

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR
ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR**

JONATAS RIBEIRO SENNA PIRES

**UMA COMPARAÇÃO DOS UNIFORMES OPERACIONAIS APLICÁVEIS À
ATIVIDADE DE BUSCA TERRESTRE**

FLORIANÓPOLIS

2025

Jonatas Ribeiro Senna Pires

**Uma Comparação dos Uniformes Operacionais Aplicáveis à Atividade de Busca
Terrestre**

Projeto de Pesquisa apresentado para
elaboração do Trabalho de Conclusão de
Curso em cumprimento parcial às exigências
do Curso de Formação de Oficiais, do Corpo
de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Linha de Pesquisa: Fardamentos e
Equipamentos operacionais.....

Orientador(a): Renan César Vinotti
Ceccato – Major BM.

Florianópolis

Abril 2025

Pires, Jonatas Ribeiro Senna

Uma Comparação dos Uniformes Operacionais Aplicáveis à Atividade de Busca Terrestre/ Jonatas Ribeiro Senna Pires. – Florianópolis: CEBM, 2025.
54p.

Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Curso de Formação de Oficiais, 2025.

Orientador(a): Major BM Renan César Vinotti Ceccato

1. fardamento 2. avaliação 3. bombeiro I. Ceccato, Renan César Vinotti. II. Título

JONATAS RIBEIRO SENNA PIRES

**UMA COMPARAÇÃO DOS UNIFORMES OPERACIONAIS APLICÁVEIS À
ATIVIDADE DE BUSCA TERRESTRE**

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Banca Examinadora:

Orientador(a):

Renan César Vinotti Ceccato
Major BM
CBMSC

Membros:

Carlos Souza
PhD em Física
CBMSC

ana batista
PhD em Física
CBMSC

oliveira filho
PhD em Física
CBMSC

Florianópolis, 30 de Abril de 2025

Exemplo de dedicatória

AGRADECIMENTOS

exemplo de agradecimento

exemplo de epígrafe
(fulano de tal)

RESUMO

exemplo de resumo

Palavras-chave: fardamento. avaliação. bombeiro.

ABSTRACT

exemplo de abstract

Keywords: clothing. evaluation. firefighter.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama de montagem dos Dispositivo Sensitivo	25
Figura 2 – Diagrama simplificado da arquitetura do sistema de coleta de dados de temperatura	26
Figura 3 – Montagem do experimento em laboratório	28
Figura 4 – Comparação entre os valores obtidos pelos dispositivos construídos e sensores de referência	29
Figura 5 – Histogramas de distribuição de erros	31
Figura 6 – Pontos de desconforto indicados por fardamento	41
Figura 7 – Nuvem de palavras com os pontos de desconforto indicados por fardamento	41
Figura 8 – Nuvem de palavras com as palavras-chave da descrição de desconforto indicados por fardamento	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do Teste de Friedman para os Movimentos do FMS . . .	38
Tabela 2 – Resultados do Teste de Wilcoxon para Comparação entre Fardamentos	39
Tabela 3 – Análise Quantitativa do Grau de Incômodo por Fardamento	40
Tabela 4 – Dados FMS Linha de Base	51
Tabela 5 – Dados FMS 5ºA	52
Tabela 6 – Dados FMS MultiMissão	53
Tabela 7 – Dados FMS MultiMissão Leve	54

LISTA DE ABREVIATURAS

BTR Busca Terrestre.

CBMSC Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

DS Dispositivo Sensitivo.

EFM Educação Física Militar.

EPI Equipamento de Proteção Individual.

FMS *Functional Movement Screen*.

IoT Internet das Coisas.

MAE Mean Absolute Error.

MAPE Mean Absolute Percentage Error.

MM MultiMissão.

MML MultiMissão Leve.

MQTT Message Queuing Telemetry Transport.

PMSC Polícia Militar de Santa Catarina.

RVE Resgate Veicular.

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Problema	14
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	Justificativa	15
2	Fardamentos Operacionais	17
2.1	Fardamento 5º A	17
2.1.1	O Desenvolvimento do Fardamento 5ºA	17
2.1.2	Evolução do Fardamento	17
2.1.3	Impacto e Desafios	18
2.2	EPI MultiMissão	18
2.2.1	Características Técnicas	19
2.2.2	Desenvolvimento e Implantação	19
2.3	EPI MultiMissão Leve	20
2.3.1	Desenvolvimento e Características do EPI Multimissão Leve	20
2.3.2	Avaliação Técnica	21
2.3.3	Considerações	21
3	Functional Movement Screen	22
3.1	Relevância do FMS em Populações Táticas	23
3.2	Limitações	23
4	Sistema para Captação dos Dados de Temperatura	23
4.1	Arquitetura do Sistema	24
4.1.1	Internet das Coisas	24
4.1.2	Dispositivo Sensitivo	24
4.2	Sistema para Coleta de Dados	25
4.3	Validação dos Dispositivos Sensitivos	27
4.3.1	Análises Quantitativas	29
4.3.2	Conclusões da Validação dos Dispositivos Sensitivos	31

5	Formulário de Percepção Subjetiva	31
5.1	Estrutura do Formulário	32
6	Coleta de Dados	32
6.1	Determinação do Número de Sujeitos	32
6.2	Adaptações Realizadas	33
6.2.1	Comparação com Estudos Anteriores	33
6.3	FMS	34
6.3.1	Instrumentação	34
6.3.2	Procedimento Experimental	34
6.4	DADOS DE TEMPERATURA	35
6.4.1	Ambiente e Equipamentos Utilizados	35
6.4.2	Protocolo Experimental	36
6.5	FORMULÁRIO DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA	36
7	ANÁLISE DE RESULTADOS	37
7.1	FMS	37
7.1.1	Teste de Friedman	37
7.1.2	Teste de Wilcoxon para Comparações Pareadas	38
7.1.3	Conclusões	39
7.2	Dados de Temperatura	40
7.3	Formulário de Percepção Subjetiva	40
7.3.1	Análise Quantitativa:	40
7.3.2	Análise Qualitativa:	41
7.3.3	Conclusões	42
8	Conclusão	42

APÊNDICES	45
A O Fardamento 5ºA e Sua Influência no CBMSC	46
B Resultado do FMS	51

1 Introdução

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) desempenha um papel crucial na proteção da sociedade catarinense, atuando em diversas áreas como combate a incêndios, resgates, salvamentos e atendimento pré-hospitalar. A complexidade e a diversidade das missões exigem que os bombeiros militares estejam preparados para enfrentar diferentes desafios, desde ocorrências em ambientes urbanos até situações em áreas remotas e de difícil acesso. Nesse contexto, o fardamento operacional se torna um elemento fundamental para garantir a segurança e o bem-estar dos bombeiros, influenciando diretamente na sua capacidade de atuação.

1.1 PROBLEMA

A atividade de busca terrestre, em particular, apresenta desafios específicos para os bombeiros militares. As buscas podem ocorrer em terrenos acidentados, com vegetação densa, em condições climáticas adversas e por longos períodos, demandando um fardamento que ofereça, além de resistência mecânica, conforto térmico e mobilidade. A escolha do uniforme adequado para essa atividade é crucial para garantir a eficiência da busca e a segurança dos bombeiros envolvidos.

O CBMSC dispõe de diferentes tipos de uniformes operacionais, cada um com características específicas para atender às demandas de diferentes atividades. Entre os uniformes utilizados na atividade de Busca Terrestre (BTR), destacam-se o 5ºA e o Multimissão. O 5ºA é o fardamento padrão utilizado pelo CBMSC nas atividades cotidianas, como atendimento de ocorrências, treinamentos e serviços administrativos. É composto por gandola e calça de ripstop, um tecido leve e resistente, e camiseta de algodão, proporcionando conforto e praticidade para o uso diário.

O uniforme Multimissão foi desenvolvido para atender às necessidades de bombeiros que atuam em diferentes áreas, como resgate veicular, combate a incêndio florestal e salvamento em altura.

Considerando a importância de um fardamento adequado para a atividade de BTR, este trabalho propõe a análise e comparação do uniforme 5ºA, do Multimissão e de uma proposta de EPI Leve, a fim de se verificar com tal pesquisa, **qual uniforme**

oferece o melhor desempenho em termos de conforto térmico e mobilidade para a atividade de Busca Terrestre?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

- Comparar os Uniformes Operacionais Aplicáveis à Atividade de Busca Terrestre.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a mobilidade permitida pelos uniformes operacionais utilizados na área de Busca Terrestre por meio do *Functional Movement Screen* (FMS);
- Avaliar a temperatura em certos pontos dos uniformes operacionais utilizados para Busca Terrestre durante a execução de atividades físicas por meio de sensores de temperatura;
- Apontar o uniforme mais adequado para aplicação na área de Busca Terrestre.

1.3 JUSTIFICATIVA

A atividade de busca terrestre apresenta peculiaridades que exigem uma análise detalhada dos fardamentos utilizados. Terrenos acidentados, vegetação densa, condições climáticas adversas e longas jornadas demandam uniformes que conciliem resistência, mobilidade e conforto térmico.

Considerando a diversidade de riscos presentes em uma operação de busca, o fardamento operacional é um componente estratégico para a segurança e eficiência dos bombeiros, influenciando diretamente sua capacidade de atuação em situações adversas.

Atualmente, os uniformes 5ªA e MultiMissão, amplamente utilizados pelo CBMSC, possuem características idealizadas para diferentes contextos, entretanto, ainda não há um estudo sobre características objetivas que influenciam diretamente no seu uso pelos bombeiros militares.

A análise dos fardamentos operacionais a fim de se definir o melhor uniforme para as atividades de busca terrestre é fundamental para o desempenho eficiente e seguro das equipes de resgate. Este estudo é justificado pela necessidade de alinhar os Equipamento de Proteção Individual (EPI) com os desafios específicos enfrentados nas operações de busca, além de se tratar de proposta de uma metodologia para análise objetiva de fardamentos da corporação.

2 Fardamentos Operacionais

2.1 FARDAMENTO 5º A

O fardamento utilizado por uma corporação militar tem papel fundamental na sua identidade visual, padronização e adequação às atividades operacionais. No Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), a implementação do fardamento 5ºA representou um marco na emancipação do corpo de bombeiros em relação à Polícia Militar de Santa Catarina (PMSC), consolidando uma identidade própria em seu serviço à população catarinense.

2.1.1 O DESENVOLVIMENTO DO FARDAMENTO 5ºA

Após a emancipação do CBMSC em 2003, surgiu a necessidade de criação de um uniforme que representasse a nova identidade institucional. Até então, os bombeiros utilizavam fardamento na cor cáqui, da PMSC, diferenciando-se apenas pela cor da camiseta e do cinto (vermelhos) e pelo calçado utilizado, o borzeguim. A utilização da cor cáqui poderia comprometer a segurança dos militares em operações em locais de alto risco (Apêndice A).

Para definir o novo fardamento, uma comissão foi estabelecida com o objetivo de criar um design exclusivo. A comissão, formada pelos coronéis Diogo Bahia Losso, Alexandre Corrêa Dutra e Marcos de Oliveira, enfrentou diversos desafios, entre eles destacam-se a escolha da cor e a seleção do tecido ideal para as atividades desenvolvidas pelo CBMSC.

2.1.2 EVOLUÇÃO DO FARDAMENTO

O uniforme operacional, em sua versão inicial, manteve o padrão tradicional adotado pela Polícia Militar, se diferenciando pela cor escolhida, o *azul bandeirante*. No entanto, rapidamente se identificou a necessidade de adaptações para aprimorar sua resistência e funcionalidade. Inicialmente confeccionado em brim 100% algodão, o fardamento apresentou um desbotamento precoce que comprometia sua aparência e padronização.

Para solucionar essa questão, foi introduzido o tecido *terbrim*, composto por 67% poliéster e 33% algodão, com tecnologia *ripstop*, proporcionando maior resistência ao desgaste e durabilidade. Essa mudança exigiu um incentivo maior na utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), visto que o novo tecido sintético apresentava riscos em situações de exposição ao calor intenso.

Além das mudanças nos materiais, o design do uniforme também evoluiu. O bolso faca foi removido, bolsos laterais foram adicionados, reforços em áreas estratégicas foram incorporados e foram utilizadas técnicas com o tecido para aumentar a mobilidade dos militares. A gandola, que inicialmente era utilizada por dentro da calça, passou a ser usada por fora, garantindo maior praticidade no serviço operacional e melhor apresentação pessoal (Apêndice A).

2.1.3 IMPACTO E DESAFIOS

A introdução do fardamento 5ºA consolidou a identidade do CBMSC, diferenciando-o das demais forças de segurança e tornando seus integrantes facilmente reconhecidos pela sociedade. Entretanto, desafios ainda permanecem, como a necessidade de adaptação às variações climáticas do estado de Santa Catarina. A ampla diversidade de temperaturas e condições ambientais exige que o uniforme ofereça conforto térmico e proteção adequada para todas as regiões.

A evolução tecnológica dos tecidos e materiais apresenta-se como uma nova possibilidade para aprimorar o fardamento, o que permitiria maior eficiência e conforto para os bombeiros militares (Apêndice A).

2.2 EPI MULTIMISSION

O EPI MultiMissão (MM) do CBMSC foi regulamentado pela Resolução nº 16, de 7 de junho de 2023. Esse fardamento foi institucionalizado como vestimenta oficial para múltiplas operações, incluindo resgate veicular, combate a incêndio florestal, salvamento em altura, corte de árvores, deslizamentos, busca e resgate em estruturas colapsadas, busca terrestre, cinotecnia e atendimento pré-hospitalar (CBMSC, 2023b).

2.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O MultiMissão foi desenvolvido para substituir fardamentos que não atendiam plenamente às necessidades operacionais dos bombeiros militares. Seu diferencial, segundo o Anexo A da resolução 16/2023 (CBMSC, 2023b), está na combinação de tecidos de alta resistência térmica e mecânica, proporcionando mobilidade, proteção e conforto térmico.

O fardamento é composto por blusão e calça, fabricados com meta-aramida, viscose FR, elastano, para-aramida e fibra antiestática. Essas características garantem resistência ao calor, inflamabilidade reduzida e proteção contra agentes cortantes.

Conforme Anexo A da resolução 16/2023 (CBMSC, 2023b), o design do uniforme também inclui:

- Fechos em velcro e zíper termoplástico (Vislon FR);
- Faixas refletivas amarelas e prateadas, atendendo à norma EN 471;
- Reforços estruturais em para-aramida nos joelhos e cotovelos;
- Modelagem que permite ampla liberdade de movimento.

2.2.2 DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO

O desenvolvimento do fardamento MultiMissão seguiu os princípios de *Lean Innovation*, conforme descrito por Cauduro (2023). A necessidade desse equipamento surgiu a partir da experiência prática de bombeiros militares catarinenses em competições de Resgate Veicular (RVE), onde foi identificado que o uso de EPI de combate a incêndio estrutural comprometia a mobilidade e eficiência operacional.

O processo de inovação incluiu:

- Testes em diferentes operações do CBMSC;
- Ajustes para garantir resistência térmica e mobilidade;
- Feedback contínuo de bombeiros militares envolvidos no desenvolvimento.

A aprovação do MultiMissão resultou em sua regulamentação oficial pelo CBMSC em 2023, sendo adotado por toda a corporação para operações terrestres de resgate.

2.3 EPI MULTIMISSION LEVE

Com o objetivo de melhorar a segurança e a eficiência de suas equipes em campo, a Coordenadoria de Busca Terrestre propôs o desenvolvimento do MultiMissão Leve (MML), um fardamento leve voltado para atividades específicas de Busca Terrestre, incluindo, também, as buscas cinotécnicas a partir da anuência da Coordenadoria de Cinotecnia. Essa proposta surge da necessidade de um uniforme mais adaptável às características das operações de longa duração, em terrenos acidentados e condições climáticas adversas.

O MML busca solucionar limitações identificadas empiricamente nos uniformes operacionais atualmente utilizados pelo CBMSC, proporcionando maior mobilidade, conforto térmico e resistência à abrasão. O desenvolvimento desse novo fardamento seguiu critérios técnicos baseados na experiência operacional dos bombeiros militares e em análises comparativas com equipamentos utilizados por outras corporações no Brasil.

2.3.1 DESENVOLVIMENTO E CARACTERÍSTICAS DO EPI MULTIMISSION LEVE

O MultiMissão Leve foi desenvolvido a partir da necessidade identificada pela Coordenadoria de BTR, e como parte interessada a Coordenadoria de Cinotecnia, visando solucionar limitações dos uniformes operacionais preconizados para a atividade. O equipamento foi desenhado para oferecer maior resistência à abrasão, proteção térmica adequada e flexibilidade durante a realização de atividades físicas extenuantes, essenciais nas operações de busca (CBMSC, 2023c).

Segundo o descritivo planejado pela coordenadoria de Busca Terrestre (CBMSC, 2023a), suas principais características consistem em:

- Jaqueta 3x1 impermeável, com fleece interno acoplável, garantindo isolamento térmico e proteção contra intempéries;
- Calça reforçada com tecido Cordura 500 Denier nas regiões dos joelhos, nádegas e barras, aumentando a durabilidade e resistência ao desgaste;
- Fitas refletivas estrategicamente posicionadas para aumentar a visibilidade noturna;
- Identidade visual planejada conforme o fardamento MultiMissão já institucionalizado.

2.3.2 AVALIAÇÃO TÉCNICA

Para validar o desempenho do MultiMissão Leve, foram conduzidos testes em diferentes cenários operacionais pelas respectivas coordenadorias, incluindo operações de resgate aquático, salvamento em altura e corte de árvores. A avaliação foi realizada por bombeiros especializados nessas áreas, resultando em um relatório detalhado sobre os pontos positivos e as melhorias sugeridas (CBMSC, 2023c).

Os principais resultados apontaram que:

- O conforto e mobilidade foram significativamente aprimorados, permitindo melhor desempenho dos bombeiros durante deslocamentos prolongados;
- A impermeabilização não atendeu completamente aos requisitos para operações em meio aquático, sendo necessária uma vedação aprimorada no capuz e nos zíperes;
- O sistema de reforço nos joelhos e cotovelos foi bem avaliado, mas sugeriu-se a troca do material para Poliamida Ripstop, evitando rasgos e aumentando a vida útil do fardamento.

2.3.3 CONSIDERAÇÕES

O MultiMissão Leve se mostra como uma inovação essencial para aprimorar a eficácia das operações de Busca Terrestre no CBMSC. Embora ajustes técnicos e diferentes testes ainda sejam necessários, os resultados até então obtidos indicam

que o fardamento corresponde às demandas observadas pela coordenadoria de BTR, oferecendo uma solução mais eficiente e segura para os bombeiros militares.

3 Functional Movement Screen

O *Functional Movement Screen* (FMS) é uma ferramenta padronizada de avaliação funcional amplamente utilizada para medir a qualidade do movimento em populações táticas, esportivas e clínicas. Foi desenvolvido com o objetivo de identificar padrões de movimento deficitários que podem aumentar o risco de lesões e comprometer o desempenho físico (COOK; BURTON; HOOGENBOOM, 2006).

O FMS avalia sete padrões de movimento fundamentais:

- **Agachamento Profundo (Deep Squat):** Mede mobilidade nos tornozelos, joelhos e quadris, além de estabilidade e mobilidade torácica.
- **Passo em Barreiras (Hurdle Step):** Avalia a coordenação e o equilíbrio dinâmico enquanto a perna livre realiza o movimento de passo.
- **Avanço em Linha (In-Line Lunge):** Testa a estabilidade do núcleo, mobilidade do quadril e coordenação em um plano de movimento linear.
- **Mobilidade do Ombro (Shoulder Mobility):** Mede a amplitude de movimento e simetria funcional do complexo do ombro.
- **Elevação Ativa da Perna (Active Straight Leg Raise):** Avalia a mobilidade dos isquiotibiais e estabilidade pélvica.
- **Estabilidade de Tronco em Flexão (Trunk Stability Push-Up):** Mede a estabilidade do núcleo em movimentos de empurrar.
- **Estabilidade Rotacional (Rotary Stability):** Avalia o controle motor e a estabilidade em movimentos de rotação.

Cada padrão de movimento é pontuado em uma escala de 0 a 3 (COOK; BURTON; HOOGENBOOM, 2006; TEYHEN et al., 2012):

- **0:** Ocorre dor durante o movimento.
- **1:** O movimento é incompleto ou incorreto.
- **2:** O movimento é completo, mas com compensações.
- **3:** O movimento é realizado de maneira perfeita, sem compensações.

A soma total pode variar de 0 a 21, sendo escores abaixo de 14 associados a maior risco de lesões musculoesqueléticas (BOCK; ORR, 2015).

3.1 RELEVÂNCIA DO FMS EM POPULAÇÕES TÁTICAS

O FMS é particularmente valioso em populações como bombeiros, militares e policiais, onde tarefas operacionais demandam alta mobilidade funcional. Estudos demonstram que padrões de movimento deficitários, identificados pelo FMS, podem ser agravados pelo uso de EPI, aumentando o risco de lesões e diminuindo a eficiência dos movimentos (ORR et al., 2019).

3.2 LIMITAÇÕES

Apesar de sua utilidade, o FMS tem limitações, incluindo a subjetividade na pontuação e a ausência de medidas diretas de força ou resistência. Portanto, é mais eficaz quando combinado com outras avaliações (GRIBBLE et al., 2013).

4 Sistema para Captação dos Dados de Temperatura

A análise térmica de fardamentos operacionais é um fator essencial para avaliar o conforto e a segurança dos profissionais em ambientes desafiadores. Considerando a importância desse aspecto, este estudo desenvolveu um sistema de captação de dados de temperatura que permite monitorar e comparar o desempenho térmico de diferentes uniformes. A metodologia adotada envolveu a utilização de sensores de temperatura acoplados a dispositivos eletrônicos, garantindo a coleta sistemática e precisa das variações térmicas durante a atividade física dos participantes.

4.1 ARQUITETURA DO SISTEMA

A norma ISO/IEC/IEEE 42010:2011 define "arquitetura" como os conceitos ou propriedades fundamentais de um sistema em seu ambiente e os princípios de seu design e evolução. A referência descreve que essas propriedades ou conceitos fundamentais devem estar incorporados nos elementos do sistema e em suas relações (ISO/IEC/IEEE, 2011). Essa definição é orientada para enfatizar as características essenciais e as interações entre os componentes do sistema.

4.1.1 INTERNET DAS COISAS

A Internet das Coisas, do inglês Internet of things (IoT), consiste na interconexão de dispositivos sensíveis e atuadores com a finalidade de atingir um objetivo em comum (GIUSTO et al., 2010) e tem como propósito primário permitir que humanos e máquinas compreendam melhor o ambiente que os envolve, usando as informações geradas por diversos dispositivos sensíveis, modificando a forma com que os usuários lidam com as tarefas do cotidiano (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010).

IoT é um paradigma tecnológico planejado para ser uma rede global de máquinas e dispositivos capazes de interagir entre si e com o ambiente ao seu redor. A IoT é reconhecida como uma das áreas mais importantes da tecnologia do futuro por enfatizar a interoperabilidade entre objetos e pessoas e pelo fato de poder ser implementada em diversos casos de uso, como por exemplo, automação predial, controle de processos produtivos e transporte inteligente (GUBBI et al., 2013).

No presente trabalho, foram utilizados os conceitos de Internet das Coisas para o desenvolvimento da arquitetura para coleta dos dados de temperatura dos fardamentos operacionais.

4.1.2 DISPOSITIVO SENSITIVO

O Dispositivo Sensitivo (DS) desenvolvido para este trabalho baseia-se no microcontrolador ESP32, reconhecido por sua alta capacidade de processamento e conectividade integrada Wi-Fi e Bluetooth. O dispositivo é projetado para operar como um coletor de dados, utilizando inicialmente dois sensores de temperatura modelo DS18B20, que oferecem alta precisão e confiabilidade na medição. O DS apresenta

flexibilidade para expansão, permitindo a adição de sensores adicionais conforme a necessidade, garantindo adaptabilidade ao sistema. O esquema de montagem segue o diagrama da Figura 1, tendo sido construídos para este trabalho duas unidades conforme a figura Y.

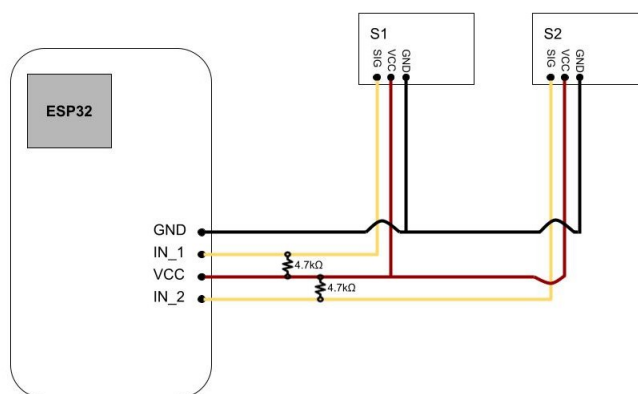


Figura 1 – Diagrama de montagem dos Dispositivo Sensitivo

A comunicação com o servidor ocorre via protocolo Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), uma solução leve e eficiente, ideal para aplicações de Internet das Coisas. Este protocolo assegura uma troca de mensagens ágil e segura entre o dispositivo e a infraestrutura central, possibilitando o envio de dados em tempo real e a manutenção de um sistema responsivo para monitoramento e análise. O conjunto do ESP32 e os sensores DS18B20, integrado por meio do MQTT, configura o DS como uma solução robusta para o teste proposto.

4.2 SISTEMA PARA COLETA DE DADOS

O sistema desenvolvido para coleta de dados de temperatura utiliza princípios da Internet das Coisas. O Dispositivo Sensitivo se conecta a uma rede Wi-Fi disponível e uma vez conectado, esse dispositivo envia mensagens via protocolo MQTT para um servidor central. Esse servidor, por sua vez, executa um programa responsável por armazenar os conteúdos das mensagens em um banco de dados relacional, garantindo a organização e acessibilidade dos dados coletados. O diagrama da

Figura 2 representa uma visão simplificada da arquitetura do sistema de coleta de dados.

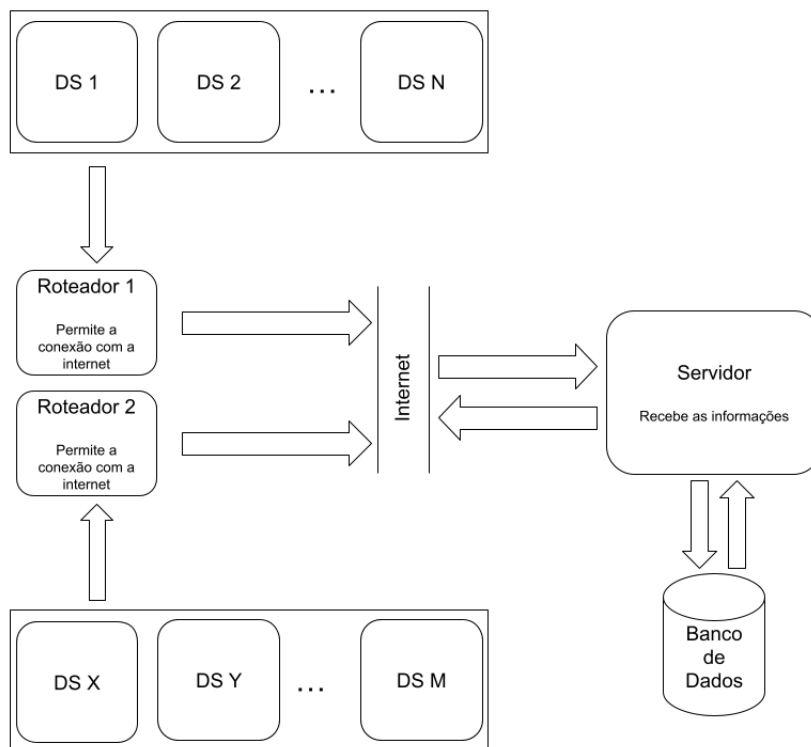


Figura 2 – Diagrama simplificado da arquitetura do sistema de coleta de dados de temperatura

O planejamento do sistema visou eliminar restrições geográficas, permitindo a realização de testes em diferentes locais. Enquanto houver conexão com a internet, os testes podem ser conduzidos simultaneamente com diversos dispositivos sensíveis em qualquer região. Essa flexibilidade possibilita que futuros estudos baseados neste trabalho possam ser realizados em diferentes Batalhões do Corpo de Bombeiros Militar, ampliando a abrangência da pesquisa e favorecendo a padronização de dados para análises comparativas.

4.3 VALIDAÇÃO DOS DISPOSITIVOS SENSITIVOS

Para assegurar a confiabilidade dos dados coletados, os sensores foram submetidos a um processo rigoroso de validação em laboratório, sendo comparados com equipamentos de referência industrial. Durante os testes, foram aplicadas variações controladas de temperatura, permitindo analisar a precisão das medições e identificar possíveis desvios.

A validação dos dados coletados pelos sensores desenvolvidos foi realizada no Centro de Inovação e Pesquisa do CBMSC, os Dispositivo Sensitivo construídos foram posicionados junto a sensores industriais, pertencentes ao laboratório, os quais foram utilizados como referência. Esse procedimento, demonstrado pela Figura 3 teve como objetivo verificar a precisão, confiabilidade e correlação das medições obtidas pelos sensores desenvolvidos em relação aos equipamentos de padrão industrial.

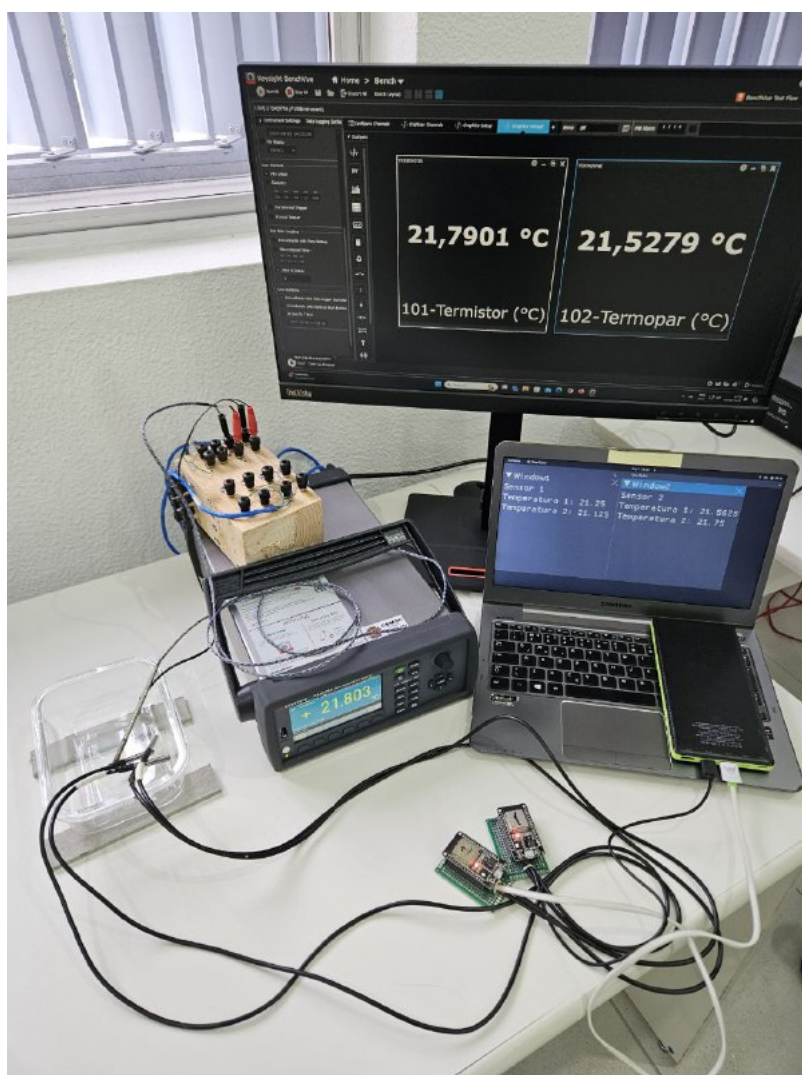


Figura 3 – Montagem do experimento em laboratório

Inicialmente, foi aguardado um período de estabilização térmica do sistema, garantindo que os sensores estivessem em condições homogêneas de medição. Após essa fase, foram realizadas variações controladas de temperatura, utilizando água aquecida para elevar a temperatura do ambiente e gelo para provocar reduções térmicas. Durante esse processo, as medições de temperatura dos sensores construídos foram registradas e comparadas com os valores obtidos pelos sensores industriais conforme a Figura 4.

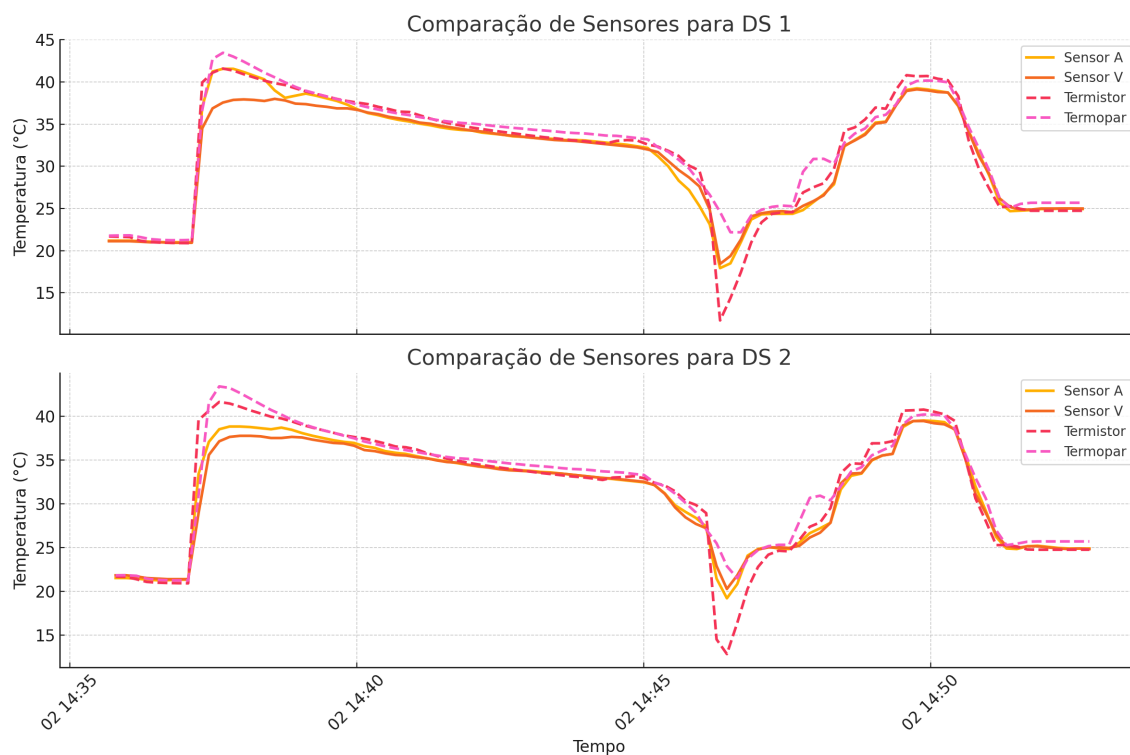


Figura 4 – Comparação entre os valores obtidos pelos dispositivos construídos e sensores de referência

4.3.1 ANÁLISES QUANTITATIVAS

A validação foi conduzida por meio de análises estatísticas, comparando as medições dos sensores construídos com os sensores industriais de referência. Os principais parâmetros analisados foram:

- Erro Médio Absoluto (MAE - Mean Absolute Error)

O MAE foi utilizado para medir a diferença absoluta média entre os valores dos sensores desenvolvidos e os valores de referência. Quanto menor o MAE, maior a precisão do sensor.

- DS 1: MAE para temperatura (valor A) = 0,998°C e (valor V) = 1,327°C.
- DS 2: MAE para temperatura (valor A) = 1,109°C e (valor V) = 1,204°C.

Os valores de erro absoluto indicam uma boa proximidade das medições em relação às referências.

- Erro Médio Percentual Absoluto (MAPE - Mean Absolute Percentage Error)

O MAPE avalia o erro relativo das medições em relação à referência, permitindo uma comparação percentual.

- DS 1: MAPE para temperatura (valor A) = 3,55% e (valor V) = 4,35%.

- DS 2: MAPE para temperatura (valor A) = 3,76% e (valor V) = 3,74%.

Ambos os dispositivos apresentam erros percentuais abaixo de 5%, o que indica que os sensores construídos apresentam precisão aceitável para o objetivo do trabalho.

- Coeficiente de Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para medir a relação linear entre as temperaturas registradas pelos sensores desenvolvidos e os sensores de referência.

- DS 1: Correlação de valores de temperatura (valor A) = 0,982 e (valor V) = 0,976.

- DS 2: Correlação de valores de temperatura (valor A) = 0,980 e (valor V) = 0,975.

Ambos os DS apresentam valores próximos de 1,0 o que indica correlação extremamente forte, demonstrando que os sensores seguem a mesma tendência dos sensores de referência.

- Distribuição de Erros

A distribuição dos erros foi analisada para verificar se os desvios apresentavam padrões sistemáticos ou aleatórios. Os histogramas, mostrados na Figura 5 demonstraram que os erros estavam concentrados próximos de zero, confirmando a baixa variabilidade e a alta precisão dos dispositivos construídos.

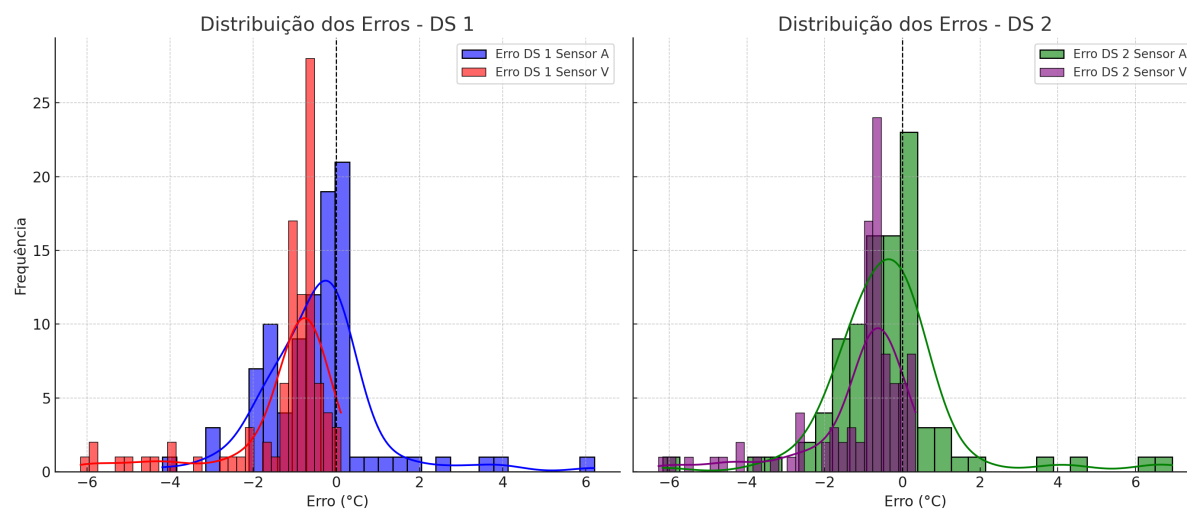


Figura 5 – Histogramas de distribuição de erros

4.3.2 CONCLUSÕES DA VALIDAÇÃO DOS DISPOSITIVOS SENSITIVOS

Os resultados obtidos demonstram que os dispositivos desenvolvidos possuem alta precisão e confiabilidade, apresentando erros absolutos pequenos e correlações extremamente fortes com os sensores de referência.

O erro percentual médio abaixo de 5% indica que os Dispositivos Sensitivos fornecem medições coerentes com padrões de referência, demonstrando a viabilidade do sistema proposto para o estudo.

5 Formulário de Percepção Subjetiva

O formulário de avaliação subjetiva tem como objetivo coletar percepções individuais sobre um determinado fardamento, permitindo uma análise qualitativa baseada na experiência dos sujeitos. Esta abordagem subjetiva é essencial para compreender aspectos não capturados pelas métricas quantitativas utilizadas.

5.1 ESTRUTURA DO FORMULÁRIO

O formulário é composto por um número reduzido de questões, as quais tratam sobre:

- O nome do participante (apenas para controle);
- O fardamento que está sendo avaliado;
- A sensação de desconforto do fardamento;
- Os pontos de desconforto do fardamento; e
- Uma descrição sobre o desconforto.

A avaliação subjetiva complementa as abordagens quantitativas ao fornecer uma perspectiva qualitativa sobre os fardamentos testados. O uso desse formulário permite capturar nuances que poderiam ser negligenciadas em métricas estritamente numéricas.

6 Coleta de Dados

6.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE SUJEITOS

A determinação da amostra para este estudo foi realizada considerando as limitações impostas pela disponibilidade do equipamento e as características físicas dos participantes. O estudo contou com a participação de cadetes do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, sendo que, dentre os 16 cadetes inicialmente considerados, foram selecionados apenas os 8 mais altos.

A restrição imposta na seleção dos participantes deve-se ao fato de que a única amostra do uniforme MultiMissão Leve disponível para o estudo apresentava um tamanho incompatível com os 8 cadetes de menor estatura. Assim, para garantir a adequada compatibilidade do uniforme e evitar variações indesejadas nos resultados decorrentes de ajustes inadequados dos fardamentos, optou-se por restringir a amostra àqueles cujas medidas corporais eram compatíveis com o uniforme fornecido pela coordenadoria de Busca Terrestre.

Os demais uniformes utilizados no estudo eram de propriedade dos próprios cadetes, minimizando assim possíveis problemas relacionados à compatibilização do fardamento. Tal abordagem permitiu uma melhor padronização dos testes e assegurou que as diferenças observadas nos resultados estivessem predominantemente associadas às características dos uniformes, e não a problemas de ajuste das peças.

6.2 ADAPTAÇÕES REALIZADAS

Considerando as distinções intrínsecas entre os uniformes, objetos deste estudo, foram realizadas adaptações para minimizar diferenças nos comportamentos observados, conforme descrito a seguir:

- I **Padronização da Roupas Interna:** Foi definido o uniforme de Educação Física Militar (EFM), composto por calção de tãctel e regata em material sintético, como a roupa interna para os três uniformes testados, a roupa de EFM também foi considerada como linha de base, a fim de garantir que a principal variável seja o fardamento utilizado, além de facilitar a logística para a troca de uniforme;
- II **Calçados:** Considerando que o foco do presente trabalho se trata dos fardamentos, os calçados utilizados pelos participantes, eram seus próprios tênis de corrida, com o objetivo de maximizar o conforto dos sujeitos e evitar lesões;
- III **Diferenças Entre os Fardamentos:**
 - Os fardamentos analisados foram testados em sua configuração mínima, ou seja, apenas com sua camada mais externa;
 - Devido ao fato dos uniformes MM e MML não poderem ser utilizados com a manga recolhida, o uniforme 5ºA foi utilizado com sua manga abaixada.

6.2.1 COMPARAÇÃO COM ESTUDOS ANTERIORES

O critério de seleção dos participantes neste estudo difere do utilizado em pesquisas anteriores sobre testes de fardamentos operacionais em bombeiros, como o estudo conduzido por Orr et al. (2019). Nesse estudo, os autores avaliaram a mobilidade de bombeiros utilizando diferentes variações de vestuário. A amostra de

tal estudo foi composta por 8 participantes, que testaram três variações de uniformes em comparação ao vestuário padrão da corporação (ORR et al., 2019).

O presente estudo impôs uma restrição de altura devido à disponibilidade do equipamento, já na pesquisa de Orr et al. (2019) permitiram uma variação mais ampla nas características antropométricas dos participantes. Isso pode ter implicações na generalização dos resultados, visto que diferenças na estatura e no ajuste do uniforme podem impactar diretamente na mobilidade e conforto dos usuários.

Enquanto a seleção de participantes no presente estudo foi guiada pela compatibilidade com um modelo específico de uniforme, Orr et al. (2019) testou a combinação de vestuários distintos e seus impactos sobre a mobilidade funcional. A abordagem adotada por eles permitiu avaliar a influência de camadas adicionais de vestuário sobre o desempenho motor dos bombeiros, um fator que não foi explorado na presente pesquisa.

Dessa forma, a metodologia de seleção adotada neste estudo proporciona um nível elevado de controle sobre a variável de ajuste do uniforme, apesar de reduzir a variabilidade da amostra.

6.3 FMS

Os testes do *Functional Movement Screen* foram realizados em condições controladas, seguindo um protocolo padronizado para garantir a confiabilidade dos resultados.

6.3.1 INSTRUMENTAÇÃO

Os instrumentos de medição utilizados no teste de FMS foram construídos com materiais básicos de construção civil, garantindo uma estrutura funcional para a realização dos testes. Esses instrumentos foram utilizados para padronizar os critérios de avaliação e proporcionar uniformidade na aplicação dos testes.

6.3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os sujeitos foram avaliados em dias diferentes, utilizando um fardamento distinto a cada dia. Dessa forma, cada sujeito passou por todos os movimentos do

FMS sob cada uma das condições de fardamento, permitindo a comparação entre os diferentes uniformes.

A avaliação foi conduzida por um profissional de educação física capacitado, garantindo a aplicação correta dos protocolos do FMS. A pontuação de cada movimento foi registrada em uma tabela de acordo com os critérios estabelecidos pelo FMS, assegurando a consistência dos dados coletados.

6.4 DADOS DE TEMPERATURA

A coleta de dados de temperatura foi conduzida em um ambiente controlado, visando garantir a replicabilidade dos testes e a precisão dos resultados. O experimento foi estruturado da seguinte forma:

6.4.1 AMBIENTE E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Os testes foram realizados em um ambiente fechado, climatizado, garantindo controle sobre fatores externos que poderiam influenciar nas medições de temperatura. O espaço era equipado com esteiras ergométricas para simular de forma consistente a atividade física dos participantes.

O equipamento de medição utilizado foi o Dispositivo Sensitivo desenvolvido exclusivamente para este trabalho, cujos sensores foram estrategicamente posicionados, entre a roupa interna e o fardamento avaliado, para capturar a variação térmica em dois pontos principais do corpo:

- **Próximo à axila:** Região escolhida para monitoramento devido à sua proximidade com os grandes vasos sanguíneos, refletindo a variação térmica central do corpo.
- **Próximo à virilha:** Região selecionada por sua sensibilidade térmica e menor exposição ao fluxo de ar ambiente.

O posicionamento estratégico visa evitar o atrito direto com a pele, minimizando possíveis interferências e garantindo a confiabilidade das medições, além de capturar dados em pontos-chave do corpo.

6.4.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

O protocolo do teste foi estruturado em etapas sequenciais, conforme descrito a seguir:

1. **Preparação:** O Dispositivo Sensitivo era equipado ao militar, após isso, o participante vestia o fardamento a ser avaliado por cima do uniforme de EFM e, após estar completamente equipado, o DS iniciava a transmissão dos dados de temperatura.
2. **Estabilização Inicial:** Um período de 2 minutos era aguardado antes do início da atividade física, permitindo que os sensores atingissem o equilíbrio térmico com a vestimenta do participante.
3. **Atividade Física:** O sujeito realizava uma corrida de 5 minutos a uma velocidade constante de 12 km/h sobre a esteira ergométrica. Um estímulo físico constante e replicável para simular um esforço físico intenso.
4. **Estabilização Pós-Atividade:** Após a corrida, um novo período de 2 minutos era aguardado para permitir que os sensores voltassem a um estado de equilíbrio térmico.
5. **Finalização e Descanso:** Após a estabilização, o teste era encerrado, e o participante removia o uniforme avaliado, permanecendo apenas com o calção e a regata, em repouso, por pelo menos 10 minutos antes da realização de um novo teste com outro fardamento.

6.5 FORMULÁRIO DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA

A coleta de dados sobre as impressões dos participantes em relação aos diferentes uniformes testados foi realizada por meio do Formulário de Percepção Subjetiva.

Cada participante respondia ao formulário imediatamente após completar o protocolo do FMS para um determinado uniforme. Essa abordagem sequencial minimizou possíveis interferências entre as percepções associadas a cada fardamento, permitindo uma melhor comparação entre os diferentes modelos testados.

A estratégia adotada assegurou que as avaliações fossem obtidas no momento mais oportuno, proporcionando um reflexo mais preciso da experiência dos participantes com cada fardamento. Além disso, ao manter a ordem padronizada na aplicação do FMS e do formulário, foi possível reduzir possíveis efeitos de fadiga ou variabilidade na percepção subjetiva dos cadetes.

7 ANÁLISE DE RESULTADOS

7.1 FMS

Em relação aos dados obtidos nos testes análise estatística dos dados obtidos nos testes do *Functional Movement Screen* realizados sob diferentes condições de fardamento. Foram aplicados testes estatísticos não paramétricos adequados para amostras pequenas e dados discretos, como o **teste de Friedman** e o **teste de Wilcoxon**, para identificar diferenças significativas entre as condições.

7.1.1 TESTE DE FRIEDMAN

O teste de Friedman é um teste estatístico não paramétrico utilizado para comparar três ou mais condições de medidas repetidas (SHELDON; FILLYAW; THOMPSON, 1996). Ele verifica se há diferenças estatisticamente significativas entre os fardamentos em relação ao desempenho nos testes de FMS.

A hipótese testada é:

- H_0 : Não há diferenças entre os fardamentos.
- H_1 : Pelo menos um fardamento apresenta diferenças estatisticamente significativas.

A Tabela 1 apresenta os valores da estatística do teste de Friedman (χ^2_F) e os respectivos *p-valores*.

Tabela 1 – Resultados do Teste de Friedman para os Movimentos do FMS

Movimento	Estatística (χ^2_F)	p-valor
Active Straight Leg Raise Direito	10.317	0.016
Active Straight Leg Raise Esquerdo	8.032	0.045
Deep Squat	4.000	0.261
Hurdle Step Direito	13.047	0.004
Hurdle Step Esquerdo	9.621	0.022

Os resultados indicam que há diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$) para os seguintes testes: **Active Straight Leg Raise Direito e Esquerdo**, **Hurdle Step Direito e Esquerdo**. Já os outros testes não apresentaram diferenças significativas entre os fardamentos.

7.1.2 TESTE DE WILCOXON PARA COMPARAÇÕES PAREADAS

Para determinar quais fardamentos diferem entre si, foi aplicado o teste de Wilcoxon para comparações pareadas entre os fardamentos. Este teste verifica diferenças entre duas condições específicas, sendo uma alternativa ao teste *t de Student* pareado quando os dados não seguem distribuição normal (HILTON, 1996).

A Tabela 2 apresenta os resultados para os movimentos que mostraram diferenças significativas no teste de Friedman.

Tabela 2 – Resultados do Teste de Wilcoxon para Comparação entre Fardamentos

Comparação	Estatística (W)	p-valor
Active Straight Leg Raise Direito (FMS 5A vs FMS BASE)	175.50	0.71500
Active Straight Leg Raise Direito (FMS 5A vs FMS MM)	23.00	0.00006
Active Straight Leg Raise Direito (FMS 5A vs FMS MML)	40.00	0.05983
Active Straight Leg Raise Direito (FMS BASE vs FMS MM)	148.50	0.00086
Active Straight Leg Raise Direito (FMS BASE vs FMS MML)	96.00	0.04771
Active Straight Leg Raise Direito (FMS MM vs FMS MML)	104.00	0.02347
Active Straight Leg Raise Esquerdo (FMS 5A vs FMS BASE)	175.50	0.71500
Active Straight Leg Raise Esquerdo (FMS 5A vs FMS MM)	23.00	0.00006
Active Straight Leg Raise Esquerdo (FMS 5A vs FMS MML)	40.00	0.05983
Active Straight Leg Raise Esquerdo (FMS BASE vs FMS MM)	148.50	0.00086
Active Straight Leg Raise Esquerdo (FMS BASE vs FMS MML)	96.00	0.04771
Active Straight Leg Raise Esquerdo (FMS MM vs FMS MML)	104.00	0.02347
Hurdle Step Direito (FMS 5A vs FMS BASE)	175.50	0.71500
Hurdle Step Direito (FMS 5A vs FMS MM)	23.00	0.00006
Hurdle Step Direito (FMS 5A vs FMS MML)	40.00	0.05983
Hurdle Step Direito (FMS BASE vs FMS MM)	148.50	0.00086
Hurdle Step Direito (FMS BASE vs FMS MML)	96.00	0.04771
Hurdle Step Direito (FMS MM vs FMS MML)	104.00	0.02347
Hurdle Step Esquerdo (FMS 5A vs FMS BASE)	175.50	0.71500
Hurdle Step Esquerdo (FMS 5A vs FMS MM)	23.00	0.00006
Hurdle Step Esquerdo (FMS 5A vs FMS MML)	40.00	0.05983
Hurdle Step Esquerdo (FMS BASE vs FMS MM)	148.50	0.00086
Hurdle Step Esquerdo (FMS BASE vs FMS MML)	96.00	0.04771
Hurdle Step Esquerdo (FMS MM vs FMS MML)	104.00	0.02347

Os resultados do teste de Wilcoxon mostram que o fardamento MultiMissão impactou negativamente o desempenho no movimento Active Straight Leg Raise, pois apresentou diferenças significativas em relação à linha de base ($p = 0.00086$) e ao fardamento 5ºA ($p = 0.00006$). O fardamento MultiMissão Leve também influenciou esse movimento, mas com menor impacto ($p = 0.04772$).

7.1.3 CONCLUSÕES

Os testes estatísticos indicam que os fardamentos afetam significativamente o desempenho em alguns movimentos do FMS, especialmente no Active Straight Leg Raise e no Hurdle Step. O fardamento MultiMissão demonstrou maior impacto

negativo, enquanto o uniforme 5ºA apresentou desempenho semelhante à linha de base.

Os resultados reforçam a importância de considerar a mobilidade e flexibilidade. É possível perceber que os impactos negativos foram relacionados principalmente à mobilidade de membros inferiores.

7.2 DADOS DE TEMPERATURA

A escrever

7.3 FORMULÁRIO DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA

A análise do formulário de percepção subjetiva tem como objetivo compreender as percepções dos participantes sobre o uso dos fardamentos avaliados.

7.3.1 ANÁLISE QUANTITATIVA:

- A questão sobre a percepção do incômodo gerado pelo fardamento foi analisada por meio de estatísticas descritivas, como médias e distribuições percentuais contidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise Quantitativa do Grau de Incômodo por Fardamento

Fardamento	Média	Moda	Desvio Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
5º A	1.888889	2	0.927961	1.0	1.0	2.0	2.00	4.0
MultiMissão	2.125000	2	0.640870	1.0	2.0	2.0	2.25	3.0
MultiMissão Leve	1.375000	1	0.517549	1.0	1.0	1.0	2.00	2.0

- Sobre a questão que trata dos pontos de desconforto, foram construídos os gráficos da Figura 6 e da 7 para verificar visualmente os pontos que mais incomodam os usuários.

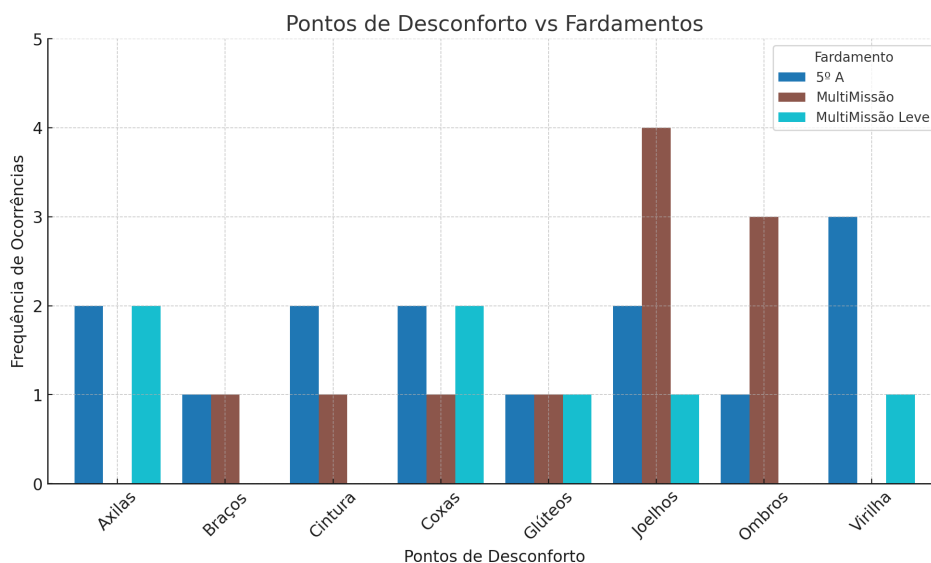


Figura 6 – Pontos de desconforto indicados por fardamento

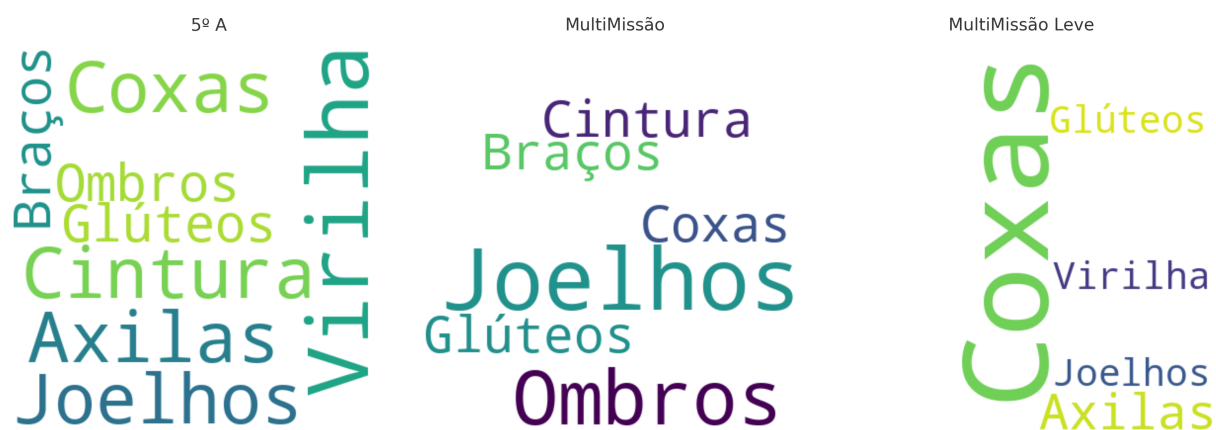


Figura 7 – Nuvem de palavras com os pontos de desconforto indicados por fardamento

7.3.2 ANÁLISE QUALITATIVA:

As respostas abertas sobre os pontos de desconforto foram processadas em uma nuvem de palavras (Figura 8) para que fosse possível visualizar as palavras-chave mais recorrentes para cada fardamento.



Figura 8 – Nuvem de palavras com as palavras-chave da descrição de desconforto indicados por fardamento

7.3.3 CONCLUSÕES

A escrever

8 Conclusão

A escrever

REFERÊNCIAS

- ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. **Computer networks**, Elsevier, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010. Citado na p. 24.
- BOCK, Clare; ORR, Robin M. Use of the functional movement screen in a tactical population: a review. **Journal of Military and Veterans Health**, Department of Defence Canberra, v. 23, n. 2, p. 33–42, 2015. Citado na p. 23.
- CAUDURO, Melina. Lean Innovation no Resgate Veicular do CBMSC: o desenvolvimento do EPI Multimissão. **CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**, 2023. Citado na p. 19.
- COOK, Gray; BURTON, Lee; HOOGENBOOM, Barb. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function–part 1. **North American journal of sports physical therapy: NAJSPT**, The Sports Physical Therapy Section of the American Physical Therapy Association, v. 1, n. 2, p. 62, 2006. Citado na p. 22.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Descritivo EPI Vestuário BTR CBMSC**. Florianópolis, 2023. Citado na p. 20.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Resolução nº 16, de 7 de junho de 2023**. [S.l.: s.n.], 2023. Citado nas pp. 18, 19.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Teste EPI Multimissão Leve**. Florianópolis, 2023. Citado nas pp. 20, 21.
- GIUSTO, Daniel et al. **The internet of things: 20th Tyrrhenian workshop on digital communications**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2010. Citado na p. 24.
- GRIBBLE, Phillip A et al. Intrarater reliability of the functional movement screen. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, LWW, v. 27, n. 4, p. 978–981, 2013. Citado na p. 23.

GUBBI, Jayavardhana et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future generation computer systems**, Elsevier, v. 29, n. 7, p. 1645–1660, 2013. Citado na p. 24.

HILTON, JOAN F. The appropriateness of the Wilcoxon test in ordinal data. **Statistics in medicine**, Wiley Online Library, v. 15, n. 6, p. 631–645, 1996. Citado na p. 38.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION AND INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION AND INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **ISO/IEC/IEEE 42010:2011 - Systems and software engineering — Architecture description**. [S.l.]: ISO/IEC/IEEE, 2011. Available at: <https://www.iso.org/standard/50508.html>. Citado na p. 24.

ORR, Robin et al. Impact of various clothing variations on firefighter mobility: A pilot study. **Safety**, Mdpi, v. 5, n. 4, p. 78, 2019. Citado nas pp. 23, 33, 34.

SHELDON, Michael R; FILLYAW, Michael J; THOMPSON, W Douglas. The use and interpretation of the Friedman test in the analysis of ordinal-scale data in repeated measures designs. **Physiotherapy Research International**, Wiley Online Library, v. 1, n. 4, p. 221–228, 1996. Citado na p. 37.

TEYHEN, Deydre S et al. The functional movement screen: a reliability study. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, JOSPT, Inc. JOSPT, 1033 North Fairfax Street, Suite 304, Alexandria, VA . . . , v. 42, n. 6, p. 530–540, 2012. Citado na p. 22.

Apêndices

A O Fardamento 5ºA e Sua Influência no CBMSC

10 de Fevereiro de 2025

Entrevistado: Coronel BM Losso

ENTREVISTA

Cadete BM Senna:

Qual era o contexto para o desenvolvimento do fardamento 5ºA?

Coronel BM Losso:

Em 2004, o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) já estava separado da Polícia Militar desde 13 de junho de 2003. Naquele período, foi necessária a aprovação de várias legislações complementares para definir questões administrativas, como a permanência de bombeiros na nova instituição ou a possibilidade de retorno à Polícia Militar para aqueles que desejassem. Essa legislação também tratava da transferência de oficiais e praças da PM para o CBMSC, respeitando o quadro de vagas estabelecido na Lei de Fixação de Efetivo.

Após esse período de escolha, que durou cerca de seis meses e terminou em fevereiro de 2004, o comandante-geral da época, coronel Adilson Alcides de Oliveira, criou uma comissão para a criação do fardamento do CBMSC, composta por mim (coronel Diogo Bahia Losso), pelo coronel Alexandre Corrêa Dutra e pelo coronel Marcos de Oliveira.

O objetivo dessa comissão era desenvolver um uniforme próprio para os bombeiros, que historicamente sempre buscaram se diferenciar da Polícia Militar. Naquele momento, utilizávamos fardamento cáqui, mas já havíamos incorporado elementos distintos, como camiseta e cinto vermelhos, além de um calçado diferenciado, o borzeguim, em vez do coturno. Naquela época ainda não se utilizava, de maneira generalizada, EPI de combate a incêndio, por isso o tecido utilizado era brim 100% algodão, pois esse material, ao contrário dos sintéticos, não aderiria à pele em caso de exposição ao fogo.

Cadete BM Senna:

Como foi a definição da cor do fardamento?

Coronel BM Losso:

Diante da necessidade de um novo uniforme, discutimos qual cor deveria ser adotada. A cor cáqui não era uma opção, pois poderia gerar confusão com a PM e representar riscos para os bombeiros que atuavam em áreas perigosas.

Consideramos a cor cinza, mas logo descartamos essa opção, pois já era utilizada pelos Bombeiros Voluntários de Santa Catarina, e a adoção dessa cor pelo CBMSC poderia gerar conflitos institucionais. O coronel Adilson Alcides de Oliveira, então Comandante Geral, nos entregou uma farda operacional do Bombeiro da Polícia Militar de São Paulo, onde realizou o Curso de Especialização para Bombeiros, pedindo que usássemos aquela cor como referência. Esse tom, conhecido como "cinza bandeirante", tinha uma leve tonalidade azulada. A partir da solicitação do coronel Adilson Alcides de Oliveira, foi criada a cor "azul bandeirante" que é a utilizada no fardamento atual.

Cadete BM Senna:

Em algum momento, a cor laranja foi considerada?

Coronel BM Losso:

Não, pois houve uma experiência prévia negativa com o laranja na década de 1990. Os socorristas usavam naquela época uma farda de duas peças (calça e gandola) na cor laranja. Como não foi bem aceita, voltaram a usar a cor cáqui, com um colete laranja. Além disso, o laranja estava associado a empresas de limpeza urbana que operavam em diversas prefeituras do estado, o que tornava inviável sua adoção.

Cadete BM Senna:

Como foi a evolução do 5ºA ao longo do tempo?

Coronel BM Losso:

Inicialmente, o modelo do uniforme operacional seguiu o padrão da PM, com a gandola por dentro da calça e cinto vermelho. No entanto, em 2005-2006, ao iniciar a distribuição do novo fardamento, identificamos um problema: o tecido brim desbotava rapidamente, tornando-se visualmente inadequado. O desgaste da cor azul era muito mais perceptível do que o da cor cáqui (usada antes da emancipação), impactando a imagem institucional.

Para resolver esse problema, migramos do brim 100% algodão para o tecido "terbrim",

composto por 67% poliéster e 33% algodão, com tecnologia ripstop, que proporcionava maior durabilidade e, também, maior resistência ao desbotamento. Com isso, foi necessário reforçar a necessidade do uso de EPIs para combate a incêndios, uma vez que o novo tecido sintético poderia aderir à pele em contato com chamas.

Removemos o bolso faca, acrescentamos os bolsos laterais e reforços nos joelhos e utilizamos técnicas com o tecido em áreas estratégicas para melhorar a mobilidade. Desde o início, também investimos na diferenciação do uniforme feminino, garantindo um corte mais adequado ao corpo das bombeiras, algo que não existia na PM.

Outra alteração significativa, que ocorreu posteriormente à criação, foi no design da gandola, que passou a ser usada por fora da calça, seguindo o modelo adotado pelo Exército e por outros Corpos de Bombeiros estaduais.

Cadete BM Senna:

O manual de uniformes do CBMSC parece estar desatualizado, especialmente em relação ao uniforme operacional. Por que isso ocorre?

Coronel BM Losso:

O regulamento de uniformes do CBMSC foi estabelecido por decreto, e qualquer alteração formal requer outro decreto, envolvendo a Casa Civil e o governo do estado. No entanto, ao longo dos anos, diversos ajustes foram feitos via portarias, sem a devida atualização do regulamento oficial. Apesar da intenção inicial de manter um padrão estável, as mudanças necessárias foram sendo implementadas de maneira fragmentada por diversos comandos.

Em um determinado período, existiu uma Coordenadoria de Uniformes, mas ela nunca chegou a produzir uma atualização significativa ou a compilar essas portarias para transformar em um novo decreto.

O regulamento utilizado como base, de forma geral, continha pouquíssimas imagens dos uniformes, sendo que, na maioria das vezes, eram apenas fotos de policiais ou bombeiros militares vestindo tais uniformes. O documento não possuía uma descrição minuciosa dos trajes. Além disso, havia um problema relacionado ao uniforme operacional denominado 5ºA, que abrangia a gandola e a calça, admitindo também o uso de jaqueta sobreposta e pullover, isso pode gerar dúvidas sobre quais combinações são permitidas em um determinado evento, por exemplo. No Exército, essa

nomenclatura é utilizada de maneira diferente: ao adicionar uma jaqueta ao uniforme, essa combinação passaria a ser denominada 5ºB, por exemplo.

Cadete BM Senna:

Qual é um grande desafio em relação ao fardamento operacional do CBMSC?

Coronel BM Losso:

Atualmente, um dos grandes desafios em relação ao uniforme do CBMSC é a adaptação às diversas condições climáticas do estado. Santa Catarina possui microrregiões com características muito distintas. Enquanto no interior as temperaturas são extremamente elevadas, especialmente em regiões afastadas da brisa do mar, o litoral apresenta um clima diferente. Florianópolis, por exemplo, tem uma variação menos extrema, no inverno não chega a ser tão frio quanto na região da Serra, onde ocorrem temperaturas negativas e até neve.

Pensar em um uniforme único que atenda a todas essas variações é um grande desafio. Há localidades onde, em um mesmo dia, ocorre uma grande amplitude térmica: o amanhecer pode ser frio, o meio do dia quente, e à noite a temperatura volta a cair significativamente. Essa oscilação dificulta a escolha de um material que proporcione conforto térmico adequado para todas essas condições.

Além disso, a necessidade de um uniforme padronizado para toda a corporação deve ser equilibrada com a funcionalidade e o conforto para o bombeiro em serviço. Encontrar essa solução é uma tarefa complexa.

Cadete BM Senna:

Houve algum feedback da tropa sobre a mudança do fardamento?

Coronel BM Losso:

O primeiro feedback que recebemos foi negativo em relação ao desbotamento do tecido brim. No entanto, após a troca para o terbrim, sobre o uniforme operacional em si, não houve críticas relevantes. Pelo contrário, a mudança para a gandola por fora da calça foi bem recebida, melhorando a apresentação do efetivo.

Foram observados problemas em relação ao conforto térmico do fardamento com a mudança de tecido 100% algodão (brim) para a mescla atual (terbrim), o primeiro apresentando um desempenho térmico melhor do que o segundo. Atualmente, existem

tecidos inteligentes que poderiam melhorar ainda mais a experiência dos bombeiros, mas a aquisição desse tipo de material esbarra em questões orçamentárias e nos processos de licitação pública, que muitas vezes impedem a compra de produtos com patentes específicas.

Cadete BM Senna:

Como a introdução do 5ºA impactou a identidade visual do CBMSC?

Coronel BM Losso:

A introdução do 5ºA ajudou a consolidar a identidade visual do CBMSC, diferenciando-o definitivamente da Polícia Militar. O bombeiro passou a ter um uniforme próprio, e a mudança foi bem recebida pela tropa. No início, devido à similaridade da cor azul, alguns bombeiros foram confundidos com membros da Força Aérea Brasileira, mas essa questão foi rapidamente superada com a consolidação do novo padrão.

A separação da PM trouxe a necessidade de afirmar a identidade dos bombeiros, e o uniforme teve um papel fundamental nesse processo. A adoção do novo fardamento foi um marco para a independência da corporação, tornando o CBMSC mais reconhecido e consolidando sua imagem perante a sociedade.

B Resultado do FMS

Tabela 4 – Dados FMS Linha de Base

Cadete	Deep Squat	Hurdle Step Es-querdo	Hurdle Step Direito	In-Line Lunge Es-querdo	In-Line Lunge Direito	Shoulder Mobility Es-querdo	Shoulder Mobility Direito	Active Straight Leg Raise Es-querdo	Active Straight Leg Raise Direito	Trunk Stability Push-up	Rotary Stability
1	3	3	3	2	2	1	1	1	1	3	2
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2
4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2
5	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2
6	2	3	3	3	3	1	1	2	2	3	2
7	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
8	2	3	3	3	3	0	0	2	2	3	2

Tabela 5 – Dados FMS 5ºA

Cadete	Deep Squat	Hurdle Step Es-querdo	Hurdle Step Direito	In-Line Lunge Es-querdo	In-Line Lunge Direito	Shoulder Mobility Es-querdo	Shoulder Mobility Direito	Active Straight Leg Raise Es-querdo	Active Straight Leg Raise Direito	Trunk Stability Push-up	Rotary Stability
1	2	3	3	3	3	3	2	1	2	3	2
2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2
4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2
5	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2
6	2	3	2	3	3	1	1	2	2	3	2
7	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2
8	2	2	2	3	3	1	1	2	2	3	2

Tabela 6 – Dados FMS MultiMissão

Cadete	Deep Squat	Hurdle Step Es-querdo	Hurdle Step Direito	In-Line Lunge Es-querdo	In-Line Lunge Direito	Shoulder Mobility Es-querdo	Shoulder Mobility Direito	Active Straight Leg Raise Es-querdo	Active Straight Leg Raise Direito	Trunk Stability Push-up	Rotary Stability
1	2	2	2	3	2	2	2	1	1	3	2
2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2
3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2
4	2	3	3	3	3	3	2	2	1	3	2
5	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2
6	2	2	2	2	2	1	1	2	2	3	2
7	2	2	2	1	1	3	3	2	2	3	2
8	2	1	1	2	2	1	1	1	1	3	2

Tabela 7 – Dados FMS MultiMissão Leve

Cadete	Deep Squat	Hurdle Step Es-querdo	Hurdle Step Direito	In-Line Lunge Es-querdo	In-Line Lunge Direito	Shoulder Mobility Es-querdo	Shoulder Mobility Direito	Active Straight Leg Raise Es-querdo	Active Straight Leg Raise Direito	Trunk Stability Push-up	Rotary Stability
1	2	3	3	2	1	1	1	1	1	3	1
2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2
4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3
5	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2
6	2	3	3	3	3	1	1	2	1	3	2
7	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2
8	2	2	2	3	3	1	1	1	1	3	2