PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Reabilitação Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

NIELZA MOREIRA DE SOUZA

ASSOCIAÇÃO ENTRE CAPACIDADE FUNCIONAL E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR PÓS-TUBERCULOSE

RIO DE JANEIRO
2026

NIELZA MOREIRA DE SOUZA

ASSOCIAÇÃO ENTRE CAPACIDADE FUNCIONAL E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR PÓS-TUBERCULOSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre** em Ciências da Reabilitação.

Linha de Pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo José Lopes

RIO DE JANEIRO

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e
Informação – SBI – UNISUAM

615.15 Souza, Nielza Moreira de
S729a Associação entre capacidade funcional e aspectos socioeconômicos e ambientais em pacientes com doença pulmonar pós-tuberculose / Nielza Moreira de Souza – Rio de Janeiro, 2026.
93p.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Centro Universitário Augusto Motta, 2026.

1. Tuberculose 2. Doença pulmonar. 3. Determinantes sociais da saúde. 4. Capacidade funcional.5. Reabilitação pulmonar. I. Título.

CDD 22.ed.

NIELZA MOREIRA DE SOUZA

ASSOCIAÇÃO ENTRE CAPACIDADE ASSOCIAÇÃO ENTRE CAPACIDADE FUNCIONAL E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR PÓS-TUBERCULOSE

Examinada em: 03/09/2026

gov.br Documento assinado digitalmente
AGNALDO JOSE LOPES
Data: 03/09/2026 18:27:18-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Agnaldo José Lopes
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

gov.br Documento assinado digitalmente
ESTEVAO RIOS MONTEIRO
Data: 03/09/2026 19:33:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Estêvão Rios Monteiro
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

gov.br Documento assinado digitalmente
GLAUCIO OLIVEIRA DA GAMA
Data: 03/09/2026 18:54:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Gláucio Oliveira da Gama
Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ

RIO DE JANEIRO

2026

Dedicatória

Dedico este trabalho a Deus, à minha família, ao meu orientador e a todos que me apoiaram nessa caminhada.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder forças nos momentos mais difíceis, por iluminar meu caminho e por me sustentar com fé e coragem ao longo de toda essa jornada acadêmica e pessoal.

À minha mãe, minha maior inspiração, meu alicerce e fonte inesgotável de amor, apoio e determinação. Seu exemplo de força e perseverança me impulsionou a chegar até aqui. Cada conquista minha carrega muito do que aprendi com ela.

Ao meu orientador, pela orientação cuidadosa, pela paciência e por acreditar na relevância desse projeto. Seu apoio foi essencial para o amadurecimento acadêmico e científico desse trabalho.

Aos professores e colegas, que contribuíram com trocas valiosas, sugestões, incentivo e apoio ao longo do Mestrado, deixo aqui minha profunda gratidão.

Aos profissionais e pacientes do HUPE-UERJ, por sua colaboração e disponibilidade, e ao programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM, por fornecer a estrutura necessária para o desenvolvimento desse estudo.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada, meu muito obrigado.

“Quem observa o vento, nunca semeará, e o que olha para as nuvens, nunca segará.”

Eclesiastes 11:4

Resumo

Introdução: A doença pulmonar pós-tuberculose (DPPT) pode ocasionar limitações funcionais persistentes mesmo após a cura microbiológica, sendo os determinantes sociais da saúde potenciais fatores associados a esse comprometimento. **Objetivo:** Investigar a associação entre aspectos socioeconômicos e socioambientais e indicadores de capacidade funcional, fadiga, força muscular e função pulmonar em indivíduos com DPPT. **Métodos:** Estudo observacional, transversal, realizado com 69 indivíduos com DPPT. Foram avaliados aspectos socioeconômicos e socioambientais, capacidade funcional (teste do degrau de 6 minutos), fadiga geral (*Functional Assessment of Chronic Illness Therapy – Fatigue Scale*), força muscular periférica e respiratória e função pulmonar. As análises utilizaram os testes de Spearman, Mann-Whitney, Kruskal-Wallis e regressão linear múltipla, adotando-se nível de significância de 5%. **Resultados:** A maioria das associações entre os determinantes socioeconômicos e socioambientais e os desfechos avaliados não apresentou significância estatística. Entretanto, observaram-se associações relacionadas às condições de saneamento, além de tendências entre renda e alguns indicadores funcionais. Nos modelos ajustados, idade, sexo e índice de massa corporal apresentaram maior influência sobre os desfechos do que renda e escolaridade. **Conclusão:** Os determinantes socioeconômicos e socioambientais apresentaram influência limitada sobre os indicadores funcionais e respiratórios nesta amostra. No entanto, os achados reforçam a importância de considerar fatores sociais na avaliação e reabilitação de indivíduos com DPPT e indicam a necessidade de estudos com amostras maiores.

Palavras-chave: Tuberculose; Doença pulmonar pós-tuberculose; Determinantes sociais da saúde; Capacidade funcional; Reabilitação pulmonar.

Abstract

Introduction: Post-tuberculosis lung disease (PTLD) may lead to persistent functional impairment even after microbiological cure, and social determinants of health may contribute to these limitations. **Objective:** To investigate the association between socioeconomic and socioenvironmental factors and indicators of functional capacity, fatigue, peripheral and respiratory muscle strength, and pulmonary function in individuals with PTLD. **Methods:** This cross-sectional observational study included 69 individuals with PTLD. Socioeconomic and socioenvironmental characteristics, functional capacity (6-minute step test), gerenal fatigue (*Functional Assessment of Chronic Illness Therapy – Fatigue Scale*), peripheral and respiratory muscle strength, and pulmonary function were assessed. Statistical analyses included Spearman's correlation, Mann–Whitney and Kruskal–Wallis tests, as well as multiple linear regression models, adopting a significance level of 5%. **Results:** Most associations between socioeconomic and socioenvironmental factors and the evaluated outcomes were not statistically significant. However, associations related to sanitation conditions were identified, as well as trends between income and some functional indicators. In the adjusted models, age, sex, and body mass index showed a greater influence on the outcomes than income and educational level. **Conclusion:** The socioeconomic and socioenvironmental factors evaluated showed limited influence on functional and respiratory outcomes in this sample. Nevertheless, the findings reinforce the importance of considering social determinants of health in the assessment and rehabilitation of individuals with PTLD and highlight the need for further studies involving larger and more socioeconomically diverse populations.

Keywords: Tuberculosis; Post-tuberculosis lung disease; Social determinants of health; Functional capacity; Pulmonary rehabilitation.

Resumo para Leigos

Este estudo avaliou se fatores sociais, econômicos e ambientais influenciam a capacidade funcional de pessoas que desenvolveram doença pulmonar após a tuberculose. Foram analisados aspectos como renda, escolaridade, condições de moradia, força muscular, função pulmonar, fadiga e desempenho em um teste físico. Embora a maioria das associações estatísticas não tenha sido significativa, observou-se que pacientes em maior vulnerabilidade social apresentaram tendência a pior desempenho funcional. Os resultados reforçam a importância de considerar não apenas as alterações pulmonares, mas também os determinantes sociais da saúde no acompanhamento e na reabilitação desses pacientes.

1.1 **Motivações para o Desenvolvimento da Pesquisa**

A doença pulmonar pós-tuberculose (DPPT) representa uma condição crônica ainda pouco investigada, especialmente quanto à influência dos determinantes sociais sobre a funcionalidade. Compreender essa relação é fundamental para ampliar o conhecimento sobre os fatores que impactam a recuperação desses indivíduos após a cura da tuberculose. Além disso, a escassez de evidências nessa área justifica o desenvolvimento de pesquisas que subsidiem estratégias de avaliação, reabilitação e acompanhamento mais abrangentes.

1.2 Principais Contribuições Científicas

- **Subsídios para a prática clínica:** Fornece evidências que auxiliam profissionais da saúde na avaliação integral de pacientes com DPPT, incorporando aspectos funcionais e determinantes sociais da saúde para o planejamento de intervenções de reabilitação mais individualizadas e direcionadas.
- **Fortalecimento das Ciências da Reabilitação:** Amplia o corpo de evidências sobre a relação entre funcionalidade e determinantes socioeconômicos em indivíduos com doença pulmonar pós-tuberculose, contribuindo para o desenvolvimento de protocolos de avaliação e acompanhamento aplicáveis em diferentes níveis de atenção à saúde.
- **Impacto em saúde pública:** Reforça a necessidade de uma abordagem de cuidado contínuo aos sobreviventes da tuberculose, destacando que a recuperação deve contemplar não apenas a cura microbiológica, mas também a reabilitação funcional e a redução das vulnerabilidades sociais que podem comprometer a qualidade de vida e a reinserção social.

Lista de Quadros e Tabelas

Quadro 1 Manifestações clínicas, radiológicas e funcionais da doença pulmonar pós-tuberculose

Quadro 2 Principais alterações na estrutura pulmonar em pacientes com doença pulmonar pós-tuberculose

Quadro 3 Resumo das principais repercussões sistêmicas da doença pulmonar pós-tuberculose sobre o desempenho funcional

Quadro 4 Parâmetros avaliados no teste do degrau de 6 minutos

Quadro 5 Apoio financeiro

Lista de Abreviaturas e Siglas

2MST	*2-Minute Step Test* (equivalente em inglês ao TD6)
ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
ATS	*American Thoracic Society*
AVD	Atividades de vida diária
BIPAP	*Bilevel positive airway pressure*
cmH_2O	Centímetro de coluna de água
CVF	Capacidade vital forçada
DP	Desvio-padrão
DPPT	Doença pulmonar pós-tuberculose
DRC	Doença respiratória crônica
DLCO	Capacidade de difusão dos pulmões ao monóxido de carbono
FACIT-F	*Functional Assessment of Chronic Illness Therapy – Fatigue Scale*
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto

IMC	Índice de massa corporal
kgf	Quilograma-força
LFP	Laboratório de Função Pulmonar
PImáx	Pressão expiratória máxima
PEmáx	Pressão inspiratória máxima
PSE	Percepção subjetiva de esforço
QVRS	Qualidade de vida relacionada à saúde
SpO_2	Saturação periférica de oxigênio
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD6'	Teste do degrau de 6 minutos
TUG	*Timed Up and Go*
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
VEF_1	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEmax	Volume expiratório máximo
VM	Ventilação mecânica

Sumário

PARTE I – PRODUÇÃO INTELECTUAL **17**
3. Disseminação da Produção 18
4. Contextualização da Produção 19
5. Manuscrito(s) para Submissão 20
5.1. Título do manuscrito para submissão #1 21
5.1.1. Contribuição dos autores do manuscrito #1 21
PARTE II – PROJETO DE PESQUISA
Capitulo 1 Revisão de Literatura
1.1. Aspectos gerais das complicações pulmonares pós-tuberculose **40**
1.2. Balanço corporal na doença pulmonar pós-tuberculose 42
1.2.1. Alterações estruturais e funcionais pulmonares 42
1.2.2. Alterações musculares e metabólicas 43
1.2.3. Alterações cardiorrespiratórias e tolerância ao esforço 44
1.2.4. Fadiga e impacto funcional global 44
1.3. Fatores psicossociais e qualidade de vida na doença pulmonar pós-tuberculose 45
1.4. Aspectos socioambientais, determinantes sociodemográficos e sua relação com a capacidade funcional 46
1.5. Testes funcionais e de função respiratória em pacientes com doença pulmonar pós-tuberculose 48
1.6. Justificativas 52
1.6.1 Relevância para as Ciências da Reabilitação 52
1.6.2. Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde 53
1.6.3. Relevância para o Desenvolvimento Sustentável 53
1.7. Objetivos **54**
1.7.1. Principal 54
1.7.2. Específicos 54
1.8. Hipóteses 55
Capítulo 2 Participantes e Métodos

2.1. Aspectos éticos **56**
2.2. Delineamento do estudo **56**
2.2.1. Local de realização do estudo 57
2.2.2. Pré-registro do protocolo 57
2.3. Amostra **58**
2.3.1. Local de recrutamento do estudo 58
2.3.2. Critérios de inclusão 59
2.3.3. Critérios de exclusão 59
2.4. Procedimentos/Metodologia proposta **60**
2.4.1. Avaliação dos dados sociodemográficos, clínicos e ambientais 60
2.4.2. Avaliação de capacidade funcional 61
2.4.3. Avaliação de função pulmonar 62
2.4.4. Avaliação de força muscular periférica 64
2.5. Desfechos **66**
2.5.1. Desfecho primário 66
2.5.2. Desfecho secundário 67
2.6. Análise dos dados 67
2.6.1. Tamanho amostral 67
2.6.2. Variáveis de exposição 68
2.6.3. Variáveis de controle 68
2.6.4. Plano de análise estatística 68
2.6.5. Disponibilidade e acesso aos dados 69
2.7.Limitações do estudo 69
2.8. Resultados esperados 70
2.9. Orçamento e apoio financeiro 71
2.10. Cronograma 72

Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
78
Apêndice 2 – Ficha Clínica 81
Anexo 1 – Teste do Degrau de 6 minutos (TD6') 83
Anexo 2 – Checklist Ético Preliminar (CEPlist) 85
Anexo 3 - Declaração de Instituição Coparticipante 89
Anexo 4 - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa 90
Anexo 5 - Comprovante de publicação do Artigo

1. Apresentação

A presente dissertação de Mestrado, desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM, investiga a associação entre a capacidade funcional e os aspectos socioeconômicos e ambientais em indivíduos com doença pulmonar pós-tuberculose (DPPT). O estudo parte da compreensão de que, embora a cura microbiológica da tuberculose (TB) represente um importante avanço terapêutico, muitos pacientes permanecem com limitações funcionais que comprometem sua autonomia, qualidade de vida e reinserção social.

Temática Central: A DPPT constitui uma condição crônica caracterizada por alterações estruturais e funcionais persistentes do sistema respiratório, frequentemente acompanhadas por redução da capacidade funcional, fadiga e diminuição da força muscular. Considerando que a TB está intimamente relacionada às desigualdades sociais, esta pesquisa busca compreender se fatores socioeconômicos e condições sociais também influenciam a funcionalidade desses indivíduos, contribuindo para uma abordagem mais ampla da reabilitação baseada no modelo biopsicossocial.

Motivações: A realização deste estudo foi motivada pela necessidade de ampliar o conhecimento sobre os fatores que interferem na recuperação funcional de indivíduos com DPPT após a cura da TB. Embora as sequelas respiratórias sejam amplamente reconhecidas, ainda existem poucas evidências sobre a influência dos determinantes sociais da saúde na funcionalidade dessa população. A necessidade de compreensão dessa relação motivou a realização desta pesquisa no Hospital Universitário Pedro Ernesto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (HUPE-UERJ), visando oferecer uma base científica mais sólida para a elaboração de protocolos de reabilitação mais abrangentes e eficazes.

Principais contribuições científicas: A partir da análise dos dados obtidos, este estudo contribui para as Ciências da Reabilitação ao:

- Caracterização do perfil socioeconômico, clínico, funcional e de função pulmonar de indivíduos com DPPT, por meio da avaliação de escolaridade, renda, participação econômica, condições de moradia, fadiga (*Functional Assessment of Chronic Illness Therapy – Fatigue Scale* – FACIT-F), capacidade funcional (teste do degrau de 6 minutos – TD6'), força muscular periférica (dinamometria de preensão manual e força de quadríceps)

e função pulmonar (espirometria, difusão pulmonar, pletismografia e pressões respiratórias máximas).

- Investigação da associação entre determinantes socioeconômicos e desempenho funcional, analisando a relação entre escolaridade, renda, participação econômica, benefício social e condições de saneamento (água tratada, esgoto tratado e coleta de lixo) com a capacidade funcional (TD6' em valores absolutos e em % predito), fadiga (FACIT-F), força muscular (*handgrip* e quadríceps) e parâmetros de função pulmonar (volume expiratório forçado no primeiro segundo, capacidade de difusão dos pulmões ao monóxido de carbono, pressão inspiratória máxima e razão entre volume residual e capacidade pulmonar total).
- Fornecimento de evidências que reforçam a importância da avaliação integrada dos determinantes sociais da saúde e dos indicadores funcionais no acompanhamento de indivíduos com DPPT, subsidiando programas de reabilitação pulmonar mais individualizados e estratégias de cuidado voltadas à recuperação funcional e à redução das vulnerabilidades sociais.

2. Trajetória no curso

O ingresso no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM representou um importante passo no meu desenvolvimento profissional e acadêmico como enfermeira. A vivência na assistência despertou o interesse em compreender as repercussões da tuberculose (TB) para além da cura da infecção, especialmente os desafios enfrentados pelos indivíduos que convivem com limitações persistentes após o tratamento. Essa percepção motivou a realização desta pesquisa, voltada para a compreensão da influência dos determinantes socioeconômicos e socioambientais sobre a funcionalidade de pessoas com doença pulmonar pós-tuberculose (DPPT).

A construção do projeto ocorreu de forma colaborativa com meu orientador, Prof. Dr. Agnaldo José Lopes, permitindo o amadurecimento da proposta de pesquisa e a definição de um delineamento capaz de integrar aspectos clínicos, funcionais e sociais. A realização do estudo no Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE-UERJ) proporcionou contato direto com uma população que frequentemente apresenta repercussões de longo prazo da TB, fortalecendo a compreensão sobre a necessidade de um cuidado multiprofissional e centrado nas necessidades do paciente.

O desenvolvimento da pesquisa exigiu organização, planejamento e capacidade de adaptação diante dos desafios inerentes à pesquisa clínica. O recrutamento dos participantes, a execução de um protocolo abrangente de avaliações e a compatibilização da coleta de dados com a rotina assistencial do hospital demandaram constante articulação entre a equipe de pesquisa e os serviços envolvidos. Ao longo desse processo, tornou-se evidente que as condições de vida, o contexto social e o acesso aos serviços de saúde exercem papel fundamental no processo de reabilitação, reforçando a importância da incorporação dos determinantes sociais da saúde na investigação científica e na prática assistencial.

Sob a perspectiva da enfermagem, essa experiência ampliou significativamente minha compreensão sobre o cuidado integral às pessoas com DPPT. O mestrado fortaleceu minhas competências em metodologia científica, análise crítica da literatura e interpretação de dados, além de consolidar a importância da prática baseada em evidências na tomada de decisão clínica. Mais do que compreender os aspectos biológicos da doença, passei a reconhecer a necessidade de considerar os fatores sociais, econômicos e ambientais que influenciam a recuperação, a funcionalidade e a qualidade de vida dos pacientes.

Essa trajetória reafirmou meu compromisso com a produção de conhecimento científico e com uma enfermagem comprometida com a promoção da equidade, da integralidade do cuidado e da melhoria das condições de saúde da população.

PARTE I – PRODUÇÃO INTELECTUAL

3. Disseminação da Produção

A disseminação da produção será realizada por meio da elaboração e publicação de Artigo Científico em revistas especializadas.

A produção bibliográfica, como o artigo, também será registrada em Currículo lattes. Além disso, a dissertação final será depositada no Repositório da UNISUAM, permitindo acesso aberto a toda comunidade acadêmica. Poderá ser expandido através da apresentação de Resumo da Pesquisa com os resultados finais em eventos acadêmicos como, Seminários, Simpósios e Congressos.

4. Contextualização da Produção

Quadro 1: Declaração de desvios de projeto original.

Declaração dos Autores	Sim	Não
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>tema proposto</u> no projeto de pesquisa?		x
Justificativas e Modificações		
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>delineamento do projeto</u> de pesquisa?		x
Justificativas e Modificações		
A produção intelectual contém desvios substantivos dos <u>procedimentos de coleta</u> e análise de dados do projeto de pesquisa?		x
Justificativas e Modificações		

5. Manuscrito(s) para Submissão

NOTA SOBRE MANUSCRITOS PARA SUBMISSÃO

Este arquivo contém manuscrito que foi submetido à revista "Advances In Respiratory Medicine".

5.1. Título do manuscrito para submissão #1

5.1.1. Contribuição dos autores do manuscrito #1

Iniciais dos autores, em ordem:	NMS	PHPLS	ERSP	AOS	ASC	WC	BCP	APS	AJL
Concepção	X								X
Métodos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Programação									
Validação	X								
Análise formal	X								
Investigação		X	X	X	X	X	X	X	X
Recursos	X								
Manejo dos dados									
Redação do rascunho	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisão e edição	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Visualização									X
Supervisão									X
Administração do projeto									X
Obtenção de financiamento									X

Contributor Roles Taxonomy **(CRediT)**[1]

[1] Detalhes dos critérios em: https://doi.org/10.1087/20150211

Association Between Physical Function and Social Determinants of Health in Individuals with Post-Tuberculosis Lung Disease

Nielza Moreira de Souza[1], Pedro Henrique Perpetuo de Lima Silva[1], Estephane Ramos de Souza Penna[2], Amanda Oliveira dos Santos[2], Alícia Sales Carneiro[3,4], Walter Costa[3], Bruna Cuoco Provenzano[3,4], Ana Paula Santos[3,4,5], Agnaldo José Lopes[1,3,4,*]

[1]Rehabilitation Sciences Post-Graduation Program, Augusto Motta University Centre (UNISUAM), Rio de Janeiro, Brazil

[2]Faculty of Physiotherapy, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Rio de Janeiro, Brazil

[3]Department of Pulmonology, Pedro Ernesto University Hospital, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil

[4]Postgraduate Program in Medical Sciences, School of Medical Sciences, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil

[5]Medical School and Institute of Thorax Diseases, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brazil

Running head: Social determinants in in post-tuberculosis lung disease

Word count of the summary: 199

Word count of the text: 2500

Number of references: 35

Number of tables: 4

Number of figures: 1

Correspondence to: Agnaldo José Lopes, Rehabilitation Sciences Post-Graduation Program, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Rua Dona Isabel, 94, Bonsucesso, 21032-060, Rio de Janeiro, Brazil. agnaldolopes.uerj@gmail.com

Authors' emails and ORCID numbers:

Yasmin Oliveira de Freitas: yasminolifreitas@hotmail.com; 0009-0003-9275-6568

Aline Mendes Leal Rodrigues de Souza: dra.alineleal@outlook.com; 0009-0001-4791-364

Laura Lima da Silva: lauralimas@souunisuam.com.br; 0009-0001-7268-4793

Ursula Damiana Pereira Vasques da Silva: uvasquesd@gmail.com; 0009-0003-3369-0474

João Pedro Lima de Almeida: jplalmeida17@gmail.com; 0009-0009-2016-7485

Alessandro dos Santos Beserra: alessandro.santos.br@gmail.com; 0009-0000-9301-1283

Alícia Sales Carneiro: aliciasc6@gmail.com; 0000-0002-0262-0006

Walter Costa: dr.waltercosta@terra.com.br; 0000-0003-0831-8585

Bruna Cuoco Provenzano: brunaclinicamedica@gmail.com; 0000-0002-0255-1696

Ana Paula Santos: anapsantos.ip@gmail.com; 0000-0001-5226-4372

Agnaldo José Lopes: agnaldolopes.uerj@gmail.com; 0000-0001-8598-4878

Highlights

What are the main findings?

- Individuals with PTLD (iwPTLD) have low functional exercise capacity, impaired lung function, and deteriorating social determinants of health (SDH), even when they have adequate housing.
- Although not negligible, the association between physical function, pulmonary function, and SDH is weak to moderate in this patient population.

What are the implications of the main findings?

- When monitoring iwPTLD, it is important to consider not only physiological parameters, but also socioeconomic and environmental factors that contribute to overall functional limitation.
- These findings may serve as a basis for randomized controlled trials applying social protection measures during and after tuberculosis treatment, in order to better clarify the impact of socioeconomic conditions on physical performance.

Abstract

Although poverty and tuberculosis are insidiously linked, knowledge of the relationship between social determinants of health (SDH) and post-tuberculosis lung disease (PTLD) is limited. This study aimed to analyze the association between physical function, pulmonary function, and SDH in individuals with PTLD (iwPTLD), considering the impact of social inequalities on physical performance. This cross-sectional study collected social data from 69 iwPTLDs using a standardized assessment form. The patients underwent pulmonary function testing via spirometry and body plethysmography, as well as respiratory muscle strength and quadriceps muscle strength (QMS) testing. They also completed the six-minute step test (6MST). The median value of steps climbed by participants on the 6MST was 88 (57–117), corresponding to 50.1% (34.9–73.2) of the predicted value. The mean QMS was 28.7 ± 11.9 kgf, with 11 participants (17.4%) showing QMS below the cutoff point. Spirometry revealed normal, obstructive, restrictive, and mixed patterns in 19 (27.5%), 20 (29%), 18 (26.1%), and 12 (17.4%) of the participants, respectively. Performance on the 6MST showed no statistically significant association with SDH. QMS showed a statistically significant association with treated sewage (W=84, p=0.026). Forced expiratory volume in one second showed significant correlations with education level (ρ=0.248, p=0.040), social protection (W=207, p=0.050, r=0.238), and treated water (W=24.5, p=0.029, r=0.264). Maximum inspiratory pressure showed significant correlations with education level (ρ=0.246, p=0.042) and treated water (W=20, p=0.021, r=0.280). The regression model for 6MST and QMS performance showed that 12% and 45% of the variability was explained by the studied variables, respectively. In iwPTLD, impairments in physical function and damage to lung function lead to deterioration of SDH. While the relationship between impairments in bodily function and SDH is weak to moderate, it should not be overlooked, as it may operate through indirect pathways.

Keywords: tuberculosis; exercise; respiratory function tests; muscle strength

1. Introduction

Post-tuberculosis lung disease (PTLD) is one of the most concerning lung conditions worldwide today due to its significant impact, high prevalence, and associated morbidity and mortality [1]. Up to 50% of tuberculosis (TB) survivors have sequelae, which increase their risk of death sixfold compared to individuals without the disease [1,2]. PTLD has a significant impact, accounting for 47% of the total 122 million disability-adjusted life years related to TB in new cases [3]. The most common residual lung lesions are pulmonary fibrosis, bronchiectasis, parenchymal destruction, and cavitations. These lesions reduce pulmonary compliance and compromise regional ventilation. Depending on the extent and location of the lesions, the functional pattern on spirometry can vary between obstructive, restrictive, or mixed [4]. These alterations directly impact functionality, making it difficult to perform activities of daily living (ADLs).

Frequent spirometric abnormalities occur after completion of pulmonary TB (PTB) treatment, with obstructive, restrictive, or mixed patterns being common. A significant reduction in pulmonary diffusion that is inconsistent with spirometry results may indicate pulmonary hypertension or structural lung disease [5]. However, PTLD is not merely residual lung disease; many individuals have physical deconditioning and musculoskeletal changes resulting from the prolonged period of illness and inactivity. There is a significant reduction in lean mass, primarily in the peripheral muscles of the lower limbs, due to persistent systemic inflammation and prolonged physical inactivity [6]. Individuals with PTLD (iwPTLD) often have ventilatory limitations and exercise intolerance, reflecting a long-term inflammatory and destructive process in lung tissues [1]. In assessing functional exercise capacity (FEC) in chronic respiratory diseases (CRDs), the six-minute step test (6MST) is a simple, safe, low-cost field test that shows good correlation with other functional tests, such as the six-minute walk test [7].

The social stigma associated with TB remains a significant barrier to social reintegration: iwPTLD report experiencing discrimination, shame, and isolation. This social isolation can lead to increased psychological stress, which may exacerbate physical symptoms such as dyspnea and fatigue. These symptoms can negatively impact functional capacity. Furthermore, PTLD can affect work capacity and generate economic hardship, creating a cycle of social and psychological vulnerability [8]. Post-treatment costs are estimated to be almost 15 times higher than pre-treatment costs due to indirect expenses and loss of monthly income [9]. Even after being cured, significant functional impairment remains, as evidenced by reduced aerobic capacity, increased perceived exertion, and changes in body composition. These factors can negatively impact the socioeconomic conditions of iwPTLD [10]. A complex interaction between the host, the pathogen, and the environment is believed to underlie the development of PTLD [11].

The structural and functional consequences of PTLD can impair physical performance and exercise tolerance. Beyond physiological aspects, socioeconomic and environmental conditions can potentially play a significant role in the functional recovery of these individuals by influencing their access to healthcare and their engagement in rehabilitation activities. Furthermore, prolonged functional limitation increases dependence on medical care, reduces productivity, and raises personal and family costs. Thus, functional and physical

losses can hinder the return to work and ADLs, resulting in financial losses for iwPTLD [9]. Advanced age, smoking, HIV infection, late diagnosis, and precarious socioeconomic conditions are risk factors for PTLD; however, evidence regarding the social impact of PTB after microbiological cure is limited [5]. Understanding how social factors influence iwPTLD functionality may enable the development of rehabilitation strategies that promote autonomy, functionality, and quality of life. This study aimed to analyze the association between physical function, pulmonary function, and social determinants of health (SDH) in iwPTLD, considering the impact of social inequalities on physical performance.

2. Materials and Methods

2.1. Ethical Issues

The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Research Ethics Committee of the Pedro Ernesto University Hospital at the State University of Rio de Janeiro (protocol number CAAE-70493823.5.0000.5259, approved August 25, 2023). Informed consent was obtained from all participants.

2.2. Study Design

From August 2025 to August 2026, a cross-sectional study was conducted with iwPTLD at the Pedro Ernesto University Hospital at the State University of Rio de Janeiro (HUPE-UERJ) in Rio de Janeiro, Brazil. The inclusion criteria were iwPTLD aged 18 years or older who had completed anti-PTB treatment up to two years prior. The following exclusion criteria were applied: diagnosis of a neurological or musculoskeletal disease that would limit performance of the proposed tests; presence of decompensated heart disease or hemodynamic instability; presence of cognitive limitations that would prevent understanding of the instructions; and inability to perform the physical tests due to intense pain or extreme fatigue.

2.3. Instruments and Measurements

Social data were assessed using a standardized evaluation form. The collected variables included data on ethnic-racial aspects, family composition, socioeconomic conditions (monthly income, household economic participation, and receipt of social protection), housing conditions (regular garbage collection, treated sewage, and treated water), health conditions (hypertension and diabetes mellitus), and lifestyle habits (smoking and physical activity).

Pulmonary function tests, consisting of spirometry, body plethysmography, and respiratory muscle strength measurement, were performed using an HDpft 3000 device (nSpire Health, Inc., Longmont, CO, USA). Brazilian predicted values were adopted for comparison with the participants' absolute values [12–14]. Obstructive and restrictive patterns were defined as forced expiratory volume in one second (FEV_1) divided by forced vital capacity (FVC) and total lung capacity (TLC) below the lower limits of normal, respectively [15]. Brazilian predicted values were used for comparison with the participants' absolute values [7].

Quadriceps muscle strength (QMS) was assessed using a tensile dynamometer (model E-lastic 5.0, E-sporte SE, Brazil). This measurement was taken after a 5-second contraction of the dominant leg and the highest value among three attempts, with 1-minute intervals between each attempt, was selected for analysis. The cutoff points used were 25.3 kgf for men and 14.8 kgf for women [16].

FEC was assessed using the 6MST with a 20-cm-high, 40-cm-wide, 60-cm-long wooden step without armrests. After receiving standardized instructions at the start of the test, participants stepped up and down on the step as many times as possible for 6 minutes. The 6MST was interrupted if participants experienced intolerable dyspnea, chest pain, dizziness, leg cramps, or oxygen desaturation below 85% [7].

2.4. Statistics

The sample size was calculated using MedCalc® version 8.2 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium) software. The calculation took into account a moderate effect size of 0.5, a 5% significance level, and an 80% statistical power to minimize the risk of type I and type II errors. A minimum of 64 participants was required to detect differences or associations between functionality and social aspects.

Statistical analyses were conducted in the R environment (R Core Team, 2025). The normality of the data distribution was verified using the Kolmogorov–Smirnov test. Due to the ordinal nature of some of the predictor variables and the absence of a normality assumption, associations between physical function variables and SDH were investigated using non-parametric tests. Spearman's correlation was used for ordinal variables. The Mann–Whitney test was applied to binary variables and the Kruskal–Wallis test to variables with three or more categories. Effect sizes were calculated as r for comparisons between two groups and as η^2 for comparisons between three or more groups. They were classified as negligible (r<0.10), small (0.10≤r<0.30), moderate (0.30≤r<0.50), or large (r≥0.50).

To verify whether monthly income and education level influence physical function independently, multiple linear regression models (MLRMs) were fitted. The explanatory variables in all models were monthly income, education level, age, sex, and body mass index (BMI). Given the small sample size, the models were exploratory in nature and did not present multicollinearity problems between the variables.

3. Results

3.1. Study Population

Of the 73 iwPTLDs evaluated for inclusion in the study, four were excluded due to the presence of neurological/musculoskeletal conditions limiting the execution of the 6MST. Of the 69 iwPTLDs included in the study, 44 (66.8%) were women, with a mean age of 50±15 years. The mean BMI was 25.3±6.3 kg/m², while the median time since the end of treatment for PTB was 16 [4–23] months. The majority were women (63.8%) and of brown color (53.6%). The sociodemographic characteristics, clinical variables, and SDH of the participants are shown in Table 1.

Table 1. Sociodemographic characteristics, clinical variables, and social determinants of health.

Variables		Values
Sex (female/male)		44/25
Race/color	Brown	37 (53.6%)
	Black	19 (27.5%)
	White	12 (17.4%)
	Yellow	1 (1.4%)
Hypertension	No	47 (68.1%)
	Yes	22 (31.9%)
Diabetes mellitus	No	61 (88.4%)
	Yes	8 (11.6%)
Smoking	Never smoked	51 (73.9%)
	Former smoker	9 (13%)
	Current smoker	9 (13%)
Physical activity	No	43 (62.3%)
	Yes	26 (37.7%)
Education level	No education	1 (1.4%)
	Incomplete primary education	15 (21.7%)
	Completed primary education	8 (11.6%)
	Incomplete secondary education	7 (10.1%)
	Completed secondary education	32 (46.4%)
	Incomplete higher education	4 (5.8%)
	Completed higher education	2 (2.9%)
Monthly income	None	7 (10.1%)
	Up to 0.5 minimum wage [1]	2 (2.9%)
	0.6 to 1 minimum wage	18 (26.1%)
	1.1 to 1.5 minimum wage	22 (31.9%)
	1.6 to 2 minimum wages	15 (21.7%)
	2.1 to 5 minimum wages	4 (5.8%)
	>5 minimum wages	1 (1.4%)
Social protection	No	65 (95.2%)
	Yes	4 (5.8%)
Household economic participation	Does not work	21 (30.4%)
	Responsible for support	18 (26.1%)
	Works but not financially independent	16 (23.2%)
	Financially independent	14 (20.3%)
Garbage collection	No	68 (98.6%)
	Yes	1 (1.4%)
Treated sewage	No	63 (91.3%)
	Yes	6 (8.7%)
Treated water	No	66 (95.7%)
	Yes	3 (4.3%)

The values shown are number (frequency). [1] The Brazilian minimum wage is equivalent to approximately 320 United States dollars.

3.2. Functional Exercise Capacity, Muscle Function, and Lung Function

Participants' performance on the 6MST showed a median of 88 (57–117) steps climbed, corresponding to 50.1% (34.9–73.2%) of the predicted value.

Notably, 59 participants (85.5%) performed the test below 80% of the predicted value. Regarding the QMS test, the mean score was 28.7±11.9 kgf. Eleven participants (17.4%) had scores below the cutoff point that characterizes an anormal QMS test result. Spirometry revealed normal, obstructive, restrictive, and mixed patterns in 19 (27.5%), 20 (29%), 18 (26.1%), and 12 (17.4%) of the participants, respectively. The mean FEV_1 and maximum inspiratory pressure (MIP) values were 68.7% and 57.3% of the predicted values, respectively. In body plethysmography, the mean residual volume (RV)/TLC ratio was 42.7%±16%, indicating significant air trapping in this patient population. Data on FEC, muscle function, and pulmonary function are shown in Table 2.

Table 2. Functional exercise capacity, muscle function, and lung function.

Variables		Values
Functional exercise capacity	6MST (number of steps climbed)	88 (57–117)
	6MST (% predicted)	50.1 [34.9–73.2]
Muscle function	QMS (kgf)	28.7 ± 11.9
	MIP (% predicted)	57.3 ± 24.9
	MEP (% predicted)	57.3 ± 24.9
Smoking	Never smoked	51 (73.9%)
	Former smoker	9 (13%)
	Current smoker	9 (13%)
Lung function	FVC (% predicted)	76.7 ± 23.8
	FEV_1 (% predicted)	68.7 ± 26.6
	FEV_1/FVC (%)	73.4 ± 15.8
	TLC (% predicted)	85.7 ± 19.6
	RV (% predicted)	96 [81–113]
	RV/TLC (%)	42.7 ± 16

The values shown are the mean ± SD or median (interquartile range). 6MST, six-minute step test; QMS, quadriceps muscle strength; MIP, maximum inspiratory pressure; MEP, maximum expiratory pressure; FVC, forced vital capacity; FEV_1 = forced expiratory volume in one second; TLC, total lung capacity; RV, residual volume.

3.3. Associations between Performance on the Six-Minute Step Test and Social Determinants of Health

Performance on the 6MST was not associated with SDH in a statistically significant way. Effect sizes were mostly negligible or small. Treated sewage (r=0.223) and treated water (r=0.195) stood out, suggesting a trend toward better performance among participants with access to these utilities. The associations between 6MST performance and SDH are presented in Table 3.

Table 3. Associations between performance on the six-minute step test and social determinants of health.

Social determinant	Test	Statistic	*p*-value	Effect size
Education level	Spearman	ρ=0.118	0.336	Small
Monthly income	Spearman	ρ=0.181	0.136	Small
Social protection	Mann–Whitney	W=127	0.949	r=0.009 (negligible)
Household economic participation	Kruskal–Wallis	H=1.779	0.620	η^2=-0.019
Garbage collection	Mann–Whitney	W=20	0.498	r=0.085 (negligible)
Treated sewage	Mann–Whitney	W=102	0.065	r=0.223 (small)

Treated water	Mann–Whitney	*W*=44	0.109	*r*=0.195 (small)

3.4. Associations between Quadriceps Muscle Strength and Social Determinants of Health

The QMS showed a statistically significant association with treated sewage (*W*=84, *p*=0.026) and a small effect size (*r*=0.269). This indicates that participants without access to treated sewage have lower QMS scores. Household economic participation (*H*=7.788; *p*=0.051; η^2=0.074) and treated water (*W*=32; *p*=0.050; *r*=0.237) were at the threshold of significance, with small effects. The associations between QMS and SDH are presented in Table 4.

Table 4. Associations between quadriceps muscle strength and social determinants of health.

Social determinant	Test	Statistic	*p*-value	Effect size
Education level	Spearman	ρ=0.162	0.185	Small
Monthly income	Spearman	ρ=0.104	0.395	Small
Social protection	Mann–Whitney	*W*=179	0.213	*r*=0.151 (small)
Household economic participation	Kruskal–Wallis	*H*=7.788	0.051	η^2=-0.019
Garbage collection	Mann–Whitney	*W*=11	0.258	*r*=0.139 (small)
Treated sewage	Mann–Whitney	*W*=84	0.026	*r*=0.269 (small)
Treated water	Mann–Whitney	*W*=32	0.050	*r*=0.237 (small)

3.5. Associations between Forced Expiratory Volume in One Second and Social Determinants of Health

FEV_1 showed a significant positive correlation with education level (ρ=0.248, *p*=0.040), indicating that participants with higher education levels tend to have better lung function. FEV_1 was also significantly associated with the presence of social protection after PTB (*W*=207, *p*=0.050, *r*=0.238), suggesting that individuals with worse lung function deterioration were receiving social protection. FEV_1 was also significantly associated with access to treated water (*W*=24.5, *p*=0.029, *r*=0.264), showing better performance among iwPTLD patients who had access to this government resource. The association between FEV1 and treated sewage was near the threshold of significance (*p*=0.055), showing a small effect in the same direction. The associations between FEV_1 and SDH are presented in Table 5.

Table 5. Associations between forced expiratory volume in one second and social determinants of health.

Social determinant	Test	Statistic	*p*-value	Effect size
Education level	Spearman	ρ=0.248	0.040	Small
Monthly income	Spearman	ρ=0.115	0.348	Small
Social protection	Mann–Whitney	*W*=207	0.050	*r*=0.238 (small)
Household economic participation	Kruskal–Wallis	*H*=4.355	0.226	η^2=-0.021
Garbage collection	Mann–Whitney	*W*=21.5	0.547	*r*=0.076 (negligible)
Treated sewage	Mann–Whitney	*W*=98.5	0.055	*r*=0.232 (small)
Treated water	Mann–Whitney	*W*=24.5	0.029	*r*=0.264 (small)

3.6. Associations between Maximum Inspiratory Pressure and Social Determinants Social of Health

MIP showed a significant positive correlation with education level (ρ=0.246, p=0.042), indicating greater respiratory muscle strength among more educated participants. MIP was also associated with access to treated water (W=20, p=0.021, r=0.280), suggesting weaker respiratory muscle strength among those without access to this resource. Treated sewage was at the threshold of significance (p=0.050) with a small effect in the same direction. The associations between MIP and SDH are presented in Table 6.

Table 6. Associations between maximum inspiratory pressure and social determinants social of health.

Social determinant	Test	Statistic	*p*-value	Effect size
Education level	Spearman	ρ=0.246	0.042	Small
Monthly income	Spearman	ρ=0.073	0.552	Negligible
Social protection	Mann–Whitney	W=187.5	0.143	r=0.178 (small)
Household economic participation	Kruskal–Wallis	H=3.464	0.326	η^2=-0.007
Garbage collection	Mann–Whitney	W=22	0.564	r=0.073 (negligible)
Treated sewage	Mann–Whitney	W=96.5	0.050	r=0.237 (small)
Treated water	Mann–Whitney	W=20	0.021	r=0.280 (small)

3.7. Associations between Residual Volume/Total Lung Capacity Ratio and Social Determinants of Health

The RV/TLC ratio showed a stronger and more statistically significant association with the presence of treated sewage at home (W=290, p=0.008, r=0.334) with a moderate effect size. Government social protection after PTB was close to the threshold of significance (p=0.093), with a small effect size. The associations between the RV/TLC ratio and SDH are presented in Table 7.

Table 7. Associations between maximum inspiratory pressure and social determinants social of health.

Social determinant	Test	Statistic	*p*-value	Effect size
Education level	Spearman	ρ=-0.114	0.370	Small
Monthly income	Spearman	ρ=-0.011	0.928	Negligible
Social protection	Mann–Whitney	W=59	0.093	r=0.211 (small)
Household economic participation	Kruskal–Wallis	H=4.356	0.226	η^2=0.023
Garbage collection	Mann–Whitney	W=58	0.159	r=0.179 (small)
Treated sewage	Mann–Whitney	W=290	0.008	r=0.334 (moderate)
Treated water	Mann–Whitney	W=116	0.446	r=0.097 (negligible)

3.8. Multiple Linear Regression Model for Performance on the Six-Minute Step Test

The MLRM for performance on the 6MST showed that 12% of the variability in the 6MST is explained by the studied variables. Age was the only variable with a statistically significant association: for each additional year of life, participants climbed an average of 0.7 fewer steps in the test, regardless of other characteristics. There was a positive trend in monthly income: participants with higher income tended to climb more steps. However, this difference was not consistent enough to confirm statistical significance in this sample.

Education level had practically no influence on the result. The adjusted MLRM for the 6MST, with the number of steps climbed in the test as the response variable, is presented in Table 8.

Table 8. Multiple linear regression model for performance on the six-minute step test ($R^2_{adjusted}$=0.121).

Variable	β	95% CI	*p*-value
Monthly income	5.603	-1.462; 12.669	0.118
Education level	0.010	-6.619; 6.638	0.998
Age	-0.658	-1.260; -0.056	0.033
Male	15.404	-3.093; 33.900	0.101
Body mass index	-1.064	-2.484; 0.357	0.140

3.9. Multiple Linear Regression Model for Quadriceps Muscle Strength

The MLRM for the QMS showed that 45% of the variability in the QMS is explained by the studied variables. Male sex was the strongest predictor, with men averaging approximately 13 kgf more than women. Age had a significant negative effect; for each additional year, the QMS decreased by an average of 0.3 kgf, regardless of other variables. BMI also contributed positively. The adjusted MLRM for the QMS is shown in Table 9.

Table 8. Multiple linear regression model for quadriceps muscle strength ($R^2_{adjusted}$=0.451).

Variable	β	95% CI	*p*-value
Monthly income	0.769	-0.956; 2.493	0.377
Education level	0.021	-1.597; 1.639	0.980
Age	-0.303	-0.450; -0.156	<0.001
Male	12.956	8.441; 17.471	<0.001
Body mass index	0.509	0.162; 0.856	0.005

4. Discussion

Disability associated with PTB is a clinical condition caused by the interaction between tissue damage, adverse events resulting from PTB treatment, pre-existing comorbidities, and socioenvironmental factors [11]. To evaluate the association between physical function and SDH, this study found that in iwPTLD, there is low FEC, impaired lung function, and SDH deterioration, even with adequate housing conditions. The association between physical function and SDH was weak. The association between lung function (performance in spirometry, respiratory muscle strength, and body plethysmography) and SDH was weak to moderate. To our knowledge, this is

the first study to thoroughly evaluate the influence of SDH on body functionality in iwPTLD.

Host immune responses play a crucial role in lung damage in the respiratory system, as indicated by excessive inflammation and elevated expression of proteases that degrade the lung matrix. An obstructive pattern is more common initially in PTLD, while a restrictive pattern becomes more prominent as scarring and fibrosis progress [17]. In our sample, approximately 74% of iwPTLD had never smoked, and 46% of them had obstructive damage ("pure" obstructive or mixed pattern). This finding reinforces the importance of mechanisms other than tobacco in the development of PTLD. Regarding FEC, approximately 85% of our sample performed poorly on the 6MST. In iwPTLD, factors contributing to low FEC include lower ventilatory efficiency and myopathy associated with chronic inflammation, which reduces muscle oxidative capacity and leads to early fatigue, limiting simple tasks such as climbing and descending stairs [1]. Since the 6MST is easy to administer, inexpensive, and highly sensitive for longitudinal monitoring, it can be incorporated into clinical practice to identify functional deficits early and guide personalized interventions [7].

Although exposure to tobacco smoke and environmental pollution in poverty-stricken areas can contribute to the severity of PTLD, the socioeconomic and environmental factors that exacerbate PTLD remain understudied [18]. In our study, we found that 71% of iwPTLD had a monthly income of up to one and a half times the minimum wage, indicating a high level of economic vulnerability. Furthermore, only 5.8% of participants reported receiving social benefits after PTLD, which is a low proportion considering the degree of economic vulnerability identified. These findings are concerning and highlight the need to review public policies directed at PTLD. A study conducted in Malawi found that families affected by PTLD remained economically vulnerable 12 months after treatment ended, with more individuals living in poverty (earning USD $1.90/day) than before the PTLD diagnosis [19]. Another study showed that, at the end of treatment, 54% of participants reported that PTB continued to interfere with their work or school participation, 18% reported ongoing disruption in family life, and 9% reported ongoing disruption in social life [20].

In addition to increasing the risk of PTB reinfection, poverty conditions favor malnutrition, as well as overcrowded and poorly ventilated housing and workplaces. These conditions can worsen pulmonary health and lead to serious complications after PTB treatment [9]. Surprisingly, the majority of our iwPTLD sample had access to garbage collection, treated sewage, and treated water, despite the low income. From an economic standpoint, PTLD imposes significant burdens through increased health service use, frequent hospitalizations, and decreased productivity. A study conducted in five Brazilian cities found that average monthly post-diagnosis costs reached approximately USD $800, consuming up to 40% of annual income among the extremely poor [21]. The authors also found that about half of the iwPTLD patients were unemployed due to the physical and social consequences of PTB [21]. Indeed, illness-related costs can impact income, and when these costs exceed monthly family income, they can trigger coping strategies such as borrowing money and selling assets.

In iwPTLD, common CRDs that are often found in the general population can develop, which can lead to worsening pulmonary dysfunction. This is because many locations with a high incidence of PTB also have other risk factors for poor pulmonary health, such as malnutrition and indoor and outdoor air pollution [5]. In our study, we demonstrated a weak to moderate interrelation between pulmonary function and SDH. Specifically, basic sanitation conditions, particularly access to treated water and sewage treatment, were the most consistent socioeconomic variables associated with pulmonary function parameters in this sample. Higher educational levels showed significant positive correlations with FEV_1 and MIP, suggesting that they may be related to better preservation of pulmonary function. The only association with a moderate effect size was between access to treated sewage and RV/TLC, indicating greater air trapping among participants without access to treated sewage. Overall, these findings underscore the importance of monitoring pulmonary function continuously in iwPTLD. Since MIP measurement is inexpensive, simple, and widely available, it could be a useful tool for monitoring iwPTLD in areas with limited resources.

Monitoring of iwPTLD should consider physiological parameters as well as socioeconomic and environmental factors contributing to overall functional limitation [22]. In our study, the association between physical function (performance on the 6MST and QMS) and SDH was weak although it should not be neglected. In this regard, the study by Choi and colleagues [23] is important because it showed that lower income was associated with an increased risk of long-mortality, while higher BMI and regular physical exercise were associated with a reduced risk of long-term mortality in iwPTLD. To assess the effect of each variable and control for the influence of the others, we developed explanatory models for physical function variables. In our sample, biological characteristics (especially sex, age, and BMI) explain much more of the variation in physical function than SDH. This does not mean that SDH are irrelevant to the health of this population but rather that, when present, its effects can operate indirectly. Alongside poverty and air pollution, it is important to note that certain risk factors predispose individuals to PTLD, including older age and low BMI [24]. Furthermore, some SDH, such as lower education, low income, and limited family support, can directly influence functional performance, adherence to rehabilitation programs, and social reintegration, thereby amplifying the effects of PTLD on overall health [8,25]. Early detection, clinical assessment, and personalized management of iwPTLD through social protection and pulmonary rehabilitation actions can mitigate functional disability [5].

There are several limitations to the present study that should be noted. First, its cross-sectional design prevents us from establishing cause-and-effect relationships. Second, the absence of statistical significance in most comparisons should be interpreted with caution considering the small sample size, which limits statistical power to detect small effects. Third, the lack of detailed measures of respiratory health and socioeconomic conditions at the start of PTB treatment limits our ability to evaluate changes in exercise performance and SDH during the post-treatment period. Despite these limitations, our findings may serve as a basis for randomized controlled trials that apply social protection measures during and after PTB treatment to better clarify the impact of socioeconomic conditions on physical performance.

5. Conclusions

In iwPTLD, impairments in physical and lung function and deterioration of SDH occur. While the relationship between impaired physical function and SDH is weak, it should not be overlooked as it can act indirectly. Our results may contribute to clinical follow-up actions and public policies, particularly regarding the prevention of disabilities, greater social protection, and social and labor reintegration. Understanding the relationship between physical function and SDH can help us develop personalized rehabilitation strategies for iwPTLD that consider their physical limitations and social contexts.

Author Contributions: Conceptualization, N.M.d.S. and A.J.L.; methodology, N.M.d.S. and A.J.L.; formal analysis, N.M.d.S. and A.J.L.; investigation, N.M.d.S., P.H.P.d.L.S., E.R.d.S.P., A.O.d.S., A.S.C., W.C., B.C.P., A.P.S. and A.J.L.; data curation, N.M.d.S.; writing—original draft preparation, A.J.L.; writing—review and editing, N.M.d.S., A.P.S. and A.J.L.; supervision, N.M.d.S., P.H.P.d.L.S., A.P.S. and A.J.L.; project administration, A.J.L.; funding acquisition, A.J.L. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnólogico (CNPq) under Grant number #401633/2023-3, Brazil, the Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) under Grant number #E-26/200.037/2026, Brazil, and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) under Grant number Finance Code 001, Brazil.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and approved by the Research Ethics Committee of the Pedro Ernesto University Hospital of the State University of Rio de Janeiro (CAAE-70493823.5.0000.5259; 25 August 2023).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data supporting the conclusions of this article can be made available by the authors upon reasonable request.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

Abbreviations

The following abbreviations are used in this manuscript:

PTLD	Post-tuberculosis lung disease
TB	Tuberculosis
ADL	Activity of daily living
PTB	Pulmonary tuberculosis
iwPTLD	Individuals with post-tuberculosis lung disease
FEC	Functional exercise capacity
CRD	Chronic respiratory disease
6MST	Six-minute step test
SDH	Social determinants of health
FEV_1	Forced expiratory volume in one second
FVC	Forced vital capacity
TLC	Total lung capacity
QMS	Quadriceps muscle strength
MLRM	Multiple linear regression model
BMI	Body mass index

MIP	Maximum inspiratory pressure
RV	Residual volume

References

1. Silva, D.R.; Mello, F.C.Q., Migliori, G.B. Diagnosis and management of post-tuberculosis lung disease. *J. Bras. Pneumol.* **2023**, 49, e20230055.
2. Silva, D.R.; Santos, A.P.; Visca, D.; Bombarda, S.; Dalcolmo, M.M.P.; Galvão, T.; de Miranda, S.S.; Parente, A.A.A.I.; Rabahi, M.F.; de Sales, R.K.B.; et al. Brazilian Thoracic Association recommendations for the management of post-tuberculosis lung disease. *J. Bras. Pneumol.* **2024**, 49, e20230269.
3. Menzies, N.A.; Quaife, M.; Allwood, B.W.; Byrne, A.L.; Coussens, A.K.; Harries, A.D.; Marx, F.M.; Meghji, J.; Pedrazzoli, D.; Salomon, J.A.; et al. Lifetime burden of disease due to incident tuberculosis: a global reappraisal including post-tuberculosis sequelae. *Lancet Glob. Health*, **2021**, 9, e1679–e1687.
4. Ratnakumar, S.; Hayward, S.E.; Denneny, E.K.; Goldsmith, L.P.; Evans, R.; Checkley, W.; Goletti, D.; Ong, C.W.M.; Gotowiec, M.; Zhu, J.; et al. Post-pulmonary tuberculosis lung function: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob. Health* **2025**, 13, e1020–e1029.
5. Al-Hindawi, Y.; Akkerman, O.W.; Byrne, A.; Duarte, R.; Jaramillo, E.; Konstantynovska, O.; Premuda, C.; Vilaplana, C.; Migliori, G.B.; Günther, G.; et al. Post-tuberculosis lung disease. *Breathe (Sheff)* **2026**, 22, 250243.
6. Souza, A.M.L.R.; da Silva, D.L.O.; da Silva, M.M.; da Silva, L.L.; da Silva, U.D.P.V.; Beserra, A.S.; de Freitas, Y.O.; Ferreira, I.N.; Lopes, A.J. Peripheral muscle strength and pulmonary function negatively impact functional capacity in patients with post-tuberculosis lung disease: a cross-sectional study. *Physiother. Res. Int.* **2025**, 30, e70115.
7. Albuquerque, V.S.; Dal Corso, S.; do Amaral, D.P.; de Oliveira, T.M.D.; Souza, G.F.; de Souza, R.N.S; Nogueira, A.K.M.; Dal Lago, P.; Dadalt, M.L.R.; Correa, I.F.; et al. Normative values and reference equation for the six-minute step test to evaluate functional exercise capacity: a multicenter study. *J. Bras. Pneumol.* **2022**, 48, e20210511.
8. Aitambayeva, N.; Aringazina, A.; Nazarova, L.; Faizullina, K.; Bapayeva, M.; Narymbayeva, N.; Svetlanova, S. A systematic review of tuberculosis stigma reduction interventions. *Healthcare (Basel)* **2025**, *13*, 1846.
9. Santos, A.P.; Mello, F.C.Q. "Post-tuberculosis financial disease"-we need to face it to eliminate tuberculosis. *J. Bras. Pneumol.* **2023**, 49, e20230253.
10. Silva, T.S.; Borges, G.F. Exercise tolerance in individuals post-treatment of pulmonary tuberculosis: an observational study. *Lecturas: Educación Física y Deportes* **2021**, 25, 96–107.
11. Fumagalli, G.; Mencarini, J.; Sini, I.; Allavena, L.; Tadolini, M.; Mantero, M.; Blasi, F.; Riccardi, N.; Pontarelli, A.; Piccioni, P.; et al. Post-tuberculosis lung disease: a guide for clinicians. *Infection* **2026**, 54, 15–24.
12. Pereira, C.A.C.; Sato, T.; Rodrigues, S.C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J. Bras. Pneumol.* **2007**, 33, 397–406.
13. Neder, J.A.; Andreoni, S.; Castelo-Filho, A.; Nery, L.E. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz. J. Med. Biol. Res.* **1999**, 32, 703–717.
14. Neder, J.A.; Andreoni, S.; Lerario, M.C.; Nery, L.E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz. J. Med. Biol. Res.* **1999**, 32, 719–727.
15. Stanojevic, S.; Kaminsky, D.A.; Miller, M.R.; Thompson, B.; Aliverti, A.; Barjaktarevic, I.; Cooper, B.G.; Culver, B.; Derom, E.; Hall, G.L.; et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur. Respir. J.* **2022**, 60, 2101499.
16. Canavan, J.L.; Maddocks, M.; Nolan, C.M.; Jones, S.E.; Kon, S.S.C.; Clark, A.L.; Polkey, M.I.; Man, W.D-C. Functionally relevant cut point for isometric quadriceps muscle strength in chronic respiratory disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **2015**, 192, 395–397.
17. Musa, B.M.; Dankishiya, F.S.; Babashani, M.; Musa, A.; Saidu, H.; Saleh, M.K.; Ibrahim, H.U.; Adamu, A.L.; Aliyu, M.H. Identification of post-tuberculosis lung function impairment early during the course of treatment. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2024**, 112, 143–149.
18. Migliori, G.B.; Centis, R.; D'Ambrosio, L.; Silva, D.R.; Podlekareva, D.; Schaaf, H.S. Post-tuberculosis lung disease: questions and answers. *Eur. Respir. J.* **2025**, 66, 2500992.
19. Meghji, J.; Lesosky, M.; Joekes, E.; Banda, P.; Rylance, J.; Gordon, S.; Jacob, J.; Zonderland, H.; MacPherson, P.; Corbett, E.L.; et al. Patient outcomes associated with posttuberculosis lung damage in Malawi: a prospective cohort study. *Thorax* **2020**, 75, 269–278.
20. Nightingale, R.; Carlin, F.; Meghji, J.; McMullen, K.; Evans, D.; van der Zalm, M.M.; Anthony, M.G.; Bittencourt, M.; Byrne, A.; du Preez, K.; et al. Post-TB health and wellbeing. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* **2023**, 27, 248–283.

21. Loureiro, R.B.; Guidoni, L.M.; Fregona, G.C.; de Oliveira, S.M.V.L.; Sacramento, D.; Pinheiro, J.S.; Gomes, D.; Maciel, E.L.N. Follow-up of patients diagnosed with and treated for tuberculosis in Brazil: financial burden on the household. *J. Bras. Pneumol.* **2023**, 49, e20220368.
22. Sinha, S.; Titiyal, R.; Mounika, P.; Ajayababu, A.; Chinnakali, P.; Ghanate, N.; Bettappa, P.; Kshatriya, R.; Chikkahonnaih, P.; Shil, S.; et al. Effectiveness of pulmonary rehabilitation on functional exercise capacity & health related quality of life (HRQOL) among individuals with post tuberculosis lung disease: A multicentric pre & post-interventional study. *Indian J. Med. Res.* **2025**, 161, 540–551.
23. Choi, H.; Han, K.; Jung, J-H.; Park, S.H.; Kim, S.H.; Kang, H.K.; Sohn, J.W.; Shin, D.W.; Lee, H. Long-term mortality of tuberculosis survivors in Korea: a population-based longitudinal study. *Clin. Infect. Dis.* **2023**, 76, e973–e981.
24. Akalu, T.Y.; Clements, A.C.A; Liyew, A.M.; Gilmour, B.; Murray, M.B.; Alene, K.A. Risk factors associated with post-tuberculosis sequelae: a systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine* **2024**, 77, 102898.
25. Alene, K.A.; Hertzog, L.; Gilmour, B.; Clements, A.C.A; Murray, M.B. Interventions to prevent post-tuberculosis sequelae: a systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine* **2024**, 70, 102511.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

PARTE II – PROJETO DE PESQUISA

Capitulo 1 Revisão de Literatura

1.1. Aspectos gerais das complicações pulmonares pós-tuberculose

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa causada pelo bacilo *Mycobacterium tuberculosis* que é transmitido pela via respiratória. Uma pessoa com TB ativa sem tratamento pode infectar de 10 a 15 indivíduos por ano, o que torna a doença de grande disseminação (Fuzinatto *et al.,* 2024).

Quanto à epidemiologia, entre 2019 e 2023 o Brasil registrou 1.211 internações por sequelas de TB, concentradas principalmente nas regiões Sudeste (39%), Nordeste (30%) e Sul (19%), com maior incidência em homens (63%) e pessoas pardas (48,6%). A maioria das internações (63%) ocorreu de forma urgente (Soares *et al.,* 2024). Ainda no nosso país, entre 2005 e 2019 ocorreram 68.879 óbitos, concentrados principalmente nas regiões Sudeste (43,6%) e Nordeste (32,9%), com maior frequência nas faixas etárias de 50 a 69 anos. A taxa de mortalidade padronizada por TB foi de 1,8 óbito/100 mil habitantes (Queiroz *et al.,* 2024).

O tratamento da TB busca curar o paciente e reduzir a transmissão. Para tanto, são utilizados antibióticos por pelo menos seis meses, incluindo principalmente a terapia padrão com a combinação de rifampicina, isoniazida, pirazinamida e etambutol (Giacometti *et al.,* 2021). No entanto, alguns pacientes, mesmo após obterem cura para TB, persistem com sintomas respiratórios ou alterações no tecido pulmonar, o que caracteriza a doença pulmonar pós-tuberculose (DPPT) (Oliveira, 2024).

Pacientes com DPPT podem apresentar bronquiectasias, fibrose, espessamento pleural, e também mostram um aumentado risco de infecções respiratórias, déficits espirométricos significativos e sintomas persistentes de tosse e dispneia (Silva *et al.,* 2023). Estima-se que até 50% dos sobreviventes da TB apresentam algum tipo de sequela e que, por causa delas, estes possuem um risco de mortalidade 3 a 6 vezes maior que pessoas que não tiveram a doença (Silva *et al.,* 2024).

Para diagnosticar a DPPT, é necessário avaliar a história clínica do paciente, no intuito de verificar TB prévia, realizar exame físico, exames de imagem, testes de função pulmonar (TFP) e avaliar a capacidade funcional e qualidade de vida relacionada à saúde

(QVRS) dos pacientes. Esse conjunto de ações é necessário porque as radiografias e tomografias ajudam a identificar sequelas estruturais, mas não substituem a avaliação funcional por meio de TFP e testes de campo (Silva *et al.,* 2024).

Os achados radiológicos que configuram a DPPT são alterações estruturais como nódulos pulmonares densos com ou sem calcificação, cicatrizes fibróticas com perda volumétrica do lobo, espessamento pleural unilateral ou bilateral, bronquiectasias nos lobos superiores, fibrose, retrações parenquimatosas e enfisema paracicatricial (Oliveira, 2024). Em relação à função pulmonar, os principais achados mostrados na espirometria são os distúrbios ventilatórios obstrutivos, seguidos pelos distúrbios ventilatórios restritivos e os distúrbios ventilatórios mistos. Estes são mensurados por parâmetros como capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e suas relações (Oliveira, 2024). As principais manifestações clínicas, radiológicas e funcionais da DPPT estão descritas no **Quadro 1.**

Quadro 1. Manifestações clínicas, radiológicas e funcionais da doença pulmonar pós-tuberculose.

Categoria	Manifestações / Achados	Observações
Sintomas principais	Tosse crônica, dispneia	Frequentes e inespecíficos
Sinais adicionais	Hemoptise, infecções respiratórias recorrentes	Importantes marcadores prognósticos
Exame físico	Murmúrio vesicular reduzido, sibilos, estertores	Refletem fibrose, obstrução e preenchimento de vias aéreas
Alterações radiológicas	Fibrose, bronquiectasias, cavitações	Cavitações são associadas a pior prognóstico e risco de reinfecção; bronquiectasias são associadas a secreções e exacerbações
Complicações específicas	Aspergilose pulmonar crônica cavitaria	Ocorre em cavidades; diagnóstico clínico, radiológico e micológico/sorológico
Função pulmonar	Distúrbios obstrutivos, restritivos ou mistos; geralmente obstrutivo	Obstrutivo → inflamação e estreitamento de pequenas vias; Restritivo → fibrose e distorção broncovascular

Fonte: Adaptado de Oliveira (2024).

O manejo da DPPT é feito através do acompanhamento clínico após a cura da TB, com monitoramento de sintomas, exames de imagem e avaliação da função pulmonar,

especialmente nos primeiros 6 a 12 meses. As intervenções são a vacinação, o programa de reabilitação pulmonar (PRP), exercícios físicos, suporte nutricional e psicológico, além do manejo individualizado de complicações específicas, como hemoptise, estenose traqueobrônquica, bronquiectasias e aspergiloma pulmonar. Os principais fármacos utilizados são broncodilatadores para o fenótipo DPOC (Oliveira, 2024). O tratamento fisioterapêutico da DPPT é realizado por meio de PRP, que combinam o treinamento físico para aumento da capacidade funcional e força muscular, exercícios respiratórios para melhorar os volumes e as capacidades pulmonares e educação ao paciente sobre sequelas respiratórias e manejo da doença (Silva *et al.*, 2023).

1.2. Efeitos sistêmicos e fisiológicos da doença pulmonar pós-tuberculose sobre o desempenho funcional

A DPPT resulta de sequelas estruturais e funcionais que persistem após a cura microbiológica da infecção por *M. tuberculosis*. Mesmo diante de baciloscopias negativas, esses indivíduos frequentemente mantêm limitações ventilatórias e intolerância ao esforço, reflexo de um processo inflamatório e destrutivo de longa duração nos tecidos pulmonares (Silva *et al.*, 2023).

1.2.1. Alterações estruturais e funcionais pulmonares

As lesões residuais mais comuns incluem fibrose pulmonar, bronquiectasias, destruição parenquimatosa e cavitações residuais, que reduzem a complacência pulmonar e comprometem a ventilação regional. O padrão funcional pode variar entre obstrutivo, restritivo ou misto, dependendo da extensão e localização das lesões (Ratnakumar et al, 2025). Essas alterações repercutem diretamente no volume expiratório máximo (VEmax) e na capacidade de difusão dos pulmões ao monóxido de carbono (DLCO), limitando o fornecimento de oxigênio aos tecidos durante o esforço físico (**Quadro 2**).

Quadro 2. Principais alterações na estrutura pulmonar em pacientes com doença pulmonar pós-tuberculose.

Alteração anatômica/fisiológica	Mecanismo	Consequência funcional
Fibrose pulmonar	Espessamento e retração do parênquima	Restrição ventilatória, redução da complacência
Bronquiectasias	Dilatação irreversível de brônquios	Acúmulo de secreção, infecção recorrente, ventilação ineficiente
Destruição parenquimatosa	Perda de unidades alveolares funcionais	Diminuição da troca gasosa, hipoxemia
Cavitações residuais	Áreas de colapso e fibrose perilesional	Ventilação desigual e aprisionamento aéreo
Disfunção dos músculos respiratórios	Uso prolongado de músculos acessórios	Fadiga respiratória precoce e aumento do esforço ventilatório

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

1.2.2. Alterações musculares e metabólicas

A DPPT não é apenas uma doença pulmonar residual — ela se associa a descondicionamento físico e alterações musculoesqueléticas decorrentes do período prolongado de doença e inatividade. Estudos recentes mostram redução significativa da massa magra, principalmente de músculos periféricos dos membros inferiores, relacionada à inflamação sistêmica persistente, anorexia durante o tratamento e inatividade física prolongada (Souza, 2025; Bisson *et al*, 2025).

A miopatia associada à inflamação crônica reduz a capacidade oxidativa muscular, levando a fadiga precoce, menor eficiência ventilatória e limitação para tarefas simples, como subir degraus ou caminhar (Silva *et al.*, 2023). Além disso, a inflamação residual aumenta a produção de citocinas pró-inflamatórias (IL-6, TNF-α), que estimulam a proteólise muscular e alteram o metabolismo energético.

1.2.3. Alterações cardiorrespiratórias e tolerância ao esforço

Durante atividades submáximas, indivíduos com DPPT apresentam elevação precoce da frequência cardíaca, aumento da VEmáx e maior sensação de dispneia em comparação com indivíduos saudáveis. Essas respostas refletem a ineficiência ventilatória e a redução da difusão alvéolo-capilar, que resultam em dessaturação de oxigênio mesmo em esforços leves (Silva, 2025).

A limitação ao esforço físico pode ser quantificada por testes de campo, como o teste de caminhada de 6 minutos (TC6') e o teste do degrau de 6 minutos (TD6'), que frequentemente revelam desempenho abaixo de 70% do previsto para idade e sexo. Essa baixa tolerância funcional tem impacto direto sobre a autonomia nas atividades de vida diária (AVD) e está fortemente associada à redução da QVRS (Hussain *et al.*, 2024)

1.2.4. Fadiga e impacto funcional global

A fadiga crônica é um dos sintomas mais prevalentes na DPPT e tem origem multifatorial: hipóxia tecidual, descondicionamento, anemia residual e impacto psicológico. Mesmo pacientes com função pulmonar estável podem apresentar capacidade funcional reduzida por fadiga muscular e cardiorrespiratória (Daniels *et al.*, 2019). Essas alterações tornam o desempenho físico um marcador indireto do impacto sistêmico da doença, justificando a necessidade de avaliações funcionais periódicas (**Quadro 3**).

Quadro 3. Resumo das principais repercussões sistêmicas da doença pulmonar pós-tuberculose sobre o desempenho funcional.

Sistema afetado	Mecanismo fisiopatológico	Repercussão sobre a capacidade funcional
Respiratório	Alterações estruturais (fibrose, bronquiectasias)	Restrição ventilatória, hipoxemia ao esforço
Muscular	Sarcopenia e descondicionamento	Fadiga precoce, menor força e resistência

Cardiovascular	Aumento do débito cardíaco compensatório	Taquicardia precoce, menor eficiência circulatória
Metabólico	Aumento da inflamação e catabolismo proteico	Redução da capacidade oxidativa e VO_2máx
Psicológico	Ansiedade, estigma, depressão	Redução da motivação e adesão à reabilitação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Com base nesses achados, a avaliação funcional em pacientes com DPPT deve considerar não apenas parâmetros espirométricos, mas também aspectos musculares, cardiorrespiratórios e psicossociais.

1.3. Fatores psicossociais e qualidade de vida na doença pulmonar pós-tuberculose

Pacientes que apresentam sequelas pós-TB frequentemente enfrentam desafios psicossociais significativos, que impactam diretamente a QVRS.

Estudos demonstram que a ansiedade e a depressão são comuns nesta população, podendo persistir mesmo após a cura da doença ativa. Esses sintomas estão associados à fadiga, baixa motivação para atividades físicas e redução do desempenho funcional em atividades diárias, evidenciando que o impacto da TB vai além das alterações pulmonares objetivas (Alene *et al.*, 2024).

O estigma social relacionado à TB permanece como uma barreira importante para a reintegração social, com pacientes relatando discriminação, vergonha e isolamento. Esse isolamento social contribui para um aumento do estresse psicológico, que por sua vez pode exacerbar sintomas físicos, incluindo dispneia percebida e fadiga, impactando negativamente a autonomia e a QVRS (Aitambayeva *et al.*, 2025). Além disso, as sequelas pós-TB podem afetar a capacidade laboral e gerar dificuldades econômicas, perpetuando um ciclo de vulnerabilidade social e psicológica.

Estudos mostram que pacientes com histórico de TB frequentemente apresentam menor engajamento em atividades sociais e recreativas, o que contribui para uma pior

percepção de saúde geral e bem-estar emocional (Vilhena *et al.*, 2014). Avaliações de QVRS utilizando instrumentos como SF-36 e EQ-5D indicam comprometimento significativo nos domínios físico, emocional e social, reforçando a importância de abordagens multidimensionais na atenção a esses pacientes (Yasobant *et al.*, 2022).

Intervenções combinadas de reabilitação pulmonar, suporte psicológico e estratégias de enfrentamento demonstram potencial para melhorar a capacidade funcional, reduzir sintomas de fadiga e ansiedade, e aumentar a QVRS. O acompanhamento contínuo desses pacientes deve considerar não apenas parâmetros fisiológicos, mas também os fatores psicossociais que contribuem para a limitação funcional global (Sinha *et al.*, 2025; Septiani *et al.*, 2022).

1.4. Aspectos socioambientais, determinantes sociodemográficos e sua relação com a capacidade funcional

A DPPT está associada a um grande ônus financeiro que acompanha os pacientes desde o início dos sintomas da TB. As famílias têm gastos no período pré-diagnóstico devido ao comprometimento da saúde e da força de trabalho do familiar com TB. Contudo, os gastos são ainda maiores após o diagnóstico porque é necessário que a pessoa doente seja isolada para prevenir a transmissão e, em casos graves, há necessidade de hospitalização. Portanto, o indivíduo com TB enfrenta perdas econômicas em todo seu processo de cura (Santos & Mello, 2023).

O termo “doença financeira pós-tuberculose" reflete todos os impactos socioeconômicos que o indivíduo que enfrentou a TB e que desenvolveu a DPPT sofre durante sua recuperação, e que são agravados mediante a DPPT. Estima-se que os custos pós-tratamento são quase 15 vezes maiores que os pré-tratamento devido às despesas indiretas e perda de renda (Santos & Mello, 2023). Um estudo com indivíduos com DPPT mostrou que, mesmo após a cura, há comprometimento funcional significativo, evidenciado pela redução da capacidade aeróbia, aumento do esforço percebido e alterações na composição corporal, como sobrepeso e aumento do percentual de gordura, o que pode impactar nas suas condições socioeconômicas (Silva & Borges, 2021).

Estudos com coortes brasileira, mexicana e italiana mostraram que, independentemente do padrão ventilatório (obstrutivo ou restritivo), há declínio progressivo

da função pulmonar e da tolerância ao esforço físico ao longo dos anos, sendo agravado em casos de TB-MDR e tratamento tardio. Essa limitação funcional prolongada aumenta a dependência de cuidados médicos, reduz a produtividade e eleva os custos pessoais e familiares (Guimarães, 2023). Dessa forma, as perdas funcionais e físicas podem dificultar o retorno ao trabalho e às atividades cotidianas, justificando perdas financeiras nos pacientes com DPPT (Santos & Mello, 2023).

Esses dados se tornam ainda mais relevantes ao considerar que a TB é uma doença cujo a renda baixa é um fator de risco. Com isso em mente, é importante salientar que a TB no Brasil está concentrada em populações de baixo poder aquisitivo e baixa escolaridade, que também apresentam maior mortalidade e dificuldade de cura. A desigualdade socioeconômica, aliada aos fatores como falta de acesso à saúde, alcoolismo, abandono ao tratamento e vulnerabilidade social, aumenta o risco de óbito (Delpino *et al.*, 2021). É importante salientar ainda que a TB provoca redução da renda familiar, causando empobrecimento, visto que aproximadamente dois quintos dos pacientes enfrentam custos catastróficos, principalmente devido à perda de renda durante o adoecimento, fator que aumenta 2,5 vezes as chances de desfecho desfavorável no tratamento (Guidoni *et al.,* 2021).

Condições socioeconômicas de encarceramento, situação de rua, uso de álcool e drogas, diabetes e transtornos mentais aumentam o risco de infecção ativa com o bacilo da TB, dificultam o manejo adequado da doença e intensificam as chances de complicações e de DPPT (Oliveira, 2024). Somado, estas condições aumentam ainda mais os custos com a DPPT.

O comprometimento da função pulmonar após a TB é mais frequente em indivíduos acima de 50 anos, com baixo nível de escolaridade, em pacientes que tiveram TB com cultura positiva e também naqueles que tiveram episódios recorrentes da doença. Enquanto pessoas com maior escolaridade apresentam menor prevalência de disfunção pulmonar, possivelmente por melhor nutrição, menor risco ocupacional e maior adesão ao tratamento (Chushkin & Ots, 2017).

A exposição a poluentes atmosféricos, o tabagismo e as infecções respiratórias concomitantes aumentam a inflamação tecidual e potencializam a destruição do parênquima pulmonar, favorecendo o desenvolvimento de fibrose, bronquiectasias e

obstrução crônica ao fluxo aéreo após a cura da TB (Oliveira, 2024). Em última análise, estes fatores também aumentam o ônus da DPPT.

Pacientes que residem em ambientes pequenos, escuros e mal ventilados têm maior risco de desenvolver múltiplas infecções pelo bacilo, porque esses locais favorecem a permanência de partículas infecciosas no ar por longos períodos, aumentando a chance de inalação por indivíduos suscetíveis. Esse processo de reinfecção está associado com uma maior gravidade dos sintomas pulmonares e a chance de sequelas respiratórias crônicas após o tratamento (Guimarães, 2023).

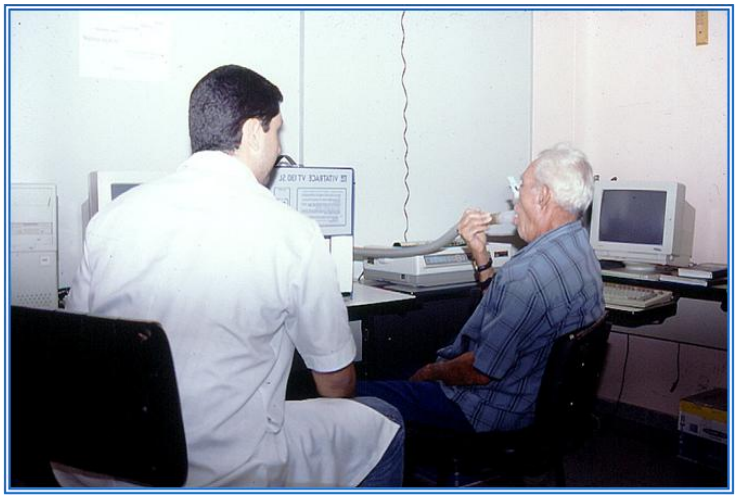
Santos e Mello (2023) também afirmam que condições de pobreza favorecem a desnutrição e a permanência em moradias e locais de trabalho lotados e mal ventilados, o que aumenta o risco de reinfecção da TB e pode agravar o quadro pulmonar com sequelas graves após o tratamento.

1.5. Testes funcionais e de função respiratória em pacientes com doença pulmonar pós-tuberculose

Para avaliar a capacidade pulmonar em pessoas com DPPT são utilizados testes de função respiratória e de desempenho funcional, como o teste de AVD-Glittre (TGlittre) que simula AVD, a aferição de medidas de força muscular respiratória (pressão inspiratória e expiratória máximas) e periférica (força de preensão manual e força do quadríceps) e a análise de parâmetros espirométricos e da DLCO (Souza, 2025).

Os testes de função pulmonar, como a espirometria **(Figura 1)**, a pletismografia de corpo inteiro e a medida da DLCO, ajudam a identificar padrões obstrutivos, restritivos ou mistos e podem detectar alterações mesmo quando o exame parece normal.

Figura 1. Realização de espirometria. Niterói, RJ, 2025.



Fonte: Autor, 2025

O TD6' é amplamente usado por ser simples, barato e eficaz para medir limitações funcionais e orientar programas de reabilitação. Em casos graves, a gasometria ou a oximetria de pulso são importantes para avaliar a oxigenação, enquanto o teste de exercício cardiopulmonar fornece uma análise global da capacidade cardiorrespiratória, sendo considerado método padrão ouro, embora tenha um maior custo para realização e, por isso, é menos utilizado na prática clínica (Silva *et al.,* 2024). Devido ao baixo custo e fácil adaptação, o TD6' é o instrumento mais utilizado para avaliar a capacidade funcional de pessoas com DPPT para indicar déficits pulmonares frente ao esforço (Silva *et al.,* 2025).

Um estudo com idosos com DPPT mostrou que a capacidade funcional dessa população estava significativamente prejudicada, evidenciada pelo tempo médio elevado de execução do teste de atividades da vida diária (5,75 ± 1,71 minutos), superior ao observado em indivíduos saudáveis e em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (Costa *et al.,* 2021).

Em idosos com DPPT também se verificou alta prevalência de fragilidade (70,5%), com escore médio de 6,12 ± 2,90 na avaliação de fragilidade, sendo o cansaço o sintoma mais relatado. Houve correlação moderada positiva entre o escore total de fragilidade e o tempo do teste funcional, indicando que maior fragilidade se associa à maior comprometimento funcional (Costa *et al.,* 2021).

Em adultos com DPPT a capacidade funcional também é reduzida, haja vista que o teste de caminhada de 6 minutos mostra redução significativa da resistência ao esforço,

aumento significativo da pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e aumento da percepção de esforço em comparação aos adultos sem a condição (Silva & Borges, 2021). As limitações funcionais são decorrentes das alterações pulmonares permanentes causadas pela TB. Afinal, elas causam redução da tolerância ao esforço, dificuldade nas atividades diárias, dependência e piora da QVRS (Silva *et al.,* 2025).

1.5.1. Teste do degrau de 6 minutos: aplicabilidade clínica e importância na avaliação funcional de pacientes com doença pulmonar pós-tuberculose

O TD6' (*two-minute step test*) é um instrumento simples, de baixo custo e seguro para avaliação da capacidade funcional e resistência ao esforço em indivíduos com doenças respiratórias crônicas, incluindo a DPPT (Bohannon *et al.*, 2019; Berlanga et al., 2023).

Durante o teste, o paciente sobe e desce de um degrau padronizado, normalmente com altura de 20 a 25 cm, pelo período de seis minutos, enquanto são monitorados parâmetros cardiorrespiratórios, como frequência cardíaca, pressão arterial, saturação de oxigênio e percepção de esforço subjetiva (Escala de Borg) (Borg, 2000; Bohannon et al., 2019) (**Quadro 4**).

Quadro 4. Parâmetros avaliados no teste do degrau de 6 minutos.

Parâmetro Avaliado	Método de Medição	Importância Clínica
Número de passos completados	Contagem direta durante 6 minutos	Indica capacidade funcional global e resistência muscular
Frequência cardíaca (FC)	Monitor cardíaco ou palpação	Avalia resposta cardiovascular ao esforço
Saturação de oxigênio (SpO_2)	Oxímetro de pulso	Detecta hipóxia durante esforço

Pressão arterial (PA)	Esfigmomanômetro	Auxilia na monitorização de segurança do teste
Percepção de esforço	Escala de Borg (0–10)	Indica fadiga percebida e tolerância subjetiva ao esforço

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Em pacientes com DPPT, o TD6 é particularmente útil, pois permite detectar redução precoce da capacidade funcional e fadiga muscular mesmo em indivíduos com função pulmonar aparentemente preservada. Hussain *et al.* (2024) e Sinha *et al.* (2025) apontam que pacientes com sequelas pós-TB frequentemente apresentam desempenho reduzido no TD6, refletindo limitação funcional global e menor tolerância ao esforço, o que se associa a pior autonomia nas AVD.

Uma das vantagens do TD6 é a simplicidade e a facilidade de implementação, sendo possível realizá-lo em ambientes clínicos ou domiciliares com espaço e equipamento mínimos. Além disso, o teste simula atividades cotidianas, como subir escadas, o que torna a avaliação mais representativa da funcionalidade real do paciente em comparação a testes laboratoriais mais complexos, como o teste cardiopulmonar de esforço (Bohannon *et al.*, 2019; Berlanga *et al.*, 2023).

O TD6 também se mostra um instrumento sensível para monitoramento longitudinal, permitindo acompanhar a evolução funcional durante programas de reabilitação pulmonar ou intervenções fisioterapêuticas. A aplicação do teste auxilia profissionais de saúde na identificação de pacientes com maior comprometimento funcional, na prescrição de exercícios individualizados e na avaliação do impacto de fatores socioeconômicos e psicossociais sobre a funcionalidade (Sinha *et al.*, 2025).

Portanto, o TD6 representa uma ferramenta prática, segura e eficiente para a avaliação funcional de pacientes com DPPT, fornecendo informações clínicas relevantes sobre a capacidade cardiorrespiratória, resistência muscular e autonomia funcional, além de subsidiar intervenções multidimensionais voltadas à melhoria da QVRS.

1.6. Justificativas

A DPPT é uma condição crônica que frequentemente resulta em alterações estruturais e funcionais dos pulmões, comprometendo a capacidade respiratória e a tolerância ao esforço físico. Mesmo após a cura da TB ativa, muitos pacientes apresentam fadiga precoce, limitação funcional e redução da autonomia nas AVD, impactando negativamente a QVRS (Silva, 2024).

Além das alterações fisiológicas, fatores sociais e socioeconômicos, como menor escolaridade, baixa renda e suporte familiar limitado, podem influenciar diretamente o desempenho funcional, a adesão a programas de reabilitação e a reintegração social, amplificando os efeitos da doença sobre a saúde global (Alene *et al.*, 2024; Aitambayeva *et al.*, 2025).

O TD6 surge como ferramenta prática, segura e de baixo custo, capaz de avaliar a capacidade funcional, resistência muscular e tolerância ao esforço de maneira representativa das atividades cotidianas. Sua aplicabilidade em ambientes clínicos ou domiciliares e sua sensibilidade para monitoramento longitudinal tornam-no adequado para identificar precocemente déficits funcionais, orientar intervenções individualizadas e investigar a relação entre condições socioeconômicas e desempenho funcional (Bohannon *et al.*, 2019; Berlanga *et al.*, 2023).

Portanto, este estudo se justifica pela necessidade de compreender como fatores socioeconômicos influenciam a capacidade funcional de pacientes com DPPT, possibilitando a proposição de estratégias de reabilitação mais direcionadas, que promovam autonomia, funcionalidade e melhoria da QVRS dessa população.

1.6.1 Relevância para as Ciências da Reabilitação

A DPPT é uma condição frequentemente negligenciada, caracterizada por sequelas respiratórias crônicas que podem comprometer significativamente a capacidade funcional dos indivíduos.

A compreensão da relação entre capacidade funcional e determinantes socioeconômicos é fundamental para a reabilitação, pois permite o desenvolvimento de intervenções personalizadas, que considerem tanto as limitações físicas quanto os

contextos sociais dos pacientes. Este conhecimento contribui para aprimorar práticas clínicas, promovendo estratégias voltadas à melhoria da qualidade de vida, prevenção de incapacidades e reintegração social e laboral. Assim, o estudo fortalece a base científica para a implementação de programas de reabilitação mais eficazes e baseados em evidências, ampliando a atuação das Ciências da Reabilitação no acompanhamento de pacientes pós-TB.

1.6.2. Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde[2]

A pesquisa proposta está alinhada às prioridades nacionais de saúde, especialmente no que se refere ao controle da TB e ao acompanhamento das sequelas pós-tratamento.

Ao investigar a associação entre capacidade funcional e fatores socioeconômicos, o estudo permite identificar vulnerabilidades que impactam a adesão e a efetividade das intervenções de reabilitação. Os resultados poderão subsidiar políticas públicas voltadas à atenção integral dos pacientes pós-TB, promovendo equidade no acesso aos cuidados de saúde, fortalecendo a atenção primária e secundária, e oferecendo subsídios para estratégias de acompanhamento pós-alta ainda pouco exploradas nas diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS).

1.6.3. Relevância para o Desenvolvimento Sustentável[3]

O estudo contribui para o avanço de diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, ao abordar saúde, equidade e inclusão social. Em particular, reforça o ODS 3 - Saúde e Bem-estar -, ao propor estratégias que promovam a recuperação funcional e a QVRS de pacientes pós-TB; o ODS 10 - Redução das desigualdades -, ao investigar o impacto dos determinantes socioeconômicos e sociais na funcionalidade; e o ODS 8 - Trabalho decente e crescimento econômico -, ao considerar a importância da reabilitação funcional para a reintegração laboral e social dos indivíduos. Dessa forma, a pesquisa apresenta relevância tanto para a promoção da saúde quanto para a equidade e o desenvolvimento sustentável da sociedade.

[2] https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/agenda_prioridades_pesquisa_ms.pdf
[3] https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=3

1.7. Objetivos

1.7.1. Principal

Analisar a associação entre o desempenho no TD6' e os determinantes socioeconômicos e ambientais em pacientes com DPPT.

1.7.2. Específicos

1. Caracterizar o perfil sociodemográfico, socioeconômico e socioambiental de indivíduos com DPPT, considerando variáveis relacionadas à escolaridade, renda, participação econômica, recebimento de benefício social e condições de saneamento básico.
2. Avaliar a capacidade funcional, a fadiga, a força muscular periférica e respiratória e a função pulmonar dos participantes, por meio de instrumentos padronizados e testes clínicos validados, incluindo o TD6', o *Functional Assessment of Chronic Illness Therapy* – Fatigue (FACIT-F), a dinamometria de preensão manual, a avaliação da força do músculo quadríceps, a espirometria, a pletismografia corporal, a capacidade de difusão pulmonar (DLCO) e a mensuração das pressões respiratórias máximas.
3. Investigar a associação entre os aspectos socioeconômicos e socioambientais e os indicadores de capacidade funcional, fadiga, força muscular periférica, força muscular respiratória e função pulmonar em indivíduos com DPPT.
4. Analisar a influência dos determinantes socioeconômicos e socioambientais sobre os principais desfechos funcionais e respiratórios, considerando potenciais fatores de confusão, como idade, sexo e índice de massa corporal.

1.8. Hipóteses

Indivíduos com DPPT expostos a condições socioeconômicas e socioambientais mais desfavoráveis apresentam maior comprometimento funcional, evidenciado por pior

capacidade funcional, maior fadiga, menor força muscular periférica e respiratória e piores parâmetros de função pulmonar quando comparados àqueles em melhores condições socioeconômicas.

Capítulo 2 Participantes e Métodos

2.1. Aspectos éticos

Este protocolo de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) por meio da Plataforma Brasil (https://plataformabrasil.saude.gov.br), antes do início da coleta de dados, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os participantes serão devidamente informados sobre os objetivos, procedimentos e potenciais riscos do estudo, e somente serão incluídos após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (HUPE-UERJ), sob o parecer consubstanciado nº 70493823.5.0000.5259 (Anexo 2).

2.2. Delineamento do estudo

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo transversal, observacional e de abordagem quantitativa. Esse tipo de delineamento tem como objetivo principal analisar a relação entre variáveis em um único momento no tempo, sem que haja intervenção do pesquisador sobre os fatores estudados.

De acordo com Gil (2019), os estudos observacionais de caráter transversal são amplamente utilizados nas ciências da saúde por permitirem identificar associações entre fenômenos e descrever características de uma população em determinado período. Dessa forma, este modelo metodológico foi considerado adequado para o presente estudo, que busca avaliar a associação entre aspectos sociodemográficos e a capacidade funcional em indivíduos com DPPT.

2.2.1. Local de realização do estudo

O Laboratório de Função Pulmonar do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE-UERJ) é um setor especializado vinculado à Universidade do Estado do Rio de Janeiro, destinado à realização de avaliações e testes voltados ao estudo da função respiratória. O local dispõe de infraestrutura física apropriada, ambiente climatizado e equipamentos

devidamente calibrados e validados, assegurando condições adequadas para a execução de exames funcionais e respiratórios com precisão e segurança.

O setor é composto por equipe multiprofissional qualificada, incluindo médicos pneumologistas, fisioterapeutas e técnicos especializados, que seguem protocolos padronizados e normas éticas conforme as diretrizes nacionais e internacionais para pesquisas envolvendo seres humanos.

Além das atividades assistenciais, o Laboratório de Função Pulmonar também atua como campo de ensino e pesquisa, servindo de apoio a projetos acadêmicos e científicos desenvolvidos no âmbito da UERJ. Assim, o local oferece suporte técnico e científico adequado à condução do presente estudo, garantindo a confiabilidade dos dados e o bem-estar dos participantes.

A escolha do Laboratório de Função Pulmonar do HUPE-UERJ como local para a realização deste estudo se justifica pela experiência consolidada da equipe na execução de testes funcionais respiratórios, pela disponibilidade de equipamentos de alta precisão e pela infraestrutura adequada ao acolhimento dos participantes de pesquisa. Esses fatores asseguram a qualidade metodológica, a validade dos resultados obtidos e a segurança dos voluntários, em conformidade com os princípios éticos que regem a pesquisa científica.

2.2.2. Pré-registro do protocolo

O presente estudo apresenta delineamento observacional e não envolve qualquer tipo de intervenção terapêutica, portanto, não se fez necessária a realização de pré-registro em plataformas públicas. No entanto, por estar inserido em um projeto mais amplo sobre DPPT, o protocolo foi devidamente registrado no ClinicalTrials.gov, sob o número NCT06127641.

2.3. Amostra

2.3.1. Local de recrutamento do estudo

Os participantes serão recrutados por conveniência no Setor de Provas de Função Pulmonar do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE-UERJ). A seleção será realizada

a partir da análise de prontuários e registros de pacientes com histórico de TB previamente tratada.

Os potenciais participantes serão contatados inicialmente por meio telefônico, sendo agendada uma visita presencial para esclarecimentos detalhados sobre os objetivos e procedimentos do estudo. Aqueles que manifestarem interesse e concordância em participar serão convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme as normas éticas vigentes.

2.3.2. Critérios de inclusão

- Idade igual ou superior a 18 anos.
- Histórico de TB pulmonar previamente tratada, com cura microbiológica, sem exacerbações respiratórias agudas nos últimos 30 dias.

2.3.3. Critérios de exclusão

- Diagnóstico de doenças neurológicas ou musculoesqueléticas que limitem a execução dos testes propostos.
- Doenças cardíacas descompensadas ou instabilidade hemodinâmica.
- Limitações cognitivas que impeçam a compreensão das instruções.
- Incapacidade de realizar os testes físicos por dor, cansaço extremo ou contraindicação médica.

2.4. Procedimentos/Metodologia proposta

2.4.1. Avaliação dos dados sociodemográficos, clínicos e ambientais

Na primeira fase, será aplicada uma ficha de avaliação padronizada, elaborada para a coleta de informações pessoais, socioeconômicas, de saúde e condições de moradia dos participantes.

Os dados serão obtidos por meio de entrevista presencial individual, conduzida em ambiente reservado no Setor de Provas de Função Pulmonar do HUPE-UERJ, com duração média de 20 minutos.

As variáveis coletadas incluem:

- Identificação e dados pessoais: nome, nome social, idade, sexo, estado civil, escolaridade, profissão/ocupação e renda mensal individual;
- Aspectos étnico-raciais e regionais: estado de origem e raça/cor autorreferida conforme classificação do IBGE;
- Composição familiar e condições socioeconômicas: número de filhos, idades dos filhos, quantidade de pessoas residentes no domicílio, participação na vida econômica doméstica, recebimento de benefícios sociais e valor do benefício;
- Condições de moradia: presença de coleta regular de lixo, esgoto tratado, água tratada e energia elétrica;
- Aspectos de saúde: presença de comorbidades autorreferidas, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes mellitus (DM) e outras doenças associadas;
- Hábitos de vida: histórico de tabagismo (atual ou pregresso), carga tabágica (em cigarros/dia e tempo de exposição) e etilismo;
- Histórico clínico de TB: data de diagnóstico, tempo de tratamento, número de episódios e data de finalização do tratamento.

Todas as informações serão registradas em formulário físico codificado, garantindo o sigilo e a confidencialidade dos participantes. As fichas serão armazenadas em local seguro, sob responsabilidade do pesquisador principal.

2.4.2. Avaliação de capacidade funcional

Será aplicado o TD6', utilizando um degrau padronizado de 20 cm de altura e duração total de seis minutos (Anexo 5). Durante o teste, serão monitorados os seguintes parâmetros: frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO_2), pressão arterial e percepção subjetiva de esforço, esta última avaliada pela Escala de Borg Modificada, tanto antes quanto após a realização do protocolo.

A capacidade funcional dos participantes será avaliada conforme protocolo adaptado para indivíduos com DPPT, conforme descrito por Monteiro et al. (2017) e Ferreira et al.

(2022). O teste será executado em ambiente controlado e seguro, sob supervisão direta do pesquisador responsável, que fornecerá instruções padronizadas previamente à execução. O participante será orientado a subir e descer o degrau no ritmo mais rápido possível, de maneira segura, por seis minutos consecutivos, podendo alternar as pernas livremente e sem apoio manual. O número total de subidas completadas será contabilizado ao final do período.

Antes do início do teste, serão aferidos os valores basais de frequência cardíaca, SpO_2, pressão arterial e Escala de Borg Modificada, sendo esses parâmetros novamente registrados imediatamente após a conclusão do teste. O procedimento será interrompido caso o participante apresente dispneia intensa, dor torácica, tontura ou queda significativa da SpO_2 (<85%).

A escolha do degrau de 20 cm fundamenta-se em estudos prévios que comprovaram sua segurança e aplicabilidade clínica em indivíduos com sequelas pulmonares, por proporcionar estímulo físico adequado com boa tolerância ao esforço e responsividade funcional, sem comprometer a segurança do avaliando (Monteiro et al, 2017; Oliveira et al, 2022). O TD6' é considerado uma alternativa válida e confiável a outros testes de capacidade funcional, como o TC6', sendo particularmente útil em locais com espaço físico limitado. Em indivíduos com DPPT, tem sido amplamente utilizado para estimativa da capacidade funcional e da resposta cardiorrespiratória ao exercício, apresentando boa correlação com marcadores de desempenho físico e grau de dispneia (Ferreira et al., 2022; Oliveira et al., 2022).

O teste será realizado com um degrau de madeira da marca Sports Mania, com dimensões de 40 cm de largura × 30 cm de profundidade × 20 cm de altura e capacidade máxima de suporte de 120 kg (Figura 2). O equipamento possui superfície antiderrapante e base estável, garantindo segurança durante a execução. O modelo foi fabricado no Brasil (Sports Mania, São Paulo, SP) e será utilizado conforme as recomendações padronizadas de avaliação funcional em pacientes com DPPT (Monteiro et al., 2017; Cavalheri et al., 2010; Ramos et al., 2006).

Figura 2. Realização do Teste do Degrau. Niterói, RJ, 2025.



Fonte: ISTOÉ. *Teste: descubra qual é seu nível de condicionamento físico*. 2020.

2.4.3. Avaliação de função pulmonar

A avaliação da função pulmonar foi realizada por meio de espirometria, pletismografia corporal, mensuração da capacidade de difusão do monóxido de carbono (DLCO) e da força muscular respiratória, seguindo as recomendações da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (Pereira et al., 2012).

A espirometria, considerada um dos principais métodos para investigação de distúrbios ventilatórios, permite a mensuração de parâmetros como o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), a capacidade vital forçada (CVF) e a relação VEF_1/CVF, sendo indispensável para a identificação de padrões ventilatórios obstrutivos e restritivos (Plit et al., 2021; Maciel et al., 2021). O exame foi realizado com o participante na posição sentada, utilizando espirômetro previamente calibrado, bocal descartável e clipe nasal. Foram obtidas, no mínimo, três manobras aceitáveis e reprodutíveis, conforme os critérios estabelecidos pela *American Thoracic Society*/*European Respiratory Society* (Pereira et al., 2012). Para essa avaliação foi utilizado o espirômetro Spiromatic (Codax Ltda., Rio de Janeiro, Brasil), integrado ao software Spiromatic 2.0 (Engelógica, Rio de Janeiro, Brasil).

Os volumes pulmonares estáticos foram determinados por meio da pletismografia corporal, utilizando o equipamento HDpft 3000 (nSpire Health, Inc., Longmont, CO, USA). O exame foi realizado com o participante sentado em cabine hermeticamente fechada, na qual sensores detectam as variações de pressão decorrentes das modificações do volume torácico. Após a colocação do clipe nasal e o apoio das bochechas com os dedos, o participante foi orientado a respirar tranquilamente até atingir o equilíbrio expiratório final, geralmente após três a dez ciclos respiratórios.

Em seguida, próximo à capacidade residual funcional (CRF), o obturador foi fechado ao final da expiração por aproximadamente dois a três segundos, momento em que o participante realizou sucessivos movimentos respiratórios rápidos e superficiais (panting). Após a abertura do obturador, retomou a ventilação em volume corrente entre as manobras e, posteriormente, executou uma manobra de volume de reserva expiratório (VRE), seguida da capacidade vital lenta (CVL) (Wanger et al., 2005). Foram obtidas pelo menos três manobras aceitáveis de *panting*. Antes do início do exame, todo o procedimento foi explicado e demonstrado ao participante. Para interpretação dos resultados foram utilizadas as equações de referência propostas por Neder (Neder et al., 1999).

A capacidade de difusão pulmonar para o monóxido de carbono (DLCO) foi mensurada utilizando o mesmo equipamento (HDpft 3000; nSpire Health, Inc., Longmont, CO, USA), por meio da técnica de respiração única. Esse exame permite avaliar a eficiência da membrana alvéolo-capilar na transferência gasosa, sendo particularmente importante na presença de fibrose residual, destruição alveolar e alterações vasculares pulmonares frequentemente observadas na DPPT (Shah et al., 1996; Allwood et al., 2020). Os resultados foram expressos em valores absolutos e em percentual do previsto para sexo, idade, peso e altura. O exame foi realizado com o participante em repouso, utilizando mistura gasosa padrão contendo monóxido de carbono e gás traçador.

Foram adotados os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade da ATS/ERS, sendo desconsideradas curvas inadequadas, testes com vazamento ou tempo inspiratório fora dos padrões recomendados. A associação entre os resultados da espirometria e da DLCO possibilita uma avaliação mais abrangente das sequelas pulmonares da DPPT, permitindo identificar tanto alterações ventilatórias quanto prejuízos na difusão gasosa, inclusive em indivíduos com manifestações clínicas discretas (Byrnes et al., 2022; Shah et al., 1996).

A força muscular respiratória foi avaliada por meio das medidas de pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx), obtidas com um manovacuômetro digital previamente calibrado. A PImáx representa a força dos músculos inspiratórios, especialmente do diafragma, enquanto a PEmáx reflete a capacidade dos músculos expiratórios, principalmente da musculatura abdominal e dos intercostais internos (Evans et al., 2021). As avaliações foram realizadas com o participante sentado, utilizando bocal contendo orifício de escape de aproximadamente 2 mm de diâmetro, a fim de evitar o fechamento da glote e garantir maior precisão das medidas.

Para determinação da PImáx, o participante foi orientado a expirar até o volume residual (VR) e, em seguida, realizar uma inspiração máxima contra a via aérea ocluída. A PEmáx foi obtida a partir da capacidade pulmonar total (CPT), solicitando-se uma expiração forçada contra o bocal ocluído. Cada manobra foi repetida, no mínimo, três vezes, respeitando intervalo de 30 a 60 segundos entre as tentativas para reduzir a influência da fadiga muscular. Considerou-se para análise o maior valor obtido, desde que a diferença entre as duas maiores medidas fosse inferior a 10% (Evans et al., 2021; Gillet et al., 2020).

Os resultados foram expressos em cmH_2O e comparados com os valores de referência nacionais ajustados para sexo e idade. Os valores foram expressos em cmH_2O e comparados com os valores de referência nacionais ajustados para sexo e idade. A inclusão da avaliação da força muscular respiratória neste protocolo permitiu ampliar a investigação dos possíveis efeitos dos determinantes socioeconômicos e socioambientais sobre diferentes domínios da funcionalidade em indivíduos com DPPT. Dessa forma, além de caracterizar o comprometimento respiratório decorrente da doença, essa medida possibilitou explorar a relação entre condições de vulnerabilidade social e o desempenho muscular respiratório, contribuindo para uma avaliação mais abrangente das repercussões clínicas e funcionais da DPPT.

2.4.4. Avaliação de força muscular periférica

A força muscular do quadríceps femoral foi mensurada por meio de um dinamômetro isométrico portátil E-lastic (E-lastic 5.0, E-sporte SE, Brasil), equipamento validado para avaliação da força de diferentes grupos musculares, com capacidade máxima de 200 kg e

elevada confiabilidade intra e interexaminador (Amaral et al., 2022; De Castro et al., 2023). Durante o procedimento, o participante permaneceu sentado em uma cadeira sem braços, com encosto reto, mantendo quadris e joelhos flexionados a 90° e os pés apoiados no solo, sem contato da cadeira com a parede.

O dinamômetro foi acoplado à perna por meio de uma faixa inextensível posicionada aproximadamente 5 cm acima do maléolo lateral, sendo sua extremidade oposta fixada à base da cadeira. Os participantes foram orientados a realizar uma contração isométrica máxima de extensão do joelho, sustentando o esforço por cinco segundos. Foram executadas três tentativas, com intervalo de um minuto entre elas para minimizar o efeito da fadiga. O maior valor obtido foi utilizado na análise, desde que a diferença entre as duas melhores medidas não excedesse 10%.

Os resultados foram expressos em quilogramas-força (kgf) e comparados com valores de referência ajustados para sexo e faixa etária. A avaliação da força do quadríceps foi incluída no protocolo por ser um importante indicador da função muscular periférica, frequentemente comprometida em indivíduos com DPPT em decorrência de inflamação sistêmica residual, descondicionamento físico e alterações metabólicas (De Castro et al., 2023; Gillet et al., 2020; Gonçalves et al., 2021). Dessa forma, essa medida possibilita uma melhor compreensão das limitações funcionais presentes nessa população, além de subsidiar o planejamento de intervenções terapêuticas individualizadas.

A força de preensão palmar foi determinada por meio de um dinamômetro digital manual (*handgrip*), instrumento amplamente empregado tanto na prática clínica quanto em pesquisas científicas devido à sua praticidade, baixo custo e elevada confiabilidade para avaliação da força muscular dos membros superiores. O teste foi realizado com o participante sentado, mantendo o cotovelo flexionado a 90°, o antebraço em posição neutra e o punho em posição neutra ou discretamente estendido (0° a 30°), conforme recomendações padronizadas para esse procedimento. Antes da avaliação, o equipamento foi ajustado de acordo com o tamanho da mão de cada participante, sendo utilizado preferencialmente no membro dominante, exceto nos casos em que existia alguma limitação funcional.

Neste estudo foi empregado um dinamômetro hidráulico de preensão manual (Hydraulic Hand Dynamometer, modelo SH5001, Saehan Corporation, Coreia), destinado à mensuração da força dos músculos flexores da mão e dos dedos do membro dominante.

Os participantes foram instruídos a exercer a maior força possível sobre o equipamento durante um período de três a cinco segundos. Três medidas foram obtidas, respeitando-se intervalo de um minuto entre as tentativas para evitar fadiga muscular. O maior valor registrado, expresso em quilogramas-força (kgf), foi utilizado para análise e comparado aos valores normativos da população brasileira adulta, conforme descrito por (Amaral et al., 2022).

A força de preensão manual é considerada um marcador confiável da força muscular global e apresenta associação com a função pulmonar, a capacidade funcional e diversos desfechos clínicos em diferentes populações (Gomes Neto et al., 2018). Em indivíduos com DPPT, a redução da força muscular periférica pode persistir mesmo após a cura clínica da TB, em consequência do descondicionamento físico e da inflamação residual (Gillet et al., 2020; Gonçalves et al., 2021). Assim, a inclusão da dinamometria manual neste protocolo permite identificar déficits funcionais relevantes e fornece informações que podem orientar futuras estratégias de reabilitação.

2.5. Desfechos

2.5.1. Desfecho primário

O desfecho primário deste estudo foi a capacidade funcional, avaliada por meio do TD6’. Foram considerados como indicadores de desempenho o número absoluto de degraus realizados durante o teste e o percentual do valor predito (% do predito), utilizados para investigar sua associação com os aspectos socioeconômicos e socioambientais dos indivíduos com DPPT.

2.5.2. Desfecho secundário

Os desfechos secundários compreenderam indicadores de fadiga, força muscular e função pulmonar, utilizados para ampliar a investigação da influência dos aspectos socioeconômicos e socioambientais sobre diferentes domínios da funcionalidade em indivíduos com DPPT. Foram considerados:

- Fadiga, avaliada pela FACIT-F;

- Força muscular periférica, mensurada pela força de preensão manual (*handgrip*) e pela força isométrica do músculo quadríceps femoral;
- Função pulmonar, avaliada por espirometria (CVF, VEF_1 e relação VEF_1/CVF), capacidade de difusão pulmonar para o monóxido de carbono (DLCO), volumes pulmonares estáticos obtidos por pletismografia corporal (CPT, VR e relação VR/CPT) e força muscular respiratória, determinada pelas medidas de pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx).

Esses desfechos permitiram caracterizar de forma abrangente as repercussões funcionais da DPPT e investigar sua associação com os determinantes socioeconômicos e socioambientais avaliados no estudo.

2.6. Análise dos dados

2.6.1. Tamanho amostral

O cálculo do tamanho amostral foi realizado utilizando o software MedCalc® versão 8.2 (MedCalc Software, Mariakerke, Bélgica). Considerando como principal análise a investigação da correlação entre variáveis funcionais, como capacidade funcional e fadiga percebida, foi adotado um coeficiente de correlação esperado (r) de 0,5, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) e poder estatístico de 80% ($1 - \beta = 0,80$). Com base nesses parâmetros, o tamanho mínimo de amostra estimado foi de 29 participantes.

2.6.2. Variáveis de exposição

Incluem o tempo decorrido desde a cura da TB pulmonar, expresso em meses ou anos, a fadiga percebida mensurada por meio do escore total obtido no questionário FACIT-F, a força muscular periférica avaliada pelas medidas de força de quadríceps (dinamometria isométrica) e de preensão manual (*handgrip*), e a força muscular respiratória mensurada pelas pressões inspiratória máxima e expiratória máxima.

2.6.3. Variáveis de controle

As variáveis de controle compreendem fatores demográficos e antropométricos que serão mantidos constantes ou ajustados nas análises, incluindo a idade dos participantes, o sexo biológico e o IMC, calculado a partir das medidas de peso e estatura coletadas na avaliação clínica.

As variáveis de confusão incluem características clínicas que, embora não sejam o foco primário da análise, podem influenciar a relação entre as variáveis de exposição e os desfechos. Dentre elas destacam-se a presença de comorbidades associadas (como hipertensão arterial sistêmica, diabetes *mellitus*, doenças pulmonares crônicas e cardiopatias), o histórico de tabagismo e o nível de atividade física habitual autorreferido pelos participantes.

2.6.4. Plano de análise estatística

A análise estatística será realizada utilizando software apropriado (SPSS®, Stata® ou equivalente), adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Inicialmente, será realizada análise descritiva das variáveis, com apresentação de medidas de tendência central e dispersão para variáveis contínuas, e frequências absolutas e relativas para variáveis categóricas.

Na análise bivariada, será investigada a associação entre o desempenho no TD6' e as variáveis socioeconômicas e ambientais, utilizando testes estatísticos apropriados conforme a distribuição dos dados, como teste *t* de Student ou Mann-Whitney para variáveis dicotômicas, ANOVA ou Kruskal-Wallis para variáveis com múltiplas categorias, e correlação de Pearson ou Spearman para variáveis contínuas.

Para avaliação dos determinantes independentes do desempenho funcional, será realizada análise multivariada por meio de modelos de regressão, tendo como variável dependente o desempenho no TD6. Inicialmente, será empregada regressão linear múltipla, considerando a natureza contínua do desfecho. Caso os pressupostos do modelo não sejam atendidos, poderão ser utilizados modelos alternativos, como regressão de Poisson com variância robusta ou modelos lineares generalizados.

As variáveis de exposição de interesse incluirão os determinantes socioeconômicos e ambientais, enquanto as variáveis de controle incluirão idade, sexo, índice de massa corporal, tempo desde o término do tratamento da TB, presença de comorbidades e tabagismo.

A inclusão das variáveis no modelo multivariado será baseada em relevância teórica e nos resultados da análise bivariada, podendo ser adotado critério de significância estatística ($p < 0,20$) para entrada inicial no modelo. Permanecerão no modelo final aquelas com significância estatística ou relevância epidemiológica.

2.6.5. Disponibilidade e acesso aos dados

Após a conclusão da pesquisa, os dados serão disponibilizados no Repositório Institucional e na Biblioteca Virtual da UNISUAM, de acordo com as diretrizes da instituição para disseminação do conhecimento científico.

2.7. Limitações do estudo

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O delineamento transversal não permite estabelecer relações de causalidade entre os aspectos socioeconômicos e socioambientais e os desfechos funcionais, possibilitando apenas a identificação de associações.

A amostra foi composta por indivíduos acompanhados em um único centro de referência, o que pode limitar a generalização dos resultados para outras populações com DPPT. Além disso, o número de participantes pode ter reduzido o poder estatístico para detectar associações de menor magnitude entre as variáveis investigadas.

Outra limitação refere-se ao uso de informações socioeconômicas e socioambientais obtidas por autorrelato, estando sujeitas a viés de memória ou de resposta. Adicionalmente, embora os modelos estatísticos tenham sido ajustados para potenciais fatores de confusão, como idade, sexo e índice de massa corporal, outros fatores potencialmente associados aos desfechos, como nível de atividade física, hábitos de vida, tempo decorrido após a cura da TB e presença de comorbidades, não foram incluídos nas análises.

Apesar dessas limitações, o estudo apresenta pontos fortes, como a avaliação multidimensional dos participantes, contemplando capacidade funcional, fadiga, força muscular periférica e respiratória, função pulmonar e determinantes socioeconômicos e socioambientais. Esses aspectos contribuem para uma compreensão mais abrangente das repercussões da DPPT e fornecem subsídios para futuras investigações sobre o tema.

2.8. Resultados esperados

Espera-se que este estudo contribua para ampliar o conhecimento sobre a capacidade funcional e sua relação com os aspectos socioeconômicos e socioambientais em indivíduos com DPPT. Espera-se, ainda, caracterizar o perfil funcional, muscular e de função pulmonar dessa população, evidenciando as repercussões persistentes da doença mesmo após a cura microbiológica.

Pretende-se investigar a associação entre determinantes socioeconômicos e socioambientais, como escolaridade, renda, participação econômica, benefício social e condições de saneamento, com indicadores de capacidade funcional, fadiga, força muscular periférica e função pulmonar. Embora não se possa pressupor a magnitude dessas associações, espera-se que os resultados contribuam para compreender de forma mais abrangente a influência das condições de vida sobre a funcionalidade desses indivíduos.

No âmbito clínico, espera-se que os achados reforcem a importância da avaliação integrada de fatores clínicos, funcionais e sociais no acompanhamento de pessoas com DPPT, subsidiando estratégias de reabilitação mais individualizadas e centradas nas necessidades dos pacientes.

Na perspectiva da saúde pública, os resultados poderão contribuir para o fortalecimento de ações voltadas ao acompanhamento longitudinal dos indivíduos após o tratamento da TB, estimulando a incorporação dos determinantes sociais da saúde no planejamento de políticas e programas de reabilitação, com vistas à redução das incapacidades funcionais e das desigualdades em saúde.

Por fim, espera-se que esta pesquisa amplie as evidências científicas sobre a DPPT, incentivando o desenvolvimento de novos estudos que integrem aspectos clínicos, funcionais e socioeconômicos na compreensão das repercussões de longo prazo da TB.

2.9. Orçamento e apoio financeiro

Este estudo é financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

Quadro 5: Apoio financeiro.

CNPJ	Nome	Tipo de Apoio financeiro	E-mail	Telefone
00889834/0001-08	CAPES	Bolsa	prosup@capes.gov.br	(61)20226250
30.495.394/0001-67	FAPERJ	Auxílio à pesquisa	central.atendimento@faperj.br	(61) 32114000
33.654.831/0001-36	CNPq	Auxílio à pesquisa	atendimento@cnpq.br	(61)32114000

Quadro 6: Detalhamento do orçamento.

Identificação do orçamento	Tipo	Valor (R$)
Papel A4 500 folhas	Custeio	25,00
Cartucho de tinta para impressora	Custeio	2x115,00
Oxímetro de pulso	Material permanente	200,00
	Total em R$	**455,00**

2.10. Cronograma

Quadro 7: Cronograma de execução.

	ETAPA	INÍCIO	FIM
Projeto de Pesquisa	Elaboração do projeto de pesquisa	02/2025	03/2026
	Exame de Qualificação	03/2026	03/2026
	Apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa	03/2026	03/2026
	Registro do protocolo de pesquisa	NA	NA
	Elaboração de manuscrito (revisão)	03/2026	06/2026

	Submissão de manuscrito	06/2026	06/2026
Coleta de Dados	Treinamento dos procedimentos	07/2025	08/2025
	Modelagem do banco de dados	08/2025	02/2026
	Coleta e tabulação de dados	02/2026	05/2026
	Análise dos dados	03/2026	07/2026
	Elaboração de manuscrito	07/2026	07/2026
	Depósito do banco de dados em repositório	08/2026	08/2026
Produção	Submissão de relatório para o Comitê de Ética	09/2026	12/2026
	Elaboração do trabalho de conclusão	03/2026	06/2026
	Exame de Defesa	07/2026	08/2026
	Submissão de manuscrito (resultados)	06/2026	06/2026
	Elaboração de mídias para disseminação	07/2026	08/2026
	Entrega da versão final do trabalho de conclusão	08/2026	08/2026

Referências

ALENE, K. A.; HERTZOG, L.; GILMOUR, B.; CLEMENTS, A. C. A.; MURRAY, M. Interventions to prevent post-tuberculosis sequelae: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, v. 70102511, Apr. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jinf.2024.70102511.

ALLWOOD, Brian W.; BYRNE, Anthony; MEGHJI, Jamilah; RACHOW, Andrea; VAN DER ZALM, Marieke M.; SCHOCH, Otto D. Post-tuberculosis lung disease: clinical review of an under-recognised global challenge. *Respiration*, v. 100, n. 8, p. 751–763, 2021. DOI: 10.1159/000512531

AITAMBAYEVA, N.; ARINGAZINA, A.; NAZAROVA, L.; FAIZULLINA, K.; BAPAYEVA, M.; NARYMBAEVA, N.; SVETLANOVA, S. A systematic review of tuberculosis stigma reduction interventions. *Healthcare (Basel)*, v. 13, n. 15, p. 1846, 29 jul. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/healthcare13151846.

BERLANGA, L. A.; MATOS-DUARTE, M.; ABDALLA, P.; ALVES, E.; MOTA, J.; BOHN, L. Validity of the two-minute step test for healthy older adults. *Geriatric Nursing*, v. 51, p. 415–421, 2023. DOI: 10.1016/j.gerinurse.2023.04.009.

BISSON, G. P. et al. Post-tuberculosis lung disease: a case definition for use in research studies. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 3099, n. 25, p. 00548-12025. DOI: 10.1016/S1473.

BOHANNON, R. W.; CROUCH, R. H. Two-Minute Step Test of Exercise Capacity: Systematic Review of Procedures, Performance, and Clinimetric Properties. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, v. 42, n. 2, p. 105–112, 2019. DOI: 10.1519/JPT.0000000000000164.

BORG, G. Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido. São Paulo: Manole; 2000.

CHUSHKIN, M. I.; OTS, O. N. Comprometimento da função pulmonar após tratamento para tuberculose: o resultado final da doença? *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 43, p. 38-43, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37562016000000053

COSTA, B. D. P. S. et al. Capacidade funcional e fragilidade de idosos com sequela de tuberculose pulmonar. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, v. 11, n. 1, p. 145-154, 2021. DOI:10.17267/2238-2704rpf.v11i1.3404

DANIELS, K. J.; IRUSEN, E.; PHARAOH, H.; HANEKOM, S. Post-tuberculosis health-related quality of life, lung function and exercise capacity in a cured pulmonary tuberculosis population in the Breede Valley District, South Africa. *South African Journal of*

Physiotherapy, v. 75, n. 1, p. 1319, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.4102/sajp.v75i1.1319.

DELPINO, F. M.; ARCÊNCIO, R. A.; NUNES, B. P. Determinantes sociais e mortalidade por tuberculose no Brasil: estudo de revisão. *Revista Baiana de Saúde Pública*, v. 45, n. 1, p. 228-241, 2021. DOI: 10.22278/2318-2660.2021.v45.n1.a3479

FUZINATTO, S. B.; et al. Tuberculose: quadro clínico, diagnóstico e tratamento: uma revisão narrativa da literatura. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 6, p. e4572–e4572, 20 jun. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.55905/cuadv16n6-147.

GIACOMETTI, M. T.; et al. Atenção farmacêutica no tratamento de tuberculose. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 7, n. 8, p. 296-309, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.51891/rease.v7i8.1885

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUIDONI, L. M. et al. Custos catastróficos e sequelas sociais decorrentes do diagnóstico e tratamento da tuberculose no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 30, n. 3, p. e2020810, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742021000300012

GUIMARÃES, A. R. Doença pulmonar pós-tuberculose em uma coorte de pacientes de um hospital universitário brasileiro. 2023. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

HUSSAIN, A.; KHURANA, A. K.; GOYAL, A.; KOTHARI, S. Y.; SOMAN, R. K.; TEJ, S.; PAKHARE, A. Effect of pulmonary rehabilitation in patients with post-tuberculosis sequelae with functional limitation. *Indian Journal of Tuberculosis*, v. 71, n. 2, p. 123–129, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijtb.2023.04.012.

OLIVEIRA, M. D. *Doença pulmonar pós-tuberculose: revisão narrativa*. Trabalho de conclusão de curso (Residência Médica em Clínica Médica). Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

QUEIROZ, J. R.; et al. Tendência da mortalidade por tuberculose e relação com o índice sóciodemográfico no Brasil entre 2005-2019. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 29, p. e00532023, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-81232024295.00532023.

RATNAKUMAR, S.; HAYWARD, S. E.; DENNENY, E. K.; GOLDSMITH, L. P.; EVANS, R.; CHECKLEY, W.; GOLETTI, D.; ONG, C. W. M.; GOTOWIEC, M.; ZHU, J.; FRIEDLAND, J. S.; PORTER, J. C. *Post-pulmonary tuberculosis lung function: a systematic review and meta-analysis. The Lancet Global Health*, v. 13, n. 6, p. e1020–e1029, 2025. DOI: 10.1016/S2214-109X(25)00105-6

SANTOS, A. P.; MELLO, F. C. Q. Doença financeira “pós-tuberculose”: precisamos enfrentá-la para eliminar a tuberculose. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 49, p. e20230253, 2023. Disponível em: https://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20230253

SEPTIANI, F.; ERAWATI, M.; SUHARTINI. Factors affecting the quality of life among pulmonary tuberculosis patients: a literature review. *Nurse and Health: Jurnal Keperawatan*, v. 11, n. 1, p. 57–69, 2022. Disponível em: http://ejournal-kertacendekia.id/index.php/nhjk/index.

SILVA, D. R.; MELLO, F. C. Q.; MIGLIORI, G. B. Diagnóstico e manejo de doença pulmonar pós-tuberculose. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 49, n. 2, p. e20230055–e20230055, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20230055.

SILVA, D. R. et al. Recomendações da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia para o manejo da doença pulmonar pós-tuberculose. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 49, p. e20230269, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20230269.

SILVA, H. J. G. *Capacidade funcional em pessoas com sequelas pós-tuberculose pulmonar: uma revisão de escopo*. 2025. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Fisioterapia) - Universidade Federal do Amazonas, Coari, 2025.

SILVA, T. S.; BORGES, G. F. Tolerância ao exercício em indivíduos pós-tratamento de tuberculose pulmonar: um estudo observacional. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, v. 25, n. 274, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.46642/efd.v25i274.2468

SILVA, T. S. *Construção e teste piloto de um programa de reabilitação pulmonar para a melhora da qualidade de vida relacionada à saúde em indivíduos com sequelas de tuberculose pulmonar*. 2024. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.11606/T.7.2024.tde-28042025-130352

SILVA, H. J. G. da. *Capacidade funcional em pessoas com sequelas pós-tuberculose pulmonar: uma revisão de escopo.* Coari: Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Saúde e Biotecnologia, Bacharelado em Fisioterapia, 2025.

SINHA, S.; TITIYAL, R.; MOUNIKA, P.; AJAYABABU, A.; CHINNAKALI, P.; GHANATE, N.; et al. Effectiveness of pulmonary rehabilitation on functional exercise capacity & health related quality of life (HRQOL) among individuals with post tuberculosis lung disease: A multicentric pre & post-interventional study. *Indian Journal of Medical Research*, v. 161, n. 5, p. 540–551, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.25259/IJMR_1643_2024

SOARES, T. V.; et al. Análise das internações por sequelas de tuberculose: Impactos clínicos e desafios na gestão da saúde pública. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 8, p. 4038-4048, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p4038-4048.

SOUZA, A. M. L. R. *Avaliação da capacidade funcional, função pulmonar, força muscular e qualidade de vida no paciente com doença pulmonar pós-tuberculose.* 2024. 90 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências da Reabilitação, Centro Universitário

Augusto Motta, Rio de Janeiro, 2024.

SOUZA, A. M. L. R.; SILVA, L. L.; SILVA, D. L. O.; SILVA, U. D. P. V.; MELLO DA SILVA, M.; BESERRA, A. dos S.; FREITAS, Y. O. de; FERREIRA, I. N.; LOPES, A. J. Peripheral muscle strength and pulmonary function negatively impact functional capacity in patients with post-tuberculosis lung disease: a cross-sectional study. *Physiotherapy Research International*, v. 30, e70115, 2025. DOI: 10.1002/pri.70115.

VILHENA, E.; PAIS-RIBEIRO, J.; SILVA, I.; PEDRO, L.; MENESES, R. F.; CARDOSO, H.; MARTINS DA SILVA, A.; MENDONÇA, D. Psychosocial factors as predictors of quality of life in chronic Portuguese patients. *Health and Quality of Life Outcomes*, v. 12, p. 3, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1186/1477-7525-12-3.

YASOBANT, S.; KHATIB, M. N.; SYED, Z. Q.; GAIDHANE, A. M.; SHAH, H.; NARKHEDE, K.; BHAVSAR, P.; PATEL, J.; SINHA, A.; PUWAR, T.; SAHA, S.; SAXENA, D. Health-Related Quality of Life (HRQoL) of Patients with Tuberculosis: A Review. *Infectious Disease Reports*, v. 14, n. 4, p. 509–524, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/idr14040055

Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ASSOCIAÇÃO ENTRE CAPACIDADE FUNCIONAL E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E SOCIAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR PÓS-TUBERCULOSE

Elaborado a partir da Res. nº466 de 10/12/2012 do Conselho Nacional de Saúde

Breve justificativa e objetivos da pesquisa: tem como objetivo analisar a associação entre o desempenho no teste do degrau de 6 minutos e os determinantes socioeconômicos em pacientes com Doença Pulmonar Pós-Tuberculose. Este estudo é importante porque ajuda a entender como a vida das pessoas — como renda, moradia e acesso à saúde — interfere na recuperação de quem já teve tuberculose. Com essas informações, será possível melhorar o cuidado, o tratamento e o acompanhamento dessas pessoas, para que tenham mais qualidade de vida no dia a dia.

Procedimentos: Caso aceite participar da pesquisa, você será convidado(a) a comparecer ao Laboratório de Função Pulmonar do Hospital Universitário Pedro Ernesto

(HUPE-UERJ) para uma avaliação única e presencial, com duração aproximada de 60 a 90 minutos. Durante essa visita, serão coletadas informações sociodemográficas e clínicas, como idade, sexo, escolaridade, renda, ocupação, peso, altura e histórico de saúde. Em seguida, você realizará avaliações físicas simples e não invasivas, sob supervisão de profissionais capacitados. Será aplicado um questionário sociodemográfico para caracterização do perfil dos participantes e um teste de capacidade funcional (Teste do Degrau de 6 minutos – TD6), no qual será solicitado que você suba e desça um degrau de 20 cm durante seis minutos, de forma segura, para avaliar seu desempenho físico. Durante o teste, serão monitorados sinais vitais como frequência cardíaca, pressão arterial e saturação de oxigênio antes e após o esforço. Todos os procedimentos serão realizados em ambiente adequado, com acompanhamento contínuo de um fisioterapeuta e um médico da equipe, garantindo segurança, conforto e bem-estar durante toda a avaliação.

Potenciais riscos e benefícios: A participação na pesquisa envolve riscos mínimos. Durante a realização dos testes físicos, pode haver sensação de cansaço, falta de ar, tontura ou desconforto muscular, especialmente em pessoas com limitações funcionais. No entanto, todos os procedimentos serão realizados por profissionais capacitados, com acompanhamento constante, e poderão ser interrompidos a qualquer momento caso o(a) participante deseje ou apresente qualquer mal-estar. Os equipamentos utilizados são seguros, higienizados entre cada aplicação, e não oferecem riscos à saúde. Como benefício, o(a) participante receberá uma avaliação funcional detalhada, que poderá auxiliar na identificação de possíveis limitações físicas relacionadas à antiga tuberculose, contribuindo para o planejamento de cuidados ou intervenções fisioterapêuticas personalizadas. Além disso, os dados obtidos poderão colaborar para o avanço do conhecimento científico e para o aprimoramento de estratégias de reabilitação para pessoas com histórico de tuberculose pulmonar.

Garantia de sigilo, privacidade, anonimato e acesso: Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa de qualquer forma lhe identificar, serão mantidos em sigilo. Será garantido o anonimato e privacidade. Caso haja interesse, o senhor (a) terá acesso aos resultados.

Garantia de esclarecimento: É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como a garantia do seu livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

Garantia de responsabilidade e divulgação: Os resultados dos exames e dos dados da pesquisa serão de responsabilidade do pesquisador, e esses resultados serão divulgados em meio científico sem citar qualquer forma que possa identificar o seu nome.

Garantia de ressarcimento de despesas: Você não terá despesas pessoais em qualquer fase do estudo, nem compensação financeira relacionada à sua participação. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, terá direito a tratamento médico, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. No entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta corrente ou cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Responsabilidade do pesquisador e da instituição: O pesquisador e a instituição proponente se responsabilizarão por qualquer dano pessoal ou moral referente à integridade física e ética que a pesquisa possa comportar.

Critérios para suspender ou encerrar a pesquisa: O estudo será suspenso na ocorrência de qualquer falha metodológica ou técnica observada pelo pesquisador,

cabendo ao mesmo a responsabilidade de informar a todos os participantes o motivo da suspensão. O estudo também será suspenso caso seja percebido qualquer risco ou dano à saúde dos sujeitos participantes, consequente à pesquisa, que não tenha sido previsto neste termo. Quando atingir a coleta de dados necessária, a pesquisa será encerrada.

Demonstrativo de infraestrutura: A instituição onde será feito o estudo possui a infraestrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa com ambiente adequado.

Propriedade das informações geradas: Não há cláusula restritiva para a divulgação dos resultados da pesquisa, e que os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para comprovação do experimento. Os resultados serão submetidos à publicação, sendo favoráveis ou não às hipóteses do estudo.

Sobre a recusa em participar: Caso queira, o senhor (a) poderá se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar-se, não sofrendo qualquer prejuízo à assistência que recebe.

Contato do pesquisador responsável e do comitê de ética: Em qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso ao profissional responsável, Nielza Moreira de Souza, que pode ser encontrada no telefone (21) 97607-6171. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Se este termo for suficientemente claro para lhe passar todas as informações sobre o estudo e se o senhor (a) compreender os propósitos do mesmo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Você poderá declarar seu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente das propostas do estudo.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de_____.

_____

Nome e assinatura do paciente ou seu responsável legal

_____

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

_____ _____

Testemunha Testemunha

Apêndice 2 – Ficha Clínica

FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA E SOCIAL
N°_____
Data:___/____/_____

1. FICHA SOCIAL
Nome: _____
Nome social: _____
Idade: _____ Altura: _____cm Peso: _____kg
Sexo: ( ) F ( ) M ( ) Outro _____
Estado civil: ( ) Solteiro(a) ( ) Casado(a) ( ) União estável ( ) Separado(a)
( ) Divorciado(a) ( ) Viúvo(a) ( ) Outro: _____ ( ) Não informou
Escolaridade: ( ) Analfabeto(a) ( ) Ensino fundamental incompleto ( ) Ensino fundamental completo
( ) Ensino médio incompleto ( ) Ensino médio completo ( ) Ensino superior incompleto
( ) Ensino superior completo ( ) Pós-graduação ( ) Não informou
Profissão/Ocupação: _____
Renda familiar: ( ) Sem renda ( ) Até 1 salário mínimo ( ) De 1 a 2 salários mínimos
( ) De 2 a 3 salários mínimos ( ) De 3 a 5 salários mínimos ( ) Acima de 5 salários mínimos
( ) Não sabe / Não informou

Condições de moradia:
( ) Casa própria ( ) Alugada ( ) Outros: _____
Número de filhos: _____ **Idade(s) do(s) filho(s):** _____ **Nº de pessoas no domicílio:** _____
Recebe benefícios sociais: ( ) Não ( ) Sim → Qual(is)? _____
Valor mensal do benefício: _____
Coleta regular de lixo: ( ) Sim ( ) Não **Esgoto tratado:** ( ) Sim ( ) Não
Água tratada: ( ) Sim ( ) Não **Energia elétrica:** ( ) Sim ( ) Não
Tabagismo: ( ) Nunca fumou ( ) Ex-tabagista ( ) Tabagista atual
Carga tabágica (maços por ano): _____ (cigarros/dia ÷ 20) x número de anos que fumou
Etilismo: ( ) Não ( ) Social ( ) Frequente ( ) Abusivo
Data do diagnóstico: ___/___/___
Tempo de tratamento: _____
Número de episódios: _____
Data de finalização do tratamento: ___/___/___
Observações clínicas relevantes (sintomas relatados e/ou medicamentos utilizados):

---

2. FUNÇÃO PULMONAR
Data do exame: ___/___/___

VEF1 (% do previsto): _____
VEF1/CVF (%): _____
DLCO (% do previsto): _____
FEF 25–75% (% do previsto): _____
CPT (% do previsto): _____
VR (% do previsto): _____
VR/CPT: _____
Raw: _____
PI máx (cmH_2O): _____
PE máx (cmH_2O): _____

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL:

Teste do Degrau

Os valores abaixo representam a média aproximada de subidas no Teste do Degrau de 6 minutos (TD6), baseando-se em estudos com adultos saudáveis e em populações com doenças pulmonares crônicas. Esses valores podem ser utilizados como referência para a interpretação da capacidade funcional.

Faixa etária	Homens (nº de subidas)	Mulheres (nº de subidas)
18–29 anos	90–110	80–100

30–39 anos	85–105	75–95
40–49 anos	80–100	70–90
50–59 anos	70–90	60–85
60+ anos	60–80	50–75

Contagem de Subidas por Minuto

Tempo	Subidas (n)	Observações
Minuto 1	_____	_____
Minuto 2	_____	_____

Total de subidas: _____

Parâmetros complementares

Parâmetro	Valor
SpO_2 antes / após (%)	_____ / _____
FC antes / após (bpm)	_____ / _____
Borg antes / após	_____ / _____

Anexo 1 – Teste do Degrau de 6 minutos (TD6')

Nome do participante: _____
Data: ____ / ____ / _____
Examinador: _____

Avaliação da Capacidade Funcional – Teste do Degrau de 6 minutos

O Teste do Degrau de 6 minutos (TD6) será utilizado para avaliar a capacidade funcional de pacientes com doença pulmonar pós-tuberculose. O teste consiste em subir e descer repetidamente um degrau de 20 cm de altura pelo período de seis minutos, sendo supervisionado por fisioterapeuta.

Protocolo de aplicação do TD6

Etapa	Procedimento
Antes do teste	- Medir SpO_2, FC, PA e Escala de Borg - Instruir o paciente sobre a execução - Garantir calçado adequado e segurança

Durante o teste	- Subir e descer degrau de 20 cm por 6 minutos - Cronometrar o tempo exato - Contar o número total de subidas completas
Após o teste	- Medir novamente SpO_2 e FC - Reaplicar Escala de Borg - Observar sintomas (dispneia, tontura, etc.)
Análise	- Avaliar número de subidas - Comparar com valores de referência - Observar presença de dessaturação (queda ≥ 4%)

Valores de Referência – Teste do Degrau de 6 minutos (TD6)

Os valores abaixo representam a média aproximada de subidas no Teste do Degrau de 6 minutos (TD6), baseando-se em estudos com adultos saudáveis e em populações com doenças pulmonares crônicas. Esses valores podem ser utilizados como referência para a interpretação da capacidade funcional.

Faixa etária	Homens (nº de subidas)	Mulheres (nº de subidas)
18–29 anos	90–110	80–100
30–39 anos	85–105	75–95
40–49 anos	80–100	70–90
50–59 anos	70–90	60–85
60+ anos	60–80	50–75

Contagem de Subidas por Minuto

Tempo	Subidas (n)	Observações
Minuto 1	_____	_____
Minuto 2	_____	_____

Total de subidas: _____

Parâmetros complementares

Parâmetro	Valor
SpO_2 antes / após (%)	_____ / _____
FC antes / após (bpm)	_____ / _____
Escala de Borg (pós-teste)	_____

Anexo 2 – *Checklist* Ético Preliminar (CEPlist)

A *Lista de Itens para o Comitê de Ética em Pesquisa* (*CEPlist*) foi elaborada com base na Resolução do Conselho Nacional de Saúde No. 466 de 12 de dezembro de 2012 com o objetivo de melhorar a qualidade das informações dos Protocolos de Pesquisa envolvendo seres humanos que são submetidos à apreciação pelo sistema CEP/CONEP.

A *CEPlist* é preenchida pelo pesquisador principal do projeto antes de sua submissão para ser anexada na Plataforma Brasil como "Outros" documentos. O pesquisador preencherá o número da página onde consta a referida informação. Caso o item não se aplique, deverá ser preenchido com "NA".

a) Documentos obrigatórios		**Páginas**
a. Termos	a) Termo de Anuência da instituição proponente redigido em papel timbrado, datado e assinado por representante	
	b) Termo(s) de Anuência da(s) instituição(ões) coparticipante(s) redigido(s) em papel timbrado, datado(s) e assinado(s) por representante	

	a) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	
	b) Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	
	c) Termo de Autorização para Uso de Dados secundários	
b. Cronograma	a) Cronograma detalhado quanto às etapas do projeto de pesquisa	
c. Orçamento	a) Orçamento detalhado quanto à aplicação dos recursos	
	b) Citação do(s) patrocinador(es) da pesquisa	
d. Declarações	1. Declaração de Instituição e Infraestrutura redigido em papel timbrado, datado e assinado por representante	
	2. Declaração de Pesquisadores	
	3. Declaração de Patrocinador	
e. Dispensa	a) Justificativa para dispensa do Termo solicitada pelo pesquisador responsável ao Sistema CEP/CONEP	
b) Projeto de pesquisa (PP)		**Páginas**
a. Introdução	a) Fundamentação em fatos científicos, experimentação prévia e/ou pressupostos adequados à área específica da pesquisa	
b. Materiais e Métodos	• Métodos adequados para responder às questões estudadas, especificando-os, seja a pesquisa qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa	
	• Cálculo e/ou justificativa do tamanho da amostra	
	• Critérios de inclusão e exclusão bem definidos	
	• Procedimento detalhado de recrutamento dos participantes	
	• Local(is) de realização da(s) etapa(s) da pesquisa	
	• Períodos de *wash-out* ou uso de placebo justificados e com análise crítica de risco	
	• Explicação detalhada e justificada dos exames e testes que serão realizados	
	• Manutenção dos dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob guarda e responsabilidade do	

	pesquisador principal, por 5 anos após o término da pesquisa	
	• Critérios detalhados para suspender e encerrar a pesquisa	
c. Apêndices e Anexos	6. Questionário(s) para coleta de dados	
c) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)		**Páginas**
a. Informações Obrigatórias	1. Título do projeto abaixo do título do Termo	
	2. Informações prestadas em linguagem clara e acessível ao participante	
	3. Justificativa e os objetivos claros e bem definidos	
	4. Procedimentos e métodos detalhados a serem utilizados na pesquisa	
	5. Possibilidade de inclusão (sorteio) em grupo controle ou experimental	
	6. Possíveis desconfortos e riscos decorrentes da participação na pesquisa	
	7. Possíveis benefícios decorrentes da participação na pesquisa	
	8. Providências e cautelas a serem empregadas para evitar e/ou reduzir efeitos e condições adversas que possam causar dano	
	9. Formas de acompanhamento e assistência a que terão direito os participantes da pesquisa para atender complicações e danos decorrentes, direta ou indiretamente, da pesquisa	
	10. Garantia de plena liberdade ao participante da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização	
	11. Garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa	
	12. Garantia de que o participante da pesquisa receberá uma via do Termo	
	13. Garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes	

	14. Explicita a garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa	
	15. Esclarecimento sobre a possibilidade de inclusão do participante em grupo controle ou placebo, explicitando, claramente, o significado dessa possibilidade	
	16. Compromisso de encaminhar os resultados da pesquisa para publicação em meio científico	
	17. Declaração do pesquisador responsável que expresse o cumprimento das exigências da Resolução No. 466/2012	
	18. Declaração do pesquisador responsável de que os resultados dos exames e/ou dados da pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores	
b. Pesquisador	5. Consta, em todas as folhas e vias do Termo, o endereço e contato telefônico ou outro, dos responsáveis pela pesquisa	
c. Comitê de Ética	a) Consta, em todas as folhas e vias do Termo, o endereço e contato telefônico ou outro, do CEP	
d. Participante	• Há espaço para o nome do participante e/ou responsável legal e local para sua assinatura	
d) Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)		**Páginas**
a. Apresentação	a) Há termo de consentimento dos responsáveis com anuência dos menores de idade ou legalmente incapazes	

Anexo 3 – Declaração de Instituição Coparticipante

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Rio de Janeiro, 4 de março de 2025.

Do: Serviço de Pneumologia e Tisiologia, Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ
Prof. Agnaldo José Lopes

Declaro que estou ciente da participação do **Serviço de Pneumologia e Tisiologia, do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE/UERJ)** está ciente do desenvolvimento do projeto de Mestrado do aluno PEDRO HENRIQUE PERPETUO DE LIMA SILVA, mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, intitulado "**AVALIAÇÃO DA BALANÇO CORPORAL, CAPACIDADE FUNCIONAL, FUNÇÃO PULMONAR, FORÇA MUSCULAR E FADIGA GERAL EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA PULMONAR PÓS-TUBERCULOSE**". Declaro, ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/96. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária à realização da pesquisa.

Agnaldo José Lopes

Prof. Dr. Agnaldo Joé Lopes
Subchefe do Departamento de Doenças do Tórax
Hospital Universitário Pedro Ernesto
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Anexo 4 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - HUUERJ

Plataforma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA MECÂNICA E TREINAMENTO MUSCULAR EM INDIVÍDUOS COM SEQUELAS DA TUBERCULOSE

Pesquisador: BRUNO TAVARES CALDAS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 70493823.5.0000.5259

Instituição Proponente: Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.260.670

Apresentação do Projeto:

Continuação do Parecer:PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_6137758, e conteúdo registrado do protocolo "Nome do Arquivo: PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2068175", bem como arquivos anexados à Plataforma Brasil.

Objetivo da Pesquisa:

Continuação do Parecer:PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_6137758, e conteúdo registrado do protocolo "Nome do Arquivo: PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2068175", bem como arquivos anexados à Plataforma Brasil.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Continuação do Parecer:PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_6137758, e conteúdo registrado do protocolo "Nome do Arquivo: PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2068175", bem como arquivos anexados à Plataforma Brasil.

Endereço: Av. 28 de setembro, nº77 - CePeM - Centro de Pesquisa Clínica Multiusuário - 2º andar/sala nº 28 - prédio
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **E-mail:** cep@hupe.uerj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - HUUERJ

Continuação do Parecer: 6.260.670

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

As sequelas pulmonares da tuberculose (SPTB) são definidas como evidências de anormalidades respiratórias crônicas, com
ou sem sintomas, atribuíveis em parte a tuberculose pulmonar prévia. Essas sequelas são resultado da interação entre o dano causado pelo
organismo da tuberculose no trato respiratório junto à resposta imune do hospedeiro, e levar a alterações na via aérea, pleura, parênquima,
vasculatura pulmonar e ocasionar piora da mecânica respiratória, devido ao aumento das propriedades resistivas e elásticas. Tais alterações podem
resultar em disfunções restritivas, obstrutivas e mistas, além de fraqueza muscular respiratória e limitações ao exercício. O treinamento muscular
inspiratório (TMI) como intervenção isolada, pode ser eficaz no aumento da pressão inspiratória máxima (PImáx) e da capacidade ao exercício.
Entretanto, ainda não existem estudos de avaliação da mecânica respiratória e com o TMI na SPTB.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram analisados os seguintes documentos de apresentação obrigatória:
1) Folha de Rosto para pesquisa envolvendo seres humanos;
2) Projeto de Pesquisa;
3) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
4) Termo de Anuência Institucional;
5) Declaração de isenção de custos;
6) Orçamento;
7) Cronograma;
8) Currículo do pesquisador principal e demais colaboradores.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Foram atendidas as recomendações/considerações/pendências do Parecer anterior.
O projeto pode ser realizado da forma como está apresentado. Após análise do protocolo foi verificado o atendimento à legislação vigente e o protocolo encontra-se apto para início. Caso o pesquisador precise fazer Emenda ao Projeto, é obrigatório o envio antecipado de Relatório Parcial via Notificação. A Emenda só poderá ser solicitada após aprovação da Notificação com relatório parcial. Diante do exposto e à luz da Resolução CNS nº466/2012, o projeto pode ser enquadrado

Endereço: Av. 28 de setembro, nº77 - CePeM - Centro de Pesquisa Clínica Multiusuário - 2º andar/sala nº 28 - prédio
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **E-mail:** cep@hupe.uerj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - HUUERJ

Continuação do Parecer: 6.260.670

na categoria – APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n. 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais - a contar da data de aprovação do protocolo - que permitam ao CEP acompanhar o desenvolvimento do projeto. Esses relatórios devem conter as informações detalhadas - naqueles itens aplicáveis - nos moldes do relatório final contido no Ofício Circular n. 062/2011: conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/index.htm, bem como deve haver menção ao período a que se referem. Para cada relatório, deve haver uma notificação separada. As informações contidas no relatório devem ater-se ao período correspondente e não a todo o período da pesquisa até aquele momento. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, identificando-se, por cor, negrito ou sublinhado, a parte do documento a ser modificada, isto é, além de Apresentar o resumo das alterações, juntamente com a justificativa, é necessário destacá-las no decorrer do texto (item 2.2.H.1, da Norma Operacional CNS nº 001 de 2013). Pesquisador: Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e no termo de consentimento livre e esclarecido, para análise das mudanças. Informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2068175.pdf	04/08/2023 12:00:18		Aceito
Outros	Carta_Resposta_Pos_Parecer.pdf	04/08/2023 11:53:17	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	05_Modelo_do_TCLE_Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido_adulto_modificado_Bruno_Tavares_Caldas.pdf	04/08/2023 11:52:16	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_Termo_de_Consentimento_Livre e_Esclarecido_adulto_Bruno_Tavare	16/05/2023 21:16:31	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito

Endereço: Av. 28 de setembro, nº77 - CePeM - Centro de Pesquisa Clínica Multiusuário - 2º andar/sala nº 28 - prédio
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **E-mail:** cep@hupe.uerj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - HUUERJ

Continuação do Parecer: 6.260.670

Justificativa de Ausência	s_Caldas.pdf	16/05/2023 21:16:31	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	16/05/2023 21:16:17	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Bruno_Tavares_Caldas.pdf	16/05/2023 21:15:56	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito
Outros	DECLARACAO_DE_CIENCIA_E_CONFIDENCIALIDADE.pdf	16/05/2023 19:32:25	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito
Outros	DECLARACAO_DE_ISENCAO_DE_CUSTOS.pdf	16/05/2023 19:31:10	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_PARA_PESQUISA_EM_SERES_HUMANOS.pdf	16/05/2023 19:26:18	BRUNO TAVARES CALDAS	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RIO DE JANEIRO, 25 de Agosto de 2023

Assinado por:
MARIO FRITSCH TOROS NEVES
(Coordenador(a))

Endereço: Av. 28 de setembro, nº77 - CePeM - Centro de Pesquisa Clínica Multiusuário - 2º andar/sala nº 28 - prédio
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **E-mail:** cep@hupe.uerj.br

Anexo 4 – Comprovante de publicação do Artigo

advances in respiratory medicine

MDPI

Article

Association Between Physical Function, Pulmonary Function, and Social Determinants of Health in Individuals with Post-Tuberculosis Lung Disease

Nielza Moreira de Souza [1], Pedro Henrique Perpetuo de Lima Silva [1], Estephane Ramos de Souza Penna [2], Amanda Oliveira dos Anjos [2], Alicia Sales Carneiro [3,4], Walter Costa [3], Bruna Cuoco Prevenzano [3,4], Ana Paula Santos [3,4,5] and Agnaldo José Lopes [1,3,4,*]

1 Rehabilitation Sciences Post-Graduation Program, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Rua Dona Isabel, 94, Bonsucesso, Rio de Janeiro 21032-060, Brazil; nielzasouza@souunisuam.com.br (N.M.d.S.); pedroperpetuo@souunisuam.com.br (P.H.P.d.L.S.)
2 Faculty of Physiotherapy, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Av. Paris, 84, Bonsucesso, Rio de Janeiro 21041-020, Brazil; estephaneporto@gmail.com (E.R.d.S.P.); amandadosanjos@gmail.com (A.O.d.A.)
3 Department of Pulmonology, Pedro Ernesto University Hospital, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Boulevard 28 de Setembro, 77, Vila Isabel, Rio de Janeiro 20551-030, Brazil; aliciasc6@gmail.com (A.S.C.); drwaltercosta@terra.com.br (W.C.); brunacliniamedica@gmail.com (B.C.P.); anapsantos.ip@gmail.com (A.P.S.)
4 Postgraduate Program in Medical Sciences, School of Medical Sciences, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Avenida Professor Manoel de Abreu, 444, 2° Andar, Vila Isabel, Rio de Janeiro 20550-170, Brazil
5 Medical School and Institute of Thorax Diseases, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco, 255, Sala 01D 58/68, Cidade Universitária, Rio de Janeiro 21941-913, Brazil
* Correspondence: alopes@souunisuam.com.br

Highlights

What are the main findings?

- Individuals with post-tuberculosis lung disease (pwPTLD) have low functional exercise capacity, impaired lung function, and deteriorating social determinants of health (SDoH), even when they have adequate housing.
- Although not negligible, the association between physical function, pulmonary function, and SDoH is weak to moderate in this patient population.

What are the implications of the main findings?

- When monitoring pwPTLD, it is important to consider not only physiological parameters, but also socioeconomic and environmental factors that contribute to overall functional limitation.
- These findings may serve as a basis for randomized controlled trials applying social protection measures during and after tuberculosis treatment, in order to better clarify the impact of socioeconomic conditions on physical performance.

Abstract

Although poverty and tuberculosis are insidiously linked, knowledge of the relationship between social determinants of health (SDoHs) and post-tuberculosis lung disease (PTLD) is limited. This study aimed to analyze the association between physical function, pulmonary function, and SDoHs in individuals with PTLD (pwPTLD), considering the impact of social inequalities on physical performance. This cross-sectional study collected social data from 69 pwPTLDs using a standardized assessment form. The patients underwent pulmonary function testing via spirometry and body plethysmography, as well as respiratory muscle

Check for updates

Academic Editor: Mariola Franczuk

Received: 14 June 2026
Revised: 17 July 2026
Accepted: 23 July 2026
Published: 27 July 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Published by MDPI on behalf of the Polish Respiratory Society. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

UNISUAM

Inovando HOJE, transformando o AMANHÃ