 4 (pré-dialítico), que estejam em acompanhamento nos ambulatórios de Nefrologia e Cardiologia do HC/UFPE.

A amostra será randomizada e será realizado cálculo amostral por meio do programa GPower 3.1 para os desfechos: força do músculo quadríceps, força muscular inspiratória e expiratória considerando um α de 5%, β de 80% e intervalo de confiança de 95% e margem de erro de 5%. Para a realização do cálculo amostral serão utilizados os dados obtidos a partir de um estudo piloto que será realizado após aprovação do presente projeto previamente pelo comitê de ética, e será realizado com 10 pacientes com DRC nos estágios 3 e 4, selecionados conforme critérios de inclusão (citados abaixo) estes recrutados nos ambulatórios (citados acima) e será realizado no laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco e realizado previamente antes da coleta de dados.

6.4 Critérios éticos e recrutamento dos participantes

O presente projeto será primeiramente submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da instituição envolvida. Após a devida aprovação pelos gestores

responsáveis e com a anuência aprovada, os pacientes serão recrutados pela pesquisadora e colaboradores presencialmente nos dias de atendimento com o médico assistente nos ambulatórios de nefrologia e cardiologia HC/UFPE na cidade de Recife, assim como por meio das redes sociais (whatsApp e instagram) pela divulgação do projeto e todos os pacientes serão informados sobre a participação voluntária. Porém, será fornecido ajuda de custo para passagens de ida e volta (por conta da pesquisadora principal) ao departamento de Fisioterapia, assim como, disponibilizados lanches nos três dias durante os horários de atendimento da pesquisa.

Será fornecido no primeiro contato, explicação sobre a pesquisa, assim como, detalhados os riscos e benefícios de sua participação. Em seguida, os pacientes que concordem em participar da pesquisa assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Posteriormente à assinatura, os pacientes serão submetidos ao início da coleta de dados (avaliação inicial e final) que ocorrerá forma presencial e individualizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar, do Departamento de Fisioterapia da UFPE.

6.5 Critérios de elegibilidade

6.5.1 Critérios de Inclusão

Pacientes com diagnóstico de DRC nos estágios 3 e 4, idade maior ou igual a 18 anos e menor igual 65 anos, de ambos os sexos e que estejam em acompanhamento pela nefrologia há pelo menos 3 meses.

6.5.2 Critérios de Exclusão

Pacientes com comprometimento cognitivo que prejudique a compreensão e a participação no estudo; presença de infecção respiratória aguda, doença pulmonar obstrutiva crônica (pacientes previamente avaliados para a categorização da amostra, através da espirometria, que será realizada pela pesquisadora principal e pesquisadores assistentes, conforme está descrito no item 8, coleta de dados); insuficiência cardíaca descompensada, angina instável, infarto agudo do miocárdio recente, pacientes acamados e/ou cadeirantes com dificuldade de locomoção;

pacientes com DRC em tratamento dialítico; e obesos graus II e III. Serão excluídos os paciente que praticam regularmente algum tipo de atividade física (natação, corrida, musculação ou outro esporte).

6.6 Definição e operacionalização das variáveis

6.6.1 Variáveis independentes

Variáveis	Tipo
Treinamento muscular inspiratório (TMI)	qualitativa nominal
Treinamento muscular expiratório (TME)	qualitativa nominal
Treinamento resistido periférico	qualitativa nominal

6.6.2 Variáveis dependentes

Variáveis	Medida	Tipo
Pressão inspiratória máxima (PI _{máx})	cmH ₂ O	quantitativa contínua
Pressão expiratória máxima (PE _{máx})	cmH ₂ O	quantitativa contínua
Teste de sentar e levantar de 30s	Segundos (s)	quantitativa contínua
Volume corrente da caixa torácica pulmonar (VC _{ctp})	litros (L)	quantitativa contínua
Volume corrente da caixa torácica abdominal (VC _{cta})	litros (L)	quantitativa contínua
Volume corrente do abdome (VC _{ab})	litros (L)	quantitativa contínua
Volume corrente da caixa torácica (VC _{pt})	litros (L)	quantitativa contínua
Tempo inspiratório (Ti)	segundos (s)	quantitativa contínua
Tempo expiratório (Te)	segundos (s)	quantitativa contínua

Tempo total do ciclo respiratório (T _{tot})	segundos (s)	quantitativa contínua
Relação do tempo inspiratório pelo tempo total do ciclo respiratório (T _i /T _{tot})	percentagem (%)	quantitativa contínua
Frequência respiratória (FR)	respirações por minuto (rpm)	quantitativa contínua
Ventilação minuto (VM)	litros por minuto (L/min)	quantitativa contínua
Espessura diafragmática na capacidade residual funcional	milímetros (mm)	quantitativa contínua
Espessura diafragmática na capacidade pulmonar total	milímetros (mm)	quantitativa contínua
Taxa de espessamento	milímetros (mm)	quantitativa contínua
Mobilidade diafragmática na capacidade residual funcional	percentagem (%)	quantitativa contínua
Mobilidade diafragmática na capacidade pulmonar total	milímetros (mm)	quantitativa contínua
Espessura do músculo quadríceps	percentagem (%)	quantitativa contínua
Volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF ₁)	litros (L)	quantitativa contínua
Capacidade vital forçada (CVF)	litros (L)	quantitativa contínua
Relação VEF ₁ /CVF	percentagem (%)	quantitativa contínua
Questionário de qualidade de vida - SF36	pontos	quantitativa contínua
Percepção global de mudança	pontos	quantitativa contínua
Circunferência da panturrilha	Centímetros	quantitativa contínua

Teste de velocidade da marcha (VM)	minutos	quantitativa contínua
Teste de pressão palmar	Kgf	quantitativa contínua
Timed Up and Go	Segundos (s)	quantitativa contínua
*Creatinina, ureia, fósforo, cálcio, colesterol, triglicerídeos e glicose	(mg/dL).	quantitativa contínua
*Albumina e hemoglobina	(g/dL)	quantitativa contínua
*Paratormônio	(pg/ml)	quantitativa contínua
*Potássio	(mEq/L)	quantitativa contínua

*Observação: estas variáveis serão coletadas através de exames prévios já realizados pelos pacientes em seu acompanhamento ao seu médico assistente nefrologista, portanto, não serão realizadas coletas de sangue, novas solicitações ou uso de prontuário para análise destas variáveis. Ressaltando que, esses dados serão preenchidos no momento da avaliação caso, o paciente possua exames impressos em mãos e os forneça aos pesquisadores no dia da avaliação (encontro inicial).

6.6.3 Variáveis de controle

Variáveis	Medida	Tipo
Idade	anos	quantitativa contínua
Sexo	feminino, masculino	qualitativa nominal
Pressão arterial sistólica (PAS)	milímetros de mercúrio (mmHg)	quantitativa contínua
Pressão arterial diastólica (PAD)	milímetros de mercúrio (mmHg)	quantitativa contínua
Frequência cardíaca (FC)	batimento por minuto (bpm)	quantitativa contínua
Saturação periférica de oxigênio (SpO ₂)	percentagem (%)	quantitativa contínua
Escala de Borg	pontos	qualitativa ordinal
Tempo de doença renal	meses	quantitativa contínua

6.6.4 Variáveis de confundimento

Variáveis	Tipo
Índice de massa corporal (IMC)	qualitativa ordinal
Doença renal hereditária	qualitativa ordinal

6.6.5 Variáveis Descritivas

Variáveis	Tipo
Idade	quantitativa contínua
Sexo	qualitativa nominal
Hipertensão arterial sistêmica	qualitativa nominal
Diabetes mellitus	qualitativa nominal
Medicamentos em uso	qualitativa nominal

6.7 Desfechos Primários

- Força muscular respiratória (PI_{máx} e PE_{máx}) e periférica (músculo quadríceps) por meio do Teste de Sentar e levantar de 30 segundos (TSL).

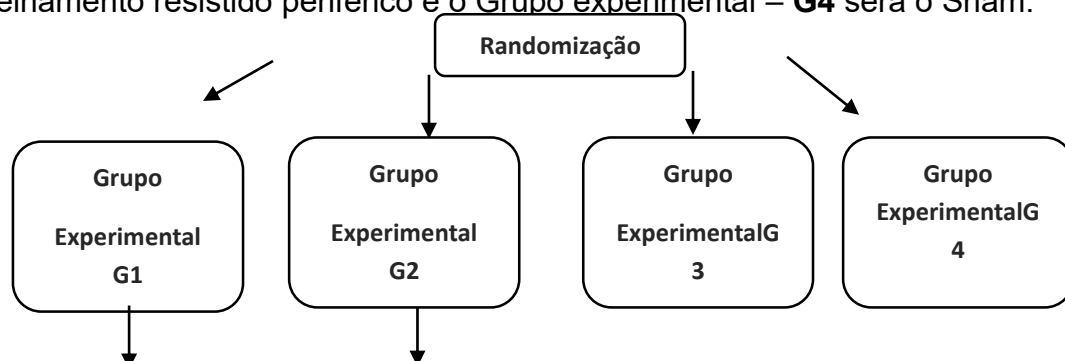
6.8 Desfechos secundários

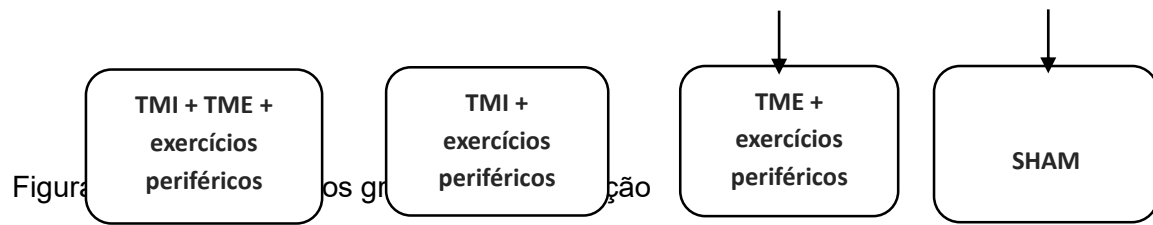
- Volume corrente da caixa torácica pulmonar (VC_{ctp}), volume corrente da caixa torácica abdominal (VC_{cta}), volume corrente abdominal (VC_{ab}), tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (Te), tempo total do ciclo respiratório (T_{tot}), relação do tempo inspiratório pelo tempo total do ciclo respiratório (Ti/T_{tot}), frequência respiratória (FR) e ventilação minuto (VM).
- Espessura diafragmática na capacidade residual funcional (E_{CRF}), espessura diafragmática capacidade pulmonar total (E_{CPT}), taxa de espessamento (TE), mobilidade diafragmática na capacidade residual funcional (MD_{CRF}), mobilidade diafragmática na capacidade pulmonar total (MD_{CPT}), espessura do músculo abdominal (M. Abd).
- Espessura do músculo quadríceps

- Capacidade vital forçada (CVF) expressa em (L/min), volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF₁) expressa em (L/min), relação VEF₁/CVF expresso em porcentagem (%)
 - Qualidade de vida
 - Percepção Global de mudança
 - Circunferência de panturrilha
 - Teste de velocidade da marcha (VM)
 - Força de preensão palmar
 - Timed Up and Go (TUG)
- Índice de massa corporal (IMC), Massa muscular esquelética (MME), Percentual de massa magra (PMM), Índice de massa muscular (IMM), Massa de gordura corporal e Percentual de massa gorda.

7. RANDOMIZAÇÃO, CEGAMENTO E SIGILO DE ALOCAÇÃO

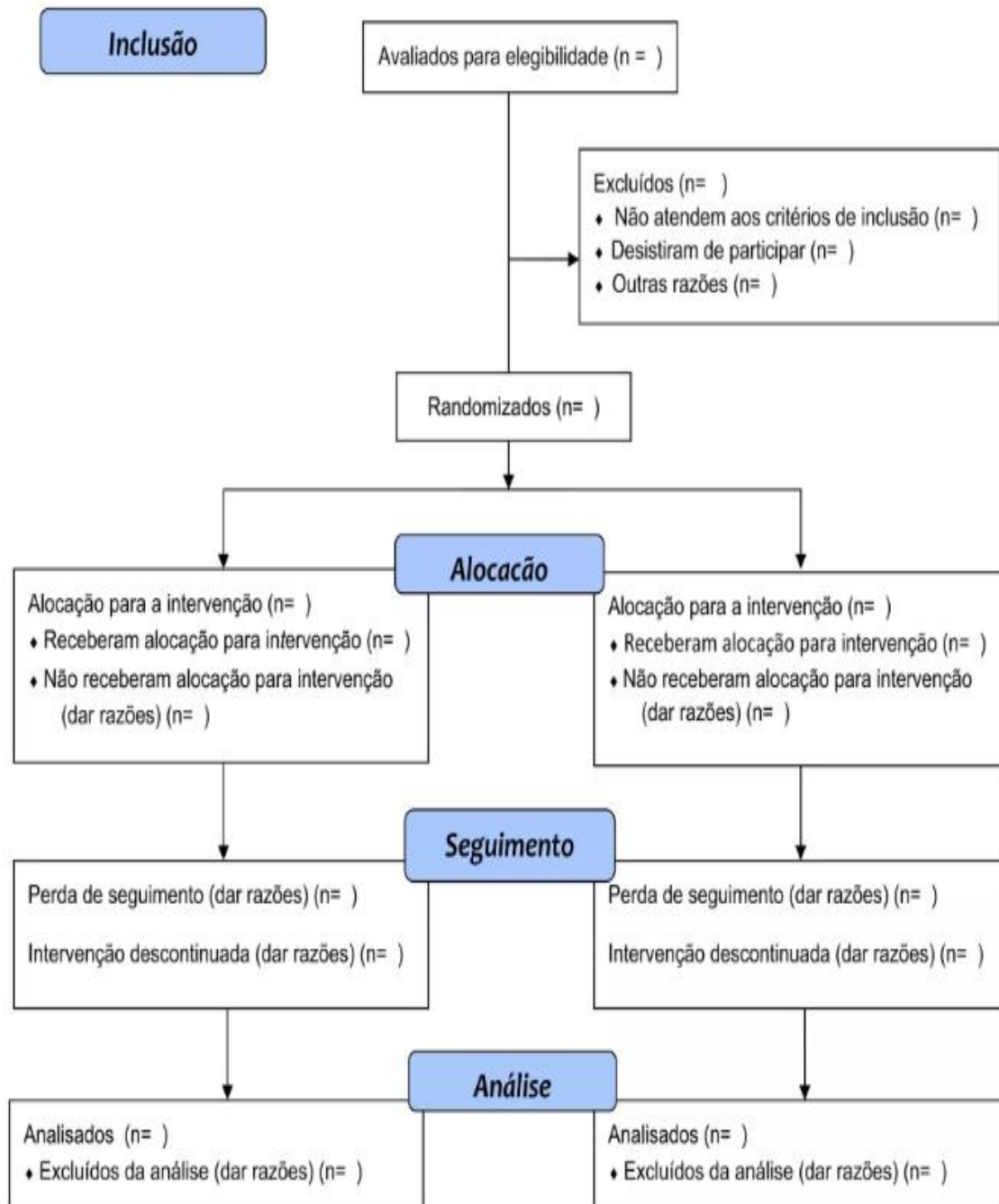
Participarão da pesquisa um total de dez pesquisadores, sendo que três pesquisadores assistentes e a pesquisadora principal realizaram as avaliações juntamente, um pesquisador será responsável pela randomização e cegamento, e cinco pesquisadores realizarão o treinamento, em regime de escala semanal. A randomização será realizada pelo software *randomization.com* por um pesquisador não envolvido nas outras atividades da pesquisa, em seguida este realizará a alocação dos números em envelopes opacos. Os envelopes serão entregues aos pesquisadores responsáveis pelo treinamento, de maneira que os dois avaliadores não poderão ter acesso para manter o cegamento. Os pacientes estarão distribuídos em três grupos, grupo experimental – **G1**: TMI com carga de 50% da PImáx e TME com carga de 50% da PEmáx, associado ao treinamento resistido periférico, o **G2** realizará TMI com carga de 50% da PImáx associado ao treinamento resistido periférico, o grupo experimental – **G3** o TME com carga de 50% da PEmáx associado ao treinamento resistido periférico e o Grupo experimental – **G4** será o Sham.





7.1 Fluxograma alocação, seguimento e análise dos participantes

Fluxograma CONSORT 2010



8. COLETA DE DADOS (INSTRUMENTOS PARA COLETA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS)

As avaliações (inicial e final) acontecerão presencialmente e será realizada pela pesquisadora principal e pesquisadores assistentes do projeto, para evitar riscos de aferição. A avaliação inicial ocorrerá após assinatura do TCLE, em sala reservada e individualmente, assim como, a avaliação final no mesmo ambiente, para preservar a privacidade do paciente e possíveis constrangimentos, com os instrumentos abaixo:

8.1 Manovacuometria

Na avaliação da força muscular respiratória do participante será utilizado o manovacúmetro digital (MVD 300, Globalmed, Porto Alegre, Brasil), para mensurar a pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}). Este teste será realizado na avaliação inicial e na reavaliação após o protocolo de treinamento, e obedecerá as normas da American Thoracic Society (ATS) e European Respiratory Society (ERS).

Para uma execução correta e boa aferição, é importante um posicionamento adequado do paciente, que deverá ficar sentado em uma cadeira com encosto para que o tórax fique posicionado em posição de ereta, o quadril e o joelho posicionados em 90°, com os pés encostados no chão e os braços relaxados e posicionados na lateral do tronco. Ainda buscando efetividade do teste, será colocado no nariz do paciente um clip nasal durante as manobras, visando evitar escapes e manter a integridade do teste. Em seguida posicionado uma boquilha acoplada à boca que será conectada ao manovacúmetro através de uma traqueia plástica descartável de uso único para cada paciente, assim como, utilizado um filtro umidificador HME para a proteção do aparelho e evitar contaminações.

Após o adequado posicionamento do paciente, serão fornecidos os comandos verbais para a avaliação da força muscular respiratória. Primeiramente, a avaliação da PI_{máx} no qual o paciente deverá inspirar o ar máximo que conseguir a partir do seu volume residual, e para avaliação da PE_{máx} o paciente deverá expirar o ar o mais forte que puder, partindo da sua capacidade pulmonar total (CAMPOS JÚNIOR, et al. 2023). Diante disso, são necessárias três manobras para garantir a segurança do teste e não devem apresentar uma diferença maior de 10% e dessa maneira será considerada mais reprodutível e de maior valor. Para manter a segurança do teste é preciso no mínimo 5 reproduções das manobras e seguir adequadamente o cálculo do predito, que foi sugerido por Neder, et al. 1999: usado para mulheres PI_{máx}: $y =$

0,49 x idade + 110,4 e PEmáx: $y = 0,61 \times \text{idade} + 115,6$ e nos homens deve-se usar a seguinte equação Plmáx: $y = 0,080 \times \text{idade} + 155,3$ e para PEmáx: $y = 0,61 \times \text{idade} + 115,6$. Serão adotados como referência e normalidade para mulheres Plmáx de 60 cmH₂O e PEmáx 120 cmH₂O, e nos homens Plmáx de 80 cmH₂O e PEmáx 150 cmH₂O (ROCHA; ARAÚJO, 2010). A partir do valor predito será calculado o percentual do predito para Plmáx e PEmáx de todos os voluntários.

8.2 Teste de sentar e levantar da cadeira de 30 segundos (TSL)

É um teste utilizado para a mensuração indireta da força dos membros inferiores, visando identificar a capacidade funcional do paciente e suas atividades de diárias cotidianas tais como: subir escadas, levantar, sentar, caminhar e outras atividades rotineiras. O paciente deverá iniciar o teste sentado na cadeira, com os braços cruzados sobre o trono e os pés posicionados no solo. O fisioterapeuta indicará o momento para o paciente levantar-se e sentar-se sem ajuda das mãos ou terapeuta por 30 segundos, onde será contabilizado o maior número de repetições (BOHANNON, 2006, MELO, et al. 2019). Será considerado como mudança mínima detectável o valor de 4 repetições após o treinamento (Segura-Ortí e Martínez-Olmos, 2011).

8.3 Pletismografia optoeletrônica

Na avaliação dos volumes pulmonares será utilizado pletismografia optoeletrônica (POE) da marca (BTS Bioengineering®, Milão, Itália) os pacientes serão posicionados sentados na maca com a coluna ereta a 90°, os joelhos flexionados com os pés apoiados na escada de acesso a cama, os membros superiores serão dispostos sobre dois rolos de altura de 40 centímetros, com ombros relaxados, cotovelos flexionados e punhos em posição neutra. Serão posicionados 89 marcadores reflexivos, distribuídos ao longo do tórax do paciente na região toracoabdominal. Os marcadores são divididos em 37 na região anterior, 10 laterais e 42 posteriores, também dispõe de 6 câmeras fixadas na parede e ao redor do paciente para captar o reflexo dos marcadores, assim as imagens serão transmitidas para o computador com software OEP- capture com uso da frequência de 60Hz (ALIVERTI, et al, 2002). Para melhorar a avaliação e facilitar a interpretação dos

dados, as imagens serão divididas em compartimentos como caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen, em seguida os dados passarão pelo do software SMART tracker e também analisados no software Diamov. Na imagem abaixo, pode-se observar a disposição dos marcadores reflexivos que serão dispostos no tórax do paciente.

Figura 1: Posicionamento do paciente para avaliação com a Pletismografia optoeletrônica (POE)



Fonte: Medeiros et. al. 2019.

A coleta será iniciada com avaliação do paciente em repouso por três minutos, deverá em seguida realizar três inspirações profunda e uma respiração com uso do POWER-breathe® por três minutos com a carga inspiratória de 50% da $PI_{máx}$. A partir desse posicionamento, serão avaliados em repouso e com a carga resistiva o volume corrente da caixa torácica pulmonar (VC_{ctp}), volume corrente da caixa torácica abdominal (VC_{cta}), volume corrente abdominal (VC_{ab}), tempo inspiratório (T_i), tempo expiratório (T_e), tempo total do ciclo respiratório (T_{tot}), relação do tempo inspiratório pelo tempo total do ciclo respiratório (T_i/T_{tot}), frequência respiratória (FR) e ventilação minuto (VM).

8.4 Avaliação morfométrica da musculatura respiratória

Seguindo nas avaliações, será feita uma avaliação morfométrica dos músculos diafragma e quadríceps femoral, serão realizadas por meio da ultrassonografia (LOGIQ-V2, *Medical System*, General Electric - GE, China). Além da espessura muscular, os seguintes grupamentos musculares terão a análise da área de secção transversa e ecogenicidade através do software Imagem J do quadríceps femoral e do diafragma. As avaliações serão realizadas por apenas dois avaliadores com experiência, treinados e com um alto nível de confiabilidade interavaliador. Para obtenção dos dados de maneira confiável e manter a integridade dos dados obtidos será utilizada a média uma de 3 medidas, com diferença menor de 10% entre elas (BOUSSUGES, et al.,2009,2022).

8.4.1 Avaliação morfométrica da musculatura músculo diafragma

Para mensurar a espessura e capacidade contrátil diafragmática, os pacientes serão posicionados em decúbito lateral esquerdo e um transdutor linear de 7.5 MHz será acoplado entre o oitavo e nono espaço intercostal direito, entre as linhas axilar anterior e média, sendo o músculo diafragma visualizado em tempo real entre duas linhas hiperecóicas paralelas que identificam a membrana pleural e peritoneal (SOUZA, et al., 2014).

O valor da espessura será medido em milímetros (mm) da distância da membrana pleural superior para a membrana pleural inferior no final da expiração. A aquisição de imagens será realizada durante a capacidade residual funcional (ECRF – espessura do diafragma relaxado), ao final da capacidade pulmonar total (ECPT – espessura do diafragma contraído) e ao final do volume residual (EVR – espessura do diafragma alongado) após uma manobra de expiração lenta máxima. A última manobra será realizada para determinação da variação de espessamento do diafragma (ΔE_{di}) e a fração de espessamento do diafragma ($F_{E_{di}}$). Enquanto, que a fração de espessamento (FE), será medido a variação da espessura do diafragma no fim da expiração (T_{di-exp}) e fim da inspiração ($T_{di-insp}$) (FUKUMOTO, et al. 2015, SCANLON,2014)

Para mensurar a mobilidade diafragmática, será utilizado o transdutor convexo (3,5MHz), posicionado na linha clavicular direita, abaixo da margem costal. Será

utilizado a melhor incidência usando o modo bidimensional (modo B) e a linha será posicionada para atingir a parte posterior do hemidiafragma direito antes da aplicação do modo de movimento (modo M). Já no modo M, as excursões crânio-caudal do diafragma durante as respirações tranquilas e profundas serão medidas na imagem em milímetros (mm) entre a linha de base no início da inspiração e a linha obtida no pico da inspiração. Para quantificar a mobilidade do diafragma de forma objetiva, será considerado a melhor avaliação dentre um grupo de 3 medidas com uma diferença de até 10% entre elas.

8.4.2 Avaliação morfométrica da musculatura do músculo quadríceps femoral

A avaliação da espessura do quadríceps será realizada pela pesquisadora por meio de ultrassonografia portátil utilizando imagens no modo B (Sonoace R3®, Samsung Medison – Coreia do Sul). Os dados serão coletados por meio do transdutor do tipo linear com frequência de 7,5Mhz que deverá ser posicionado transversalmente sobre a região anterior da coxa (quadríceps) do paciente com uso de gel para facilitar a penetração da onda e permitir a melhor visualização.

Visando mitigar os possíveis vieses de aferição, todas as avaliações e reavaliações serão pelo mesmo fisioterapeuta. Dessa maneira, durante as avaliações será utilizado uma pressão mínima na região muscular para a transmissão da imagem. O paciente será adequadamente e confortavelmente posicionado em decúbito dorsal com apoio (rolo de pequeno diâmetro – padronizado para todas as avaliações) na região posterior da fossa poplíteia, a 10° de flexão do joelho (MENON, et al., 2012; SCANLON, et al., 2014) será avaliado o membro dominante do paciente, o qual ele usa com mais frequência nas atividades diárias e sente mais segurança. Deverá manter o membro avaliado em repouso, mantendo relaxamento muscular por toda avaliação e para que facilite as marcações, estas realizadas com marcador de cor preta lavável na distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda superior da patela, do membro dominante (FUKUMOTO, et al., 2015) sendo adquiridas medidas dos músculos reto femoral, vasto intermédio e quadríceps anterior (GRUTHER, et al., 2008) para obtenção da imagem no corte transversal do músculo. A pesquisa seguirá o modelo utilizado por Costa, et al. 2020, por meio de três mensurações do músculo, visando obter visualizar músculo reto femoral, vasto

intermédio, vasto lateral e vasto medial, diante das imagens será considerada a média dos valores, tendo em vista uma diferença menor que 10% (SOUZA, et al., 2014).

8.5 Espirometria

Na caracterização da amostra será realizada a espirometria utilizando o espirômetro portátil disponível no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP), da marca (Micro Medical, Microloop, MK8, Kent Inglaterra). Serão avaliadas a capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), relação VEF₁/CVF e pico de fluxo expiratório (PFE). O paciente será posicionado adequadamente e confortavelmente em um cadeira com encosto, mantendo o tórax a 90°, com os membros superiores relaxados e as mãos posicionadas sobre as pernas, será colocado uma boquilha descartável de uso individual e um clipe nasal no paciente visando evitar escapes pelo nariz, seguindo as recomendações (PEREIRA, et al. 2007) para o teste seja reprodutível e realizado corretamente, e adotado as orientações da e as normas da *American Thoracic Society* (ATS) e *European Respiratory Society* (ERS) (MILLER, et al. 2005)

Durante a manobra o paciente será devidamente orientado a respirar de maneira tranquila, sem esforço e seu volume basal até o comando do fisioterapeuta, seguindo a seguinte ordem: iniciar uma respiração até a sua capacidade pulmonar total (respiração profunda ao máximo de sua capacidade) e em seguida realizar uma expiração forçada (soltar todo o ar de maneira continua e sem pausas), mantendo-a por no mínimo 6 segundos. Será necessário realizar três repetições e destas considerado o maior valor, levando em consideração uma diferença entres estas de até 10%. Também será utilizado duas fórmulas estimadas dos valores para a população brasileira proposta por Pereira et al. (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007):

Homens

$$CVF = \text{estatura (cm)} \times 0,0059 - \text{idade} \times 0,0213 - \text{peso (kg)} \times 0,016 - 3,748$$

$$VEF_1 = \text{estatura (cm)} \times 0,0398 - \text{idade} \times 0,0257 - \text{peso (kg)} \times 0,0077 - 1,201$$

Mulheres

$$CVF = \text{estatura (cm)} \times 0,0441 - \text{idade} \times 0,0189 - 2,848$$

$$VEF_1 = \text{estatura (cm)} \times 0,0314 - \text{idade} \times 0,0203 - 1,353$$

8.6 Avaliação da qualidade de vida

O Questionário *Short Form Health Survey 36* (SF-36) é composto por 36 perguntas distribuídas em 8 domínios (capacidade funcional (10 itens), aspectos físicos (4 itens), dor (2 itens), estado geral de saúde (5 itens), vitalidade (4 itens), aspectos sociais (2 itens), aspectos emocionais (3 itens) e saúde mental (5 itens), e a 1 questão comparativa quanto a condição de saúde atual e a um ano atrás. As pontuações das respostas variam de 0 a 100, quanto maior a pontuação melhor, estado de saúde. As respostas são variáveis contínuas.

8.7 Escala de percepção global de mudança

A percepção global de mudança, será avaliada após término de tratamento através da escala *Patient Global Impression of Change* (PGIC), validade para o português por Domingues & Cruz (2011). A escala busca avaliar a percepção do paciente em relação das limitações das atividades, sintomas, emoções e qualidade de vida. Está distribuída em 7 pontuações. Onde 1 é corresponde a “sem alteração ou a condição piorou”, 2 refere-se “quase na mesma, sem qualquer alteração visível”, 3 é “ligeiramente melhor, mas, sem mudanças consideráveis”, 4 define-se “com algumas melhorias, mas sem representação real”, na pontuação 5 é “moderadamente melhor, com mudança ligeira e significativa”, enquanto na 6 “melhor e com melhorias que fizeram uma diferença real e útil” e finalizando com 7 que descreve “muito melhor” (DOMINGUES; CRUZ, 2011).

8.8 Antropometria da Circunferência da Perna

A circunferência da perna dominante é amplamente utilizada como marcador nutricional e de massa muscular, sendo realizada com o paciente em pé, com as pernas ligeiramente afastadas e peso distribuído igualmente entre as pernas. A fita métrica inelástica deve ser posicionada horizontalmente ao redor da panturrilha, no ponto médio entre o tubérculo tibial e o maléolo medial. A medição deverá ser feita sem apertar a pele, garantindo precisão (Cruz et al., 2019). Será utilizado como ponto de corte, conforme definido pelo European Working Group on Sarcopenia in Older

People (EWGSOP), o valor de circunferência da panturrilha inferior a 31 cm como um critério para associação a sarcopenia e ao aumento do risco de desnutrição (Cruz et al., 2019).

8.9 Teste de Velocidade de Marcha (VM)

No teste de velocidade de marcha o paciente será instruído a caminhar no seu ritmo habitual, em uma distância de 4 metros demarcada com fitas fixas no chão. Serão cronometrados os tempos de duas tentativas e o menor tempo obtido será utilizado para atribuição da pontuação, conforme os seguintes dados: não conseguiu fazer (0); tempo maior que 8,70 segundos (1); tempo entre 6,21 e 8,70 segundos (2); tempo entre 4,82 e 6,20 segundos (3); tempo abaixo de 4,82 segundos (4). Estes dados coletados serão armazenados em uma ficha avaliativa de cada paciente (TEODORO et al. 2024).

8.10 Força de preensão palmar

A força de preensão palmar avaliará a contração voluntária máxima (CVM) dos participantes, será mensurada por um dinamômetro manual analógico (Dynamometer Smedley, Saehan, Korea). Serão realizadas três medidas no membro superior dominante (D) e não dominante (ND) com um intervalo de 60 segundos sendo considerado o maior valor. O paciente será adequadamente ajustado e confortavelmente sentado em uma cadeira com o ombro mantido em posição articular neutra, o cotovelo fletido a 90°, o antebraço em posição neutra e o punho com 0° a 90° de desvio radial. A unidade de medida é expressa em quilograma-força (Kgf) (BOHANNON, et al. 2006). A força muscular será classificada como baixa se fossem obtidos valores inferiores a 32 Kg para homens e inferiores a 17 Kg para mulheres. Serão considerados como mudança mínima detectável para ambas as medidas o valor de 3,7 KgF após o treinamento (Segura-Ortí e Martínez-Olmos, 2011).

8.11 Mobilidade Funcional e Equilíbrio Dinâmico

Para a realização do teste *Teste Timed Up and Go (TUG)*, o paciente é orientado a partir da posição sentada em cadeira com braços e com os pés paralelos

ao chão, de onde deve levantar, caminhar 3 metros e retornar a posição sentada em menor tempo possível. O tempo dispendido nesse percurso será contabilizado por meio de um cronômetro e registrado em segundos. Os pacientes realizarão o teste duas vezes, sendo utilizado o maior tempo das duas tentativas. O ponto de corte adotado para classificação de presença de sarcopenia será o tempo de execução do teste ≥ 20 seg (Cruz et al., 2019).

8.12 Análise da Composição Corporal

A composição corporal será avaliada por análise de bioimpedância elétrica (*InBody R20*[®], Coreia do Sul). O participante será orientado quanto ao hábito alimentar e não ingerir nenhum tipo de alimento pelo menos duas horas antes da avaliação, utilizar roupas leves, não praticar nenhum tipo de atividade física (correr, academia, caminhada, natação), remover objetos metálicos e no momento da avaliação deve esvaziar sua bexiga. Durante o procedimento, deverá segurar o eletrodo manual com ambas as mãos, com os polegares indicados, manter os pés descalços e secos, completamente apoiados na balança, e manter o olhar para frente. Os dados obtidos serão: o peso (Kg), índice de massa corporal (IMC) (Kg/m^2), massa muscular esquelética (Kg), percentual de massa magra (%), índice de massa muscular (IMM= massa magra/IMC), massa de gordura corporal (Kg), e percentual de massa gorda (%). De acordo com o Consenso Europeu de Sarcopenia, um valor de massa muscular esquelética $< 16\text{kg}$ para mulheres e $< 20\text{kg}$ para homens é considerada uma baixa quantidade de músculo. (Cruz et al., 2019).

9.PROTOCOLO EXPERIMENTAL DO ESTUDO

O treinamento de exercícios periféricos (membros superiores e inferiores) ocorrerá presencialmente por três vezes na semana sob a supervisão dos pesquisadores colaboradores e estes supervisionados pelo pesquisador assistente (descritos na contra-capá), e o treinamento muscular inspiratório e expiratório será de caráter domiciliar, será realizado pelo paciente com o aparelho que será entregue gratuitamente pela equipe da pesquisa, onde o paciente fará sob supervisão do familiar e com orientações fornecidas pelos pesquisadores (já descritas), e no

encontro presencial nos dias de treinamento periférico poderá sanar dúvidas e realizar os ajustes necessários das cargas do aparelho. Ressaltando que, os pesquisadores não irão ao domicílio do paciente.

Os participantes do grupo experimental – **G1** realizarão o TMI com POWER-breathe® Classic Light uso da carga de 50% da PImáx, juntamente com TME com POWER-breathe® Classic expiratório com carga de 50% da PEmáx associado ao treinamento resistido periférico. O grupo **G2** realizará TMI com carga de 50% da PImáx associado ao treinamento resistido periférico, o grupo experimental – **G3** o TME com carga de 50% da PEmáx associado ao treinamento resistido periférico e grupo Sham (**G4**) realizará o TMI simulado (sham), utilizando a carga mínima oferecida pelo aparelho sem acréscimos adicionais durante o protocolo e o mesmo treino resistido dos demais grupos sem incremento de carga. Essa método de treinamento permitirá examinar os efeitos do treinamento muscular respiratório e periférico sobre os desfechos musculares e funcionais dos pacientes.

Ambos dos grupos realizarão o treinamento respiratório (TMI+TME) por 15 minutos por duas vezes ao dia (totalizando 30min diários) por 7 dias na semana e em domicílio, de acordo com o estudo de Medeiros, et.al 2018. Os pacientes receberão um diário para registro da realização do TMI e TME, para acompanhamento da frequência do treinamento ao longo do protocolo o qual será compartilhado semanalmente com o fisioterapeuta.

Prescrição do protocolo de treinamento muscular respiratório

O treinamento muscular inspiratório (TMI) e treinamento muscular expiratório (TME) será realizado com o dispositivo POWERbreathe® Classic Light (Reino Unido), de forma domiciliar, cinco dias por semana. Cada sessão terá duração de 15 minutos, sendo realizadas duas vezes ao dia, totalizando 30 minutos diários para cada um. O protocolo de TMI seguirá as diretrizes de Medeiros et al. (2018), utilizando uma carga inicial de 40% da pressão inspiratória máxima (PImax). A carga será reajustada com incrementos de 10% a cada duas semanas, até atingir 50% e, posteriormente, 60% da PImax, conforme adaptação do protocolo de Hockele et al. (2022). Durante o TMI, os pacientes serão orientados a permanecer sentados, com as costas apoiadas, ombros relaxados e alinhados ao tronco, quadris flexionados a 90 graus e pés apoiados no chão. Utilizarão um clipe nasal para evitar escape de ar e realizarão 30

esforços inspiratórios dinâmicos, partindo de uma inspiração suave contra a resistência do aparelho. Este posicionamento também será adotado para o TME, onde o paciente deverá partir de uma expiração máxima seguida de expirações suaves e mesmo incremento de carga, iniciando com de 40% da pressão expiratória máxima (PEmax), a carga será reajustada com incrementos de 10% a cada duas semanas, até atingir 50% e, posteriormente, 60% da PEmax. O reajuste da carga do aparelho de TMI e TME será realizado pelo fisioterapeuta colaborador de acordo com o novo valor obtido na avaliação de manovacuometria como descrito.

Prescrição do exercício

O treinamento periférico será realizado exclusivamente sob supervisão do pesquisador responsável pelas intervenções em sala devidamente equipada e individualmente, durante 3 vezes na semana no Laboratório do Departamento de Fisioterapia de Cardiopulmonar da UFPE.

O protocolo seguirá os princípios da prescrição do exercício físico, o FITT-VP, que corresponde: a frequência (F), intensidade (I), tempo de duração (T), tipo do exercício (T), volume (V) e progressão (P) do exercício a ser realizado, obedecendo as recomendações do *American College of Sports Medicine* (GARBER et al., 2011).

Para a prescrição dos exercícios periféricos, será utilizado o teste de 1RM máxima para cada grupo muscular dos membros superiores (peitoral maior, bíceps braquial, deltoide, supraespinhal, redondo maior, tríceps braquial, braquiorradial, palmar longo, extensores e flexores dos dedos e do carpo) e inferiores (Iliopsoas, sartório, reto femoral, glúteo máximo, médio e mínimo, gastrocnêmio, adutor curto, longo, magno, grácil, quadríceps femoral, isquiotibiais, tibial anterior e extensor dos dedos). O paciente deverá executar o movimento com peso máximo que consegue, por cinco tentativas com intervalo de três minutos (RODRIGUES et al., 2011).

Os pacientes serão avaliados semanalmente pelo teste de 1RM. Considerando que o protocolo de treinamento durará 8 semanas, com a frequência de três vezes por semana (dias alternados) e realizando três séries de doze repetições para cada grupamento muscular, as reavaliações pelo teste de 1RM serão assim definidos: da primeira à sexta semana será incrementado semanalmente 10% do valor obtido no teste a carga de treinamento, visando até atingir 70% de 1RM ao final da sexta

semana. Entre a sétima e oitava semanas, será mantido a carga de 70% de 1RM, no entanto, serão acrescentadas mais três repetições (totalizando 15 repetições) para cada grupamento muscular.

O treinamento será supervisionado pelo fisioterapeuta colaborador experiente durante os exercícios periféricos de membros superiores e inferiores, conforme pode ser visto nas tabelas 1 e 2. A prescrição é individualizada e respeitará as condições dos pacientes, de forma que todos possam progredir com a carga prevista.

Tabela 1: Protocolo de Treinamento resistido periférico

Grupo Muscular	Exercício	60% de 1RM – 3x12 repetições	Progressão (a cada 2 semanas)
Membros Superiores	Tríceps francês ou tríceps na polia	60% de 1RM – 3x12 reps	Aumento de 5-10% da carga
	Rosca direta com halteres	60% de 1RM – 3x12 reps	Aumento de 5-10% da carga
	Elevação lateral com halteres	60% de 1RM – 3x12 reps	Aumento de 5-10% da carga
Membros Inferiores	Agachamento livre ou cadeira extensora	60% de 1RM – 3x12 reps	Aumento de 5-10% da carga
	Abdução do quadril com caneleira ou cadeira abduutora	60% de 1RM – 3x12 reps	Aumento de 5-10% da carga
	Elevação de calcanhares em pé	60% de 1RM – 3x12 reps	Aumento de 5-10% da carga

10. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Os dados serão demonstrados por meio da análise descritiva das variáveis contínuas em média e desvio padrão e as variáveis categorias como frequência absoluta e relativa. A distribuição de normalidade será avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e a hipótese de igualdade de variância por meio do Teste F de Levene. Os dados serão apresentados em média e intervalo de confiança de 95% para as variáveis contínuas e as variáveis dicotômicas por distribuição de frequência absoluta e percentual.

Será realizada análise de covariância (ANCOVA) e análise multivariada (MANOVA), a fim de comparar as cargas do TMI e TME sobre o aumento de força muscular respiratória e músculos periféricos, assim como, sobre a espessura diafragmática, do músculo quadríceps e sobre os volumes compartimentais. O teste t de Student não pareado ou de Mann-Whitney será utilizado para comparar os grupos quanto as variáveis clínicas e funcionais. Será realizada análise post-hoc com o teste Tukey para comparabilidade entre os grupos.

Para todas as análises a pesquisadora utilizará o nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$) e o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 26.0 para o detalhamento de toda a análise inferencial

11. PERDAS DE SEGUIMENTO E ANÁLISE DA INTENÇÃO DE TRATAR / DESCONTINUIDADE DO ESTUDO

Os pacientes que faltarem por cindo atendimentos presenciais serão descontinuados do estudo e serão caracterizados como perdas de seguimento. Será realizada análise de sensibilidade para as perdas de seguimento e para reduzir estas, será considerada um valor de 20% na amostra calculada de acordo com os desfechos esperados no estudo.

12. EFEITOS ADVERSOS

O protocolo de exercícios resistidos em membros superiores e inferiores serão interrompidos na presença de dispneia, desconforto respiratório, dor torácica, tontura, taquicardia e/ou pico pressórico, os quais serão devidamente registrados ao longo do estudo.

13. RISCOS

a) Risco de Constrangimento- para minimizar esse risco, os participantes serão entrevistados em uma sala privativa, todas as informações serão confidenciais e as entrevistas serão realizadas apenas na presença do avaliador, além do paciente. Os dados obtidos durante a entrevista serão armazenados em computador de uso pessoal do pesquisador principal durante cinco anos, e seus nomes serão mascarados e não divulgados na publicação da pesquisa. Risco de quedas, por se tratar da execução de treinamento com exercícios com membros superiores e inferiores, envolvendo participantes idosos, serão tomadas as devidas precauções como realização dos exercícios sentados, com apoio e sob supervisão direta do pesquisador assistente e colaborador, os pacientes só realizarão o protocolo de treino sem sintomas de tontura ou vertigem, e com sapatos adequados.

b) Desconforto ou dor torácica: Técnicas intensas de TMI e TME podem causar desconforto nos músculos respiratórios ou na parede torácica, especialmente se não forem aplicadas de forma gradual ou se os pacientes tiverem dificuldades para controlar a respiração. Para minimizar esse risco, tanto o TMI e TME quanto os exercícios de força muscular periférica serão iniciados com intensidade baixa e aumentados de forma gradual, com base na resposta do paciente.

c) Sobrecarga muscular: Um aumento abrupto na intensidade ou volume dos exercícios de força pode resultar em fadiga muscular excessiva, aumentando o risco de lesões e sobrecarga. As intervenções serão ajustadas de forma individualizada, respeitando as respostas individuais dos pacientes, levando em consideração suas condições de saúde e limitações.

d) Fadiga: A combinação de exercícios de força muscular e TMI pode causar uma sobrecarga geral no sistema musculoesquelético e respiratório. Para minimizar esse risco, os pacientes serão monitorados continuamente durante o protocolo. Serão instruídos a interromper imediatamente os exercícios ao sinal de fadiga excessiva, especialmente caso haja exacerbação de sintomas respiratórios ou musculares.

Durante as semanas de treinamento, todos os pacientes receberão a supervisão de um pesquisador colaborador (não envolvido com as avaliações), para

ajuste de carga, orientações e esclarecimento sobre o treino, podendo o mesmo ser suspenso caso seja necessário em qualquer momento da pesquisa. Manterão contato com o fisioterapeuta responsável pelo treinamento e descreverão na ficha de acompanhamento diário as dificuldades, e durante os encontros presenciais, o fisioterapeuta ajustará a carga dos exercícios respiratório e periférico, visando manter a individualidade do treino sem alterar o andamento do protocolo (RIBEIRO, *et al.*, 2022).

14. BENEFÍCIOS

Os benefícios esperados para um protocolo de treinamento combinado, por meio do TMI, TME e exercícios de força muscular podem ser divididos em diretos e indiretos, são diversos e visam melhorar a qualidade de vida dos pacientes com DRC. No que se refere aos benefícios diretos para o participante do estudo, será gerado um laudo da avaliação realizada, que poderá ser entregue ao médico que o acompanha, como contribuição para um maior conhecimento do estado de saúde do paciente, e uma cartilha sobre a importância de realizar exercícios físicos, para o tratamento da fraqueza muscular.

Ainda sobre os benefícios diretos, pode ocorrer a melhora na força e função muscular, por exemplo, a musculatura respiratória pode reduzir a sensação de cansaço e a dispneia, e adicionalmente, os exercícios inspiratórios e expiratórios podem contribuir para o aumento dos volumes pulmonares e a melhora da eficácia da tosse. Nesse sentido, esse ganho muscular está diretamente relacionada ao aumento da capacidade funcional, permitindo aos pacientes maior independência em suas rotinas (nas atividades de vida diária), redução da fadiga (falta de disposição) e melhor desempenho em tarefas laborais, realizando-as com mais eficiência e menor esforço.

Além disso, os exercícios de força muscular contribuem diretamente para o fortalecimento da musculatura periférica, particularmente dos músculos esqueléticos, que em sua maioria pode sofrer com a sarcopenia urêmica na DRC. Essa combinação de exercícios pode garantir aumento na força muscular, dessa maneira melhorar na mobilidade funcional, o equilíbrio e a resistência, permitindo aos pacientes realizar suas atividades cotidianas com mais facilidade e menor fadiga, além de prevenir o risco de quedas.

A associação dos exercícios, também pode reduzir a inflamação sistêmica e melhorar o perfil metabólico, fatores importantes para a estabilização da doença renal e a redução do risco de complicações associadas à DRC. Esses efeitos benéficos contribuem para a diminuição das limitações causadas pela progressão da doença, além de uma melhora significativa na função respiratória, na força muscular periférica, na mobilidade, na composição corporal e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos pacientes com DRC.

15. ASPECTOS ÉTICOS

A realização deste estudo seguirá as normas da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que rege sobre a ética da pesquisa envolvendo seres humanos direta ou indiretamente, assegurando a garantia da privacidade do sujeito da pesquisa será preservada.

Este projeto será submetido ao comitê de ética em pesquisa da instituição envolvidas na pesquisa, do HC/UFPE, para as devidas aprovações. Após a aprovação e anuência dos gestores dos referidos ambulatorios de nefrologia e cardiologia, será realizado um primeiro contato com os médicos nefrologistas e cardiologistas para detalhamento da pesquisa e identificação da população, dessa maneira, começar o recrutamento dos pacientes para a pesquisa. As primeiras visitas aos serviços buscarão identificar os pacientes elegíveis dentro dos critérios de inclusão, e serão fornecidos esclarecimentos sobre o objetivo principal da pesquisa, seus principais benefícios e riscos. Todos os participantes deverão assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para confirmar sua participação voluntária na pesquisa.

Por meio, do TCLE o paciente terá o sigilo de seus dados e a garantia que só serão utilizados para os fins da pesquisa e científicos. Além disso, os benefícios e riscos estarão devidamente descritos para o conhecimento do paciente e familiares. Os benefícios da pesquisa estão relacionados desde a avaliação inicial, cuja informações obtidas nos instrumentos avaliativos, serão descritas em ficha e fornecidas ao médico nefrologista e cardiologista, visando identificar as necessidades clínicas de cada paciente. Assim como, todos os pacientes receberão um diário explicativo e ilustrativo da importância do treinamento muscular respiratório e periférico, os cuidados com a saúde e a importância da visita regular ao médico.

Os riscos da pesquisa estão relacionados com o constrangimento em responder as perguntas dos questionários e com os sintomas respiratórios (sensação de dispneia, tontura, fadiga) que podem ocorrer durante os testes. Para prevenir e minimizar estes riscos a coleta dos dados será de forma presencial e individualizada, em ambiente tranquilo para maior privacidade, no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar, localizado no Departamento de Fisioterapia da UFPE. Além disso, será respeitado a individualidade de cada paciente com tempo de repouso entre os testes, e a sala terá dispositivos de suplementação de oxigenioterapia, se necessário. Podendo os testes e percurso avaliativo ser interrompido a qualquer momento para prevenção de agravos ao paciente.

Todo orçamento da pesquisa será responsabilidade da pesquisadora e o paciente não terá ônus financeiro, poderá desistir em qualquer fase da pesquisa sem prejuízos no percurso de seu tratamento. Em relação aos exercícios domiciliares, o paciente será orientado conforme no (item 9 - Protocolo experimental do estudo) realizar sentado e em ambiente seguro, orientado a interromper em caso de qualquer sintomas. Assim como, serão também fornecidas orientações aos familiares e prestada assistência via telefônica aos pacientes para qualquer dúvida.

16. CONFLITO DE INTERESSES

Não há conflitos de interesse.

17. ORÇAMENTO

QUANTIDADE	MATERIAIS	CUSTEIO (R\$)
2 unidades	Resma de papel A4	R\$ 40,00
15 unidades	Canetas	R\$30,00
2 unidades	Prancheta	R\$10,00
500 unidades	Impressões de cópias e - documentos	R\$600,00

1 unidade	Espirômetro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra)	R\$ 35.000,00
1 unidade	Manovacuômetro digital (MVD 300, Globalmed)	R\$ 6.320,00
1 unidade	Esfigmomanômetro digital Premium	R\$ 120,00
1 unidade	Estetoscópio 3MTM Littmann® Classic II SE, USA	R\$ 600,00
1 unidade	Oxímetro de pulso	R\$ 200,00
1 unidade	Pletismógrafo optoeletrônico	R\$ 990.000,00
1 unidade	Ultrassom Sonoace R3 (Samsung Medison, Coreia do Sul)*	R\$ 75.000,00
10 unidades	POWER-breathe® Classic Light inspiratório	R\$ 1.600,00
9 unidades	POWER-breathe® Classic expiratório	R\$ 3.100,00
1 unidade	Estação de musculação Gallant 45kg (aparelho de fortalecimento de membros inferiores)	R\$ 1.900,00
3 unidades	Caneleira	R\$ 150,00
1 unidade	Dinamômetro manual digital	R\$ 1.500,00
1 Unidade	Balança de bioimpedância elétrica (InBody R20® - Dogok 2-	R\$ 4.300,00

	<i>Dong, Gangnam-gu, Seul, Coreia).</i>	
Custo com os pacientes	Passagens (ida e volta)	8.256,00
Alimentação/feira mensal	Lanches	500,00
TOTAL		1.129.226,00

*: O orçamento será de inteira responsabilidade da pesquisadora principal, os custos relativos à pesquisa para o deslocamento, alimentação ou assistência à possíveis danos resultantes da pesquisa são de responsabilidade da pesquisadora principal, os demais itens do orçamento são do laboratório de fisioterapia cardiopulmonar da UFPE (os equipamento citados para uso da pesquisa já existem no laboratório citado, por vez não precisaram ser comprados ou alugados); Além do que, por isto é garantido que a pesquisa não será descontinuada/prejudicada pela falta de recursos financeiros, uma vez que o orçamento de responsabilidade da pesquisadora correspondem a os custos relativos à pesquisa para o deslocamento, alimentação ou assistência à possíveis danos resultantes.

18. CRONOGRAMA

[illegible]

19. REFERÊNCIAS

ALBURQUEQUE, A.C.R.M.M, et al. Conhecimento da população sobre a doença renal crônica, seus fatores de risco e meios de prevenção: um estudo de base populacional em Fortaleza, Ceará, Brasil. **Braz. J. Nephrol**, v.45.n. 2, p.144 -151, 2023.

ALIVERTI, A. PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. In: *Mechanics of Breathing: Pathophysiology, Diagnosis and Treatment*. **Springer Milan**, p. 47-59, 2022.

ANDRADE, C.M, ANDRADE A.M.S. Perfil da morbimortalidade por doença renal crônica no Brasil. **Rev. Baiana Saúde Pub**, v.44, n. 2, p. 38-52, 2020.

ANDRADE, A.F.P. et al. Cardiorespiratory fitness and mortality risk in patients receiving hemodialysis: a prospective cohort. **BMC Nephrol**, v. 26, n.41, p. 1-6, 2023.

ANDRADE, F.P, et al. Respiratory sarcopenia screening in dialysis patients: cross-sectional and multicentre study protocol. **BMC Nephrol**, v. 25, n.41, p. 1-8, 2024

AMMIRATI, A.L. Chronic Kidney Disease. **Rev. Assoc. Med. Bras**, v.1, n: 66, p.3-9, 2020.

ANEES, M. et al., Pulmonary functions and factors affecting them in patients with chronic kidney disease. **J. College Phys. Surg. Pak**, v. 30, n. 10, p. 1082 -1085, 2020.

ASBEQUE, C.A. Mortalidade de doença renal crônica no brasil: revisão sistemática. **Rev. Epidemiol. Saúde Pub**, v. 2 n. 2, 2024

AKLILU, A.M. Diagnosis of chronic kidney disease and assessing glomerular filtration. **Rate. Med Clin North Am**, v. 107, n.4, p. 641-658; 2023.

BATISTA, L.C.B. et al., Perfil socioeconômico, demográfico e clínico de indivíduos com doença renal crônica submetidos a hemodiálise. **Ciências Biológicas e de Saúde Unit | Alagoas**, v. 8, n. 1, p. 22-32; 2023.

BELÉM, L.C. et al. Metastatic pulmonary calcification: State-of-the-art review focused on imaging findings. **Respir. Med**, v.108, p.668–676, 2014.

BIASON, D.F. et al., Fortalecimento muscular expiratório e produção vocal na doença de Parkinson, Perspectiva, **Erechim**, v. 39, n.145, p. 131-142, 2015.

BOHANNON, R.W. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. **Percept. Mot. Skills**, v.1, n.103, p. 215–222, 2006.

BOUSSUGES, A. et, al. Diaphragm dysfunction after severe COVID-19: An ultrasound study. **Front. Med**, v.9, n. 949, p. 281, 2022.

BOUSSUGES, A.; GOLE, Y.; BLANC, P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography. **Chest**, v. 135, p.391–400, 2009.

BRITO, R.R., et al. Reference equations for the six-minuto walk distance based on a Brazilian multicenter study, **Braz. J. Phys Ther**, v.17, n.6, p.556-563, 2013.

CARSWELL, C. et al. Chronic kidney disease and severe mental illness: a scoping review. **J. Nephrol. Springer Sci. Business**, Media Deutschland GmbH, 2023.

CASTRO, A.P.A. et al. Intradialytic resistance training: an effective and easy-to-execute strategy. **Braz. J. Nephrol**, v. 41, n. 2, p. 215–223, 2018.

CAMPOS JÚNIOR, V.P. et al., Treinamento muscular periférico, durante a hemodiálise, em indivíduos com doença renal crônica. **Braz. J. Health Rev**, v. 6, n. 5, p. 23327-23338, 2023.

COSTA, M.J. et al. Relação entre espessura do quadríceps e o teste sit-to-stand de 60 segundos em pacientes com doença renal crônica. **Braz. J. Nephrol**, v.44, n.2, p. 164-170; 2022.

COIMBRA, J., ULTRA, R.B. Treinamento muscular inspiratório sobre a função pulmonar e a qualidade de vida em pacientes com insuficiência renal crônica durante o tratamento hemodialítico. **Rev. Fisioterapeuta**, v.22, n.22, p. 48; 2023.

CHRISTINE, L. et al. Calcificação pulmonar metastática: relato de caso*. **Radiol. Bras**, v. 45, n. 5, p. 297–299, 2012.

CLARKE M.N., et al. Intra-tester and inter-tester reliability of the MicroFET 3 hand-held dynamometer. **Physiother. Ireland**, v.1, n.32, 2011.

DE AGUIAR, L.K. et al. Factors associated with chronic kidney disease: Epidemiological survey of the national health survey. **Rev. Bras. Epidemiol**, v. 23, p. 1–15, 2020.

DE ARAÚJO, T.B. et al. The effects of home-based progressive resistance training in chronic kidney disease patients. **Exp. Gerontol**, v. 171, 2023.

DEFI I.R. et al. Feasibility of inspiratory muscle training as a rehabilitation program for chronic kidney disease patients in a developing country. **Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci**, v.27, p. 8330-8339; 2023.

DIPP, T. et al. Short period of high-intensity inspiratory muscle training improves inspiratory muscle strength in patients with chronic kidney disease on hemodialysis: a randomized controlled trial. **Braz. J. Phys. Ther**, v. 24, n. 3, p. 280–286, 2020.

DOMINGUES, L.; CRUZ, E. Adaptação cultural e contributo para a validação da escala patient global impression of change (PGIC). **Infisio online**.v. 2, n. 1: p. 31-37, 2011.

ELENDU, C. et al. Comprehensive review of current management guidelines of chronic kidney disease. **Medicine**, v. 102, n. 23, p. 33984, 2023.

FAHAL, I.H. Uraemic sarcopenia: aetiology and implications. **Nephrol Dial Transplant**. v. 29, n. 9, p.1655-1665; 2014.

FARIAS H. D. Sarcopenia e sua influência na mobilidade de pacientes com doença renal crônica: uma revisão sistemática, *ConScientiae Saúde*, abr./jun. v.18, n.2, p.293-300, 2019.

FITZPATRICK, J.K. et al. The association between changes in echocardiography and risk of heart failure hospitalizations and death in adults with chronic kidney disease. **Scientific Reports**, v.13, p.8863; 2023.

FREITAS, M.A.A. et al. Insuficiência renal crônica: o impacto da hemodiálise na qualidade de vida do idoso. **Braz. J. Health Rev**, v.4, n.6, p. 27998-28004, 2021.

FUKUMOTO, Y. et al. Age-related ultrasound changes in muscle quantity and quality in women. **Ultrasound Med. Biol**, v. 41, n. 11, p. 3013–7, 2015.

GADELHA A.B et al. Associação entre força, sarcopenia e obesidade sarcopênica com o desempenho funcional de idosos. *Motri*, v.10, n.3,p. 10-12, 2014.

GAMBOA, J.L, et al. Skeletal muscle mitochondrial dysfunction is present in patients with ckd before initiation of maintenance hemodialysis. **Clin. J. Am. Soc. Nephrol.** v. 15, p. 926–36, 2020.

GARBER, C.E., et al. American College of Sports Medicine Position Stand. The quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med. Sci. Sports Exerc**, v.43, n.7, p.1334–59, 2011.

GOUVEIA, E.C.D.P. et al., Tendência da mortalidade por doença renal crônica no Brasil: estudo ecológico. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, 32(3):e2023313, 2023.

GOULD, D.W. et al. Ultrasound assessment of muscle mass in response to exercise training in chronic kidney disease: a comparison with MRI. **J. Cachexia, Sarcopenia Muscle**, v. 10, n. 4, p. 748–755, 2019.

GREENWOOD, S.A. et al. Randomized trial—prescription of intradialytic exercise to improve quality of life in patients receiving hemodialysis. **Kidney Int. Reports**, v. 6, n. 8, p. 2159–2170, 2021.

GREENWOOD, S.A. et al. Evaluating the effect of a digital health intervention to enhance physical activity in people with chronic kidney disease (Kidney BEAM): a multicentre, randomised controlled trial in the UK. **The Lancet Digital Health**, v. 6, n. 1, p. 23–32, 2024.

GRUTHER, W. et al. Muscle wasting in intensive care patients: ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. **J. Rehabil. Med**, v.40; n.3, p. 185-189, 2008.

JANKOWSKI, J. et al. Cardiovascular disease in chronic kidney disease pathophysiological insights and therapeutic options. **Circulation**, v.143, p.1157–1172, 2021.

JENTOFT-CRUZ A. J. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis, *Age and Ageing*, v.48, p. 16-31, 2019.

LELI, M. et al. Respiratory complications and sleep disorders in children with chronic kidney disease: A correlation often underestimated. **Paediatr. Respir. Rev**, v. 45, p. 16-22, 2023.

LI, P.K.T. et al. Kidney health for everyone everywhere – From prevention to detection and equitable access to care. **Nefrología**, v. 40, n. 2, p. 133–141, 2020.

LICO, A.L.C. et al. Insuficiência renal crônica como fator de risco para insuficiência cardíaca. **Res. Soc. Develop**, v. 10, n. 13, p. e422101321496, 2021.

LIN, Y.L. et al. Assessment of uremic sarcopenia in dialysis patients An update. **Tzu Chi Medical J**, v.34, n.2, p. 182-191, 2022.

KALTSATOU, A. et al. Uremic myopathy: is oxidative stress implicated in muscle dysfunction in uremia? **Front. Physiol**, v.30, n.6, p.102; 2015.

KHARBTENG, L. et al. Effectiveness of a breathing training program on quality of life in patients with predialysis chronic kidney disease: A randomized controlled trial. **Indian J. Palliat. Care**, v.6, n.3, 2020.

KATAYIFÇI, N. et al. Effects of different inspiratory muscle training protocols on functional exercise capacity and respiratory and peripheral muscle strength in patients with chronic kidney disease: a randomized study. **BMC Nephrology**, 25, p.184, 2024.

Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. **Kidney Int Suppl**, v.3, n.1, p.150; 2013.

MASSINI, G. et al. Nutritional strategies to prevent muscle loss and sarcopenia in chronic kidney disease: what do we currently know? **Nutrients Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)**, 1 jul. 2023.

MARINHO D.F. et al. Capacidade funcional e qualidade de vida na doença renal crônica. **Rev. Pesqui. Fisioter**, v.10, n.2, p.212-219, 2020.

MEDEIROS, A.I.C. et al. Effects of daily inspiratory muscle training on respiratory muscle strength and chest wall regional volumes in haemodialysis patients: a randomised clinical trial. **Dis. Rehab**, v. 41, n. 26, p. 3173–3180, 2019.

MEDEIROS, A.I.C. et al. Inspiratory muscle training improves respiratory muscle strength, functional capacity and quality of life in patients with chronic kidney disease: a systematic review. **J. Physiother**, v.63, n.1 p.76-86, 2018.

MELO, T.A., et. al. The five times sit-to-stand test: safety and reliability with older intensive care unit patients at discharge. **Rev. Bras. Ter. Int**, v.1, n.31, p.27–33, 2019.

MENON, M. K. et al. Ultrasound assessment of lower limb muscle mass in response to resistance training in COPD. **Respir. Res**, v. 13, p. 119–128, 2012.

MILLER M.R, et al. Standardisation of spirometry. **Eur Respir J**. v.26, n.2, p.319–380 2005.

NAGAHAMA, A.M. et al. Associação entre estágios da doença renal crônica e alterações dos parâmetros da monitorização ambulatorial da pressão arterial. **Braz. J. Nephrol**. v.3, n.46, p. 66; 2024.

NASCIMENTO, N.K.C. et al. Perfil nutricional de pacientes renais crônicos em tratamento dialítico atendidos em uma cidade da região metropolitana do Recife. **Braz. J. Develop**, v.7, n.4, p. 35436-35454, 2021.

NASCIMENTO, F.W.A, SANTOS A.A. Os benefícios do exercício físico em pacientes com doença renal crônica: uma revisão bibliográfica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 1, p. 1446–1455, 2022.

NAKATA, L.C. et al. Construção de modelo lógico da linha de cuidado da pessoa com doença renal crônica. **Rev. Saúde Pub**, v.57, n.14; 2023.

NEDER, J.A. et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz. J. Med. Biol. Res**, v.32, n.6, p.719-729, 1999.

NEVES, P.D.M.M. et al. Censo brasileiro de diálise: análise de dados da década 2009-2018. **J. Bras. Nefrol**, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010128002020005016201&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 30 junho 2024.

NOVAES, R. D. et al. Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros de meia idade e idosos. **Fisioter. Pesq**, v. 16, n. 3, p. 217–222, 2009.

OLIVEIRA, et al. Efeito agudo da sessão de treinamento muscular inspiratório: indivíduos com doença renal crônica vs hígidos. **Rev. Pesq. Fisioter**, v. 7, n. 1, p. 13-19, 2017.

PALHARES, C.L et al. Effects of a physiotherapeutic protocol in respiratory function, aerobic capacity and quality of life after kidney transplantation. **Transplant. Proc**, v. 50, n.3, p.750-753, 2018.

PANIZO S et al., Fibrosis in chronic kidney disease: pathogenesis and consequences. **Int. J. Mol. Sci**, 22, 408, 2021.

PEREIRA, CAC; SATO, T.; RODRIGUES, SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J. Bras. Pneumol**, v.4, n.33, p.397–406, 2007.

PERNAMBUCO. Plano Estadual de Saúde 2020-2023. Secretaria Estadual de Saúde. – Recife: A Secretaria; p. 249, 2020.

PIERSON, D.J. Respiratory considerations in the patient with renal failure. **Respir. Care**, v. 51, n. 4, p. 413–422, 2006.

PINTO-RAMOS, J. et al. Handheld dynamometer reliability to measure knee extension strength in rehabilitation patients—A cross-sectional study. **Plus One**, p.1-12, 2022.

SABATINO, A. et al. Sarcopenia in chronic kidney disease: what have we learned so far? **J. Nephrol**, v.34, p.1347–1372; 2021.

SEGURA-ORTÍ, E., MARTÍNEZ-OLMOS, F.J. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for sit-to-stand-to-sit tests, the six-minute walk test, the one-leg heel-rise test, and handgrip strength in people undergoing hemodialysis. **Phys Ther**, v.91, n.8, p.1244-1252, 2011.

SERRANO, E. et al. Uremic myopathy and mitochondrial dysfunction in kidney disease. **Int. J. Mol. Sci**, 2022, v.23, p. 1-14, 2022.

SOUZA, H. et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. **J. Gerontol. Series A, Biol. Sci. Med, Sci**, v. 69, n. 12, p. 1545–53, 2014.

SOUZA, V.A, et al. Sarcopenia na doença renal crônica. **J. Bras. Nefrol**, v. 37, n.1, p.98-105, 2015.

SCANLON, T.C. et al. Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. **Muscle & Nerve**, v. 49, n. 4, p. 584–92, 2014.

STEVENS, P.E, et al. KDIGO 2024 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. **Kidney Int**, v.105, n.4S, p. 117-314, 2024.

STENVINKEL P. et al. Muscle wasting in end-stage renal disease promulgates premature death: established, emerging and potential novel treatment strategies. **Nephrol. Dial. Transplant**, v.31, n.7, p.1070-1077, 2016.

RIBEIRO, S., et al. Exercise guide to help on arteriovenous fistula maturation and maintenance. **J. Vasc. Access**, v.25, n.1. p.318-322, 2024.

ROCHA, C.B.J., ARAÚJO, S. Avaliação das pressões respiratórias máximas em pacientes renais crônicos nos momentos pré e pós-hemodiálise. **J. Bras. Nefrol**, v.1, n.32, p.107-113, 2010.

RODRIGUES O.R. et al. O teste de 1RM para predição da carga no treino de hipertrofia e sua relação com número máximo de repetições executadas. **Braz. J. Biomotricity**, v. 5, n.3, p.168-174, 2011.

ROXO, R.S. et al. Impact of neuromuscular electrical stimulation on functional capacity of patients with chronic kidney disease on hemodialysis. **J. Bras. Nefrol**, v.3, n.38, p.344-350, 2016.

RUBIO-LÓPEZ, A.I. et al. Role of breathing training programs on quality of life in chronic kidney disease patients. **AIMS Public Health**, v. 10, n. 2, p. 409–421, 2023.

SCHULZ, K.F., ALTMAN, D.G., MOHER, D. CONSORT Group. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **Trials**, v. 1, ed.. 32, n. c332; 2010.

TEIXEIRA, M.S. et al. Effects of intradialytic inspiratory muscle training at different intensities on diaphragm thickness and functional capacity: clinical trial protocol in patients undergoing haemodialysis. **BMJ**, v.13, n.1:e066778, 2023.

TEODORO, D.M. et al. Teste velocidade de caminhada e de membros inferiores em idosos do programa longevidade saudável, **Revista de graduação da UFMT**, ed.1; setembro de 2024.

ZHANG, F. et al. Effect of respiratory muscle training in patients with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Clin. Rehab**, v. 37, n. 3, p. 348–361, 2023.

ZOCALLI, C. et al. Detecting and treating lung congestion with kidney failure. **Clin J. Am. Soc. Nephrol**, v. 17, n. 5, p. 757–765, 2022.

ZOCALLI, C. et al. Cardiovascular complications in chronic kidney disease: a review from the European Renal and Cardiovascular Medicine Working Group of the European Renal Association. **Cardiovasc. Res**, v.119, n.11, p. 17–32, 2023.

YUENYONGCHAIWAT, K. et al. Effectiveness of inspiratory muscle training on respiratory fitness and breathlessness in chronic renal failure: A randomized control trial. **Physiother. Res. Int**, v.26 n.1 p.1-7, 2020

WANG, B. et al. Hypoxia and chronic kidney disease. **Bio Medicine**, v.77, p. 1-11, 2022.

WILKINSON, T.J. et al. Advances in exercise therapy in predialysis chronic kidney disease, hemodialysis, peritoneal dialysis, and kidney transplantation. **Curr. Opin. Nephrol. Hypertens**, v. 29, n. 5, p. 471-479, 2020.

WILKINSON TJ.. et al. Quality over quantity? Association of skeletal muscle myosteatosis and myofibrosis on physical function in chronic kidney disease. **Nephrol. Dial. Transplant**, v.34, n.8, p. 1344-1355, 2019.

APÊNDICE 1- FICHA AVALIATIVA

DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Nome: _____ Idade: _____ anos

Data de nascimento: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

Ambulatório: _____

Médico assistente: _____

Sexo: () M () F Raça: () branco () pardo () negro () amarelo

DADOS CLÍNICOS

Tempo de diagnóstico: _____ meses

Tempo de acompanhamento ambulatorial: _____ meses/anos

Medicamentos de uso regular:

() anti-hipertensivo () antidepressivo () hipoglicemiante () antidiurético

() outros: _____

COMORBIDADES

() HAS () DM () dislipidemias () Doença arterial coronariana

Se outras, quais? _____

HÁBITOS DE VIDA

PRÁTICA EXERCÍCIO FÍSICO: () Sim () Não

Se sim, qual tipo de exercício: _____

TABAGISMO: () Não fumante () Fumante: () Ativo () Ex fumante

EXAMES LABORATORIAIS:

Creatinina: _____ Ureia: _____ Albumina: _____ Potássio: _____ Cálcio:

Hemoglobina: _____ Hematócrito: _____ Ácido úrico: _____

Triglicerídeos: _____ Glicose jejum: _____ Glicose glicada: _____

TFG: _____ ml/min/1,73m²

ESPIROMETRIA

VARIÁVEL	1ª AVALIAÇÃO	2ª AVALIAÇÃO	3ª AVALIAÇÃO
CVF INICIAL			
VEF1 INICIAL			
PFE INICIAL			
VEF1/CVC			

Legenda: CVF= Capacidade Vital Forçada, VEF1= Volume Expiratório Forçado no 1º segundo; VEF/CVF%= Índice de Tiffenau, FEF= Fluxo Expiratório Forçado, PFE= Pico de Fluxo Expiratório

MANOVACUOMETRIA

VARIÁVEL	1ª AVALIAÇÃO	2ª AVALIAÇÃO	3ª AVALIAÇÃO
PIMÁX INICIAL			
PIMÁX FINAL			
PEMÁX INICIAL			
PEMÁX FINAL			

Legenda: Plmáx: pressão inspiratória máxima e PEmáx: pressão expiratória máxima.

Pletismografia optoeletrônica

VARIÁVEL	AVALIAÇÃO INICIAL		AVALIAÇÃO FINAL	
	REPOUSO	CARGA RESISTIVA	REPOUSO	CARGA RESISTIVA
VCctp				
VCcta				
VCab				
Ti				
Te				
Ttot				
Ti/Ttot				
FR				
VM				

Legenda: o volume corrente da caixa torácica pulmonar (VCctp), volume corrente da caixa torácica abdominal (VCcta), volume corrente abdominal (VCab), tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (Te), tempo total do ciclo respiratório (Ttot), relação do tempo inspiratório pelo tempo total do ciclo respiratório (Ti/Ttot), frequência respiratória (FR) e ventilação minuto (VM).

Ultrassonografia do músculo diafragma

VARIÁVEL	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL
E _{CRF} (mm)		
E _{CPT} (mm)		
E _{VR} (MM)		
TE (%)		
FE _{dj}		
FE (%)		
Tdi-exp		
Tdi-insp		
MD _{CRF} (mm)		
MD _{CRF} (mm)		

Legenda: E_{CRF}= Espessura Diafragmática na Capacidade Residual Funcional, E_{CPT}= Espessura Diafragmática Capacidade Pulmonar Total, TE: Taxa de Espessamento, MD_{CRF} = Mobilidade Diafragmática na Capacidade Residual Funcional, MD_{CPT} = Mobilidade Diafragmática na Capacidade Pulmonar Total; variação da espessura do diafragma no fim da expiração (Tdi-exp) e fim da inspiração (Tdi-insp) e fração de espessamento do diafragma (FE_{dj}).

Ultrassonografia do músculo quadríceps

AVALIAÇÃO INICIAL					AVALIAÇÃO FINAL			
Músculo	1ª medição	2ª medição	3ª medição	Média	1ª medição	2ª medição	3ª medição	Média
Reto femural (mm)								
Vasto intermédio (mm)								
Vasto lateral (mm)								
Vasto medial (mm)								

Teste de sentar e levantar em 30 segundos: _____

Orientações: o paciente deverá iniciar o teste sentado na cadeira, com os braços cruzados sobre o trono e os pés posicionados no solo. O fisioterapeuta indicará o momento para o paciente levantar-se e sentar-se sem ajuda das mãos ou terapeuta por 30 segundos, onde será contabilizado o maior número de repetições.

Teste de velocidade de marcha

	Avaliação Inicial	Avaliação final
0 - não conseguiu fazer		
1 - tempo maior que 8,70 segundos		
2 - tempo entre 6,21 e 8,70 segundos		
3 - tempo entre 4,82 e 6,20 segundos		
4 - tempo abaixo de 4,82 segundos		

Orientações: o paciente será instruído a caminhar no seu ritmo habitual, em uma distância de 4 metros demarcada com fitas fixas no chão. Serão cronometrados os tempos de duas tentativas e o menor tempo obtido será utilizado para atribuição da pontuação.

Teste de preensão palmar

Avaliação Inicial					Avaliação Final				
	1ª	2ª	3ª	Maior valor	1ª	2ª	3ª	Maior valor	
Membro dominante									
Membro não-dominante									

Legenda: a unidade de medida é expressa em quilograma-força 20 (kgf).

Teste Timed Up and Go (TUG):**AVALIAÇÃO INICIAL**

1º Teste - _____ (tempo em segundos)

2º Teste - _____ (tempo em segundos)

AVALIAÇÃO FINAL

1º Teste - _____ (tempo em segundos)

2º Teste - _____ (tempo em segundos)

ANTROPOMETRIA DA CIRCUNFERENCIA DA PERNA:

Avaliação Inicial: _____

Avaliação final: _____



APÊDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **“EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO E PERIFÉRICO NA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, SARCOPENIA URÊMICA E VARIAÇÃO DE VOLUME TORÁCICO EM PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA EM ESTÁGIO PRÉ DIALÍTICO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”** que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Lílían Maria Melo da Silva, com endereço Av Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife – PE, CEP: 50670-901, (81) 992690437 telefone do pesquisador responsável (inclusive ligações a cobrar) e e-mail (lilian.mariamelo@ufpe.br).

Também participam desta pesquisa o pesquisador: Beatriz Luiza Marinho Cunha, Tiago Macedo de Moraes, Mônica Soares de Oliveira, Rafael Barros dos Santos, Lucas Leonardo Vilela Medeiros, Maria Clara Falcão Rodrigues Sampaio, Josefa Amile Rodrigues da Silva e Lorena Rangel de Freitas. Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Esta pesquisa foi previamente submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa – CEP, é responsável por avaliar e acompanhar estudos envolvendo seres humanos, garantindo a proteção dos participantes e o cumprimento das normas éticas vigentes, conforme a Resolução CNS nº 466/2012. Sua atuação assegura que o projeto seja conduzido de forma ética, segura e transparente, mantendo a integridade dos participantes e do processo de pesquisa, para garantir que a pesquisa seja desenvolvida dentro dos padrões éticos e legais envolvendo seres humanos, para que o (a) senhora (o) tenha todos os seus direitos respeitados e esteja protegido de riscos. Esta pesquisa tem como objetivo investigar os efeitos de um treinamento respiratório e muscular em pacientes com Doença Renal Crônica (DRC) em estágios pré-dialíticos. O objetivo principal é avaliar como esses treinamentos podem influenciar a força muscular, a função pulmonar e a capacidade física desses pacientes. Para isso, você será convidado a participar de um estudo que envolve algumas avaliações físicas e a participação em um programa de treinamento supervisionado. A pesquisa será realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco (LACAP).

O que será feito com o participante:

- **Entrevista e Questionário:** Você será convidado a responder a perguntas sobre seu histórico de saúde, incluindo informações sobre a DRC, comorbidades, hábitos de vida e qualidade de vida. Essas informações serão usadas para entender melhor seu perfil clínico.
- **Avaliação Física:** A coleta de dados incluirá a medição de sua força muscular de membros superiores e inferiores, espessura do músculo diafragma e do quadríceps femoral, e a avaliação da sua função pulmonar. As avaliações serão feitas por meio de exames não invasivos, como o uso de ultrassonografia.
- **Treinamento:** Você realizará exercícios respiratórios e treinamento muscular, conforme um protocolo supervisionado, com o objetivo de melhorar sua capacidade respiratória e força muscular. Podendo realizar esse treinamento de forma.

Como e onde será feita a coleta de dados:

- **Local de Coleta:** As avaliações físicas e o treinamento muscular ocorrerão presencialmente no LACAP, e o treinamento respiratório ocorrerá em seu domicílio.

➤ **Formato da Coleta:** As avaliações serão feitas de forma presencial, individualmente. O treinamento físico ocorrerá tanto de forma presencialmente quanto de forma domiciliar.

➤ **Duração:** As avaliações iniciais e finais ocorrerão apenas **uma vez** no início e no final do estudo, com duração de aproximadamente **1 hora** cada e protocolo de treinamento terá **duração de 8 semanas**. O treinamento respiratório será feito diariamente em sua residência (15 minutos, duas vezes por dia), enquanto o treinamento muscular ocorrerá três vezes por semana (duração média de 30 minutos, por dia) presencialmente no LACAP/UFPE.

Será solicitado ao voluntário da pesquisa:

➤ Participação nas avaliações físicas: Você será solicitado a realizar as avaliações físicas no início e no final do estudo.

➤ Participação no treinamento: Será solicitado a realizar o treinamento respiratório em sua casa (15 minutos duas vezes por dia). Também será necessário realizar um treinamento físico três vezes por semana no LACAP (30 minutos por sessão).

➤ **RISCOS:**

a) *Risco de Constrangimento*- para minimizar esse risco, os participantes serão entrevistados em uma sala privativa, todas as informações serão confidencializadas e as entrevistas serão realizadas apenas na presença do avaliador, além do paciente. Para prevenir o riscos de queda, os participantes usarão sapatos adequados, a realização dos exercícios com supervisão direta dos pesquisadores, com apoio e sentados.

b) *Desconforto ou dor torácica*: para minimizar esse risco, os exercícios de força muscular serão iniciados com intensidade baixa e aumentados de forma gradual, com base na resposta do paciente.

c) *Sobrecarga muscular*: As intervenções serão ajustadas de forma individualizada, respeitando as respostas individuais dos pacientes, levando em consideração suas condições de saúde e limitações.

d) *Fadiga*: para minimizar esse risco, os pacientes serão monitorados e instruídos a interromper os exercícios ao sinal de fadiga excessiva, especialmente caso haja aumento de sintomas respiratórios ou musculares. Em caso de sinais de desconforto significativo, o exercício será imediatamente interrompido.

➤ **BENEFÍCIOS:**

a) **Conhecimento da condição de saúde:** será entregue a (o) senhor (a) um laudo da avaliação realizada, que poderá ser entregue ao médico que o acompanha, para informar o estado de saúde e uma cartilha com as orientações da importância de realizar os exercícios.

b) **Melhora da respiração e menos cansaço:** Os exercícios podem ajudar na força dos músculos que abrem os pulmões, melhorar a sua respiração, diminuindo a falta de ar, o cansaço e facilitar que senhor (a) não acumule secreção. Isso facilita a realização de tarefas do dia a dia, sem tanto esforço e suas atividades no trabalho.

c) **Fortalecimento dos músculos:** Os exercícios vão fortalecer seus músculos dos braços e das pernas, o que pode melhorar o equilíbrio e a resistência, evitando quedas. Assim, você consegue fazer suas atividades diárias com mais facilidade.

d) **Melhora na saúde geral:** A combinação desses tratamentos pode ajudar a reduzir a inflamação no corpo e melhorar o funcionamento do seu corpo, deixando o senhor (a) mais independente, trazendo mais qualidade de vida, o que pode ajudar a controlar alguns efeitos negativos da doença renal crônica.

Em resumo, esse tratamento pode melhorar sua respiração, aumentar a força dos seus músculos e sua energia, além de promover mais qualidade de vida, autonomia e bem-estar.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo

identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (fichas de avaliação), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

O (a) senhor (a) terá total acesso aos resultados encontrados ao término da pesquisa, a pesquisadora fornecerá cópia dos artigos produzidos e da tese desenvolvida para acesso público nos ambulatórios de cardiologia e nefrologia do Hospital das Clínicas e em estarão exposto no mural de informações, assim como, terão acesso ao contato da pesquisadora principal para mais informações, dúvidas e esclarecimentos a respeito dos resultados obtidos durante a pesquisa. Será fornecido um breve resumo a (o) senhor com as informações encontradas após a pesquisa. Os responsáveis pelos setores do Hospital das Clínicas receberam cópias dos resultados e será agendado uma reunião nos dias de atendimento para apresentar os dados obtidos durante toda a pesquisa e para a comunidade científica e pacientes assistidos nos dias de ambulatório.

A aceitação é voluntária, se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), e fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do HC/UFPE no endereço: **(Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista, Vitória de Santo Antão-PE, CEP: 55.612-440, Tel.: (81) 3114-4152– e-mail: cep.cav@ufpe.br).**

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **“EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO E PERIFÉRICO NA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, SARCOPENIA URÊMICA E VARIAÇÃO DE VOLUME TORÁCICO EM PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA EM ESTÁGIO PRÉ DIALÍTICO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

ANEXO 1 – VERSÃO BRASILEIRA DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA (SF-36)

Instruções: Esta pesquisa questiona você sobre sua saúde. Estas informações nos manterão informados de como você se sente e quão bem você é capaz de fazer atividades de vida diária. Responda cada questão marcando a resposta como indicado. Caso você esteja inseguro em como responder, por favor, tente responder o melhor que puder.

1-Em geral você diria que sua saúde é:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

	To do	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentido cheio de vigor, de vontade de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que anda pode animá-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo e tranquilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

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

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

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

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
a) Eu costumo adoecer um pouco mais facilmente que outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que	1	2	3	4	5

eu conheço					
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar					
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

PONTUAÇÃO: _____/100

ANEXO 2 - Escala de Percepção global de Mudança - (PGICS)

Em relação ao tratamento realizado como o Senhor (a) descreve as mudanças e se houveram, no que diz respeito as limitações de atividades diárias, sintomas respiratórios e motores, emoções e qualidade de vida.

Assinale apenas uma alternativa	
Sem alterações (ou a condição piorou)	1
Quase na mesma, sem qualquer alteração visível	2
Ligeiramente melhor, mas, sem mudanças consideráveis	3
Com algumas melhorias, mas a mudança não representou qualquer diferença real	4
Moderadamente melhor com mudança ligeira, mas significativa	5
Melhor, e com melhorias que fizeram uma diferença real e útil	6
Muito melhor, e com uma melhoria considerável que fez toda a diferença	7