



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
LUCAS SCHWARZ DE AMORIM**

**UNIFORMES NA AVIAÇÃO - IMPACTO NA SEGURANÇA,
CONFORTO E EFICÁCIA**

**Palhoça
2023**

LUCAS SCHWARZ DE AMORIM

**UNIFORMES NA AVIAÇÃO - IMPACTO NA SEGURANÇA, CONFORTO E
EFICÁCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Ciências Aeronáuticas da
Universidade do Sul de Santa Catarina como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Ciências Aeronáuticas

Orientador: Prof. Antônio Carlos Vieira de Campos, MSc.

Palhoça

2023

LUCAS SCHWARZ DE AMORIM

**UNIFORMES NA AVIAÇÃO - IMPACTO NA SEGURANÇA, CONFORTO E
EFICÁCIA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 07 de dezembro de 2023.

Professor e orientador Antônio Carlos Vieira de Campos, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor avaliador Angelo Damigo Tavares, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo entender e trazer conhecimento ao assunto de como diferentes tecidos e materiais afetam o conforto, segurança e eficácia dos tripulantes. A pesquisa foi classificada como exploratória, pois busca mapear e compreender a extensão desse problema, fornecendo uma base sólida para investigações futuras. O método empregado envolveu uma análise minuciosa de fontes bibliográficas, documentos, livros, artigos científicos e reportagens relacionados ao tema. A abordagem utilizada foi qualitativa. Os dados foram analisados por meio de gráficos e informações presentes nos documentos, analisados de acordo com a fundamentação teórica. Este estudo demonstrou que, apesar da importância crítica do conforto e da segurança para os tripulantes, ainda existe uma falta de conscientização e compreensão abrangente sobre como os materiais dos uniformes podem afetar esses aspectos. Portanto, esse trabalho serve como um ponto de partida fundamental para futuros estudos e desenvolvimentos no sentido de aprimorar os uniformes utilizados na aviação e, conseqüentemente, elevar os padrões de conforto e segurança para a tripulação. Em suma, a análise mostrou o desconhecimento do assunto no âmbito brasileiro, mostrando que a busca por uniformes com materiais ideais para a tripulação é um passo crucial na melhoria do desempenho e segurança em um ambiente onde a precisão e o foco são essenciais.

Palavras-chave: Conforto. Eficácia. Uniformes. Materiais.

ABSTRACT

This research aimed to comprehend and contribute to the knowledge of how different fabrics and materials impact the comfort, safety, and effectiveness of crew members. The research was classified as exploratory as it seeks to map and understand the extent of this issue, providing a solid foundation for future investigations. The method employed involved a meticulous analysis of bibliographic sources, documents, books, scientific articles, and reports related to the topic. The approach used was qualitative. The data was analyzed through graphs and information present in the documents, assessed in accordance with the theoretical framework. This study has revealed that, despite the critical importance of comfort and safety for crew members, there is still a lack of awareness and comprehensive understanding of how uniform materials can affect these aspects. Therefore, this work serves as a fundamental starting point for future studies and developments aimed at improving the uniforms used in aviation and, consequently, raising standards of comfort and safety for the crew. In summary, the analysis highlighted the lack of knowledge on this subject in the Brazilian context, showing that the pursuit of uniforms with ideal materials for the crew is a crucial step in improving performance and safety in an environment where precision and focus are essential.

Keywords: Comfort. Effectiveness. Uniforms. Materials.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Planta de algodão pronto para colheita | 15 |
| Figura 2 – Extração da lã | 16 |
| Figura 3 – Planta do linho secando | 17 |
| Figura 4 – Fabricação do poliéster | 18 |
| Figura 5 – Fábrica têxtil de rayon e sua poluição | 19 |
| Figura 6 – Gráfico percentual moisture regain x intensidade de odor corporal | 23 |
| Figura 7 – Roupas de poliéster derretidas após pegar fogo | 27 |
| Figura 8 – Couro natural e sintético após teste com isqueiro | 31 |
| Figura 9 – Microplásticos coletados em águas superficiais da Baía de Guanabara | 33 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA | 9 |
| 1.2 OBJETIVOS | 9 |
| 1.2.1 Objetivo Geral | 9 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 9 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA | 10 |
| 1.4 METODOLOGIA | 11 |
| 1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa | 11 |
| 1.4.2 Materiais e métodos | 12 |
| 1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO | 12 |
| 2 APRESENTAÇÃO DOS TECIDOS | 13 |
| 2.1 INTRODUÇÃO AO ALGODÃO | 13 |
| 2.2 INTRODUÇÃO À LÃ | 14 |
| 2.3 INTRODUÇÃO AO LINHO | 15 |
| 2.4 INTRODUÇÃO AO POLIÉSTER | 16 |
| 2.5 INTRODUÇÃO AOS RAYONS | 17 |
| 2.6 FECHAMENTO | 18 |
| 3 CONFORTO E CARACTERÍSTICAS NO USO DO TECIDO | 20 |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS DO ALGODÃO | 22 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS DA LÃ | 23 |
| 3.3 CARACTERÍSTICAS DO POLIÉSTER | 23 |
| 3.4 CARACTERÍSTICAS DO LINHO | 23 |
| 3.5 CARACTERÍSTICAS DOS RAYONS | 24 |
| 3.6 CONCLUSÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS TÊXTEIS | 24 |
| 4 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES À COMBUSTÃO | 25 |
| 4.1 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO ALGODÃO | 25 |
| 4.2 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DA LÃ | 26 |
| 4.3 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO POLIÉSTER | 26 |
| 4.4 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO RAYONS | 27 |
| 4.5 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO LINHO | 28 |
| 4.6 TRATAMENTOS RETARDANTES DE CHAMAS PARA TECIDOS | 28 |
| 4.7 APLICABILIDADE TAMBÉM EM ACESSÓRIOS DE COURO | 29 |
| 5 PROBLEMAS CAUSADOS PELA INAPTIDÃO DE TECIDOS PARA O UNIFORME DOS TRIPULANTES | 31 |
| 6 FIM DOS UNIFORMES E SEUS IMPACTOS NA NATUREZA | 32 |
| 7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 34 |
| 8 CONCLUSÃO | 37 |
| REFERÊNCIAS | 38 |
| ANEXOS | 41 |

1 INTRODUÇÃO

Enquanto materiais específicos e altamente regulados pelos órgãos competentes são aplicados em assentos e carpetes de aeronaves visando aprimorar a segurança, muitas vezes o vestuário da tripulação carece de considerações igualmente importantes para a saúde e segurança.

No início da aviação comercial, os uniformes eram feitos apenas com materiais naturais, comumente algodão e lã. Os uniformes da aviação apresentam laços com os uniformes militares, principalmente dos Estados Unidos, onde até a década de 60 eram principalmente feitos de algodão. Após a segunda guerra, onde os uniformes verde oliva pararam de ser usados pela força aérea americana, *designers* da época foram contratados para refazer os tecidos para os uniformes do verão, criando o tecido "Seersucker", muito utilizado até hoje nas roupas sociais masculinas (MICHELLE ROBINSON, 2023).

Os uniformes confeccionados com materiais naturais, como linho, algodão e lã, entraram em declínio a partir da década de 1970, quando o uso de tecidos sintéticos ganhou destaque. Esses materiais sintéticos encantaram o público, pois permitiam vestimentas com cores vibrantes e padrões chamativos, refletindo o glamour da "Década do Poliéster" (SFO MUSEUM, 2022).

Atualmente os uniformes das companhias aéreas são compostos por peças comumente fabricadas de *polyester* e por vezes apenas as camisas são feitas de uma combinação de materiais naturais e sintéticos, onde em sua maioria são de 50% algodão e 50% *polyester*. Esse é um tema muito conhecido em países onde existe uma cultura de conhecer os materiais e qualidades empregadas em vestimentas, pois é um conhecimento que pode ser aplicado, além do ambiente específico da aviação, no dia a dia melhorando o conforto e muitas vezes a saúde e bem-estar.

Um exemplo de uma companhia que utiliza os melhores materiais para o ambiente confinado de uma aeronave é a Ita Airways, que formou uma parceria com o famoso *designer* Bruno Cucinelli (PICKETT, 2023), famoso por apenas utilizar materiais naturais da melhor qualidade em suas roupas. Isso se dá pela cultura italiana, onde prevalece o costume de preferir qualidade. É comum as melhores marcas têxteis serem da Itália e Inglaterra, onde as roupas de tecidos naturais e de ótima qualidade predominam.

O problema da pesquisa se mostra constante e presente ao se inserir no cotidiano dos tripulantes. O uso de materiais inadequados em uniformes em um ambiente fechado, e com variações abruptas de temperatura e umidade, como uma aeronave, pode gerar uma série de problemas intrínsecos que afetam tanto a tripulação quanto os passageiros. Tecidos que não permitem uma adequada evaporação ou, falando em termos científicos, que não tem bom *moisture regain* podem resultar na retenção de umidade na pele, aumentando a probabilidade de odores crônicos e desconforto.

Este esforço visa instigar a ação e inspirar um compromisso com o meio ambiente e com a saúde, o bem-estar e a segurança dos tripulantes, bem como a necessidade de investir em uniformes que atendam não apenas aos requisitos estéticos, mas também aos padrões de qualidade e segurança.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Como os uniformes inadequados à operação aeroespacial impactam no bem-estar, conforto, segurança e eficácia dos tripulantes técnicos e não técnicos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Entender como os materiais inadequados para uniformes aeronáuticos impactam diretamente o bem-estar, conforto, segurança e eficácia dos tripulantes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Entender características gerais dos tecidos mais comumente achados em vestimentas e quais características mais influenciam no conforto durante o uso dos tecidos.
- b) Avaliar a inflamabilidade e reações à combustão de cada tecido e sua aplicabilidade para a aviação.
- c) Verificar os problemas causados pela inaptidão de tecidos para o uniforme dos tripulantes.

d) Mensurar o fim dos uniformes e seus impactos na natureza.

1.3 JUSTIFICATIVA

Ambientes de aeronaves frequentemente apresentam variações significativas de temperatura, e o uso de tecidos que não possuem boas características para o meio da aviação torna os ocupantes mais suscetíveis a estresses desnecessários. A falta de tais características não apenas afeta o conforto, mas também podem ter implicações na saúde e eficiência dos tripulantes.

Outro fator de suma importância é entender sobre a falta de resistência, ou até mesmo característica combustão espontâneas de tecidos e como o mesmo se comporta ao pegar fogo. Pode ser especialmente perigoso em situações de emergência, como incêndios a bordo, colocando em risco a segurança da tripulação.

Outro aspecto a ser considerado é a possível formação de odores desagradáveis devido à baixa qualidade dos materiais ou à ineficácia na absorção de umidade. Isso pode resultar em um ambiente de cabine desagradável. Portanto, a seleção cuidadosa de materiais é essencial para garantir o conforto, a saúde e a segurança de todos os tripulantes a bordo em todas as situações, incluindo as situações de emergência.

A intenção deste esforço é dupla. Primeiramente, busca-se criar um entendimento mais profundo e esclarecido entre a tripulação sobre as razões do desconforto térmico experienciadas diariamente em sua atividade, que muitas vezes, é resultado da simples escolha inadequada de materiais têxteis em seus uniformes que tem diversos impactos como o aumento da sudorese, e capacidade de concentração e tomada de decisões, podendo colocar em risco a segurança de voo, bem como impactar negativamente seu bem-estar geral. Também busca-se criar a conscientização dos desafios que as tripulações podem enfrentar como incêndios a bordo e temperaturas extremas, e essa escolha inadequada pode aumentar consideravelmente os riscos em tais circunstâncias críticas.

O objetivo do trabalho é estabelecer uma consciência sólida e abrangente entre os tripulantes e companhias em relação ao estresse térmico e aos problemas associados a condições inadequadas de vestuário. Além disso, pretende-se alertar e educar esses profissionais sobre as consequências significativas que podem surgir

da utilização de tecidos inapropriados em situações de emergência, nas quais a presença de fogo ou temperaturas elevadas é uma realidade iminente.

Ao estar inserido no mercado de trabalho e com proximidade a profissionais de companhias aéreas, nota-se uma lacuna de conhecimento significativa em relação aos materiais e tecidos usados nos uniformes da tripulação.

O estudo de tecido é um assunto interessante que apresenta diversos usos no dia a dia. Com o conhecimento contido em livros e documentos de países onde a vestimenta possui um lugar de prestígio e estudo, nota-se uma lacuna não só nas roupas vendidas no mercado brasileiro, mas também, e de forma relevante, nos uniformes utilizados por trabalhadores de uma área tão específica como a aviação.

O objetivo é equipar as pessoas com o conhecimento necessário para tomar decisões informadas e influenciar positivamente a priorização da segurança no ambiente de aviação, assim como o bem-estar dos tripulantes no dia a dia durante o desempenho de suas funções.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza e Tipo Da Pesquisa

Esta pesquisa assume um caráter descritivo com análises documentais e bibliográficas, empregando uma abordagem qualitativa.

A pesquisa documental, de natureza qualitativa, se faz de extrema utilidade quando existe a necessidade de examinar fontes primárias, ou seja, não analisadas anteriormente, assim conseguindo obter informações não processadas ou realizar análises qualitativas. Os documentos analisados nesse tipo de pesquisa podem abranger tanto materiais contemporâneos quanto antigos, como revistas, relatórios, documentos oficiais, entrevistas, vídeos, fotografias, entre outros, oferecendo *insights* para a contextualização necessária para o entendimento.

Em contraste, a pesquisa bibliográfica tem como fonte principal livros e trabalhos acadêmicos, como artigos científicos, teses e dissertações. Esses materiais são baseados em temas que já foram objetos de estudo e nos quais já foram obtidas algumas respostas.

A pesquisa bibliográfica visa compreender o estado atual do conhecimento em um campo específico e identificar lacunas no entendimento

existente, assim como o acesso a interpretações especializadas, revisões de estudos anteriores e informações provenientes de pesquisas publicadas.

A pesquisa documental e a bibliográfica são abordagens distintas, escolhidas com base nos objetivos e na natureza da pesquisa. A pesquisa documental é apropriada quando se precisa de dados originais e não analisados, enquanto a pesquisa bibliográfica é usada para revisar, resumir e analisar o conhecimento existente em um campo específico.

1.4.2 Materiais e Métodos

Os materiais a serem examinados compreendem principalmente fontes **bibliográficas**, tais como livros, artigos científicos, que estejam diretamente relacionados à pauta em questão, assim como fontes **documentais**, compostas de revistas, relatórios, documentos oficiais e vídeos.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente estudo se organizou da seguinte forma:

O primeiro capítulo tratou de apresentar uma introdução, motivação, metodologia e aspectos para o desenvolvimento do trabalho.

Na segunda seção, aborda-se o básico sobre os tecidos têxteis, suas características e como elas afetam o usuário, quais os comportamentos de cada tecido quando inflamados e, por fim, como os tecidos afetam o meio ambiente no seu ciclo de vida, tanto quando descartados.

Por fim, apresentam-se as conclusões.

2 APRESENTAÇÃO DOS TECIDOS

A escolha dos materiais têxteis desempenha um papel fundamental no dia a dia do ser humano, principalmente na indústria da aviação. Cada tipo de tecido oferece características distintas, que influenciam o desempenho em condições aeroespaciais únicas (WANG, 2008; PREMALATHA, KUMAR, KRITHIKA, PRAKASH, 2023).

Nesta apresentação, exploraremos alguns dos tecidos mais comuns e amplamente utilizados no mundo: algodão, lã, linho, poliéster e rayon. Examinaremos como esses tecidos desempenham um papel crucial na regulação térmica, conforto e segurança em um ambiente tão único como a cabine de uma aeronave.

Primeiramente, serão apresentados os tecidos em pauta, com informações triviais sobre os mesmos, antes de um aprofundamento em como afetam o usuário em seu conforto e segurança, em circunstâncias normais e anormais, abordando a especificidade de cada um.

Serão apresentadas a seguir as características distintas de cada um desses tecidos e como eles se relacionam com a aviação.

2.1 INTRODUÇÃO AO ALGODÃO

O algodão é uma fibra natural obtida a partir das sementes do algodoeiro, uma planta da família *Gossypium*. É uma das fibras naturais mais amplamente utilizadas na indústria têxtil em todo o mundo.

O algodão é conhecido por suas características de conforto, suavidade e respirabilidade, tornando-o um material popular para roupas, roupas de cama, toalhas, tecidos domésticos e muito mais.

Imagem 1: Planta do algodão pronto pra colheita



Fonte: University of British Columbia (2018)

2.2 INTRODUÇÃO À LÃ

Muito utilizada no mundo todo, a lã, que é derivada do pelo da ovelha, é um ótimo isolante térmico e principalmente é um material natural.

Opostamente ao que é acreditado, a lã não esquenta no calor, e sim, retém a temperatura corporal e, diferente de materiais sintéticos, em temperaturas mais quentes ela mantém o frescor (BOGUSLAWSKA, LUBOŠ, 2013). Isso se dá por ela ser um ótimo isolante térmico (GENERAL ADMINISTRATION OF QUALITY SUPERVISION OF CHINA, 2019). Ou seja, ela não deixa o calor de fora chegar ao corpo ao mesmo tempo em que deixa o corpo respirar. Se estiver no frio, o mesmo se aplica, não deixando o frio chegar ao corpo, aquecendo sem abafar. Inicialmente, essa ideia parece contraditória pois popularmente a lã é um material utilizado para o frio (XU, WANG, GONG, YANG, LIU, ZHANG, YU, DING, B, 2022). Um ponto comumente esquecido é que a lã é muito utilizada em peças de roupas masculinas formais em lugares quentes como a Itália.

Há uma forma certa de se aproveitar os benefícios da regulação térmica da lã para locais quentes, algo que será discutido mais à frente. Utilizada da forma

certa ela é mais confortável e fresca que qualquer roupa de um material feito sinteticamente.

Imagem 2: Extração da lã



Fonte: gippslandtimes.com.au (2023)

2.3 INTRODUÇÃO AO LINHO

O tecido do linho é fabricado através do tratamento de uma planta que é feita em fibras que, quando tonificada, vira um tecido leve e arejado, perfeito para climas quentes (SOUTO, 2009).

O linho, mesmo quando feito em um costume ou terno, mantém a frescura em altas temperaturas.

Uma grande desvantagem do linho é a facilidade com que ele vinca e mancha. É um material recomendado para quem vive no Brasil em locais muito quentes e/ou abafados, e não está preocupado com variações de temperaturas bruscas ou frio.

Imagem 3: Planta do linho secando



Fonte: sistermountain.com (2017)

2.4 INTRODUÇÃO AO POLIÉSTER

É um material sintético derivado do petróleo e plástico (PET). São polimerizados para formar longas cadeias de polímero e transformados em filamentos, que são resfriados, alongados e usados na fabricação de tecidos por meio de tecelagem ou tricô. Basicamente são fios de plástico teclados em um tecido.

Por isso materiais sintéticos têm a famosa característica de não deixarem o corpo respirar, sendo assim, no frio ele não esquenta e sim abafa e, no calor, sente-se como em uma estufa, literalmente como se estivesse usando uma garrafa pet como vestimenta. Isso se dá porque essas fibras são feitas de polímeros (plásticos), que não absorvem a água que a pele elimina e dificulta a circulação de ar (MANSILLA-PÉREZ, RUIZ-RUIZ, 2023).

Por conta de seu baixíssimo custo, esse material é muito utilizado para economizar no investimento em tecido.

Devemos ressaltar que existem aplicações e usos específicos onde esse tecido, em conjunto com outros tecidos de diferentes características, é benéfico. Um exemplo é utilizá-lo para atletas que necessitam dispensar para o ambiente o mais

rápido possível uma quantidade altíssima de suor e temperatura corporal, e não precisam se preocupar especificamente com o conforto a longo prazo da roupa. Isso é possível utilizando o poliéster em uma camada central entre três tecidos, fazendo o tecido como um canalizador de suor, expelindo-o para a camada externa de tecido que muitas vezes é específica para evaporação desse líquido (PREMALATHA, KUMAR, KRITHIKA, PRAKASH, 2023).

Imagem 4: Fabricação do poliéster



Fonte: ecotextile.com (2017)

2.5 INTRODUÇÃO AOS RAYONS

É um grupo de tecidos de fibra têxtil semi sintética feita a partir de celulose, geralmente de polpa de madeira, cascas de árvores ou de algodão reciclado.

Essas fibras são criadas por meio de um processo químico, envolvendo a dissolução da celulose em soluções alcalinas. Dependendo da característica de fabricação, os Rayons têm diferentes nomes, dentre eles os mais conhecidos são a Viscose, Modal, Lyocell, Cupro, Acetato (KAUFFMAN 1993).

O Rayon é conhecido por sua semelhança com a seda devido à sua suavidade, brilho e conforto ao usar. É amplamente utilizado na indústria têxtil para a fabricação de roupas, roupas de cama e outros produtos têxteis.

Rayons são considerados semi sintéticos pois são os únicos tecidos fabricados pelo homem que tem as características de um tecido natural. Também tem essa classificação pois sua produção é extremamente poluente e afeta negativamente o meio ambiente.

Imagem 5: Fábrica têxtil de rayon



Fonte: pearl-certification.com (2015)

2.6 FECHAMENTO

Em conclusão, a escolha dos materiais têxteis desempenha um papel vital na aviação, onde o conforto e a regulação térmica são de extrema importância, pontos que serão olhados mais a fundo no próximo capítulo.

Cada tecido apresenta características únicas que atendem a necessidades específicas em um ambiente desafiador como a cabine de uma aeronave. O algodão oferece conforto e respirabilidade, tornando-o uma escolha popular em uniformes, proporcionando bem-estar aos membros da tripulação. A lã, por sua vez, atua como um isolante térmico eficaz, mantendo a temperatura corporal regulada, independentemente das condições climáticas. O linho, com sua leveza e arejamento, é uma escolha ideal em climas quentes. O poliéster, embora sintético,

tem seu lugar, especialmente em roupas esportivas, onde sua capacidade de separar o suor da pele, sem sua absorção, é valiosa. Por fim, os rayons, embora semi-sintéticos, oferecem características semelhantes às fibras naturais, lembrando características da seda, como suavidade e brilho, embora sua produção tenha impactos ambientais severos a serem considerados, especialmente para empresas verdes, que desejam estar alinhadas às boas práticas sustentáveis em respeito ao meio ambiente.

Portanto, a seleção cuidadosa dos tecidos é essencial na indústria da aviação, onde o conforto e a segurança dos tripulantes desempenham um papel crítico na eficácia das operações e na qualidade dos serviços prestados.

Conhecer as características de cada tecido permite tomar decisões conscientes ao projetar uniformes que atendam às necessidades específicas dessa indústria, contribuindo para a segurança, bem-estar e desempenho da tripulação.

3 CONFORTO E CARACTERÍSTICAS NO USO DO TECIDO

A realidade das aeronaves, especialmente os *narrow-body*, com múltiplos ciclos de decolagens e pousos em um único dia, submete a tripulação a variações extremas de temperatura. Esta exposição repetida, por vezes de 4 a 5 ciclos, traz uma necessidade iminente do uso de materiais adequados (ROACH, 2012).

Um fator já citado anteriormente neste trabalho é o chamado *Moisture Regain*, que consiste na capacidade de um tecido de absorver a umidade do ambiente, de partículas de água suspensas no ar, ou como definição “O termo “*Moisture Regain*” para os fins desta norma é definido como a diferença entre o peso da amostra do fio de algodão (W_o) e seu “peso seco” (W_d), expresso como uma porcentagem do “peso seco” (U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 1941, tradução nossa)”. Essa propriedade é de extrema importância pois afeta diretamente a regulação térmica do usuário. Quanto maior o percentual do *Moisture Regain*, melhor o tecido compensa as variações de temperatura, impedindo choques térmicos e perdas ou ganhos excessivos de temperatura, com isso também evita a sudorese.

“A capacidade de um material de mover calor é chamada de condutividade térmica. O suor é criado principalmente na superfície da pele humana devido à dissipação de calor. Isto, por sua vez, resulta no acúmulo de umidade no corpo humano. O desempenho da condutividade térmica do tecido é significativamente influenciada pela espessura do tecido, escolha do material e design estrutural, entre outros fatores.” (PRAKASH; KUMAR; KRITHIKA; PREMALATHA, 2023, p.7, tradução nossa).¹

O *Moisture Regain* afeta diretamente a retenção de odores pela vestimenta, fator extremamente importante e ponto pouco conhecido sobre tecidos. O *Moisture Regain*, por reduzir a variação de umidade e temperatura do ar entre o tecido e o corpo, evitando a proliferação de bactérias. Logo, usar roupas de materiais sintéticos afeta não só o odor presente na roupa após o uso, como aumenta o metabolismo das bactérias nas axilas. No documento *Retention of axillary*

¹ “A material’s capacity to move heat is referred to as thermal conductivity. Sweat is mainly created on the surface of the human skin due to the heat dissipation. This, in turn results in the accumulation of the moisture on the human body. The performance of the fabric’s thermal conduction is significantly influenced by the fabric’s thickness, material choice, and structural design, among other factors.”

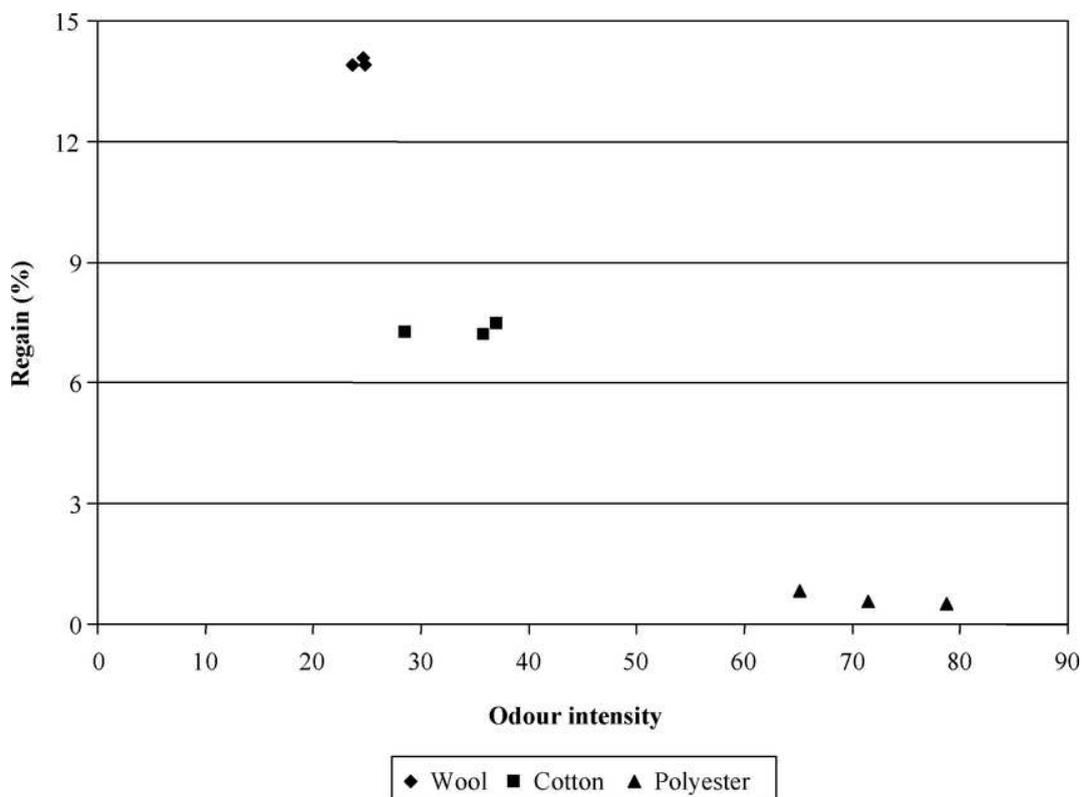
odour on apparel fabrics (2007), os autores explicam em nuances os motivos por trás disso.

”Além disso, foi proposto que os tecidos de lã e algodão atuam como um buffer, reduzindo as variações de umidade dentro do microclima do ar no tecido (Kim e Spivak, 1994; Li et al., 1992)(...) Essas investigações sugerem que usar um tecido/peça de vestuário de poliéster pode criar condições nas axilas que favorecem tanto um maior nível de metabólitos bacterianos potenciais (devido ao aumento da transpiração) quanto um maior nível de metabolismo bacteriano em comparação com o algodão e a lã, resultando em um aumento do odor. Por outro lado, se a geração de compostos odoríferos for menor no microclima axilar produzido por tecidos de algodão e lã, a transferência de substâncias odoríferas será menor do que a transferida para os tecidos de poliéster.” (MCQUEEN, LAING, DELAHUNTY p. 520 e p. 521, 2007, tradução nossa)²

É possível entender esses fenômenos olhando um gráfico, presente no mesmo documento, resultado das pesquisas dos autores.

² “In addition, it has been proposed that wool and cotton fabrics can act as a buffer, reducing the humidity variations within the microclimate of the air in the textile (Kim and Spivak, 1994; Li et al., 1992). These investigations suggest that wearing a polyester fabric/garment may induce conditions in the axillae that favour both a higher level of potential bacterial metabolites (due to greater sweating) and a higher level of bacterial metabolism compared to cotton and wool leading to increased odour. Conversely, if the generation of odorous compounds is slower in the axillary microclimate produced by cotton and wool fabrics, then transfer of odorous substances will be less than that transferred to the polyester fabrics.”

Imagem 6: Gráfico percentual *Moisture Regain* x intensidade de odor corporal



Fonte: Odor Retention on Apparel Fabrics: Development of Test Methods for Sensory Detection (2007)

Visto nas pesquisas feitas por Ching-Iuan Su (2007) e no documento GB 9994-xxxx, National Standard of the People 's Republic of China - *General Administration of Quality Supervision*, os materiais têm diversos percentuais de *Moisture Regain*.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ALGODÃO

O algodão possui uma taxa de "*Moisture Regain*" entre 8% e 10% (ANEXO B). Isso significa que o algodão pode absorver uma quantidade significativa de umidade sem ficar molhado ao toque.

Nas roupas da tripulação, essa característica é benéfica, pois ajuda a absorver o suor do corpo, mantendo os tripulantes mais secos e confortáveis. Isso é uma característica positiva porque ajuda a manter a pele seca, confortável e permite a evaporação do suor, o que auxilia na regulação da temperatura corporal. Além

disso, o algodão é menos propenso a causar odor corporal devido à sua boa absorção de umidade.

3.2 CARACTERÍSTICAS DA LÃ

A lã tem uma das maiores capacidades de *Moisture Regain*, variando de 13% a 19% (ANEXO B). Isso a torna excelente na regulação da temperatura, já tem a capacidade de absorver e liberar a umidade de forma eficaz.

A lã é especialmente adequada para manter o corpo aquecido em climas frios e úmidos. Em casos de lãs de baixa gramatura de tecido, a mesma pode ser indicada para climas quentes.

3.3 CARACTERÍSTICAS DO POLIÉSTER

O Poliéster tem uma capacidade de *Moisture Regain* muito baixa, geralmente inferior a 1% (ANEXO D). Isso significa que eles não absorvem umidade do corpo ou do ambiente.

Embora os tecidos de poliéster sejam leves e de secagem rápida, eles não são ideais para situações onde a regulação da temperatura e a absorção de umidade corporal são essenciais, como em climas quentes ou em ambientes onde a ventilação é limitada, como em uma cabine de avião.

3.4 CARACTERÍSTICAS DO LINHO

O linho é conhecido por sua excelente capacidade de regulação de umidade. Tendo sua taxa de *Moisture Regain* em torno de 12% (ANEXO C), suas fibras naturais têm a capacidade de absorver e liberar umidade de maneira eficaz.

Quando usado em roupas, o linho absorve a umidade do corpo, proporcionando uma sensação de frescor e conforto. Ele ajuda a afastar a umidade da pele, o que pode ser especialmente benéfico em climas quentes, mantendo o usuário seco. Além disso, o linho também é capaz de liberar a umidade absorvida para o ambiente com facilidade, ajudando a evitar a sensação de roupas úmidas.

3.5 CARACTERÍSTICAS DOS RAYONS

No caso dos tecidos de rayon, eles têm uma boa capacidade de absorver umidade, em torno de 13% (ANEXO D).

As características dos rayons diferem dos materiais naturais e sintéticos. O teor de umidade dos tecidos de rayon pode variar de acordo com a umidade relativa do ambiente, tornando-os uma escolha agradável para climas quentes e úmidos, já que podem ajudar a dissipar o calor do corpo. No entanto, em ambientes muito secos, como a cabine de uma aeronave, esses tecidos podem liberar umidade, o que pode contribuir para uma sensação de ressecamento na pele, não sendo, portanto, recomendados.

3.6 CONCLUSÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS TÊXTEIS

Com esses dados pode-se ver que cada tecido tem seu percentual de *Moisture Regain*, e que os tecidos com base em polímeros, nesse caso o poliéster, tem um percentual ínfimo comparado com os materiais naturais e semi sintéticos, fazendo-os inferiores na regulação térmica e de umidade corporal. Devemos ressaltar que o desconforto causado pela inabilidade da regulação térmica do tecido pode causar perda de concentração e estresse durante uma fase crítica do voo.

O alto nível de calor gerado no corpo humano é equilibrado apenas com a boa transpiração do tecido. Caso isso não seja uma característica do tecido, resultará no acúmulo de suor na roupa do usuário, fazendo com que o mesmo se sinta agarrado ao tecido devido à umidade, resultando em um maior nível de desconforto (PREMALATHA, KUMAR, KRITHIKA, PRAKASH, 2023).

4 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES A COMBUSTÃO

As estatísticas dizem que mais de 70% das mortes por incêndios em residências são causadas por têxteis (NUR-US-SHAFA MAZUMDER, 2001).

A inflamabilidade de tecidos em aplicações aeroespaciais é uma consideração essencial para a segurança a bordo de aeronaves. Em situações de emergência, a capacidade dos tecidos de resistir ao fogo é fundamental para proteger vidas e minimizar riscos e danos ao corpo (KUNDU, Chanchal Kumar; LI, Zhiwei; SONG, 2020).

A compreensão e o uso de materiais têxteis resistentes ao fogo são críticos em ambientes aeroespaciais. Essa preocupação com a inflamabilidade desempenha um papel central na concepção e seleção de materiais utilizados em aplicações aeronáuticas.

A seguir, serão analisados os diferentes tecidos e como se comportam fora de ambientes comuns do dia a dia, considerando-se um ambiente de emergência onde temperaturas elevadas e chamas podem ocorrer. Um ambiente onde a característica pontual, de inflamabilidade, se torna a mais importante do tecido.

4.1 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO ALGODÃO

O algodão é um material natural que possui características desfavoráveis de resistência ao fogo e calor (City of Phoenix). Quando comparado a muitos materiais sintéticos, o algodão tende a ter uma resposta diferente, mas inadequada em situações de fogo. Ele não derrete quando exposto a altas temperaturas, no entanto, o algodão pode queimar de forma contínua e de média intensidade.

Diferente do poliéster, o algodão quando pega fogo não tende a derreter. Além disso, o algodão pode manter sua integridade estrutural melhor do que alguns materiais sintéticos quando exposto a temperaturas elevadas, principalmente quando tratado ou misturado com outras fibras naturais como a lã (Us Consumer Product Safety Commission Regulation, 2018), o que é um fator importante a ser considerado em situações de emergência.

4.2 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DA LÃ

A lã é outro material natural que exibe notável resistência ao fogo e calor. A lã não é facilmente inflamável e tem uma alta temperatura de ignição (City of Phoenix). Ela possui propriedades auto-extinguíveis, o que significa que o fogo geralmente se apaga quando a fonte de calor é removida. Além disso, a lã não derrete sob altas temperaturas, o que a torna uma escolha sólida para situações onde a exposição ao calor é um risco.

A lã retém sua integridade e forma mesmo em altas temperaturas, fornecendo proteção adicional ao usuário.

4.3 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO POLIÉSTER

Materiais sintéticos como poliéster e polipropileno têm propriedades diferentes em relação ao fogo e calor. Esses materiais geralmente têm uma baixa resistência ao calor, e podem derreter a temperaturas relativamente baixas, o que pode ser perigoso em situações de incêndio. Como são materiais feitos de polímeros (plásticos), ao pegar fogo o material derrete, virando uma gosma fumegante de plástico incandescente (City of Phoenix).

Comparado com outros materiais naturais, em um experimento é possível perceber essa característica, onde o tecido quando aceso tende a não parar de queimar, enquanto derrete e pinga uma substância preta de plástico derretido.

Portanto, em termos de resistência ao fogo e calor, esses materiais sintéticos são menos favoráveis quando comparados com a lã.

Imagem 7: Roupa de poliéster derretida após pegar fogo.



Fonte:stripes.com (2006)

4.4 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO RAYONS

Os tecidos de rayon, embora sejam fibras artificiais feitas a partir da celulose de madeira, têm características distintas quando se trata de resistência ao fogo e calor, sendo naturalmente resistentes ao fogo e ao calor. Na verdade, o rayon é considerado um tecido de combustão moderada. Quando exposto a chamas, os tecidos de rayon tendem a queimar e derreter em altas temperaturas, o que pode ser perigoso em situações de incêndio.

A resistência ao fogo dos tecidos de rayon pode ser aprimorada por meio de tratamentos retardadores de chama, que adicionam produtos químicos para tornar o material menos inflamável. No entanto, mesmo com tratamentos retardadores de chama, o rayon pode não oferecer a mesma resistência ao fogo que materiais naturais como algodão ou lã.

Portanto, ao escolher tecidos de rayon para roupas de tripulação de companhias aéreas, é importante considerar a necessidade de tratamentos retardadores de chama ou combinar o rayon com outros materiais que ofereçam maior resistência ao fogo e ao calor, especialmente em ambientes onde a segurança é uma prioridade.

4.5 INFLAMABILIDADE E REAÇÕES DO LINHO

O linho tende a queimar mais lentamente do que algumas fibras sintéticas, como o poliéster. Além disso, o linho não derrete quando exposto ao fogo, o que pode ser uma característica de segurança significativa. No entanto, o linho pode pegar fogo e continuar queimando se não for tratado com retardantes de chama. Portanto, quando se considera o uso de linho em aplicações onde a inflamabilidade é uma preocupação, é importante garantir que os tecidos atendam aos padrões de segurança necessários. Isso pode incluir tratamentos retardantes de chama ou a combinação do linho com outros materiais para melhorar sua resistência ao fogo.

4.6 TRATAMENTOS RETARDANTES DE CHAMAS PARA TECIDOS

Ao analisar os tecidos, vemos que cada um tem algo positivo e negativo.

O tecido que é notavelmente superior é a lã, que é considerável resistente à ignição.

Os materiais naturais, algodão e linho, quando em combustão, tendem a queimar como papel, continua e lentamente até o fogo destruir todo o tecido. Já o poliéster tem uma velocidade de queima parecida, mas tende a derreter, virando plástico líquido e incandescente. Os rayons são os menos recomendados para a área aeronáutica, tendo a tendência de rápida combustão e, diferente do resto dos materiais, é de difícil extinção do fogo.

Com relação à inflamabilidade de todos os materiais citados nesse documento, é possível aplicar um acabamento retardador de chamas para fibras têxteis e até mesmo fazer *blends* de fibras para formar um tecido com características específicas. *“Em muitos casos, para prevenir incêndios e salvar vidas é necessário aplicar propriedades à prova de fogo aos tecidos. Portanto, o acabamento retardante de chama é um dos acabamentos importantes entre as várias opções de acabamentos funcionais disponíveis para têxteis.”* (MAZUMDER, ISLAM, 2021,

tradução nossa).³ Com relação a custos, o U.S. O DEPARTMENT OF COMMERCE fez um estudo e chegou a conclusão que seria viável economicamente.

“Com base em informações publicamente disponíveis sobre tratamentos químicos existentes para o algodão, incluindo os preços dos produtos químicos e os custos de aplicação em tecidos, levando em consideração os preços médios de mercado, o contratante estimou o aumento de custos nas etapas principais da fabricação e chegou à conclusão de que o custo final não seria proibitivo.” (UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE, 1970, tradução nossa)⁴.

4.7 APLICABILIDADE TAMBÉM EM ACESSÓRIOS DE COURO

O estudo de flamabilidade e conforto de tecidos não é restrito às camisas e calças dos tripulantes, e sim, podem englobar outras partes da vestimenta.

Os materiais naturais tendem a ser mais resistentes ao fogo e, mesmo quando em chamas, não derretem como os tecidos provenientes de polímeros.

Os cintos e sapatos comumente, no Brasil, são da pior qualidade, proveniente da falta de conhecimento e diferenciação da qualidade do couro. O couro, assim como o algodão, linho e lã, é um material natural e tem diversos benefícios e classificações que não entrarão em pauta neste trabalho, mas pode-se criar uma ponte e mostrar que o estudo aqui contido abrange outras partes do uniforme.

É perceptível ao pesquisar lojas de calçados masculinos brasileiros, que o mais comum são os calçados de couro vegetal e/ou couro corrigido, onde na verdade, são tecidos ou couros de baixa qualidade com uma grande camada de plástico cobrindo toda a parte externa do calçado, com o intuito de imitar a aparência do couro.

³ “In many cases, to prevent fire and save lives it is needed to give fireproof properties to textiles. Therefore, flame retardant finish is one of the important finishes among the various available functional finishings of textiles”

⁴ “Using publicly available information on existing chemical treatments for cotton in terms of the prices of the chemicals and the cost of applying them to woven fabrics, and normal mark up practices, the contractor estimated the cost increases at the essential manufacturing steps and arrived at a conclusion that the end cost would not be prohibitive.”

Assim como o tecido sintético, ao pegar fogo esse calçado entraria em combustão e derreteria, onde um sapato feito completamente de couro sequer pegaria fogo.

Sapatos de couro de boa qualidade e construção (*goodyear welted* e *couro top grain* e *full grain*), quando bem cuidados tem uma vida útil de mais de 20 anos e, após a fase de amaciamento do calçado, são muito mais confortáveis que suas contrapartes de menor qualidade.

Diferente dos tecidos têxteis proveniente de plásticos, que tem sua vida útil relativamente compatível com os tecidos naturais, os couros não naturais tem uma vida útil infinitamente inferior do que os couros animais e, igual às roupas de poliéster, continuam sendo poluentes plásticos que muitas vezes viram micro-plásticos e nano-plásticos no oceano.

Imagem 8 - Couro natural e sintético após teste com isqueiro



Fonte: mazoleather.com (2022)

5 PROBLEMAS CAUSADOS PELA INAPTIDÃO DE TECIDOS PARA O UNIFORME DOS TRIPULANTES

Variações de temperatura e a falta de uniformes fabricados com tecidos adequados podem causar uma série de problemas que, em um ambiente de trabalho como uma cabine de uma aeronave, podem ter reações inesperadas em situações de estresse e/ou emergência, que afetam a segurança dos tripulantes e passageiros, e podem acabar sendo um fator contribuinte de um incidente ou acidente.

A exposição prolongada a temperaturas desconfortáveis, seja devido ao calor excessivo ou ao frio intenso, ou variações constantes de temperatura, podem resultar em fadiga e diminuição da concentração da tripulação (HOU, XU, 2023).

Em um ambiente onde a tomada de decisões precisas e rápidas é essencial, qualquer forma de distração ou diminuição da capacidade cognitiva representa um risco considerável. Os riscos não se limitam ao ambiente da cabine da aeronave, pois o desconforto térmico pode se transformar em uma distração constante durante o voo, agravando a falta de foco. A atenção da tripulação pode ser desviada de tarefas críticas de voo, levando a erros de pilotagem, respostas lentas e falhas na execução de procedimentos de segurança, portanto, a segurança de voo não deve ser comprometida devido ao desconforto térmico ou à falta de roupas adequadas.

A escolha de uniformes e roupas de proteção que sejam apropriados para as condições operacionais é fundamental para garantir a segurança e o desempenho durante os voos.

A minimização do estresse térmico e o investimento em roupas que ofereçam conforto e segurança são imperativos para preservar a integridade dos membros da tripulação e a segurança global das operações aéreas.

6 FIM DOS UNIFORMES E SEUS IMPACTOS NA NATUREZA

A indústria têxtil desempenha um papel crucial em nossas vidas, fornecendo roupas e tecidos para atender às nossas necessidades diárias. No entanto, o impacto ambiental desse setor não pode ser ignorado.

Um dos principais desafios é a contaminação dos oceanos por microplásticos, provenientes, em grande parte, de roupas feitas de poliéster e outros materiais sintéticos. À medida que a conscientização sobre a importância da sustentabilidade cresce, surge a necessidade de explorar alternativas mais ecológicas.

As roupas de poliéster, juntamente com outros materiais sintéticos, têm sido uma escolha comum na indústria têxtil devido à sua durabilidade e custo acessível. No entanto, esses tecidos são notórios por liberarem microplásticos durante a lavagem, assim como descartes impróprios diretamente nos corpos de água como lagos e oceanos, que levam esses plásticos diretamente em contato com o meio ambiente. Essas partículas minúsculas acabam nos oceanos, prejudicando a vida marinha e impactando negativamente os ecossistemas aquáticos, sendo hoje em dia encontrados até no material estomacal dos peixes (OLIVATTO, CARREIRA, TORNISIELO, MONTAGNER, 2018).

Imagem 9 - Microplásticos fibras coletados em águas superficiais da Baía de Guanabara-RJ



Fonte: Olivatto, G. P. (2018)

Uma solução para abordar esse problema é a reutilização de tecidos naturais, como algodão, linho e lã. Esses materiais biodegradáveis oferecem inúmeras vantagens em termos de sustentabilidade. O algodão, por exemplo, pode ser reciclado e usado para criar novas roupas, reduzindo a necessidade de cultivar mais algodão, o que economiza água e recursos. O linho é conhecido por sua resistência e durabilidade, tornando-o uma excelente escolha para roupas que podem resistir ao teste do tempo. Além disso, sua produção consome menos água em comparação com outros tecidos. A lã também é altamente durável eliminando a necessidade de roupas sintéticas.

À medida que a conscientização sobre o impacto ambiental da indústria da moda cresce, é vital considerar alternativas sustentáveis.

A reutilização de tecidos naturais, como algodão, linho e lã, oferece uma oportunidade de reduzir o desperdício, economizar recursos e mitigar a poluição dos oceanos.

Ao fazer escolhas informadas ao comprar roupas e apoiar a reciclagem de tecidos, podemos contribuir para um futuro mais sustentável e ajudar a preservar nosso planeta para as gerações futuras.

7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

É notável que cada tecido tem sua característica intrínseca, devendo ser utilizada com sabedoria e coerência.

Nota-se também que nem sempre o tecido com as melhores características de conforto é o melhor para ser utilizado por tripulantes, especialmente se o mesmo não tiver uma performance satisfatória em testes com fogo (CITY OF PHOENIX, 2023). Um exemplo disso é o algodão que, caso não seja tratado com um retardante de chamas, em caso de um fogo iria queimar rapidamente e ininterruptamente (US CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION REGULATION, 2018). Com isso em mente, imagina-se possibilidades para cada peça de roupa, onde o tecido pode ser utilizado benéficamente.

Seguindo a lógica da história das roupas, o mais recomendado para a calça dos tripulantes, sem via de dúvidas, é a lã, que é superior que qualquer outro material quando comparada (GOYNES, TRASK, 1985). A lã é um ótimo isolante térmico com ótimas características de *Moisture Regain* e, dos tecidos estudados, é a que se melhor desempenha em caso de fogo, sendo naturalmente anti-inflamável e auto-extinguível (KUNDU, LI, SONG, 2020; CITY OF PHOENIX, 2023). Sua melhor aplicação seria em um tecido de lã fria de baixa gramatura, respirável que, em caso de variações térmicas conseguiria fazer seu papel de reguladora de temperatura, sendo fina o suficiente para em temperaturas elevadas ter também a característica de esfriar o corpo (XU, WANG, GONG, YANG, LIU, ZHANG, YU, DING, B, 2022). Esse tipo de calça é muito utilizada há diversas décadas com esse mesmo intuito em lugares quentes, como o sul da Itália, onde o calor é predominante e um fator a ser considerado. Descarta-se o algodão para calças, mesmo em forma de flanela, por conta da sua flamabilidade, e pela superioridade da lã em todos os aspectos (US CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION REGULATION, 2018).

Com relação às camisas utilizadas por tripulantes, indica-se um *blend* de algodão, poliéster e elastano (PREMALATHA, KUMAR, KRITHIKA, PRAKASH, 2023). Recomenda-se que o algodão da camisa seja tratado com um acabamento retardante de fogo, para melhorar suas características inflamáveis (KUNDU, LI, SONG, 2020).

O poliéster teria apenas o papel de longevidade do tecido, sendo no máximo 15% da composição. Essa recomendação se dá por conta do modo de uso da roupa, onde a maioria das vezes a camisa será a peça do uniforme mais lavada, chegando a mais de 15 lavagens em um mês, dependendo como o usuário escolhe suas peças de roupas em pernoites. Com isso, é extremamente benéfico ter o poliéster, que por ser feito de polímeros (MANSILLA-PÉREZ, RUIZ-RUIZ, 2023), adiciona uma característica de robustez ao tecido, conseguindo ser lavado diversas vezes durante sua vida útil, onde o algodão perderia sua beleza e profissionalidade em pouco tempo, além disso, é o material mais barato do mercado ajudando a minimizar o custo do produto final. O poliéster limitado a 15% ajuda o tecido a manter suas características retardantes de fogo sem grande impacto do derretimento caso o tecido pegue fogo, e também reduzindo substancialmente o impacto de microplásticos na lavagem.

O elastano é um tecido sintético que se assemelha muito ao poliéster, mas tem a característica de ser elástico (SENTHILKUMAR, ANBUMANI, HAYAVADANA, 2011). Para o uniforme aeronáutico, sua característica mais valiosa é adicionar ao *blend* teórico a extrema facilidade de passar, reduzindo as chances do tripulante precisar colocar sua camisa para lavar e/ou passar, melhorando a longevidade do acabamento retardante de fogo aplicado (MAZUMDER, ISLAM, 2021) e, com o benefício oculto, de melhorar a imagem da empresa.

Um *blend* de 90% algodão, 8% poliéster e 2% elastano seria um bom ponto de partida para as camisas dos tripulantes. Recomendam-se estudos mais específicos para a determinação dos percentuais ideais de material para a camisa do uniforme.

Em resumo, a seleção cuidadosa de tecidos para uniformes de tripulantes é um processo de extrema importância, levando em consideração não apenas o conforto, mas também a segurança. A otimização dessas escolhas pode resultar em uniformes que não apenas atendem às necessidades práticas e funcionais dos profissionais da aviação, mas também contribuem para sua segurança e bem-estar.

A combinação de características intrínsecas de diferentes tecidos, como a resistência à chama da lã e a durabilidade do poliéster, pode levar a soluções que equilibram de maneira eficaz os desafios do ambiente aeroespacial (PREMALATHA, KUMAR, KRITHIKA, PRAKASH, 2023).

Portanto, a busca por uniformes ideais para a tripulação é um passo crucial na melhoria do desempenho e segurança em um ambiente onde a precisão e o foco são essenciais.

8 CONCLUSÃO

O estudo abordou como diferentes tecidos para uniformes afetam o bem-estar, conforto, segurança e eficácia dos tripulantes técnicos e não técnicos.

Foram apresentadas as características básicas dos tecidos mais comuns utilizados em vestimentas

Aprofundou-se nos aspectos fundamentais de cada tecido e em como eles influenciam no conforto das roupas. Discutiu-se também a inflamabilidade de cada tecido, suas reações ao se incendiarem e como essas características podem ser aplicadas nos acessórios dos tripulantes.

Apresentou-se um panorama histórico dos uniformes aeronáuticos e suas mudanças de tecidos ao longo das épocas.

Abordou-se o impacto ambiental do uso de tecidos sintéticos durante as lavagens e seu descarte.

Discutiu-se tratamentos retardantes de chamas e diferentes *blends* de materiais como soluções para a inflamabilidade dos materiais têxteis.

A correta escolha dos materiais utilizados nos uniformes é um processo tecnológico contínuo, que vem se aprimorando. Órgãos reguladores e companhias devem atentar-se aos diversos impactos dos têxteis nos tripulantes durante o exercício de suas funções.

Durante a escolha e fabricação dos tecidos utilizados nos uniformes dos tripulantes, é crucial atentar para os materiais escolhidos, tornando o exercício da profissão menos agressivo ao corpo, mais seguro, eficiente e reduzindo o impacto ambiental.

Incentiva-se um estudo mais aprofundado sobre os materiais ideais para uniformes, incluindo os melhores tratamentos retardantes de chamas a serem utilizados na aviação por tripulantes.

Em suma, conclui-se que o presente trabalho alcançou seu objetivo geral, incentivando a busca por materiais ideais para os uniformes da tripulação no dia a dia, respeitando a especificidade da profissão.

REFERÊNCIAS

BOGUSLAWSKA, B.; LUBOŠ, Monika Hes Luboš. **Effective Water Vapour Permeability of Wet Wool Fabric and Blended Fabrics**. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, p. 67–71, 2013.

China Standard: GB/T 9994-2008 Conventional moisture regains of textiles, 2019.

CITY OF PHOENIX. **Fire Flammable Fabrics**. City of Phoenix. Disponível em: <https://www.phoenix.gov/fire/safety-information/home/fabrics>. Acesso em 1 outubro 2023.

Consumer Product Safety Commission of US. **Standard for the Flammability of Clothing Textiles**, 2018.

Flight Patterns—Airline Uniforms from the 1960s–70s. SFO Museum. Disponível em: <https://www.sfomuseum.org/exhibitions/flight-patterns-airline-uniforms>. Acesso em 5 novembro 2023.

GOYNES, Wilton R.; TRASK, Brenda J. **Effects of Heat on Cotton, Polyester, and Wool Fibers in Blended Fabrics-A Scanning Electron Microscopy Study**. Textile research journal, v. 55, n. 7, p. 402-408, 1985.

HOU, Kun; XU, Xia. **Ambient temperatures associated with reduced cognitive function in older adults in China**. Scientific Reports, v. 13, n. 1, 2023.

KAUFFMAN, George B. **Rayon: the first semi-synthetic fiber product**. Journal of chemical education, v. 70, n. 11, p. 887, 1993.

KUNDU, Chanchal Kumar; LI, Zhiwei; SONG, Lei; *et al.* **An overview of fire retardant treatments for synthetic textiles: From traditional approaches to recent applications**. European Polymer Journal, v. 137, 2020.

MANSILLA-PÉREZ, Laura; RUIZ-RUIZ, Marcos. **Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster**. Ingeniería industrial, p. 123-137, 2009.

MAZUMDER, Nur-Us-Shafa; ISLAM, Mohammad Tajul. **Flame Retardant Finish for Textile Fibers**. Innovative and Emerging Technologies for Textile Dyeing and Finishing, p. 373–405, 2021.

MCQUEEN, Rachel H. et al. **Retention of axillary odour on apparel fabrics**. Journal of the Textile Institute, p. 515-523, 2008.

MEDIUNITE JOURNAL. **Temperature 's Impact on Cognitive Capabilities**, 2023.

Disponível em:

<https://medium.com/@mediunitejournal/temperatures-impact-on-cognitive-capabilities-d346b6595945>. Acesso em 8 outubro 2023.

OLIVATTO, G. P. **Microplastics: contaminants of global concern in the anthropocene**. Rev. Virtual Quim. 10, 1968–1989. 2018.

PAJIC, Ana; LACKEY-WHITE, Chancellor Mikhail. **Fashion and Aviation: An Overview**. 2020.

PICKETT, Riley. **ITA Airways Launches Its New Uniform Today**. Simple Flying, 2023. Disponível em: <https://simpleflying.com/ita-airways-new-uniform-launched>. Acesso em 11 outubro 2023.

PREMALATHA, C.; KUMAR, M. Ramesh; UDAYA KRITHIKA, S.M. **Analysis of thermal comfort properties of tri-layer knitted fabrics**. Journal of Natural Fibers, 2023.

ROBINSON, Michelle. **An Exhibition of Women's United States Air Force Uniforms**. Utah State University Reports, 2023.

ROACH, Gregory D. et al. **Duty periods with early start times restrict the amount of sleep obtained by short-haul airline pilots**. Accident Analysis & Prevention, 2012.

SENTHILKUMAR, Mani; ANBUMANI, Natarajan; HAYAVADANA, J. **Elastane fabrics—A tool for stretch applications in sports**. 2011.

SOUTO, P. **Linho.**, 2009.

STANDARDS, United States. National Bureau of. **The Flammable Fabrics Program 1970**. U.s. Partment of Commerce, 1971.

SU, Ching-luan; FANG, Jun-Xian; CHEN, Xin-Hong; *et al.* **Moisture Absorption and Release of Profiled Polyester and Cotton Composite Knitted Fabrics**. Textile Research Journal, 2007.

WANG, L. **How is Performance in the Heat Affected by Clothing?**. Journal of Fiber Bioengineering and Informatics, 2008.

XU, H.; WANG, S.; GONG, X.; YANG, M.; LIU, X.; ZHANG, S.; YU, J.; DING, B. **Superelastic, ultralight, and washable electrospun fibrous sponges for effective warmth retention**. Composites Communications, 2022.

YOUSEF, Marina; HASSABO, Ahmed. **Environmentally Friendly Inorganic Materials for Anti-flammable Cotton Fabrics**. Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science, 2021.

ANEXOS

ANEXO A - TABELA DE FLAMABILIDADE DE TECIDOS

| Flammability in air | LOI | Fiber type |
|--|--------------------------------|--|
| Easy ignition, rapid burning | 18.2 | Acrylic |
| | 18.4 | Cotton |
| | 18.6 | Viscose |
| | 19 | Polypropylene |
| Normal ignition and burning behavior | 20–21 | Polyester PET |
| | 20–21.5 | Nylon 6 and 6.6 |
| Almost ignition resistant | 25 | Wool |
| Flame retardant with LOI >26 | 29–30 | Modacrylic |
| | 28–31 | Meta-aramide |
| | 29–31 | Para-aramide |
| Flame retardant under severe conditions, for example with heavy air ventilation, LOI about >30 | 30–34 | Phenol-formaldehyde type (Kynol) |
| | 32 | Melamine-formaldehyde type (Basofil®) |
| | 32 | Poly(aramide-imide) (Kermel) |
| | 34 | Polyphenylenesulfide (PPS) |
| | 35 | Polyetheretherketone (PEEK) |
| | 36–38 | Polyimide (PI, P84) |
| | >41 | Polybenzimidazole (PBI) |
| | 44–45 | Polyetherimide (PEI) |
| | 45–55 | Partially oxidized PAN (Preox, Panox) |
| | 60 | Poly(vinylidene/vinylchloride) PVDC |
| | 68 | Polybenzoxazole (PBO, Zylon) |
| 98 | Polytetrafluoroethylene (PTFE) | |
| Not burning, even in pure oxygen (LOI 100), only melting | | Glass and ceramic fibers, inorganic compounds on their highest oxidation level |

Fonte: Flame Retardant Finish for Textile Fibers (2021, p. 400).

ANEXO B - TABELA DE *MOISTURE REGAIN* DE ALGODÃO E LÃ

GB 9994-XXXX

Table 1

| Fibre type | Textile | Conventional moisture regain (%) | |
|------------|----------------------|---------------------------------------|-------|
| Cotton | Cotton fibre | 8.5 | |
| | Cotton yarn | 8.5 | |
| | Cotton sewing thread | 8.5 | |
| | Cotton fabric | 8.5 | |
| Wool a | Wool | Scoured wool b (heterogeneous fleece) | 15.0 |
| | | Scoured wool b (homogeneous fleece) | 16.0 |
| | | Comber noil | 16.0 |
| | | Reused wool | 17.0 |
| | | Dry combed top | 18.25 |
| | | Oil combed top | 19.0 |
| | | Worsted yarn | 16.0 |
| | | Woolen yarn | 15.0 |
| | | Yarn, knitting yarn | 15.0 |
| | | Woven wool fabric | 15.0 |
| | | Knitted wool fabric | 15.0 |
| | | Long-pile fabric | 16.0 |
| | Cashmere | Dehaired Cashmere | 17.0 |
| | | Cashmere sliver | 15.0 |
| | | Cashmere yarn | 15.0 |
| | | Cashmere fabric | 15.0 |
| | Rabbit hair | 15.0 | |
| | Camel hair | 15.0 | |
| | Yak hair | 15.0 | |
| | Alpaca hair | 15.0 | |
| Mohair | 14.0 | | |

Fonte: China Standard (2019)

**ANEXO C - TABELA DE *MOISTURE REGAIN* LINHO, SEDA E OUTROS
MATERIAIS NATURAIS**

| GB 9994-xxxx | | |
|------------------------|-----------------------------|------|
| Linen c | Rami e | 12.0 |
| | Flax | 12.0 |
| | Jute | 14.0 |
| | Hemp | 12.0 |
| | <i>Apocynum venetum</i> | 12.0 |
| | Sisal | 12.0 |
| Silk d | Mulberry silk | 11.0 |
| | Tussah silk | 11.0 |
| Other natural fibres c | Kapok fibre | 10.9 |
| | Coconut fibre | 13.0 |

Fonte: China Standard (2019)

ANEXO D - TABELA DE *MOISTURE REGAIN* DE MATERIAIS SINTÉTICOS E SEMISSINTÉTICOS

Table 1 (continued)

| Fibre type | Textile | Conventional moisture regain (%) | |
|---------------------------|--|--|-----|
| Chemical fibres c | Viscose fibre | 13.0 | |
| | Polynosic fibre | 13.0 | |
| | Modal fibre | 13.0 | |
| | Lyocell fibre | 13.0 | |
| | Cupro fibre | 13.0 | |
| | Acetate fibre | 7.0 | |
| | Tri-acetate fibre | 3.5 | |
| | Chitosan fibre | 17.5 | |
| | Polyamide fibre (nylon) | 4.5 | |
| | Acetate fibres | Polyethylene terephthalate (polyester) | 0.4 |
| | | Polytrimethylene terephthalate fibre | 0.4 |
| | | Polybutylene terephthalate fibre | 0.4 |
| | Polyacrylonitrile fibre (acrylic) | 2.0 | |
| | Polyvinyl alcohol fibre (PVA) | 5.0 | |
| | Polypropylene fibre (PP) | 0.0 | |
| | Polyethylene fibre | 0.0 | |
| | Ultra-high molecular weight polyethylene fibre | 0.0 | |
| | Chlorine-containing fibres | Polyvinyl chloride (PVC) | 0.0 |
| | | Polyvinylidene chloride (saran) | 0.0 |
| | Spandex | 1.3 | |
| Fluorine-containing fibre | 0.0 | | |

Fonte: China Standard (2019)