

Meta-aramidas: de uma perspectiva de proteção pessoal a uma perspectiva ambiental

Meta-aramids: from a personal protection perspective to an environmental one

DOI:10.34117/bjdv7n7-409

Recebimento dos originais: 19/06/2021

Aceitação para publicação: 19/07/2021

Natália de Oliveira Fonseca

Graduação

Instituição: UFRN

Endereço: Vila Gerda Maria 1493

E-mail: nataliaoliveiraff@gmail.com

Íris Oliveira da Silva

Doutorado.

Instituição: UFRN

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 300 - Lagoa Nova - Natal/RN - CEP 59078-970

E-mail: iris.oliveira@ct.ufrn.br

Francisco Claudivan da Silva

Doutorado.

Instituição: UFRN

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 300 - Lagoa Nova - Natal/RN - CEP 59078-970

E-mail: clauditextil@yahoo.com.br

Késia Karina de Oliveira Souto Silva

Pós-doutorado

Instituição: UFRN

Endereço: Departamento de Engenharia Textil Centro de Tecnologia Ufrn Campus Universitario - Natal-Rn 59078-970 - Brasil.

E-mail: kesiasouto@hotmail.com

RESUMO

As fibras de Meta-aramida, por sua elevada resistência a tração e por ser uma fibra retardante de chamas, representam industrialmente uma relevante alternativa à têxteis de proteção pessoal, seja para compor uniformes de proteção a trabalhos com exposição a risco de fogo, seja para revestir objetos e compartimentos expostos ao mesmo risco, em ambientes onde a presença humana é intensa. Sua eficiência na área de proteção individual é ampla, mas pouco é entendida sua eficiência na área ambiental para casos de incêndio florestal. Este trabalho propõe uma revisão bibliográfica, visando interligar conceitos de engenharia têxtil que justifiquem a utilização dessas fibras em um protótipo voltado para o auxílio em casos de incêndios florestais, visando numa oportunidade de pesquisa para as áreas envolvidas.

Palavras-Chave: Incêndios Florestais, Meta-Aramidas, Geotêxteis.

ABSTRACT

Meta-aramid fibers, due to their high tensile strength and flame retardancy properties, represent a relevant alternative to personal protection textiles, whether to compose protective uniforms for work with exposure to the risk of fire, or to reinforce objects exposed to the risk of burning just like automobiles and industrial tools put in places where human presence is intense. Its efficiency in the area of individual protection is wide, but its efficiency in the environmental area for cases of forest fires aren't quite understood. This work proposes a literature review, aiming to link textile engineering concepts that justify the use of these fibers in a prototype aimed at helping in cases of forest fires, aiming at a research opportunity for the areas involved.

Keywords: Wildfires, Meta-Aramids, Geotextiles.

1 INTRODUÇÃO

Incêndios são eventos que ganham maior visibilidade quando atingem as proximidades de áreas urbanas, mas acontecem quase que constantemente em paisagens distantes das vistas cosmopolitas. Em 2019, mais de 76.000 pontos de incêndios florestais foram oficialmente contabilizados apenas na floresta amazônica brasileira (BONILLA-ALDANA et al., 2019). Quatro anos antes, cerca de 10 milhões de acres foram queimados nos Estados Unidos (WOLTERS, 2019). De acordo com Moreira et al. (2011). O Sul da Europa apresenta uma média de 45.000 incêndios florestais por ano. Já segundo Wastl et al. (2013) na Floresta dos Alpes, apenas na última década foram registrados 2.400 incêndios por ano, colocando países de clima frio como Alemanha, Suíça e Áustria em estatísticas amplamente expressas pelos países mais quentes, como Portugal, Espanha e Grécia.

A meta-aramida entrou no mercado em meados dos anos 60 mostrando podendo suportar temperaturas de até 500 °C e, mesmo quando exposto a temperaturas próximas a 300 °C, mantendo as suas propriedades mecânicas por muitas horas (HEARLE, 2001).

A metodologia central deste trabalho, visa, por meio de uma revisão bibliográfica, fundamentar a possibilidade de fibras de meta-aramidas serem aplicadas para auxílio em casos de incêndios florestais, tirando-a da perspectiva de aplicação no ramo de proteção pessoal e projetando-a no campo de proteção ambiental.

2 REVISÃO TEÓRICA: META-ARAMIDAS – COMPREENSÕES GERAIS

O que define um material enquanto uma aramida, de acordo com a designação adotada em 1974 pela Comissão Federal de Comércio dos Estados Unidos (U.S Federal Trade Commission), segundo Rebouillat (2011):

“Ser uma fibra manufaturada, na qual a substância formadora da fibra seja uma poliamida sintética de longa cadeia, onde, pelo menos 85% de suas ligações amida (-CO-NH-) estejam ligadas diretamente a dois anéis aromáticos”

Um material, enquanto uma aramida, desdobra-se em dois grupos: meta-aramidas e para-aramidas, distinguindo-se essencialmente pelo posicionamento de suas ligações amidas (-CO- e -NH-) no anel aromático (MIRAFTAB, 2000).

São polímeros sintéticos e, como tais, derivam de fontes manipuladas pelo homem, a partir de um monômero que interligando-se com pelo menos outros dois monômeros, irão reagir, formando longas cadeias de repetição (polimerização), resultando em uma macromolécula. Quanto ao seu comportamento mecânico, um polímero pode ser classificado então como fibra, quando satisfaz a relação $L/D \geq 100$, ou seja, apresenta comprimento significativamente superior ao seu diâmetro, condição essa, obtida pelo processo de fiação, onde as longas cadeias poliméricas tornam-se altamente orientadas, aumentando, conseqüentemente, a resistência do material (JR, 2006).

As para-aramidas costumam, comercialmente, em decorrência de sua alta tenacidade, alto poder de absorção de impactos e elevada estabilidade térmica atender a finalidades voltadas para alta resistência (a exemplo dos coletes a prova de bala), enquanto meta-aramidas, em decorrência da ligação meta, estruturam-se em uma condição zig-zag, característica que dificulta a sua cadeia de cristalizar-se significativamente, reduzindo assim, suas propriedades mecânicas quando comparadas às para-aramidas (MIRAFTAB, 2000). São, entretanto, isolantes térmicas de alta performance, capazes de manter sua estabilidade dimensional quando expostas a situações de aquecimento direto e, mesmo sob exposições acentuadas, não derretem e não encolhem, mesmo quando se decompõem (BAJAJ, 2000).

Nesse sentido, as aramidas apresentam um ponto de fusão (transição sólido para líquido) expressivo, ao ponto de sua temperatura de decomposição ser, muitas vezes, inferior ao seu ponto de fusão. Segundo Garcia et al (2011) Técnicas industriais de processamento sob fusão, extrusão e injeção, não são favoráveis a serem aplicadas diretamente a esses materiais, ao contrário de outros polímeros como o poliéster, poliamida e polipropileno, por exemplo, portanto, costumam ser manipulados na forma de solução polimérica. Ou seja, pela transformação de fibras em estruturas têxteis.

3 DESENVOLVIMENTO: ANALISANDO O USO DAS META-ARAMIDAS

Visando a análise da aplicação de meta-aramidas no mercado atual (2020-2021), é proposta uma pesquisa entre três dos países mais expressivos em geração de patentes (E.U.A, Alemanha e China) e, como comparativo, o Brasil. A busca foi feita a partir da digitação do termo “meta-aramid” nos campos de busca dos sites de depósitos de patentes referentes a cada país citado.

Cada patente foi analisada uma a uma e segregada em sete grupos, cada um referente a um tema. Dessa forma, para esta etapa inicial, a patente foi classificada como:

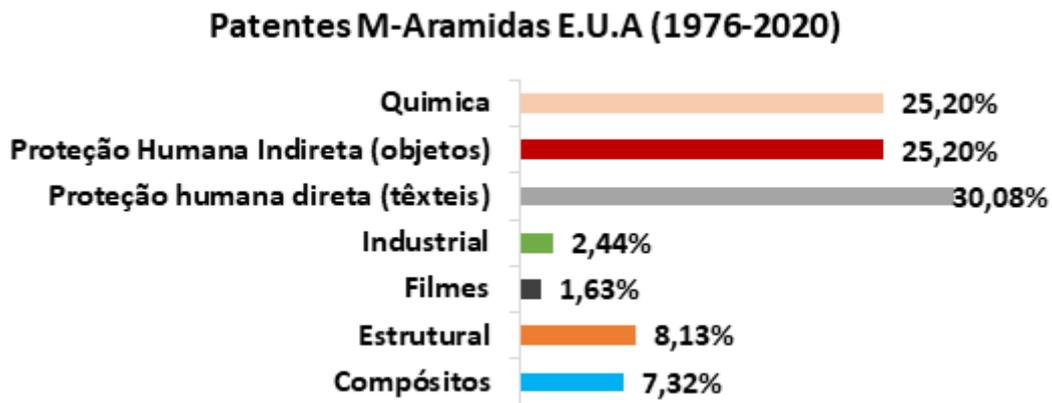
Tabela 1 – Classificação de grupos para filtro de pesquisa

CLASSIFICAÇÃO	SIGNIFICADO
Química	Quando envolveu o método de produção laboratorial ou tratamentos superficiais
Compósitos	Quando envolveu a criação de materiais compósitos de qualquer natureza.
Estrutural	Quando envolveu a função estrutural em objetos de qualquer tipo, que potencializam a combinação de suas propriedades mecânicas (como resistência mecânica e à abrasão), térmicas (principalmente voltada para isolamento), elétricas (voltadas para a proteção ao arco elétrico) mas que não se tratam se objetos para proteção direta e a meta-aramida cumpre nesses casos, um papel complementar.
Filmes	Quando envolveu a fabricação de filmes, geralmente envolvendo nanofibras.
Industrial	Quando envolveu novos métodos de produção fabril ou produtos, envolvendo estruturas tecidas, não tecidas, malhas ou métodos de otimização envolvendo a meta aramida, independente da sua condição (fibra, fio, linha, etc).
Proteção humana direta	Quando envolveu o uso em vestimentas de proteção pessoal, mantas e outros acessórios têxteis (como luvas e sapatos) aplicados diretamente ao ser humano.
Proteção humana indireta	Quando envolveu o uso em objetos como mangueiras, filtros, pneus, correias, carcaças, revestimentos automotivos e aeroespaciais, dentre outros, que não se trata de um uso a vestir o corpo humano, mas que são usados diretamente por pessoas ou em ambientes onde há a presença de um ou mais indivíduo (fábricas, galpões, oficinas, automóveis, aeronaves) e servem ao caráter mecânico, de proteção a arco elétrico, proteção térmica e/ou acústica, dependendo da finalidade.

3.1 ESTADOS UNIDOS

Os E.U.A possuem mais da metade de suas patentes envolvendo meta-aramidas voltadas para a proteção pessoal, sendo a principal voltada para o campo dos materiais têxteis, aplicados a vestuário ou similares.

Figura 1 – Patentes m-aramidas E.U.A datadas entre 1976 a 2020



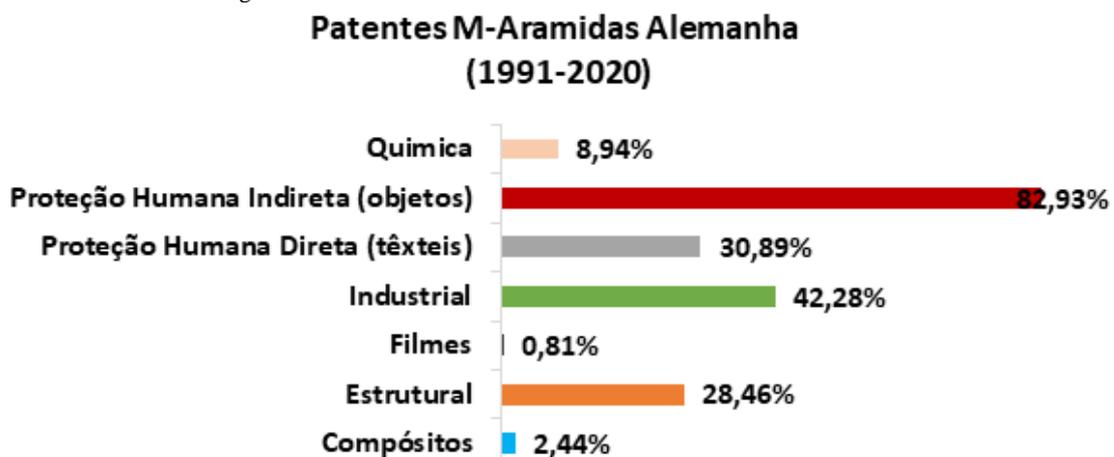
Fonte: Autoria própria, 2020.

Para os E.U.A, foram encontradas 123 patentes envolvendo o termo “meta-aramid” e, de acordo com o United States Patent Trademark Office, remetem ao período entre 1976 e 13 de novembro de 2020.

3.2 ALEMANHA

A Alemanha possui quase metade de suas patentes voltadas para objetos de proteção, grande parte voltadas para a indústria automotiva. Em seguida, apresenta um alto número de patentes voltadas para novas soluções industriais envolvendo fibras de meta-aramida.

Figura 2 – Patentes m-aramidas Alemanha datadas entre 1991-2020



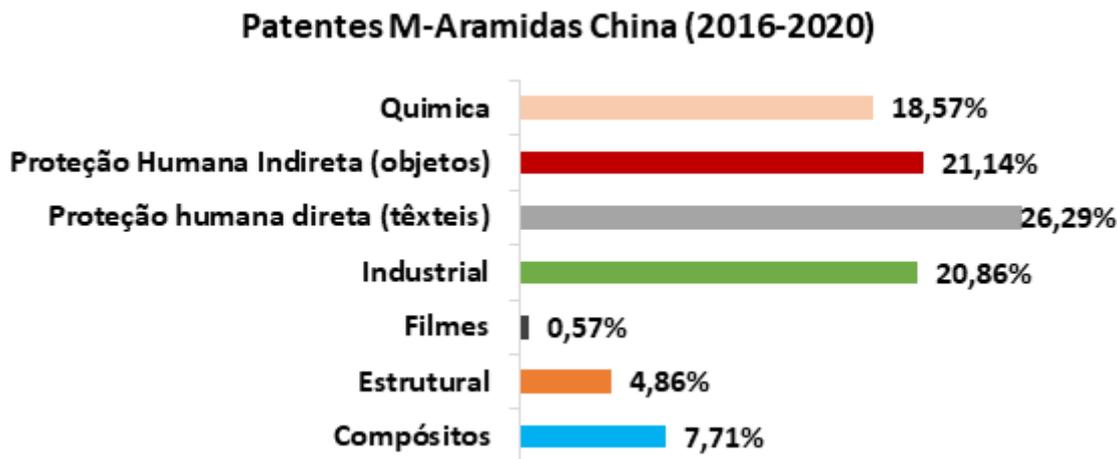
Fonte: Autoria própria, 2020.

Para a Alemanha, foram encontradas 246 patentes envolvendo o termo “meta-aramid” e, de acordo com o Espacenet, com filtro de pesquisa de país em “Alemanha”, que remetem ao período do ano de 1991 a 13 de novembro de 2020.

3.3 CHINA

A China apresenta um comportamento quase equilibrado entre o campo de proteção pessoal (têxteis e objetos) e industrial, mostrando-se como um intermediário entre o perfil de patentes estadunidenses e alemães.

Figura 3 – Patentes m-aramida China datadas entre 2016 a 2020.



Fonte: Autoria própria, 2020.

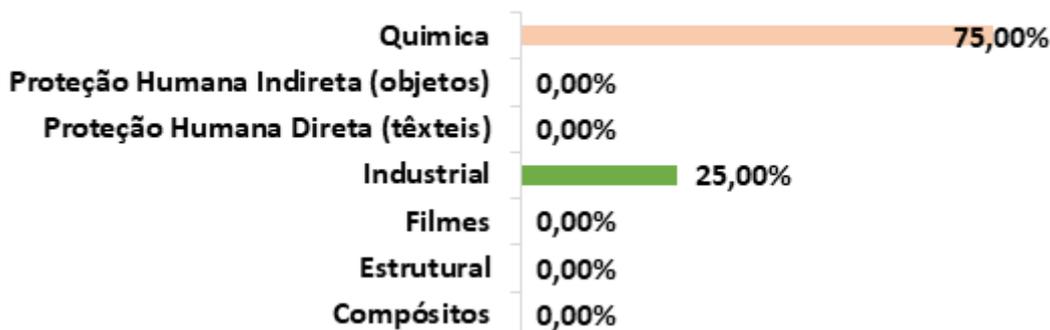
Para a China, foram encontradas 1746 patentes envolvendo o termo “meta-aramid” de acordo com o Patent Search and Analysis e, neste caso, foi analisada uma amostragem de 24% do total de patentes (350 registros), que remeteram ao período entre meados do ano de 2016 a 14 de novembro de 2020.

3.4 BRASIL

Para o Brasil, foram encontradas 5 patentes envolvendo o termo “meta-aramida”, de acordo com o INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, que remeteram ao período entre o ano de 1997 a 2012 (registro mais recente, em análise feita em 13 de novembro de 2020). Ao contrário dos outros países analisados, a maioria das patentes registradas envolveram tratamentos químicos aplicados às estruturas, principalmente no campo de tingimento têxtil.

Figura 4 – Patentes m-aramida Brasil datadas entre 1997 a 2020.

Patentes M-Aramidas Brasil (1997-2020)



Fonte: Autoria própria, 2020.

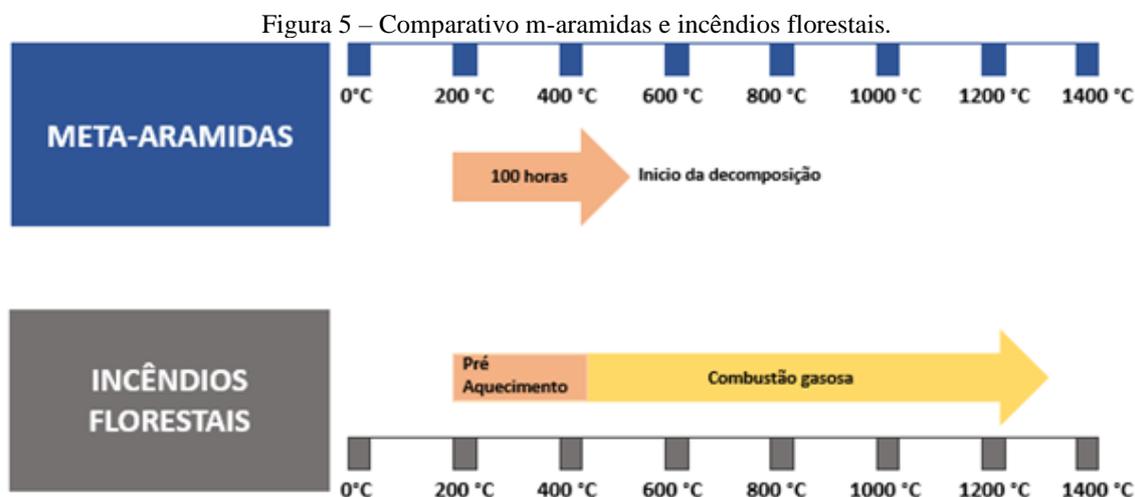
4 DISCUSSÃO: META ARAMIDAS - DE UMA PERSPECTIVA DE PROTEÇÃO PESSOAL, A UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL

Mesmo quase 60 anos após o lançamento e aprimoramento da meta-aramida no mercado, são a ela atrelados diversos desenvolvimentos capazes de reduzir o caráter de ignição de estruturas têxteis (em várias formas) de uso individual e coletivo na sociedade (como nos estofados, ferramentas fabris, automóveis e uniformes de brigadas de incêndio), o que também permitiu à Engenharia Têxtil, oferecer soluções multidisciplinares, para além da esfera dos bens de consumo (a meta-aramida da DuPont, por exemplo, impulsionou, em 1960, a criação do Laboratório de Estudos de Contato de Chamas da U.S Naval Air Development Center - em português: Centro de Desenvolvimento Naval e Aéreo dos Estados Unidos - a partir do primeiro macacão de avião inteiramente composto por essa fibra, na época, recém descoberta) (HORSCHKE, 1981).

Entretanto, não houve, em buscas espontâneas em periódicos acadêmicos, assim como não houve nas 724 patentes analisadas, uma aplicação do caráter térmico das meta-aramidas voltado uma perspectiva de performance para além do homem e da proteção humana como um todo, seja ela direta ou indireta.

Subentende-se, então, que a aplicação das meta-aramidas se dá, principalmente, em meios e objetos comuns a ambientes urbanizados. Como o grande uso dessas fibras, como já demonstrado pelas patentes existentes, está voltado para esse tipo de uso, sua aplicação é proposta para incêndios que ocorrem fora da zona urbana propriamente dita: para esse caso, os incêndios florestais ou aqueles em que a propagação de chamas não se dê em materiais manufaturados e estruturas construídas pelo homem.

Segundo CBMGO (2017), Incêndios florestais iniciam na fase de pré-aquecimento e evoluem para a fase de combustão gasosa, até atingir a fase final e sem formação de chamas (carbonização), podemos deduzir uma associação entre a fibra e o comportamento térmico deste tipo de incêndio.



Fonte: Autoria própria, 2021.

A performance térmica das meta-aramidas dá-se na mesma faixa de temperatura da fase inicial de um incêndio florestal (entre 200 - 400°C), em sua faixa mais baixa (cerca de 230°C), como já mencionado, meta-aramidas podem suportar até 100 horas de exposição sem perder suas demais propriedades. Já que de acordo com Teijin Aramid (2018) a sua decomposição só ocorrerá acima dos 400°C, temperatura que separa a fase de pré-aquecimento da combustão gasosa (CBMGO, 2017).

Dessa forma, há, então, uma oportunidade de estudo para o entendimento de como as meta-aramidas podem ser auxiliares no combate a eventos de risco de fogo na natureza. Para isso, é necessário o entendimento de como essas fibras reagem quando expostas a variantes não controladas (como radiação U.V, umidade, chuva, microrganismos etc.), que não encontramos na mesma intensidade quando consideramos casos de incêndios urbanos.

Nessa análise, o ponto principal é entender se a performance dessas fibras, principalmente a térmica, é afetada por essas exposições excessivas. Como em ambientes vegetativos há a presença de diversos fatores ativos que podem influenciar na vida útil de um material feito pelo homem e nele exposto, é também importante pensar no entendimento dessas fibras não só sobre suas especificações, mas como também sua forma de aplicação.

4.1 UMA NOVA APLICAÇÃO TÊXTIL COM BASE EM ESTRUTURAS PRÉ-EXISTENTES

O protótipo almejado parte do pressuposto de que seu principal objetivo é tentar reproduzir o caráter de proteção ao fogo e altas temperaturas que um vestuário ou objeto de proteção oferece, por exemplo, a seres humanos (seja direta ou indiretamente) em um ambiente onde o alvo de proteção/retenção da propagação do fogo são combustíveis naturais (galhos, folhas secas, matéria orgânica decomposta, etc.). Nesse caso, a função estética do protótipo é irrelevante, e todo em torno de decisões relativas ao seu desenvolvimento e execução partem de uma expectativa técnica/funcional. A denominação dada a têxteis que executam esse tipo de função é conhecida como têxteis técnicos. Esses, diferenciam-se dos têxteis convencionais (classificados também como “têxteis gerais”) pelo caráter de sua aplicação final, muitas vezes voltada para o campo da engenharia e não para o mercado de moda, cama mesa e banho (ABINT, 201?).

Byrne (2000) cita doze categorias que englobam o escopo de áreas as quais os têxteis técnicos se aplicam:

1. Agrotech : Agricultura, aquicultura e silvicultura.
2. Buildtech : Construção.
3. Clothtech: Componentes técnicos da indústria do vestuário como um todo.
4. Geotech: Geotêxteis e auxiliares da construção civil.
5. Hometech: Auxiliares de móveis, aparatos domésticos e revestimentos.
6. Indutech: Filtração, limpeza e usos industriais no geral.
7. Medtech: Medicina e higiene.
8. Mobiltech: Usos em indústria automotiva, aeroespacial e de mobilidade como um todo.
9. Oekotech: Proteção ambiental.
10. Packtech: Indústria de embalagens.
11. Protech: Proteção pessoal e de propriedade.
12. Sporttech: Uso em produtos de esporte e lazer.

Das doze áreas apresentadas, o protótipo almejado relaciona-se diretamente com os geotêxteis (Geotech's), pelo meio, porém, diferencia-se desses na forma de aplicação. Numa visão geral, o comum de estruturas geotêxteis dá-se na proteção do avanço de ondas marítimas, por exemplo, onde há o avanço do mar em uma estrutura de areia em pleno processo de erosão. Por meio de sandbags (numa tradução para o português: sacos de areia), é montada uma barreira artificial, formada por essas bags, que protegem uma

determinada área do desgaste contínuo (RASMEEMASMUANG; CHUENJAI; RATTANAPITIKON, 2014).

Figura 6 - Sandbags para contenção do avanço do mar



Fonte: Rasmeemasmuang et al., 2014

4.2 PROTÓTIPO SUGERIDO PARA PESQUISA FUTURAS

O protótipo proposto, é apropriar-se :

1. Do conceito de “barreira de proteção” das sandbags,
2. Do meio de aplicação de geotêxteis, mas não exercendo necessariamente a mesma função que esses.
3. Do potencial retardador de chamas da fibra de meta-aramida.

Figura 7 - Protótipo.



Fonte: Autoria própria, 2021.

5 CONCLUSÃO

A perspectiva mais promissora deste trabalho é trazer uma nova discussão para o campo de utilização das meta-aramidas (e outras fibras retardantes de chamas), mostrando, por meio de ferramentas de desenvolvimento, como uma pesquisa de dados pré-existente e até mesmo de mercado podem representar um ponto inicial para a criação de protótipos inéditos que visam resolver e/ou amenizar problemáticas de diversas naturezas, pondo a engenharia têxtil como protagonista dessas possibilidades e aumentando ainda mais o campo de aplicação dessa área de estudo.

REFERÊNCIAS

- BONILLA-ALDANA, D. K. et al. Brazil burning! What is the potential impact of the Amazon wildfires on vector-borne and zoonotic emerging diseases? – A statement from an international experts meeting. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 31, p. 101474, 2019.
- WOLTERS, C. Here's how wildfires get started—and how to stop them. **National Geographic**, 2019. Disponível em: <<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/wildfires>>. Acesso em: 15 de jul. de 2020.
- MOREIRA, F. et al. Landscape-wildfire interactions in southern Europe: Implications for landscape management. **Journal of environmental management**, v. 92, p. 2389–402, 2011.
- WASTL, C. et al. Large-scale weather types, forest fire danger, and wildfire occurrence in the Alps. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 168, p. 15–25, 2013.
- HEARLE, J. W. S. et al. **High performance fibres**. 1. Ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001.
- REBOUILLAT, S. Aramids. In: HEARLE, J. W. S. **High Performance Fibres**. 1. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2001. cap. 2, p. 24.
- MIRAFATAB, M. Technical Fibres. In: HORROCKS, A R; ANAND, S C. **Handbook of Technical Textiles**. 1. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2000. cap. 2, p. 24-41.
- JR, S. V. C.. Conceito de Polímero. In: JR, Sebastião V. Canevarolo. **Ciência dos Polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2006. p. 21-54.
- BAJAJ, P. Heat and Flame Protection. In: HORROCKS, A R; ANAND, S C. **Handbook of Technical Textiles**. 1. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2000. cap. 10, p. 223-263.
- GARCÍA, J. M. et al. Aromatic Polyamides (Aramids). In: THOMAS, S.; VISAKH, P.M. **Handbook of Engineering and Specialty Thermoplastics**. Beverly, Massachusetts: Scrivener Publishing LLC, 2011. v. 4, cap. 6, p. 141-181.
- HORSCHKE, B.N. Standard and specifications for firefighters' clothing. **Fire Safety Journal**, Australia, v. 4, ed. 2, p. 125-137, 1981.
- CBMGO. **Manual Operacional de Bombeiros: Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**. Goiânia: 2017.

TEIJIN ARAMID. Teijinconex® - A high-performance meta-aramid that drives protection. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://www.teijinaramid.com/wp-content/uploads/2018/10/Product-brochure-Teijinconex.pdf>. Acesso em: 6 out. 2020.

ABINT. **O que são têxteis técnicos.** In: Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecidos e Tecidos Técnicos. São Paulo, Brasil: ABINT, 201?. Disponível em: <http://www.abint.org.br/tecidostecnicos.html>. Acesso em: 23 abr. 2021.

BYRNE, C. Technical textiles market – an overview: Technical or industrial textiles: what’s in a name?. In: HORROCKS, A. R.; ANAND, S. C. **HANDBOOK OF TECHNICAL TEXTILES.** 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2000. cap. 1, p. 1-23.

RASMEEMASMUANG, T.; CHUENJAI, W.; RATTANAPITIKON, W. Wave run-up on sandbag slopes. **Maejo International Journal of Science and Technology**, [s. l.], ano 01, v. 8, p. 48-57, 2014.