

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ESTUDOS DE POLÍTICA, ESTRATÉGIA E DOCTRINA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

Cap. QOBM/Comb. MATHEUS DE SOUZA JUNQUEIRA



**RELAÇÃO ENTRE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA,
PERFORMANCE NO TESTE DE SIMULAÇÃO DE TAREFAS (TST) E
O ABSENTEÍSMO RELACIONADO A DOENÇAS
MUSCULOESQUELÉTICAS NO CBMDF**

BRASÍLIA
2025

Cap. QOBM/Comb. MATHEUS DE SOUZA **JUNQUEIRA**

**RELAÇÃO ENTRE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA,
PERFORMANCE NO TESTE DE SIMULAÇÃO DE TAREFAS (TST) E
O ABSENTEÍSMO RELACIONADO A DOENÇAS
MUSCULOESQUELÉTICAS NO CBMDF**

Artigo científico apresentado à disciplina Metodologia da Pesquisa Científica como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: Ten-Cel. QOBM/Comb. PAULO FERNANDO **LEAL** DE HOLANDA
CAVALCANTI

BRASÍLIA
2025

Cap. QOBM/Comb. MATHEUS DE SOUZA JUNQUEIRA

**RELAÇÃO ENTRE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA, PERFORMANCE NO
TESTE DE SIMULAÇÃO DE TAREFAS (TST) E O ABSENTEÍSMO
RELACIONADO A DOENÇAS MUSCULOESQUELÉTICAS NO CBMDF**

Artigo científico apresentado à disciplina Metodologia da Pesquisa Científica como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado em: 07 / 05 / 2025

BANCA EXAMINADORA

ANDRÉ BARBOSA SÁ TELES – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Presidente

FELIPE PALÁCIO JOHN – Ten-Cel. QOBM/Méd.
Membro

EMÍLIA BERNARDES DA SILVA – Ten-Cel. RRm.
Membro

PAULO FERNANDO LEAL DE HOLANDA CAVALCANTI – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Orientador

RELAÇÃO ENTRE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA, PERFORMANCE NO TESTE DE SIMULAÇÃO DE TAREFAS (TST) E O ABSENTEÍSMO RELACIONADO A DOENÇAS MUSCULOESQUELÉTICAS NO CBMDF

RESUMO

Este estudo investigou a relação entre medidas antropométricas, desempenho no teste de simulação de tarefas (TST) e absenteísmo por doenças musculoesqueléticas em 823 bombeiros do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). O objetivo foi verificar se indicadores como força de preensão manual (FPM), relação cintura-quadril (RCQ), relação cintura-estatura (RCE), e percentual de gordura corporal estão correlacionados com o desempenho no TST e o absenteísmo. Os resultados apontaram uma correlação moderada entre o percentual de gordura e o desempenho no TST ($\rho = 0,42$ para homens e $\rho = 0,32$ para mulheres), com maior percentual associado a pior desempenho. A FPM revelou uma correlação significativa, embora menos pronunciada ($\rho = -0,33$ para homens e $\rho = -0,26$ para mulheres). Contrariando a hipótese inicial, bombeiros com melhor desempenho no TST apresentaram maior absenteísmo, um resultado possivelmente influenciado por vieses de seleção, fatores externos e participação voluntária no teste. Nenhum dos indicadores antropométricos mostrou correlação direta com o absenteísmo em qualquer grupo. As análises também evidenciaram que homens com percentuais de gordura abaixo de 13%, entre 24% e 25%, e acima de 25% mostraram diferenças significativas de desempenho no TST. Foi proposto uma equação para estimar a eficácia no TST entre os homens utilizando a força de preensão manual, o percentual de gordura e o risco na relação cintura-estatura tendo a área sob a curva ROC de 0,757, sendo sugeridos dois pontos de corte (máxima sensibilidade/especificidade e 90% de especificidade). O estudo conclui que há correlações significativas entre indicadores antropométricos e desempenho no TST; contudo, a relação com o absenteísmo é complexa e influenciada por múltiplos fatores não capturados na amostra estudada.

Palavras-chave: Antropometria; Teste de simulação de tarefas; Absenteísmo; Doenças musculoesqueléticas; Bombeiros militares.

**RELATIONSHIP BETWEEN ANTHROPOMETRIC ASSESSMENT,
PERFORMANCE IN THE TASK SIMULATION TEST (TST), AND ABSENTEEISM
RELATED TO MUSCULOSKELETAL DISEASES IN THE CBMDF**

ABSTRACT

This study investigated the relationship between anthropometric measures, performance in the task simulation test (TST), and absenteeism due to musculoskeletal diseases in 823 firefighters from the Federal District Military Fire Department (CBMDF). The objective was to determine whether indicators such as handgrip strength (HGS), waist-to-hip ratio (WHR), waist-to-height ratio (WHtR), and body fat percentage correlate with TST performance and absenteeism. The results indicated a moderate correlation between body fat percentage and TST performance ($\rho = 0.42$ for men and $\rho = 0.32$ for women), with higher percentages associated with poorer performance. HGS showed a significant but less pronounced correlation ($\rho = -0.33$ for men and $\rho = -0.26$ for women). Contrary to the initial hypothesis, female firefighters with better TST performance had higher absenteeism, a result possibly influenced by selection biases, external factors, and voluntary participation in the test. None of the anthropometric indicators showed a direct correlation with absenteeism in any group. Analyses also revealed that men with body fat percentages below 13%, between 24% and 25%, and above 25% showed significant differences in TST performance. An equation was proposed to estimate TST effectiveness among men using handgrip strength, body fat percentage, and waist-to-height ratio risk, with an area under the ROC curve of 0.757, and two cut-off points suggested (maximum sensitivity/specificity and 90% specificity). The study concludes that there are significant correlations between anthropometric indicators and TST performance; however, the relationship with absenteeism is complex and influenced by multiple factors not captured in the sample studied.

Keywords: *Anthropometry; Task simulation test; Absenteeism; Musculoskeletal diseases; Military firefighters.*

1. INTRODUÇÃO

As doenças musculoesqueléticas destacam-se como uma das principais causas de absenteísmo laboral, especialmente em profissões que demandam elevado esforço físico, como a de bombeiro militar. Além dos impactos diretos na saúde dos trabalhadores, essas condições geram custos econômicos expressivos para as organizações, decorrentes da redução de produtividade e das despesas com tratamentos médicos (Mendonça, 2021). Nesse contexto, a aptidão física surge como um componente crítico para a saúde ocupacional, principalmente em ambientes de trabalho fisicamente exigentes (Glaner, 2003).

Dentre os parâmetros avaliados, a força de preensão manual (FPM) destaca-se como um marcador robusto da capacidade funcional e da saúde geral, sendo amplamente associada à execução segura e eficiente de tarefas operacionais por bombeiros (Norman et al., 2011; Pratt et al., 2021). Paralelamente, a composição corporal, analisada por indicadores como a relação cintura-quadril (RCQ) e a razão cintura-estatura (RCE), revela-se determinante para a saúde ocupacional. Estudos recentes apontam a RCE como um preditor mais sensível de riscos cardiometabólicos do que o índice de massa corporal (IMC), reforçando sua relevância em avaliações ocupacionais (Ashwell et al., 2012; Batista et al., 2022; Mello et al., 2023)

A literatura evidencia uma interação complexa entre aptidão física, composição corporal e absenteísmo. Pesquisas sugerem que a boa forma física atua como fator protetivo contra afastamentos, destacando a importância de programas de treinamento direcionados à melhoria da capacidade laboral (Kolu et al., 2022; Morais et al., 2023; Ras; Leach, 2022). Nesse cenário, o Teste de Simulação de Tarefas (TST) emerge como uma ferramenta estratégica, pois avalia a aptidão física por meio de atividades que replicam demandas reais da profissão, oferecendo insights sobre a capacidade funcional dos bombeiros (Ferreira, 2024).

Alinhado com o objetivo estratégico 9 do Planejamento estratégico do CBMDF 2025-2030 (CBMDF, 2025) - impulsionar a qualidade de vida ao

bombeiro militar - este estudo tem como objeto investigar a correlação entre força de preensão manual (FPM), indicadores antropométricos (RCQ, RCE e percentual de gordura corporal), desempenho no TST e o absenteísmo por doenças musculoesqueléticas no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). O objetivo geral é analisar a existência de correlações significativas entre essas variáveis, enquanto os objetivos específicos incluem:

1. Avaliar a eficácia do TST como preditor de absenteísmo;
2. Identificar quais medidas antropométricas e FPM apresentam maior associação com o desempenho no TST.
3. Identificar quais medidas antropométricas e FPM apresentam maior associação com o absenteísmo.

Diante disso, propõe-se a seguinte questão de pesquisa: Existe correlação entre indicadores antropométricos, desempenho no TST e absenteísmo por doenças musculoesqueléticas no CBMDF?

As hipóteses deste estudo são: (1) Existe uma correlação direta entre os indicadores antropométricos e o desempenho no TST; (2) Bombeiros com melhor desempenho no TST apresentam menor índice de absenteísmo por doenças musculoesqueléticas; e (3) Indicadores antropométricos, como força de preensão manual, relação cintura-quadril, relação cintura-estatura e percentual de gordura, estão diretamente correlacionados ao índice de absenteísmo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este estudo explora a interseção entre indicadores de saúde física e o desempenho profissional de bombeiros, destacando a relevância de medições como a força de preensão manual (FPM), relação cintura-quadril (RCQ), relação cintura-estatura (RCE), percentual de gordura corporal e o Teste de Simulação de Tarefas (TST). Esses indicadores são utilizados de forma geral para avaliar a aptidão física (Grossl et al., 2010), sendo avaliados como ferramentas preditivas do risco de absenteísmo devido as doenças musculoesqueléticas.

A literatura sugere que a FPM é um indicador crucial da força muscular, sendo relevante para profissionais com alta demanda física, como bombeiros, por sua associação com a saúde geral e a capacidade de realizar tarefas essenciais (Sayer et al., 2006). Além disso, a RCQ e a RCE são analisadas por sua influência na composição corporal e no desempenho físico, com implicações para o absenteísmo (Ras; Leach, 2022).

O percentual de gordura corporal é outro fator crítico, pois níveis elevados podem prejudicar a agilidade e a resistência, essenciais para a profissão de bombeiro (Lockie et al., 2022). Por fim, o TST é apresentado como uma ferramenta abrangente para medir a aptidão física em condições simuladas de trabalho, destacando a importância da capacidade aeróbica, resistência muscular e força relativa (Ferreira, 2024).

Este conjunto de indicadores fornece base sólida para compreender como o desempenho físico impacta a eficiência e a segurança no trabalho dos bombeiros, além de orientar estratégias de treinamento e redução de lesões musculoesqueléticas, que foram a principal causa de afastamento entre bombeiros militares no CBMDF em 2019, representando cerca de 28% do total de dias afastados do trabalho (Mendonça, 2021).

2.1. Força de preensão manual (FPM)

A força de preensão manual é uma medida usada para avaliar a força muscular geral e é vista como um indicador importante de força e potência musculares. Estudos associam a FPM à saúde geral, qualidade de vida e risco de mortalidade em várias populações (Norman et al., 2011; Pratt et al., 2021). Para profissionais que enfrentam alta demanda física, como bombeiros, a FPM é ainda mais relevante, pois pode indicar a aptidão para o trabalho e a capacidade de realizar tarefas essenciais com segurança e eficiência (Morris; Chander, 2018).

A FPM é medida pela força isométrica máxima que a mão exerce sobre um dinamômetro, utilizando diferentes tipos de empunhadura. O *power grip* é o tipo de preensão mais citado na literatura, no qual se aperta um objeto cilíndrico

sem a ação do polegar, sendo o dinamômetro *Jamar* amplamente utilizado por sua precisão e confiabilidade, medindo a força exercida ao apertar suas hastes (Dias et al., 2010).

A avaliação da FPM é comum em contextos fisioterapêuticos e esportivos, tendo mostrado correlação positiva com o desempenho físico em várias atividades. Pessoas com maior FPM tendem a ter melhor desempenho em testes de capacidade aeróbica, força e resistência muscular (Sayer et al., 2006).

Essa relação é crucial para bombeiros, que precisam de força e resistência para executar suas funções de forma eficiente e segura (Ferreira, 2024). Embora não haja uma relação direta estabelecida entre a FPM e o absenteísmo, a redução da força muscular, medida pela FPM, pode aumentar o risco de doenças musculoesqueléticas (Pratt et al., 2021), o que pode, por sua vez, elevar o absenteísmo.

Em relação à utilização de normalização ou correção da FPM, Vanderburgh et al. (1995) sugeriram a utilização de uma escala alométrica para ajustar os valores de força máxima pela massa corporal ou massa magra, a fim de permitir comparações entre diferentes indivíduos, bem como, para estabelecer valores normativos universalmente aceitos, conforme:

$$FPM \text{ corrigida} = FPM * massa \text{ corporal}^{0,51} \quad (1)$$

2.2. Relação cintura quadril (RCQ)

Mello et al. (2023) em seus estudos com bombeiros guarda-vidas encontraram correlações positivas entre a RCQ e o tempo total no *Running Anaerobic Sprint Test* (RAST), e correlações negativas entre RCQ e velocidade no sprint de 20 metros. Isso sugere que uma RCQ mais alta pode estar associada a um desempenho anaeróbico inferior, prejudicando a capacidade de realizar atividades de alta intensidade e curta duração, essenciais para a função de bombeiro.

Grossl et al. (2010) demonstram que escores elevados de percentual de gordura (%G) têm relação com efeitos deletérios no desempenho físico, e que o

perímetro abdominal (PA) e a RCQ apresentam correlação positiva de grande magnitude com o percentual de gordura. Essa informação reforça a ideia de que a composição corporal, e em particular a distribuição de gordura, pode influenciar o desempenho físico de bombeiros.

Considerando a relação entre RCQ, obesidade e doenças musculoesqueléticas, podemos inferir que uma RCQ elevada pode contribuir indiretamente para o aumento do absenteísmo em bombeiros. As doenças musculoesqueléticas, como dores nas costas, lesões nos joelhos e nos ombros, são causas frequentes de afastamento do trabalho (Oliveira, 2018). Bombeiros com RCQ elevada, e conseqüentemente maior risco de desenvolver essas condições, podem apresentar maior número de faltas ao trabalho.

2.3. Relação cintura estatura (RCE)

A RCE é um preditor mais sensível de risco cardiometabólico do que o índice de massa corporal (IMC) ou a relação cintura-quadril (RCQ). Uma RCE elevada sugere um acúmulo excessivo de gordura abdominal, que pode reduzir a capacidade cardiorrespiratória e a resistência física. Isso pode afetar negativamente o desempenho em atividades físicas, especialmente aquelas que exigem alta intensidade e resistência (Ashwell et al., 2012).

O excesso de gordura abdominal, refletido pela RCE, aumenta a sobrecarga nas estruturas musculoesqueléticas durante atividades físicas (Batista et al., 2022). Nascimento et al. (2020) revelam que indivíduos com maior risco cardiovascular, frequentemente associado a uma RCE elevada, exibem menor VO₂ máx., um indicador fundamental da capacidade cardiorrespiratória.

2.4. Percentual de gordura corporal (%G)

Um percentual de gordura elevado pode prejudicar o desempenho em atividades que exigem agilidade, velocidade e explosão muscular, habilidades essenciais para bombeiros (Pihlainen et al., 2018). Bombeiros com percentuais de gordura corporal mais altos tendem a apresentar piores resultados em testes

de aptidão física específicos da profissão, como arraste de vítimas, subida de escadas com equipamentos e manuseio de mangueiras.

Bombeiros com menor percentual de gordura corporal tendem a apresentar melhor desempenho em testes de capacidade aeróbica, como corrida de longa distância, ou seja, correlação negativa entre percentual de gordura e consumo máximo de oxigênio, VO₂ máx. (Lockie et al., 2022).

Em bombeiros guarda-vidas, por exemplo, escores elevados em variáveis antropométricas, incluindo o percentual de gordura, influenciam negativamente o desempenho em testes de sprints e tarefas de déficit de mudança de direção (COD). Isso reforça a ideia de que o excesso de gordura corporal limita a capacidade física, prejudicando a realização das tarefas inerentes à profissão (Mello et al., 2023).

Bombeiros apresentam a tendência de engordar e reduzir sua aptidão física à medida que envelhecem, essa tendência reforça a necessidade de atenção constante à composição corporal ao longo da carreira, a fim de manter um percentual de gordura saudável e garantir um bom desempenho físico (Canabarro; Rombaldi, 2010).

Bombeiros com maior percentual de gordura corporal apresentaram maior risco de lesões e, conseqüentemente, mais dias de ausência do trabalho devido a essas lesões. Poston et al. (2011) demonstraram que bombeiros com obesidade classe II e III tiveram quase cinco vezes mais dias de trabalho perdidos devido a lesões em comparação com seus colegas de peso normal. Além disso, essa pesquisa estabeleceu relação entre os custos do absenteísmo decorrente de lesões, ao comparar o gasto médio com saúde de militares saudáveis (US\$ 5.076) com os demais grupos. Nesse contexto, bombeiros com obesidade classe II e III apresentaram gasto adicional de US\$ 1.683 em relação aos saudáveis, enquanto aqueles com obesidade classe I e sobrepeso tiveram custos acrescidos de US\$ 254 e US\$ 74,41 por bombeiro, respectivamente.

2.5. TST e o desempenho físico

O Teste de Simulação de Tarefas é uma ferramenta criada por Ferreira (2024) projetada para replicar as condições e demandas físicas enfrentadas por bombeiros em situações reais de trabalho. Este teste visa medir a aptidão física e a capacidade funcional dos participantes por meio da execução de tarefas que simulam atividades essenciais da profissão de bombeiro.

A execução do TST envolve a simulação de 7 tarefas relacionadas ao resgate veicular e 7 ao combate a incêndio urbano, como: transporte de equipamentos pesados, arrasto de mangueiras e subida de escadas com carga, entre outras, onde os participantes devem completar cada atividade dentro de um tempo predeterminado, utilizando o equipamento de proteção individual completo, sendo registrados o tempo total de execução das tarefas e a percepção subjetiva de esforço (PSE) numa escala de 0 a 10.

Em seu estudo ele destaca a importância da capacidade aeróbica, da resistência muscular localizada e da força relativa como preditores de desempenho em bombeiros. O TST, ao avaliar o desempenho em tarefas que exigem esses componentes, pode ser utilizado como uma ferramenta de avaliação abrangente, capaz de identificar a aptidão física dos bombeiros e prever sua capacidade de desempenhar funções críticas com segurança e eficiência.

Manter índices adequados de força e resistência é fundamental para prevenir problemas posturais, articulares e lesões musculoesqueléticas (Glaner, 2003). De acordo com Kolu et al. (2022), indivíduos com melhores aptidões cardiorrespiratórias estão associados a menores índices de afastamento do trabalho. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os níveis de atividade física alta e média, mas sim entre aqueles com baixa atividade e os demais.

3. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo hipotético-dedutivo, o que significa que ele estabelece estruturas lógicas conectando causas e efeitos, hipóteses e teses, bem como premissas e conclusões (Cervo; Bervian, 1983). Trata-se de uma

pesquisa aplicada, onde foi empregada uma revisão bibliográfica, análises de documentos e estatística multivariada, descritiva, correlacional e inferencial.

É uma pesquisa explicativa com o objetivo de identificar os fatores que contribuem e que estão associados ao absenteísmo no âmbito do CBMDF (Almeida, 2021). Foram utilizados os dados dos militares que participaram voluntariamente do teste de simulação de tarefas no ano de 2024 (671 homens e 152 mulheres), dentro do efetivo do CBMDF em torno de 6.000 militares.

3.1. Obtenção de dados antropométricos

Os dados antropométricos foram obtidos pelo Centro de Capacitação Física (CECAF) antes da realização do Teste de Simulação de Tarefas. A avaliação foi feita entre 8h e 10h, logo no início do serviço.

A força de preensão manual foi mensurada com o dinamômetro hidráulico analógico Jamar em kgf (Pen Argyl, EUA) na posição ortostática 7e com incentivo verbal, sendo realizadas duas mensurações para cada mão, sendo identificada a mão dominante. A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital, da marca Welmy, modelo W110H (São Paulo, Brasil), com precisão de 0,05 kg.

O percentual de gordura foi medido com o método de coleta da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) no protocolo de Pollock de três dobras cutâneas com plicômetro Sanny, modelo AD1009 (São Paulo, Brasil) (Jackson; Pollock, 1978).

3.2. Obtenção dos dados sobre o absenteísmo no CBMDF

Os dados de absenteísmo foram adquiridos do banco de dados do Centro de Perícias Médicas (CPMED) em dias de afastamento total ou parcial relacionados à Classificação Internacional de Doenças (CID) de doenças musculoesqueléticas (M00 até M99, S00-S99, T00-T14, T79, T90-T98, W00-W19). Foram analisadas as licenças para tratar de saúde própria (LTSP) – afastamento total do serviço, e verificações para avaliação física (VAF), parcial

ou total, quando o militar possui alguma restrição ao serviço, como poder exercer apenas funções administrativas. Não havendo distinção entre eles por limitação na extração do banco de dados, todos averbados ao longo do ano de 2024.

3.3. Montagem do banco de dados

Para criação do banco de dados e manutenção do sigilo do paciente todos os dados foram coletados pela Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação (DITIC). Os dados antropométricos e o desempenho no TST serão fornecidos pelo Centro de Capacitação Física, os quais serão correlacionados e comparados com os dados de afastamento de cada militar para os CIDs de doenças musculoesqueléticas.

Após a criação do banco de dados todos os identificadores serão tornados aleatórios, não sendo possível correlacionar os dados aos militares que realizaram o teste, mantendo-se a anonimização das pessoas.

3.4. Análise estatística

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software Jamovi (versão 2.6.26), adotando-se nível de significância de 95% ($p < 0,05$) em todos os testes. Inicialmente, a normalidade das variáveis foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk (Razali; Wah, 2011), considerando uma distribuição normal quando $p > 0,05$.

Para examinar a força e a direção das relações entre as variáveis, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) para variáveis com distribuição normal e o coeficiente de Spearman (ρ) para distribuições não-normais. A interpretação da magnitude dos coeficientes r ou ρ seguiu a seguinte classificação proposta por Capp et al. (2020):

- nula ou inexistente (0,000);
- fraca (0,001 - 0,299);
- regular ou moderada (0,300 - 0,599);
- forte (0,600 - 0,899);

- muito forte (0,900-0,999);
- plena ou perfeita (1,00).

Na comparação entre variáveis, aplicaram-se testes paramétricos para aquelas com distribuição normal (teste t e ANOVA) e testes não paramétricos para as demais (U de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis). O teste U de Mann-Whitney foi utilizado quando a variável de agrupamento consistia em dois grupos, enquanto o teste de Kruskal-Wallis, seguido de comparações múltiplas de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner, foram empregados quando a variável de agrupamento apresentava três ou mais grupos. Em todas as análises, o nível de significância estatística adotado foi de 95% ($p < 0,05$).

Foi utilizado a regressão logística binomial (não paramétrica) com pseudo R^2 de Cox & Snell, sendo realizado testes de colinearidades e de razão de verossimilhança como pressupostos para a regressão. Tendo a equação (2) como fórmula geral:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[\beta + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_2 + \dots + \beta_n X_n]}} \quad (2)$$

Em uma regressão logística, a relação entre as variáveis preditoras e a probabilidade de ocorrência de um evento é modelada da seguinte forma:

- p : representa a probabilidade de ocorrer o evento de interesse.
- β_n : São os coeficientes de regressão, que quantificam o efeito de cada variável preditora sobre a chance (*odds*) do evento ocorrer.
- X_n : Representam as diversas variáveis explicativas (preditoras) que influenciam a probabilidade do evento ocorrer. Cada X_n corresponde a um fator que se espera que tenha um impacto na probabilidade do evento em estudo.

A Curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) é uma ferramenta gráfica amplamente utilizada para avaliar o desempenho de modelos de classificação binária, ou seja, modelos que predizem a probabilidade de um evento pertencer a uma de duas classes possíveis (positivo ou negativo). O ponto de corte, também conhecido como *threshold*, é um valor que define a

fronteira entre as classes previstas pelo modelo. Em outras palavras, se a probabilidade prevista pelo modelo para um determinado evento for maior que o ponto de corte, o evento é classificado como positivo; caso contrário, é classificado como negativo, com a probabilidade de ter um bom desempenho no TST.

A área sobre a curva ROC - AUC (*Area Under the Curve*), é uma métrica que resume o desempenho geral do modelo. Um AUC de 1 indica um modelo perfeito, enquanto um AUC de 0,5 indica um modelo com desempenho equivalente ao acaso.

A escolha do ponto de corte ideal é aquela que minimiza a incidência de falsos positivos e falsos negativos, equilibrando sensibilidade e especificidade. Contudo, diferentes pontos de corte podem ser sugeridos dependendo do resultado desejado. Por exemplo, ao prescrever um medicamento, é preferível evitar qualquer efeito adverso. Neste caso, seria melhor ajustar a sensibilidade e especificidade para uma maior confiança em prever quem pode sofrer efeitos adversos, mesmo que isso implique mais falsos positivos do que falsos negativos. Isso significa ser mais preciso em identificar quem terá dificuldades no TST do que em prever quem se sairá bem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do efetivo de 6000 militares do CBMDF foram analisados 823 indivíduos - 671 homens (h.) e 152 mulheres (m.) – ao longo de 2024 com idades entre 26 e 56 anos que realizaram voluntariamente o teste de simulação de tarefas (660 h./144 m.) e mensuraram as medidas antropométricas pelo CECAF (670 h./151 m.), conforme tabela 1.

Em 2024, 437 pessoas se afastaram do serviço pelo menos uma vez. Onde 25% dos afastamentos duraram até 2 dias, 50% até 4 dias e 75% até 10 dias.

4.1. Classificações

As classificações utilizadas para as variáveis antropométricas foram as seguintes:

- Desempenho no teste de simulação de tarefas (TST </> Mediana): os tempos menores ou maiores que a mediana do grupo total (430 segundos).
- Relação Cintura-Estatura (RCE): considerou-se saudável RCE < 0,5; elevado, entre 0,5 e 0,6; e alto, RCE > 0,6.
- Relação Cintura-Quadril (RCQ): classificou-se como inadequada RCQ superior a 0,95 para homens e superior a 0,80 para mulheres.
- Índice de Massa Corporal (IMC): os valores de IMC foram classificados como: magreza (abaixo de 18,5), normal (entre 18,5 e 24,9), sobrepeso (entre 25 e 29,9), obesidade grau I (entre 30 e 34,9), obesidade grau II (entre 35 e 39,9) e obesidade grau III (acima de 40).
- Percentual de Gordura: a classificação do percentual de gordura foi adaptada do Conselho Americano de Exercício (*American Council on Exercise, 2024*) definindo: <13% (homens) / <20% (mulheres) para atletas, 14-24% (homens) / 20-31% (mulheres) para indivíduos saudáveis, e >25% (homens) / >32% (mulheres) para indivíduos com obesidade.

4.2. Avaliação das variáveis

O teste de Shapiro-Wilk descartou o comportamento normal para todas as variáveis, $p > 0,05$, exceto para o percentual de gordura entre as mulheres ($p = 0,231$), conforme tabela 1.

Tabela 1 – Estatística descritiva.

	Sexo	FPM	TST (s)	% gordura	Dias afastados	IMC	RCQ	RCE	Idade
N	Feminino	101	144	151	152	151	151	151	152
	Masculino	406	660	670	671	670	670	670	671
Mínimo	Feminino	18	350	13,6	0	18,8	0,628	0,378	27
	Masculino	18	308	4,16	0	18,7	0,719	0,378	26
Máximo	Feminino	54	775	39,4	60	36,4	0,909	0,596	51

W de Shapiro-Wilk	Masculino	74	670	37,9	210	39,6	1,07	0,692	56
	Feminino	0,945	0,951	0,988	0,452	0,942	0,924	0,881	0,882
p Shapiro-Wilk	Masculino	0,991	0,972	0,991	0,336	0,986	0,990	0,982	0,907
	Feminino	<,001	<,001	0,231	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
25° percentil	Masculino	0,015	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
	Feminino	27,0	475	21,0	0,00	22,3	0,706	0,422	32,0
50° percentil	Masculino	41,3	385	13,8	0,00	24,7	0,838	0,465	33,0
	Feminino	30,0	513	24,4	0,00	23,8	0,731	0,441	34,0
75° percentil	Masculino	46,0	416	18,2	1,00	26,4	0,864	0,489	36,0
	Feminino	34,0	555	27,3	3,00	25,6	0,755	0,456	36,0
	Masculino	53,0	453	22,6	5,00	28,4	0,899	0,518	40,0

Fonte: O autor

Nota: FPM, força de preensão manual; TST(s), tempo em segundos no teste de simulação de tarefas; Dias afastados, absenteísmo devido a lesões ortopédicas; IMC, índice de massa corporal; RCQ, razão cintura-quadril; RCE, razão cintura-estatura.

Nos resultados da análise de correlação com o teste de simulação de tarefas observou-se que a variável "quantidade de dias afastados" não apresentou correlação significativa com o desempenho no TST tanto para homens ($p = 0,41$) quanto para mulheres ($p = 0,329$).

Tabela 2 - Teste de correlação de Spearman - Masculino

	TST (s)	Dias afastados	% gordura	FPM	FPM corrigida	IMC	RCQ
Dias afastados	-0,032	—					
% gordura	0,420***	-0,049	—				
FPM	-0,331***	-0,04	-0,103*	—			
FPM corrigida	-0,327***	-0,059	-0,405***	0,711***	—		
IMC	0,084*	0,042	0,492***	0,206***	-0,386***	—	
RCQ	0,291***	0,005	0,391***	-0,038	-0,258***	0,420***	—
RCE	0,302***	0,042	0,584***	-0,01	-0,402***	0,804***	0,756***

Fonte: O autor

Nota: * $p < ,05$, ** $p < ,01$, *** $p < ,001$.

Tabela 3 - Teste de correlação de Spearman - Feminino

	TST (s)	Dias afastados	% gordura	FPM	FPM / % gordura	IMC	RCQ
Dias afastados	-0,082	—					
% gordura	0,322***	0,097	—				
FPM	-0,257*	0,077	0,124	—			
FPM corrigida	-0,221*	-0,107	-0,311**	0,715***	—		
IMC	-0,037	0,129	0,523***	0,278**	-0,308**	—	
RCQ	0,163	0,049	0,025	0,062	-0,011	0,091	—
RCE	0,174*	0,055	0,413***	0,17	-0,184	0,741***	0,553***

Fonte: O autor

Nota: * $p < ,05$, ** $p < ,01$, *** $p < ,001$.

4.3. Hipótese 1

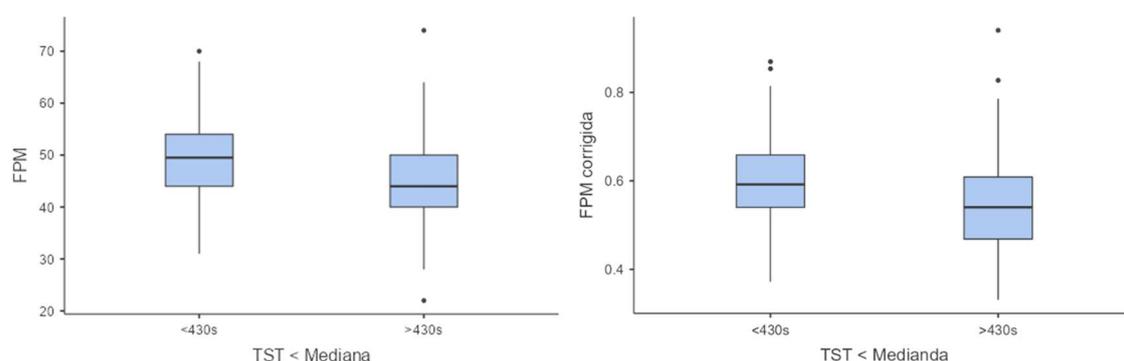
A primeira hipótese apresenta correlação significativa entre os indicadores antropométricos e o desempenho no TST. Todos os indicadores tiveram correlação significativa, conforme tabela 2 e tabela 3, exceto o IMC no grupo feminino ($p > 0,05$).

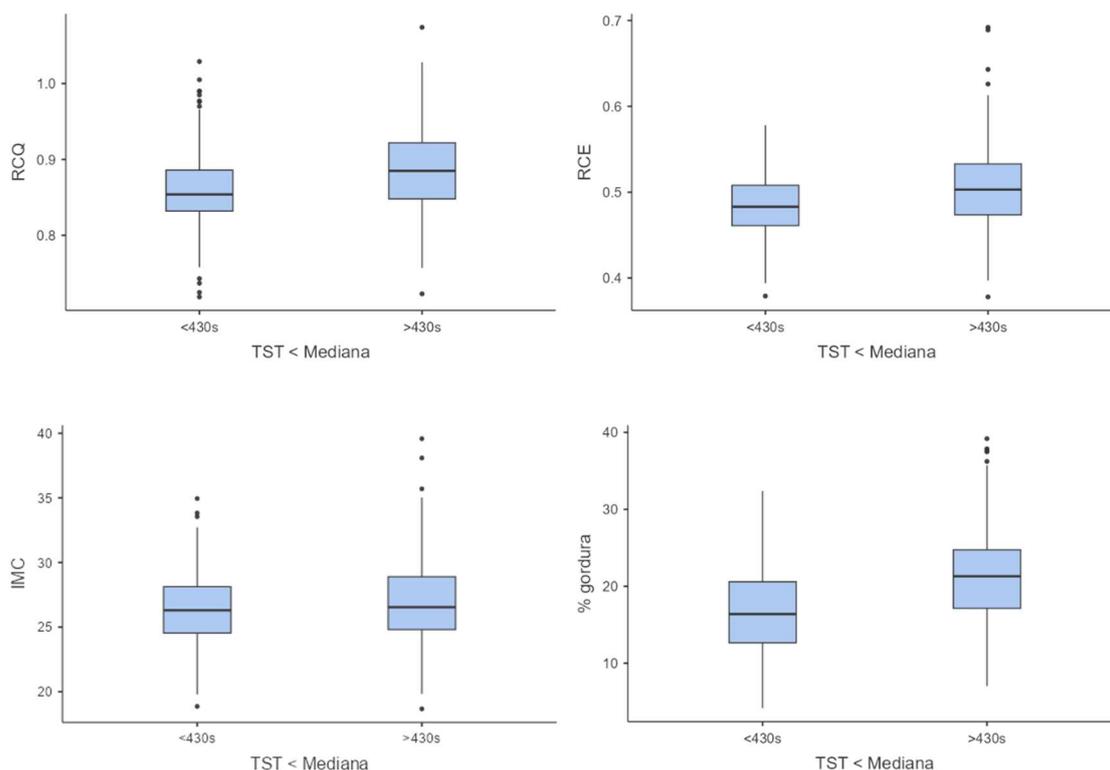
Entre os homens o percentual de gordura foi o que teve maior correlação ($\rho = 0,420$), indicando que quanto maior o percentual de gordura, maior será o tempo no TST (pior desempenho), tendo a força de prensão manual ($\rho = 0,331$) como segundo maior, ambos com correlação moderada.

Entre as mulheres manteve-se a mesma ordem, o percentual de gordura ($\rho = -0,322$) em primeiro e a força de prensão manual ($\rho = -0,326$) em segundo, tendo ambos correlação moderada.

Foram realizados testes U de Mann-Whitney para avaliar se existem diferenças significativas entre aqueles que tiveram um bom e um mau desempenho no TST. Entre os homens houve diferenças significativas na comparação com todas as variáveis: IMC ($p < 0,043$), % gordura, FPM, FPM corrigida, RCE e RCQ (todas com $p < 0,001$).

Gráfico 1 - Desempenho no TST x Medidas antropométricas - Homens



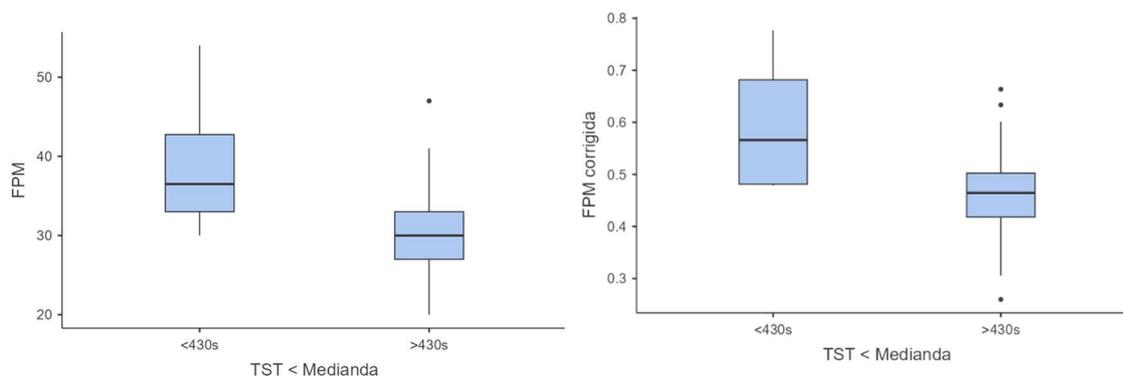


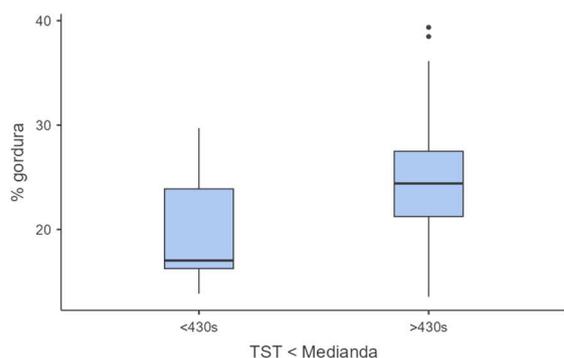
Fonte: O autor

Nota: comparações feitas pelo teste U de Mann-Whitney para variáveis não paramétricas com intervalo de confiança de 95%; TST < Mediana, tempo no teste de simulação de tarefas em segundos menor/maior que a mediana - 430s; FPM, força de prensão manual; FPM corrigida, igual a $FPM \times \text{peso corporal}^{0,51}$; RCQ, razão cintura-quadril, RCE, razão cintura-estatura; IMC, índice de massa corporal.

Entre as mulheres a FPM ($p = 0,028$), FPM corrigida ($p = 0,046$) e o percentual de gordura ($p = 0,005$) tiveram diferenças significativas com o desempenho no TST.

Gráfico 2 - Desempenho no TST x Medidas antropométricas - Mulheres



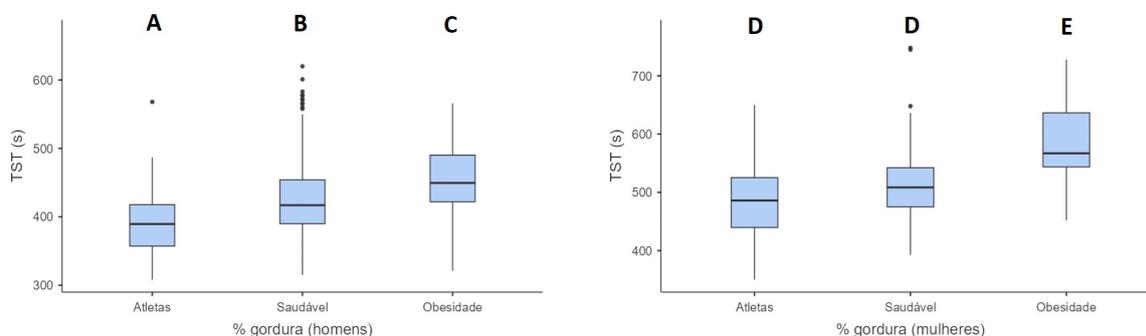


Fonte: O autor

Nota: comparações feitas pelo teste t de Student para variáveis paramétricas e U de Mann-Whitney para as não paramétricas com intervalo de confiança de 95%; TST < Mediana, tempo no teste de simulação de tarefas em segundos menor/maior que a mediana - 430s; FPM, força de prensão manual; FPM corrigida, igual a FPM*peso corporal^{0,51}.

Na comparação entre grupos com diferentes percentuais de gordura houve diferença significativa no desempenho no TST entre os homens ($p < 0,001$). Nas mulheres, não teve diferença entre atletas e saudáveis ($p = 0,205$), mas houve diferença entre atletas e obesas ($p = 0,003$) e entre saudáveis e obesas ($p = 0,001$).

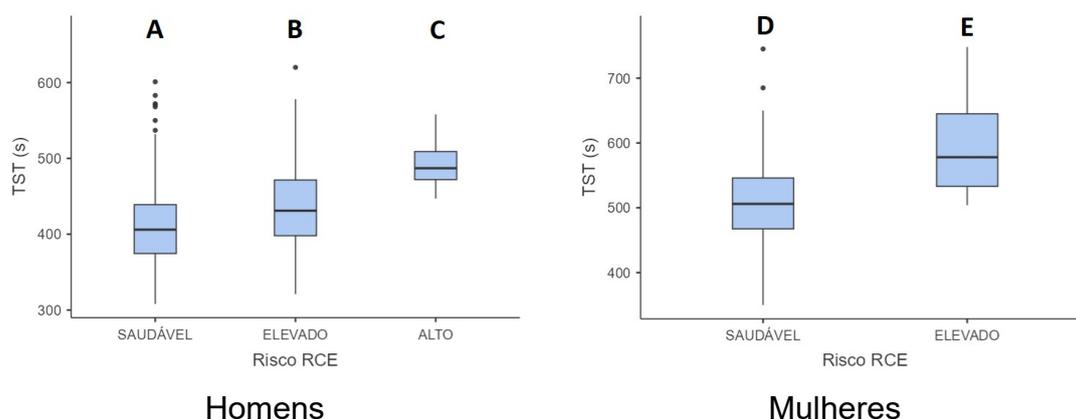
Gráfico 3 – Percentual de gordura x Desempenho no TST



Fonte: O autor

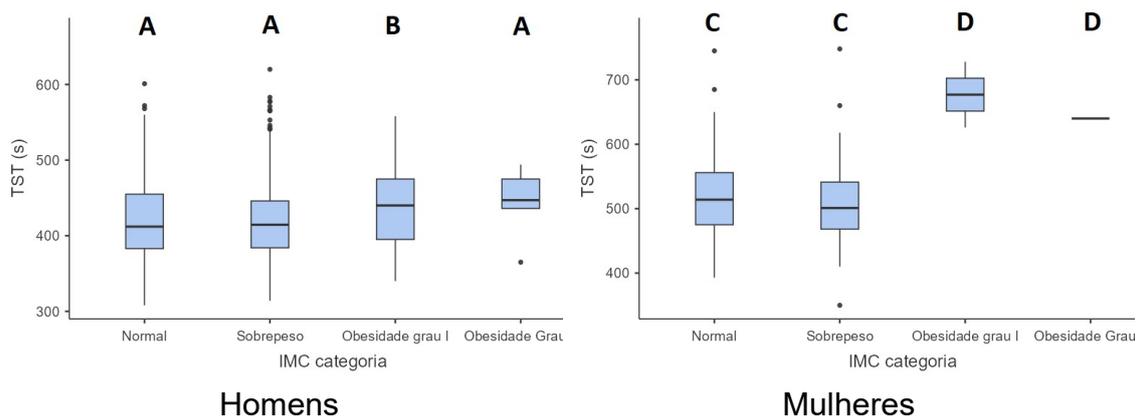
Nota: comparações feitas pelo teste U de Mann-Whitney para variáveis não paramétricas com intervalo de confiança de 95%; TST(s), teste de simulação de tarefas em segundos; % gordura, <13% (homens) / <20% (mulheres) para atletas, 14-24% (homens) / 20-31% (mulheres) para indivíduos saudáveis, e >25% (homens) / >32% (mulheres) para indivíduos com obesidade; A≠B≠C≠D≠E

Entre os grupos RCQ, IMC e RCE, apenas demonstrou diferença significativa com os resultados no TST a relação cintura estatura (RCE) pelo teste de Kruskal-Wallis nos homens ($p < 0,01$) e U de Mann-Whitney entre as mulheres ($p < 0,001$).

Gráfico 4 – Risco RCE x Desempenho no TST

Fonte: O autor

Nota: comparações não paramétricas feitas pelo teste de Kruskal-Wallis para os homens e U de Mann-Whitney entre as mulheres com intervalo de confiança de 95% para os homens; TST(s), teste de simulação de tarefas em segundos; RCE: relação cintura-estatura: saudável < 0,5; elevado, entre 0,5 e 0,6; alto > 0,6; A≠B≠C≠D≠E.

Gráfico 5 – Índice de massa corporal x Desempenho no TST

Fonte: O autor

Nota: comparações feitas pelo teste U de Mann-Whitney para variáveis não paramétricas com intervalo de confiança de 95%; TST(s), teste de simulação de tarefas em segundos; IMC: magreza, abaixo de 18,5; normal, < entre 18,5 e 24,9; sobrepeso, entre 25 e 29,9; obesidade grau I, entre 30 e 34,9; obesidade grau II, entre 35 e 39,9; obesidade grau III, acima de 40; A≠B≠C≠D.

Observa-se que os indivíduos com melhor desempenho no TST tendem a apresentar percentual de gordura dentro da faixa normal, risco cardiovascular associado à relação cintura-estatura classificado como saudável, índice de massa corporal dentro da faixa normal ou indicativo de sobrepeso, e maior força de prensão manual. Esses achados sugerem uma possível associação entre aptidão física, composição corporal e capacidade funcional, indicando que indivíduos com melhor condição física geral podem ter um desempenho superior em tarefas que simulam atividades da vida ocupacional.

Regressões logísticas binomiais foram empregadas para avaliar a influência do percentual de gordura, IMC, RCQ, RCE e força de preensão manual no TST. Dentre estas, apenas o percentual de gordura, a FPM e a RCE mostraram influência significativa. Com isso, foram realizados testes adicionais, separando os participantes por gênero e aplicando as medidas que apresentaram correlações significativas nos testes anteriores de comparação.

Entre as mulheres as predições foram descartadas, pois não foram significativas, falhando no teste de razão de verossimilhança ($x^2 > 5$) e nos coeficientes de correlação do modelo ($p > 0,05$).

Nos homens, conforme indicado na tabela 4, o pseudo R^2 de Nagelkerke foi de 26,7%. Os resultados sugerem que homens obesos (percentual de gordura $> 25\%$) têm 2,526 vezes mais probabilidade de ter um mau desempenho no TST (acima de 430s) em comparação com homens saudáveis. Outro achado importante foi que, nesta amostra, nenhuma mulher ou homem com RCE alto foi capaz de alcançar um desempenho abaixo de 430s no TST (bom desempenho). Pode-se propor a predição do resultado no TST ao relacionar as variáveis por meio do gráfico 6.

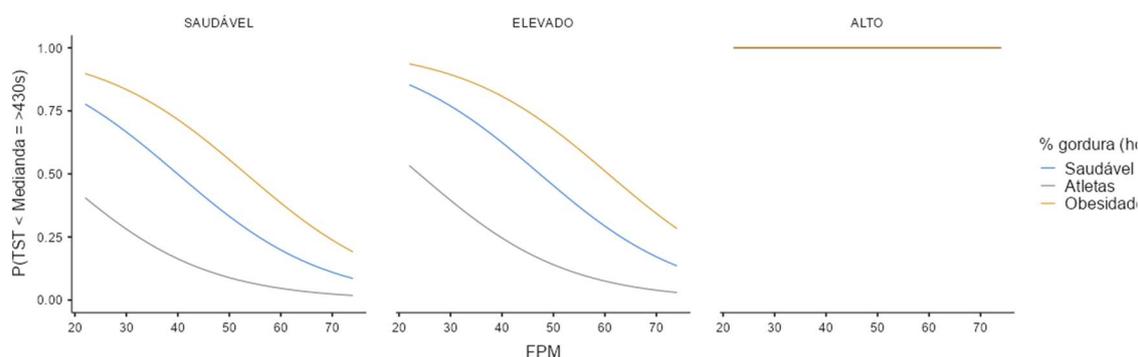
Tabela 4 – Regressão logística binomial – TST x %gordura x FPM x RCE

Preditor	Estimativas	Erro padrão	Z	p	Razão de chances	Lim. Inferior	Lim. Superior
Intercepto	2,7784	0,7035	3,9495	<,001	16,094	4,0537	63,894
% gordura (homens):							
Atletas – Saudável	-1,6299	0,4060	-4,0141	<,001	0,196	0,0884	0,434
Obesidade – Saudável	0,9267	0,3809	2,4332	0,015	2,526	1,1975	5,329
FPM	-0,0696	0,0149	-4,6767	<,001	0,933	0,9060	0,960
Risco RCE:							
ELEVADO – SAUDÁVEL	0,5142	0,2433	2,1130	0,035	1,672	1,0379	2,694
ALTO – SAUDÁVEL	15,2692	532,5857	0,0287	0,977	4,28e+6	0,0000	Inf.

Fonte: O autor

Nota: as estimativas representam o Log das Chances de desempenho no teste de simulação de tarefas $>430s$ vs. Desempenho $<430s$.

Gráfico 6 – Probabilidade de ter um desempenho no TST maior que 430s.



Fonte: O autor

Nota: área sob a curva ROC de 0,757; pseudo R^2 de Nagelkerke de 26,7%.

Podemos, portanto, descrever a equação binomial como:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[2,7784 - 1,6299X_1 + 0,9267X_2 - 0,0696X_3 + 0,5142X_4 + 15,2692X_5]}} \quad (3)$$

Sendo:

- X_1 – percentual de gordura (homens), sendo 1 para atletas (<13%) e 0 nos demais casos;
- X_2 - percentual de gordura (homens), 1 para obesos (>25%) e 0 nos demais casos;
- X_3 – força de preensão manual (em kgf);
- X_4 – risco na relação cintura-estatura, sendo 1 para elevado (RCE entre 0,5 e 0,6) e 0 nos demais casos;
- X_5 – risco na relação cintura-estatura, sendo 1 para alto (RCE > 0,6) e 0 nos demais casos;

A curva ROC teve sua área de 0,757, considerado significativo. Tendo como previsão dos resultados a tabela 5. O ponto de corte de 0,43 é aquele com maior sensibilidade e especificidade, sendo proposto 0,27 como o ponto de corte para identificar pessoas que não terão um desempenho considerado bom no TST. Neste ponto, 91,5% dos resultados indicarão pessoas com resultados não

satisfatórios no TST, podendo ter até 38,9% de pessoas que alcançarão o desempenho abaixo de 430s, mas serão identificadas como improváveis.

A análise da curva ROC resultou em uma área sob a curva (AUC) de 0,757, considerada estatisticamente significativa. A tabela 5 apresenta os resultados preditivos com base nesta análise. Um ponto de corte de 0,43 demonstra a maior combinação de sensibilidade e especificidade. No entanto, um ponto de corte de 0,27 é proposto para identificar indivíduos com probabilidade de desempenho ruim no TST (tempo maior que 430 segundos). Neste limiar inferior, 91,5% das predições identificarão corretamente indivíduos com resultados insatisfatórios no TST. No entanto, este ponto de corte também pode classificar incorretamente até 38,9% dos indivíduos que realmente alcançariam um tempo de TST abaixo de 430 segundos como improváveis de fazê-lo.

Tabela 5 – Previsão da regressão logística binomial

	TST	Previsto		% Correto
		<430s	>430s	
Ponto de corte = 0,43	<430s	167	67	71,4
	>430s	54	111	67,3
Ponto de corte = 0,27	<430s	91	143	38,9
	>430s	14	151	91,5

Fonte: O autor

Nota: área sob a curva ROC de 0,757; pseudo R² de Nagelkerke de 26,7%.

4.4. Hipótese 2

A segunda hipótese do estudo postulava que bombeiros com melhor desempenho no Teste de Simulação de Tarefas (TST) apresentariam menor índice de absentismo por doenças musculoesqueléticas. Para análise, considerou-se como bom desempenho no TST o tempo igual ou inferior à mediana da amostra total (homens e mulheres) – 430s.

A correlação entre o desempenho no TST e o tempo de afastamento do serviço revelou-se fraca ($\rho = -0,098$ no geral, sendo $\rho = -0,078$ entre os homens – $p < 0,05$, e não significativa entre as mulheres – $p > 0,05$). Adicionalmente, o teste U de Mann-Whitney indicou que não houve diferença significativa no desempenho do TST entre os indivíduos que foram ou não afastados do serviço em 2024 ($p = 0,131$ para homens e $p = 0,987$ para mulheres). Da mesma forma, não se observaram diferenças significativas nos dias de afastamento do serviço entre os homens com bom e mau desempenho no TST ($p = 0,675$).

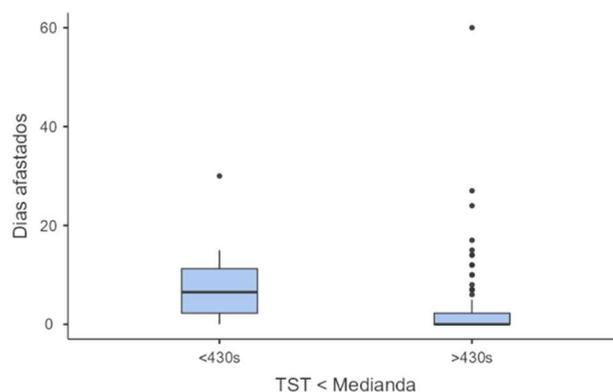
Entre as mulheres, também não houve diferenças significativas devido à falha no teste de homogeneidade da amostra ($p = 0,001$), pois apenas 9 das 145 participantes obtiveram resultados abaixo de 430 segundos (mediana), sendo que uma delas teve 361 dias de afastamento médico. Ao retirá-la da amostra houve diferença significativa ($p = 0,032$) e homogeneidade ($p = 0,639$), mostrando que aquelas com melhor desempenho no TST tiveram um maior número de dias de afastamento do trabalho no ano, conforme gráfico 7.

O resultado inicialmente contraria as expectativas com base no estudo de Kolu et al. (2022) sobre absentismo e aptidão cardiorrespiratória, que identificou diferenças significativas entre aqueles com melhor e pior aptidão. É

importante destacar que o TST não é uma ferramenta para avaliar a aptidão cardiorrespiratória geral, mas sim a aptidão física e a capacidade funcional dos participantes, avaliando a execução de tarefas que simulam atividades essenciais da profissão de bombeiro.

É necessário conduzir um estudo detalhado dos 8 indivíduos em questão, um grupo pequeno em relação ao total de 144. Mesmo que os resultados sejam estatisticamente significativos, é importante considerar fatores não estudados, como lesões associadas à prática excessiva de atividade física, familiarização ou treinamento prévio ao TST.

Gráfico 7 - Desempenho no TST x Dias afastados - Mulheres



Fonte: O autor

Nota: Dias afastados do serviço devido a lesões ortopédicas; TST < Mediana, tempo no teste de simulação de tarefas em segundos menor/maior que a mediana - 430s.

A análise da relação desempenho no TST e o absenteísmo ortopédico revela cenário complexo, influenciado pela participação voluntária nos testes e potenciais vieses de seleção devido a esta opcionalidade. O aparente paradoxo de bombeiras com melhor performance apresentarem maior absenteísmo demanda cautela, considerando que a busca pela excelência física, a variabilidade nos critérios de afastamento e o retorno precoce ao trabalho podem distorcer a interpretação dos dados, fato não encontrado no grupo masculino, onde não houve diferença entre os grupos.

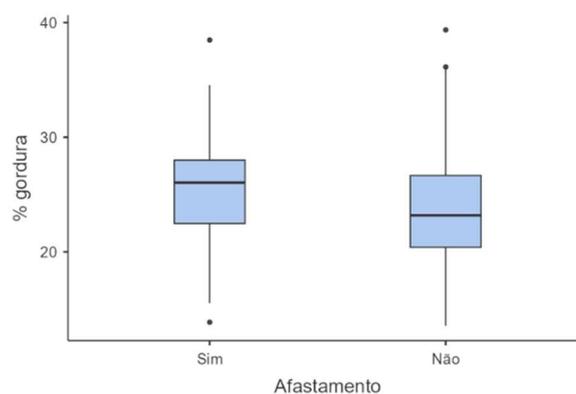
4.5. Hipótese 3

A terceira hipótese trata dos indicadores antropométricos, como força de preensão manual, relação cintura-quadril, relação cintura-estatura e percentual de gordura, estarem diretamente correlacionados ao índice de absenteísmo.

Nenhum dos indicadores se correlacionaram com os dias afastados (todos tiveram $p > 0,05$), descartando a hipótese 3, mostrando que no grupo (homens ou mulheres) avaliado nenhuma dos indicadores possuem correlação com o absenteísmo por doenças musculoesqueléticas, tabela 2 e tabela 3.

Todavia, entre os homens, não houve diferença significativa de nenhum dado antropométrico entre aqueles que tiveram ou não algum afastamento ($p > 0,05$). Entre as mulheres foram identificadas diferenças significativas no % de gordura ($p = 0,022$) entre aquelas que foram ou não afastadas.

Gráfico 8 – Afastamento x Indicadores antropométricos - Mulheres



Fonte: O autor

Nota: Percentual de gordura corporal versus pessoas com ou sem afastamento ortopédico no ano de 2024.

Não houve diferença na quantidade de dias afastados entre mulheres com diferentes percentuais de gordura ($p > 0,05$), por mais que tenha havido diferença entre as que tiveram ou não afastamentos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, este estudo investigou relação entre indicadores antropométricos, o desempenho no teste de simulação de tarefas e o absenteísmo por doenças musculoesqueléticas em uma amostra de 823 militares do CBMDF no ano de 2024 (efetivo em torno de 6.000), sendo 671 homens e 152 mulheres.

A primeira hipótese, que previa correlação significativa entre indicadores antropométricos e o desempenho no TST, foi parcialmente confirmada, pois apenas alguns indicadores apresentaram correlação significativa. Observou-se que o percentual de gordura corporal apresentou correlação moderada e significativa com o desempenho no TST, com coeficiente de correlação de 0,42 para homens e 0,32 para mulheres. Adicionalmente, a força de preensão manual também demonstrou correlação significativa (0,33 – homens e 0,26 – mulheres), embora mais modesta, com o desempenho no TST.

A segunda hipótese, que associava melhor desempenho no TST a um menor índice de absenteísmo por doenças musculoesqueléticas, foi refutada. Imprevistamente, entre as mulheres, observou-se relação inversa, com aquelas que apresentaram melhor desempenho no TST relatando maior número de dias de afastamento do trabalho. Este achado inesperado ressalta a complexidade dos fatores e a possibilidade de influência de uma amostra voluntária, reforçando a ideia de que tanto o desempenho físico quanto o absenteísmo são multifatoriais.

A terceira hipótese, que postulava correlação direta entre indicadores antropométricos e o índice de absenteísmo, também foi refutada. Nenhuma das medidas antropométricas avaliadas apresentou correlação significativa com o absenteísmo por doenças musculoesqueléticas na amostra estudada.

É crucial enfatizar que as correlações e comparações identificadas neste estudo não estabelecem relações de causa e efeito, refletindo apenas o comportamento da amostra específica. Fatores multifatoriais, como hábitos

alimentares, níveis de estresse psicológico e condições de trabalho, podem influenciar os resultados.

Outro aspecto relevante ao se utilizar uma amostra composta por voluntários são os vieses que podem influenciar os resultados e comprometer sua generalização. Entre eles, destaca-se o viés de autosseleção, em que os indivíduos que optam por participar podem apresentar características distintas daqueles que não participam. Além disso, há o viés de representatividade e disponibilidade, já que grupos com menor interesse, menor disponibilidade ou acesso ao estudo tendem a ficar sub-representados. Por fim, destaca-se também o viés de afinidade, pois pessoas diretamente impactadas ou particularmente interessadas no tema da pesquisa têm maior propensão a se voluntariar, o que pode distorcer o perfil da amostra em relação à população-alvo.

Além disso, o TST foi desenvolvido para avaliar o desempenho em tarefas específicas desempenhadas por bombeiros, e não para aferir associações com afastamento, capacidade aeróbica ou lesões ortopédicas.

Em termos de pesquisas futuras, sugere-se a realização de estudos com amostras mais representativas e a exploração de outros fatores que podem influenciar o absenteísmo por doenças musculoesqueléticas em bombeiros. Estudos pareados também seriam valiosos para examinar a relação entre indicadores antropométricos, desempenho no TST e absenteísmo ao longo do tempo. Dada a complexidade do absenteísmo, recomenda-se que futuras pesquisas considerem outros aspectos além do desempenho no TST, como fatores psicossociais, capacidade aeróbica, força de membros inferiores/superiores e condições de trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Í. D. **Metodologia do trabalho científico**. UFPE ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2021.

AMERICAN COUNCIL ON EXERCISE. Body composition percentage chart. **Very Well Health**, 2024. Disponível em: <<https://www.acefitness.org/about-ace/>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

ASHWELL, M.; GUNN, P.; GIBSON, S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: Systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 13, n. 3, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1467-789x.2011.00952.x>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BATISTA, A. C. V.; ALMONDES, K. G. de S.; PACHECO, T. V.; et al. Relação cintura-altura e cintura-quadril na predição de risco cardiovascular: um estudo transversal em uma unidade básica de saúde. **RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 15, n. 99, p. 1513–1523, 2022. Disponível em: <<https://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1904>>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CANABARRO, L. K.; ROMBALDI, A. J. Risco de sobrepeso e obesidade em soldados do corpo de bombeiros. **Pensar a Prática**, v. 13, n. 3, 2010.

CAPP, E.; NIENOV, O. H.; DARSKI, C.; et al. **Bioestatística quantitativa aplicada**. 1º ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários**. 3º ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Planejamento estratégico CBMDF 2025-2030**, 2025. Brasília: CBMDF. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/wp-content/uploads/tainacan->

items/31031/36776/Portaria-de-13-de-janeiro-de-2025-Planejamento-Estrategico-do-CBMDF-2025-2030.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2025.

DIAS, J. A.; OVANDO, A. C.; KÜLKAMP, W.; et al. Força de preensão palmar: Métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 12, n. 3, p. 3, jun. 2010. Florianópolis.

FERREIRA, D. V. **Avaliação física de bombeiros: validade, confiabilidade e predição de desempenho em cenários simulados de resgate veicular e combate a incêndio urbano**, 2024. Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

GLANER, M. F. Importância da aptidão física relacionada à saúde. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 2003.

GROSSL, T.; DE LIMA, L. R. A.; KARASIAK, F. C. Relação entre a gordura corporal e indicadores antropométricos em adultos frequentadores de academia. **Motricidade**, v. 6, n. 2, p. 35–45, 1. jun. 2010.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978. Cambridge University Press. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/product/EAB21B1CF3A8360E5F5D43FDB8D4DD17>>. Acesso em: 7 nov. 2024.

KOLU, P.; RAITANEN, J.; SIEVÄNEN, H.; et al. Cardiorespiratory fitness is associated with sickness absence and work ability. **Occupational Medicine**, v. 72, n. 7, 2022.

LOCKIE, R. G.; DULLA, J. M.; HIGUERA, D.; et al. Body Composition and Fitness Characteristics of Firefighters Participating in a Health and Wellness Program: Relationships and Descriptive Data. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 23, 2022.

MELLO, R. C. F.; FREITAS, F. H.; SOUZA, F. R. de O.; et al. Correlation between anthropometric variables and physical performance in lifeguard

firefighters. **Motricidade**, v. 19, n. 2, p. 198–204, 2023. Universidade da Beira Interior.

MENDONÇA, J. R. D. S. **As doenças musculoesqueléticas e seus impactos no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília. Disponível em: <<https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/238>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

MORAIS, G. S.; BEDIM, N. R.; ALVES, K. C. R.; et al. Atividade física, comportamento sedentário e absenteísmo de professores da educação básica. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 27, n. 6, p. 2288–2307, 2023. Universidade Paranaense.

MORRIS, C. E.; CHANDER, H. The impact of firefighter physical fitness on job performance: A review of the factors that influence fire suppression safety and success. **Safety**, v. 4, n. 4, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/safety4040060>>. Acesso em: 1 nov. 2024.

NASCIMENTO, R. L.; NASCIMENTO, J. R. A.; SARAIVA, L. C.; et al. Aptidão física em função do risco cardiovascular por meio da relação cintura estatura de sedentários. **Revista Contexto & Saúde**, v. 20, n. 40, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.40.94-101>>. Acesso em: 1 nov. 2024.

NORMAN, K.; STOBÄUS, N.; GONZALEZ, M. C.; et al. Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status. **Clinical Nutrition**, v. 30, n. 2, p. 135–42, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2010.09.010>>. Acesso em: 2 nov. 2024.

OLIVEIRA, D. R. M. **Lesões músculo-esqueléticas como causa de absentismo nos profissionais de saúde**, jul. 2018. Dissertação (Mestrado em Saúde Ocupacional) - Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2018.

PIHLAINEN, K.; SANTTILA, M.; HÄKKINEN, K.; et al. Associations of physical fitness and body composition characteristics with simulated military task performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 4, 2018.

POSTON, W. S. C.; JITNARIN, N.; HADDOCK, C. K.; et al. Obesity and injury-related absenteeism in a population-based firefighter cohort. **Obesity**, v. 19, n. 10, p. 2076–2081, 2011.

PRATT, J.; DE VITO, G.; NARICI, M.; et al. Grip strength performance from 9431 participants of the GenoFit study: normative data and associated factors. **GeroScience**, v. 43, n. 5, 2021.

RAS, J.; LEACH, L. Relationship Between Physical Activity, Coronary Artery Disease Risk Factors and Musculoskeletal Injuries in the City of Cape Town Fire and Rescue Service. **Inquiry (United States)**, v. 59, 2022.

RAZALI, N. M.; WAH, Y. B. Power comparisons of Shapiro-Wilk , Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, v. 2, n. 1, 2011.

SAYER, A. A.; SYDDALL, H. E.; MARTIN, H. J.; et al. Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. **Age and Ageing**, v. 35, n. 4, 2006.

VANDEBURGH, P. M.; MAHAR, M. T.; CHOU, C. H. Allometric Scaling of Grip Strength by Body Mass in College-Age Men and Women. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 66, n. 1, 1995.

APÊNDICE A – PREDITOR DE DESEMPENHO MASCULINO NO TST

1. Aluno: Cap. QOBM/Comb. Matheus de Souza JUNQUEIRA
2. Nome: Preditor de desempenho masculino no TST.
3. Descrição: ferramenta capaz de prever o desempenho masculino no teste de simulação de tarefas utilizando as seguintes medições: altura (cm), cintura (cm), percentual de gordura e força de prensão manual (kgf). Focada para identificar pessoas com risco maior de obterem um resultado ruim (>430s) no teste. Quando aplicado a militares pode indicar pessoas que necessitam de acompanhamento médico ou nutricional, quando aplicado à candidatos a bombeiros, pode ser utilizado como ponto de corte de entrada.
4. Finalidade: indicar pessoas com provável baixa performance no teste de simulação de tarefas, ou seja, baixa capacidade de exercer a profissão.
5. A quem se destina: ao Centro de Capacitação Física (CECAF), à Policlínica Médica (POMED) e ao Gabinete do Comandante-Geral (GABCG).
6. Funcionalidades: quando aplicado a militares pode indicar pessoas que necessitam de acompanhamento médico ou nutricional, quando aplicado à candidatos a bombeiros, pode ser utilizado como ponto de corte de entrada
7. Especificações técnicas: a predição se aplica exclusivamente à homens e os valores devem ser inseridos nas seguintes unidades: altura (cm), cintura (cm), percentual de gordura (0-100) e força de prensão manual (kgf).
8. Instruções de uso: utilizar o ponto de corte de 0,27 para prever aqueles que terão um mau desempenho no TST.
9. Condições de conservação, manutenção, armazenamento: sem observações.

Foram analisados 823 militares do CBMDF, em um universo de aproximadamente 6.000 integrantes, ao longo do ano de 2024. A amostra foi composta por 671 homens e 152 mulheres, com idades variando entre 26 e 56 anos. Entre eles, 804 militares (660 homens e 144 mulheres) participaram voluntariamente do teste de simulação de tarefas, enquanto 821 (670 homens e 151 mulheres) tiveram suas medidas antropométricas avaliadas pelo CECAF. Além disso, foram analisados os afastamentos ortopédicos de todos os militares incluídos no estudo.

Entre as mulheres as predições foram descartadas, pois não foram significativas ($p < 0,05$). Entretanto, para os homens foi possível correlacionar as variáveis antropométricas percentual de gordura (% gordura), força de preensão manual (FPM) e risco na relação cintura-estatura (RCE) para avaliação da probabilidade de **um homem** ter um bom resultado (tempo menor que 430s – mediana entre todos os voluntários) no teste de simulação de tarefas (TST) conforme equação (4):

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[2,7784 - 1,6299X_1 + 0,9267X_2 - 0,0696X_3 + 0,5142X_4 + 15,2692X_5]}} \quad (4)$$

Sendo:

- X_1 – percentual de gordura (homens), sendo 1 para atletas (<13%) e 0 nos demais casos;
- X_2 - percentual de gordura (homens), 1 para obesos (>25%) e 0 nos demais casos;
- X_3 – força de preensão manual (em kgf);
- X_4 – risco na relação cintura-estatura, sendo 1 para elevado (RCE entre 0,5 e 0,6) e 0 nos demais casos;
- X_5 – risco na relação cintura-estatura, sendo 1 para alto (RCE > 0,6) e 0 nos demais casos;

Tendo a área sob a curva ROC desta regressão de 0,757, considerado significativo. São propostos dois pontos de cortes para predição dos resultados no TST:

- $P_1 = 0,43$ - com maior sensibilidade (71,4%) e especificidade (67,3%) possível (tabela 6);
- $P_2 = 0,27$ - com 91,5% de prever aqueles com resultado maior que 430s (tabela 7);

Tabela 6 – Teste especificidade / sensibilidade com ponto de corte de $P_1=0,43$

Resultado no TST	Previsto		% Correto
	<430s	>430s	
Observado			
<430s	167	67	71,4
>430s	54	111	67,3

Fonte: O autor

Tabela 7 – Teste especificidade / sensibilidade com ponto de corte de $P_2=0,27$

Resultado no TST	Previsto		% Correto
	<430s	>430s	
Observado			
<430s	91	143	38,9
>430s	14	151	91,5

Fonte: O autor

O ponto P_1 serve como um indicador da probabilidade de um indivíduo ter bom ou mau desempenho no teste de simulação de tarefas. Indivíduos com valores de $p > 0,43$ tendem a se sair bem, enquanto aqueles com valores abaixo disso provavelmente terão um desempenho insatisfatório.

O ponto P_2 é recomendado para identificar indivíduos com alta probabilidade de desempenho insatisfatório, permitindo a identificação de perfis de risco. Assim, é possível agir preventivamente, promovendo a prescrição de exercícios, ajustes na rotina ou uma alimentação mais saudável.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de estar aqui e completar mais esta etapa de minha carreira.

À minha esposa e a meus familiares pela compreensão nos tempos que estive ausente para realização da pesquisa e pelo apoio durante todo esse período de formação.

Ao meu orientador Ten-Cel. Leal pelo esmero e auxílio no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu comandante Ten-Cel Marcelino pelo apoio a entendimento.

Ao Sgt. e MSc. Ferreira pela criação do TST em sua tese de doutorado, pela ajuda na metodologia, nas discussões e na análise de dados.

Ao meu amigo Prof. PhD. Ramires Tibana pelo auxílio, debates e guia.

À CPMED pela disponibilização dos dados e apoio à pesquisa.

À DITIC, por toda seção de banco de dados e em especial do Sgt. Pinho pelo empenho e auxílio na extração de dados.

A todos os instrutores, coordenadores e auxiliares do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais e em especial à Ten-Cel. Emília pela coordenação da disciplina de metodologia científica e ao Cap. Guimarães pelo apoio em todas as normativas.

A todos os parceiros da turma Cinquentenário, o CFO 35.