



Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

**ESTUDO DE CASO COMPARATIVO: POLÍMEROS
SINTÉTICOS, MÉTODOS DISTINTOS DENTRO DA CADEIA
TÊXTIL DE ENSAIOS FÍSICOS DA POLIAMIDA E
ABRANGÊNCIA DE MERCADO**

ÉRIKA RIBEIRO GUIMARÃES

**Americana
2020**

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

ÉRIKA RIBEIRO GUIMARÃES – RA 0040861713041

**ESTUDO DE CASO COMPARATIVO: POLÍMEROS
SINTÉTICOS, MÉTODOS DISTINTOS DENTRO DA CADEIA
TÊXTIL, ENSAIOS FÍSICOS DA POLIAMIDA E ABRANGÊNCIA
DE MERCADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnóloga em Produção Têxtil.

Área de concentração: Fibras Têxteis

Orientadora Prof.a Ms. Maria Adelina Pereira.

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana - CEETEPS
Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte

G977e GUIMARÃES, Érika Ribeiro

Estudo de caso comparativo: polímeros sintéticos, métodos distintos dentro da cadeia têxtil, ensaios físicos da poliamida e abrangência de mercado. / Érika Ribeiro Guimarães. – Americana, 2020.

54f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil) - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Profa. Ms. Maria Adelina Pereira

1 Química têxtil 2. Tecidos técnicos I. PEREIRA, Maria Adelina II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana

CDU: 66:677

677.077

Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

ÉRIKA RIBEIRO GUIMARÃES – RA 0040861713041

**ESTUDO DE CASO COMPARATIVO: POLÍMEROS SINTÉTICOS,
MÉTODOS DISTINTOS DENTRO DA CADEIA TÊXTIL, ENSAIOS
FÍSICOS DA POLIAMIDA E ABRANGÊNCIA DE MERCADO**

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Produção Têxtil pelo Centro Paula Souza – FATEC Faculdade de Tecnologia de Americana.
Área de concentração: Fibras Têxteis

Americana, junho de 2020.

Banca Examinadora:

Maria Adelina Pereira
Mestre
FATEC Americana

Valmir Calefi
Mestre
FATEC Americana

Edson Monteiro
Mestre
FATEC Americana

AGRADECIMENTOS

À Deus, pois dar graças em qualquer situação é meu reconhecimento a soberania do Senhor.

Aos meus pais Luiz Antônio Ribeiro Guimarães e Ana Maria Ferreira Guimarães, meus guardiões e anjos, quem em toda minha vida me apoiaram em todas as ocasiões, me incentivaram, cuidaram dos meus filhos quando necessário para que pudesse estudar e seus encorajamentos são tão essenciais quanto a fé, sou extremamente grata por todos os feitos e pela vida, na qual fui salva com um lar.

Ao meu marido Thiago Suzigan Randi, que me apoiou desde o início estando sempre ao meu lado, me incentivando, ajudando no possível, cuidando de nossa família em todos os momentos, um pai amoroso e gentil, marido exemplar, carinhoso, honesto e dedicado.

Aos meus lindos filhos Ana Júlia Guimarães Randi e Bruno Guimarães Randi no qual tinha apenas um ano de idade quando iniciei o curso, agradeço pela paciência, apoio, carinho e incentivo, são a razão da minha existência e evolução como ser humano.

A professora Maria Adelina Pereira, detentora de muito conhecimento, guia de vida mostrando que existe o possível em todos momentos e também passando perseverança e confiança diante de um projeto tão desafiador.

Aos queridos professores e mestres Sampaio, Ana Karina, Aloísio, Miguel, Magaly e Renan, aos quais me incentivaram e compartilharam palavras amáveis, muitas vezes me motivando e me impediram de desistir.

A todo corpo docente e técnico administrativo da Fatec Americana, pelo auxílio, incentivo, paciência, colaboração, revisão e aos essenciais momentos de descontração quando os obstáculos enfrentados pareciam ser intransponíveis.

A minha amiga Estela, irmã de alma e parceira em todos os trabalhos durante o curso, nos momentos de vida, uma pessoa amável e acolhedora, na qual me incentivou muitas vezes e quando lhe confessava que iria desistir, com todo seu discernimento e carinho segurava minhas mãos relatando que iríamos conseguir e acabava me dando luz nessa jornada. Rezo pela nossa conexão permanecer inabalável.

A empresa Jet fio, situada na cidade de Nova Odessa, onde atualmente trabalho, pela colaboração em todos os âmbitos, que com muita benevolência cedeu seu espaço, laboratório, colaboradores que ajudaram a sanar dúvidas, este projeto não seria concluído sem essa colaboração. Sou extremamente grata por todo o apoio.

Eu sei que uma rede invisível irá me salvar/ O impossível me espera do lado de lá/ Eu salto pro alto/ Eu vou em frente/ De volta pro presente (Frejat).

RESUMO

Este trabalho acadêmico para a graduação na Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi, apresenta-se através de levantamento bibliográfico a história da poliamida, evolução de mercado, seguido de testes físicos em amostras distintas, os resultados apresentados em ficha técnica que atestam o empenho na realização deste estudo de caso e sua conclusão.

Palavras-chaves: seda, poliamida, nylon.

ABSTRACT

This academic work for graduation at the Faculty of American Technology Minister Ralph Biasi, is presented through a bibliographic survey of the history of polyamide, market evolution, physical tests tests carried out in different, the results presented in the technical sheet that attested or in progress in carrying out this case study and its conclusion.

Keywords: silk, polyamide, nylon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma Simplificado da Cadeia de Produção das Principais Fibras Sintéticas.....	14
Figura 2:O bicho-da-seda.....	19
Figura 3:Cabeça do bicho-da-seda	20
Figura 4: Família de camponeses trabalhando com bicho-da-seda.....	20
Figura 5:Carothers mostrando um novo polímero.....	23
Figura 6:Paul J Flory juntamente com Wallace H. Carothers.....	25
Figura 7:Fio de poliamida	31
Figura 8:Propaganda da Du Pont meia calças para mulheres	34
Figura 9: Amostra esticada.....	36
Figura 10: Cortador circular.....	37
Figura 11: Balança Semi-Análítica	38
Figura 12:Prensa mecânica prensando amostra.....	39
Figura 13: Prensa mecânica aberta, com amostra esticada	40
Figura 14: Espectrofotômetro	41
Figura 15: Coluna d'água	42
Figura 16:Coluna d'água	42
Figura 17: Jaqueta de nylon para uniforme 100% poliamida impermeável.....	43

ABREVIATURAS

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

ISO – International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)

NBR – Normas Brasileiras Regulamentadas

NM – Níveis de Normatização

SINDITÊXTIL SP – Sindicato Das Indústrias Têxteis do Estado de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS



Lavar a temperatura máxima de 30°C



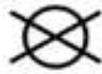
Não usar alvejante a base de cloro



Não usar nenhum alvejante



Passar a temperatura máxima de 110°C



Não lavar a seco



Não usar secadora de roupas



Secar a sombra



Limpeza a úmido profissional, normal

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	FIBRAS SINTÉTICAS.....	14
2.1	ORIGEM DAS FIBRAS SINTÉTICAS.....	15
3.	HISTÓRIA DA SEDA.....	16
3.1	SEDA E SUA ESTRUTURA	17
3.2	TENTATIVA DE IMITAÇÃO DA SEDA: OS POLÍMEROS SINTÉTICOS .	18
4.	POLÍMEROS SINTÉTICOS E O GÊNIO RENOMADO CAROTHERS	22
4.1	POLIAMIDA EM ASCENÇÃO E A DEPRESSÃO DO INVENTOR.....	24
4.2	POLIAMIDA A FIBRA SINTÉTICA.....	25
4.3	PROCESSO DE PRODUÇÃO DA FIBRA	26
4.4	ACABAMENTO DOS FILAMENTOS CONTÍNUOS DA PA 6 E PA 6.6	27
4.5	ACABAMENTO DAS FIBRAS CORTADAS DE PA 6 E PA 6.6.....	28
4.6	ESTRUTURA E FLUXO DA POLIAMIDA 6	28
4.7	ESTRUTURA E FLUXO DA POLIAMIDA 6.6	29
4.8	TIPOS DE FIOS:	30
4.9	CARACTERÍSTICAS DA FIBRA DE POLIAMIDA	31
4.10	RESISTÊNCIA QUÍMICA.....	32
5.	ORIGEM DO NYLON	33
6.	FICHA TÉCNICA POLIAMIDA.....	35
7.	ESTUDO DO TECIDO NYLON (TESTES EM LABORATÓRIO).....	36
7.1	TESTES EM LABORATÓRIO NYLON PARA JAQUETAS E CALÇAS	36
7.1.1	TESTE DE LARGURA.....	36
7.1.2	TESTE DE GRAMATURA.....	37

7.1.3	BALANÇA SEMI-ANÁLITICA	38
7.1.4	PRENSA MECÂNICA COM AQUECIMENTO	39
7.1.5	TESTE NO ESPECTROFOTÔMETRO	40
7.1.6	TESTE DE COLUNA D'ÁGUA	41
8.	IMPACTO AMBIENTAL	44
9.	POLIAMIDA NO MERCADO TÊXTIL	45
10.	CONCLUSÃO	46
11.	REFERÊNCIAS	48
12.	ANEXO - REGRAS ABNT SOBRE ENSAIO DE COLUNA D'ÁGUA ..	50

1. INTRODUÇÃO

A proposta deste trabalho é analisar os aspectos físicos da poliamida especificamente através de processos distintos para obtenção do efeito de durabilidade efeito repelente, partindo de testes como densidade, ligamento, resistência a tração, alongamento e teste de coluna d'água.

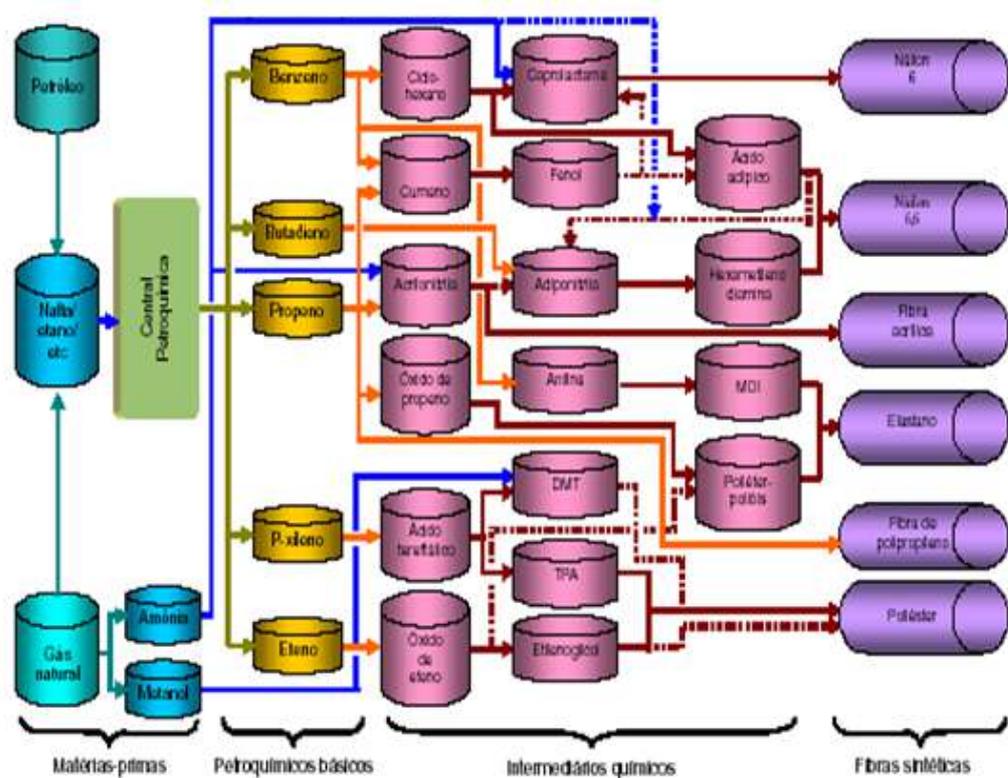
Também tratamos de definições da poliamida, fluxo da cadeia têxtil da poliamida, sua história e evolução.

Abordaremos a metodologia do estudo de caso, ficha técnica descritiva das amostras com os resultados dos testes e conclusão.

2. FIBRAS SINTÉTICAS

As fibras químicas se dividem em artificiais e sintéticas, sendo as artificiais as provindas de polímeros da natureza e as sintéticas tem seu polímero sintetizado e depois transformado em fibra. Os fluxos da cadeia têxtil das fibras sintéticas variam em função do tipo de matéria prima a ser transformada em polímero e posteriormente em fibras, que são corpos de matéria com relação comprimento e diâmetro (L/D) superior a 100 (PEREIRA 2019).

Figura 1: Fluxograma Simplificado da Cadeia de Produção das Principais Fibras Sintéticas



Obs.: As linhas tracejadas correspondem à rotas alternativas, menos utilizadas, para obtenção do mesmo produto ou equivalente.

Fonte: ABRAFAS

2.1 ORIGEM DAS FIBRAS SINTÉTICAS

No mundo há a existência de muitas substâncias que fizeram história no século XX e contribuíram para grandes desenvolvimentos que ocorrem durante esse extenso período. Destas substâncias muitas foram descobertas por acidente por “acaso” existem muitas ocorrências que poderiam ser mencionadas em especial na área de produtos químicos e polímeros. Porém não foi desta maneira que ocorreu na história do nylon, neste caso foi o desejo de encontrar uma alternativa para substituição da seda, uma fibra natural maravilhosa, que somente a natureza é capaz de obter através de sínteses naturais de proteínas na seda, a simulação da cadeia da seda por processos químicos (PEREIRA 2019).

Esse texto se trata do polímero, da qual conta-se sua história, o desenvolvimento de sua vida científico-tecnológica de missão de auxiliar os aliados a desenvolverem a estratégia bélica do paraquedismo (PEREIRA 2019).

3. HISTÓRIA DA SEDA

A história da seda atravessa muitos anos, a mesma vem de mais de quatro milênios. Diz a lenda que foi uma concubina do imperador da China que observou que um casulo caiu no chá saia, um fio muito fino e resistente. Porém outra lenda chinesa nos conta que o nascimento do bicho-da-seda se deveu a uma imperatriz de nome Xi Ling Shi (essa foi a esposa do Imperador Huangdi), que estava passeando através dos jardins, notou uma lagarta, a tocou com um dedo e da mesma saiu um fio de seda. Conforme o fio estava saindo da lagarta a Imperatriz o enrolava no dedo, assim obtendo uma sensação de calor. No final notou um pequeno novelo e sendo assim percebeu a relação da lagarta e o fio de seda (SANTIAGO 2020).

Mesmo que tenha sido uma concubina ou Imperatriz chinesa, seja qual foi a verdadeira descoberta que um casulo poderia produzir fios com comprimentos variáveis de no mínimo 300 metros até mesmo quase 3 quilômetros, não é lenda do fato que a criação do bicho-da-seda nasceu na China num período muito próximo a dois mil anos antes de Cristo (SANTIAGO 2020).

Inicialmente os primeiros passos foram extremamente lentos e as primeiras vestimentas de seda eram consideradas raríssimas, no entanto estavam reservadas somente para família imperial e a nobreza que a circundava. Através de muitos séculos depois que foi permitido a vestimenta para aos ricos não nobres e também para os únicos que pudessem pagar para usar a roupa de seda (SANTIAGO 2020).

Nos séculos seguintes a seda foi requerida à oeste também e criou-se, muito lentamente, mas de maneira inflexível, a excêntrica estrada da Seda que no período de máximo comércio entre leste e oeste, chegou a se estender por cerca de 10000 km entre Pequim, Bizâncio, Antiquia e Tiro (SANTIAGO 2020).

Em torno do ano zero, as cargas da seda chinesa começaram a chegar na Europa com continuidade, porém a sericultura permaneceu em segredo absoluto, totalmente protegido pelos chineses por muitos séculos e

contrabandar ovos do bicho-da-seda ou quem ousasse se manifestar sobre a obtenção da seda era punido com a morte (SANTIAGO).

Diz a lenda que por volta de 552, dois monges nestorianos conseguiram esconder os ovos numa cana de bambu vazia e conseguiram chegar a Constantinopla, iniciando a sericultura na Europa. Sendo verdade ou não, é observado que o segredo sobre o bicho-da-seda se manteve durante muito tempo (SANTIAGO 2020).

A seda se tornou um material extremamente nobre, com custo bem elevado, sendo assim somente as classes mais altas da nobreza poderiam adquiri-la. Por cerca de muitos milênios a seda permaneceu um dos tecidos mais valorizados no mercado, não houve naquela época alguém que conseguisse produzir um tecido tão belo e quanto delicado (SANTIAGO 2020).

3.1 SEDA E SUA ESTRUTURA

A seda é obtida pelas lagartas de certos tipos de mariposas, são seda da amoreira e a seda silvestre. As raças do bicho-da-seda podem ser em: univoltinas, bivoltinas e polivoltinas, ou seja, podendo realizar um, dois, três ciclos ao ano. A seda é a única matéria-prima têxtil que a natureza produz como filamento (PEREIRA 2019).

Por ser uma fibra de origem natural, é uma proteína. Esta macromolécula de proteína reside no fato que os pendentos grupos de R da molécula de aminoácidos que a constituem são muitos pequenos, sendo assim que mais de 80% da macromolécula da seda é formada pela repetição de glicina-serina-glicina-alanina-glicina-alanina. Esses três aminoácidos constituintes dos grupos R são hidrogênio, hidróxi-metila e nitrogênio, sendo assim os menores dentre os vinte e dois aminoácidos naturais. Todo este fato dá a seda a sua sancionada suavidade. Com a presença de ligações de hidrogênio se eleva a grande parte do complexo macromolecular a uma estrutura de conjugação entre diversas macromoléculas, com a junção de pequena dimensão dos substituintes, se explica as diferentes propriedades da seda, que a tornam um material exclusivo,

tendo: resistência a tração, brilho, cintilação, fluência. E também se deve considerar que entre os 15% a 20 % dos aminoácidos que não se encaixam nos três relatados anteriormente, contém grupos laterais polares e estes podem facilmente vir a ser tingidos com efeitos de cores impressionantes. Todavia podemos relatar que o acoplamento das estruturas ordenadas e alternadas, na maioria com estruturas complexas, produziu e ainda produz uma variedade extensa de propriedades positivas que tornam a beleza dessa fibra incomparável (PEREIRA 2019).

A Composição química da seda é: a fibroína é composta: 48,5% de carbono; 6,5% de hidrogênio; 26,7% de oxigênio e 18,3% nitrogênio. Tolerância de 12% da umidade do ar. Temperatura de decomposição de: 170°C. Contendo a resistência a tração: a seco 2740 km, a úmido 80% a 90% da resistência seca (PEREIRA 2019).

3.2 A TENTATIVA DE IMITAÇÃO DA SEDA: OS POLÍMEROS SINTÉTICOS

A química realizou grandes avanços e referindo-se especialmente à segunda metade do século XIX, foram realizadas várias tentativas de produzir as fibras de seda. Relatando uma tentativa mais séria, que resultou no lançamento as tentativas sucessivas, à cerca de 1880, o aluno de Pasteur, chamado Hilaire de Chardonet, se lembrou que havia acompanhado um professor em Lyon, sobre uma pesquisa de uma doença devido ao bicho-da-seda. Pesquisando sobre esse tópico passou muito tempo observando como o bicho fiava a seda (SANTIAGO 2020).

De modo coincidente, num dia que estava trabalhando numa câmara escura para revelar fotos, ele observou uma gota de solução de colódio, caía por acidente em cima da mesa, possivelmente podia-se puxar fios bastante finos. Diante desta observação, foi testada a tentativa de extrusar esta solução através dos buracos de uma fileira artesanal e foi tudo além de breve consequência lógica: produziu, sendo assim, os fios destinados a ser a primeira tentativa de

imitação da fiação da seda e aquela foi nomeada como “ Seda de Chardonnet” (SANTIAGO 2020).

Figura 2:O bicho-da-seda



Fonte: Apostila de Fibras Fatec Americana

A seda de Chardonnet produz um tecido excelente, durável e brilhante, porém com um defeito não desprezível: o colódio é nitrato de celulose e é absurdamente inflamável. Infelizmente aconteceu que as nobres senhoras que iniciaram o uso dessas roupas produzidas pela “seda artificial”, se depararam com uma situação indesejável. Por um pequeno chumaço da cinza de charuto que acidentalmente caísse em alguma parte dessas roupas, para desencadear uma incineração completa da mesma (SANTIAGO 2020).

Figura 3: Cabeça do bicho-da-seda



Fonte: <https://hypescience.com/bicho-da-seda/>

Figura 4: Família de camponeses trabalhando com bicho-da-seda.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Uma-familia-de-camponeses-trabalha-o-bicho-da-seda_fig3_262748845

Após o completo fracasso, devido a várias tentativas para usar celulose com menor teor de nitrato de celulose, finalmente solventes adequados foram encontrados para celulose, descobriu-se o “rayon” e com este conseguiram soluções muito mais fiáveis e viscosas (SANTIAGO 2020).

A partir da descoberta na Inglaterra em 1901, após a primeira produção industrial em dez anos, até o desenvolvimento completo dos anos 30, o rayon veio a se tornar a “seda-artificial”, porém antes da segunda guerra mundial a produção ficou em torno de 150 toneladas ao ano (SANTIAGO 2020).

4. POLÍMEROS SINTÉTICOS E O GÊNIO RENOMADO CAROTHERS

De acordo com a revista *Enough for one Lifetime*, que conta a vida de Carothers. Segue o relato sobre sua vida e descobertas (HERMES 2005).

Entre os estudiosos de polímeros eis que surge o renomado Wallace Hume Carothers, um jovem químico orgânico da universidade de Harvard, caracterizado com um gênio precoce. Nascido em Burligton, Iwoa no 27 de abril de 1896 e falecido em 29 de abril de 1937. Durante sua jornada, seus estudos primários foram de Contabilidade e Secretariado, posteriormente ingressou como estudante de Ciências no Tarkio College e finalmente se voltou para Química, sendo assim demonstrando uma capacidade de extensa versatilidadee antes de se graduar tornou-se chefe do Departamento de Química (HERMES 2005).

Conclui Mestrado e doutorado na Universidade de Illinois, posteriormente lecionou na universidade de Havard no ano de 1924, com apenas vinte e oito anos de idade, onde se aventurou a estudar as estruturas dos polímeros (HERMES 2005).

Nos quatro anos seguintes a Du Pont lhe ofereceu uma posição como Chefe da Pesquisa de um grupo, no qual a tarefa consistia em investigações fundamentais, um tanto incomum para as indústrias. De início recusou a oferta, mesmo sendo muito vantajosa em termos econômicos, diante da proposta relatou: “ eu sofro frequentemente de depressão e isso pode ser um problema mais sério tralhando com vocês, do que onde estou agora”. Diante de sua resposta e não convencidos da mesma, a Du Pont enviou Charlie Stine, diretor de pesquisa e desenvolvedor do programa de pesquisa fundamental da companhia para Havard na tentativa de convencê-lo e este obteve sucesso (HERMES 2005).

Nos meados de janeiro de 1928, Carothers iniciou o primeiro trabalho, com qual tinha o objetivo de obter polímeros em massa molecular maior que a máxima. A pesquisa foi bem desgastante, no entanto que se sentiu desencorajado, pois o resultado não foi satisfatório, os resultados das pesquisas não mudaram por cerca de dois anos. Foi então que um de seus assistentes teve a idéia de isolar o cloropreno durante a pesquisa sobre química de polimerização

do acetileno e notou que o produto polimerizava, se tornando um material similar a uma borracha. E assim nasceu a primeira borracha sintética, nomeada como neoprene (HERMES 2005).

Figura 5:Carothers mostrando um novo polímero.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Wallace_Carothers

Pesquisadores da equipe de Carothers estavam estudando policondensação de ácidos e glicóis no intuito de obter poliéster e em pouco tempo conseguiram obter uma massa molecular média de 12000 unidades de massa atômica, chegaram a fiá-lo e estirá-lo até conseguirem obter uma fibra esta foi a primeira fibra sintética. Surgiu o problema que estas fibras em água quente se condensavam e ficavam muito pegajosas. A cada dia mais, o grupo estava obtendo sucesso nas pesquisas, por outro lado a depressão de Carothers, se tornava cada dia mais forte. O mesmo começou a trazer comprimidos de cianeto que eram armazenados numa caixinha que ficava pendurada na corrente de seu relógio de bolso. Ficava extremamente nervoso para realizar conferências e na preparação delas ficava se odiando este cenário o levou ao consumo de álcool (HERMES 2005).

4.1 POLIAMIDA EM ASCENÇÃO E A DEPRESSÃO DO INVENTOR

Após os poliésteres dedicou-se as poliamidas e em pouco tempo polimerizou um número extraordinário desses novos polímeros, contendo mais de cem tipos de poliamidas diferentes, dentre elas os responsáveis da Du Pont escolheram a poliamida 6.6 em meados de 1944, apesar do seu alto ponto de fusão essa notavelmente tinha melhores qualidades (alta percentagem da porção cristalina e alta velocidade de cristalização) (HERMES 2005).

Durante o ano de 1935 Carothers produziu cerca de meia onça desse produto (HERMES 2005).

Durante aquele ano Paul J. Flory, foi o apoiou no estudo das cinéticas de policondensação e polidiação, aquele jovem ficou conhecido como um dos “pais” da química macromolecular e conquistou o Prêmio Nobel em 1974 (HERMES 2005).

Neste período de pesquisa Carothers desapareceu e não havia notícias sobre o mesmo se encontrava, porém foi descoberto num hospital psiquiátrico em Baltimore, na qual tenha ido para uma consulta sobre depressão, sendo foi prontamente internado. Posteriormente se casou-se com Helen Sweetman trabalhava na preparação de patentes (HERMES 2005).

Devido ao fato a Du Pont colocou outro pesquisador para o projeto de poliamida 6.6, durante o desenvolvimento industrial trabalhavam muitos químicos e engenheiros (HERMES 2005).

No ano de 1936, Carothers foi eleito membro da Academia das Ciências, honra excepcional pois até aquele momento nenhum químico da indústria havia recebido (HERMES 2005).

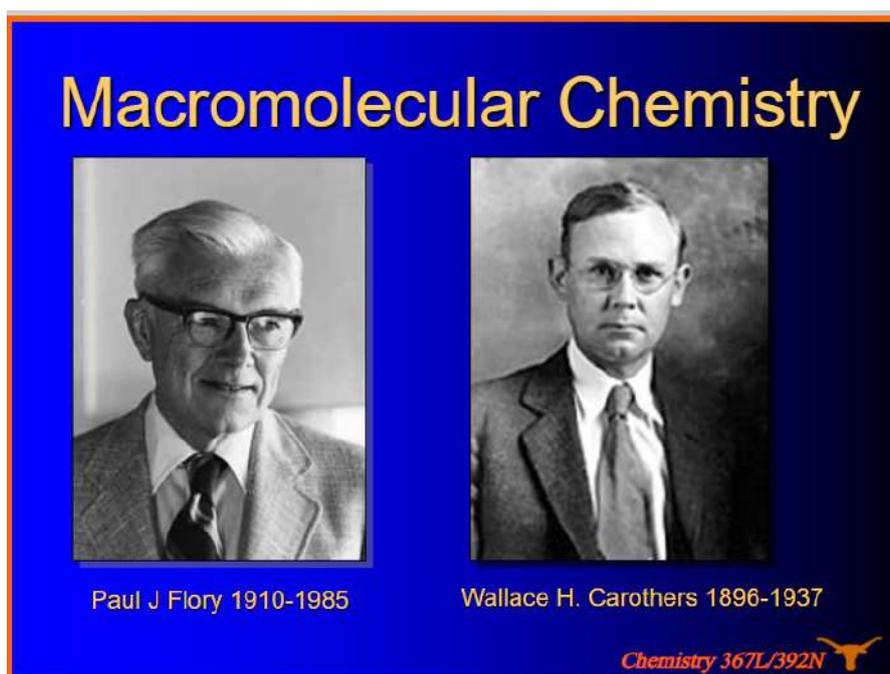
No entanto a depressão se agravou drasticamente, comprometendo seu trabalho e foi assim que acabou internado por um tempo no Instituto da Filadélfia e posteriormente foi para os Alpes Tiroleses, acompanhado por alguns amigos. Algum tempo depois seus amigos retornaram aos EUA e Carothers decidiu ficar sozinho nas montanhas, deixando sem notícia sua esposa e amigos (HERMES 2005).

Algum tempo depois reapareceu, sem comunicar ninguém, sentado e pensativo em sua mesa na Estação Experimental da Dupont, porém não trabalhou nos projetos e ficou apenas com visitas ocasionais (HERMES 2005).

Sua depressão devido aos muitos pensamentos negativos e a constante escassez de sucesso no trabalho acabaram o tomando por completo (HERMES 2005).

Infelizmente após a morte de sua irmã na qual tinham uma relação muito unida e devido sua depressão com tendência suicida, acabou se suicidando em 1937 com apenas 40 anos. Ele mesmo usou seus conhecimentos químicos para a realização do feito, dissolveu comprimidos de cianeto no suco de limão, sozinho em seu quarto de hotel (HERMES 2005).

Figura 6: Paul J Flory juntamente com Wallace H. Carothers



Fonte: <https://slideplayer.com/slide/5982404/>

4.2 POLIAMIDA A FIBRA SINTÉTICA

A poliamida é uma fibra sintética formada por macromoléculas lineares, criada através de sínteses químicas, são feitas em laboratórios, sintetizadas do

petróleo, do carvão mineral etc... Características dessa fibra são: resistente mecanicamente, leve, lisa, resistente à abrasão, flexíveis, resistentes a fungos e traças, são termoplásticas, derretem com facilidade quando exposta a altas temperaturas, não retém sujeira, usam petróleo, não são renováveis, são fáceis de cuidar, possuem baixa absorção (na qual lhe permite que seque com maior facilidade), é fácil de se limpar e no tingimento aceita diferentes corantes. A junção da fibra com o algodão, torna um tecido muito confortável e com boa absorção de umidade, sendo a fibra que mais se assemelha quimicamente a seda. O fio pode ser tão resistente quanto a uma teia de aranha, possui uma boa tenacidade, sua força não se esvaece com o tempo (PEREIRA 2019).

A produção da fibra é realizada através de quatro elementos básicos extraídos da natureza, são eles: (carbono, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio) obtidos do petróleo, ar e água (PEREIRA 2019).

Esses elementos combinados através de processos químicos especiais, dando origem a compostos como ácido Adípico, Hexametileno Diamina, Caprolactana entre outros, sendo assim sofrem reações químicas que constituem as macromoléculas dando origem a poliamida. Essa fibra possui cor branca e não apresenta solubilidade em água (PEREIRA 2019).

A fibra é menor parte visível de uma unidade de tecido, é conhecida por ser muito longa para sua largura (L/D que pode chegar até 100 vezes menor).

4.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DA FIBRA

A poliamida é ligada a dois grupos de cadeias alifáticas: (-CO-NH-).

Em um desses grupos, moléculas com um grupo ácido (COOH) em cada fim são reagidos com moléculas contendo grupos de aminas (NH₂) em cada fim, o resultado é nomeado com base no número de átomos de carbono, separando em dois grupos de ácidos e aminas. Assim temos a poliamida 6.6, que é feita através de ácido adípico e hexametilnodiamina. Estes dois compostos formam um sal e este é aquecido em vácuo para eliminar a água e formar o polímero.

No outro grupo, um composto contendo uma amina em uma extremidade e um ácido noutra extremidade, este composto é polimerizado para formar uma cadeia com unidade que se repetem de $(-\text{NH}-[\text{CH}_2]_n-\text{CO}-) \times$ (PEREIRA 2019).

Após a polimerização é realizado um processo de aquecimento até a fusão, que é colocada numa fileira, separando o material em filamentos e expondo-os ao ar frio pela primeira vez. O ar frio faz com que os filamentos se endureçam de imediato, por conta disto podem ser enrolados em bobinas. Essas fibras são esticadas para criar força e elasticidade (PEREIRA 2019).

Logo após, os filamentos são desenrolados e enrolados numa outra bobina menor, fazendo com que as moléculas se alinhem numa estrutura paralela através da estiragem oferecida pela diferença de velocidades de desenrolamento e enrolamento (PEREIRA 2019).

4.4 ACABAMENTO DOS FILAMENTOS CONTÍNUOS DA PA 6 E PA 6.6

Finalizada a extrusão, ao passar pela fieira a fibra de poliamida seja 6 ou 6.6 ela é resfriada e então segue para os processos de:

- Estiragem: processo que visa orientar moléculas aumentando a resistência
- Encimagem: processo que visa reduzir a eletricidade estática do polímero
- Retorção: tem como finalidade o aumento da resistência do conjunto de filamentos, unindo dois ou mais multifilamentos
- Texturização: tem como finalidade o aumento do volume e a elasticidade que também tem de aumentar o poder de isolamento térmico de conjunto de filamentos
- Acondicionamento: embalagem adequada ao desejo do consumidor seja malharia, tecelagem ou produtores de linhas.

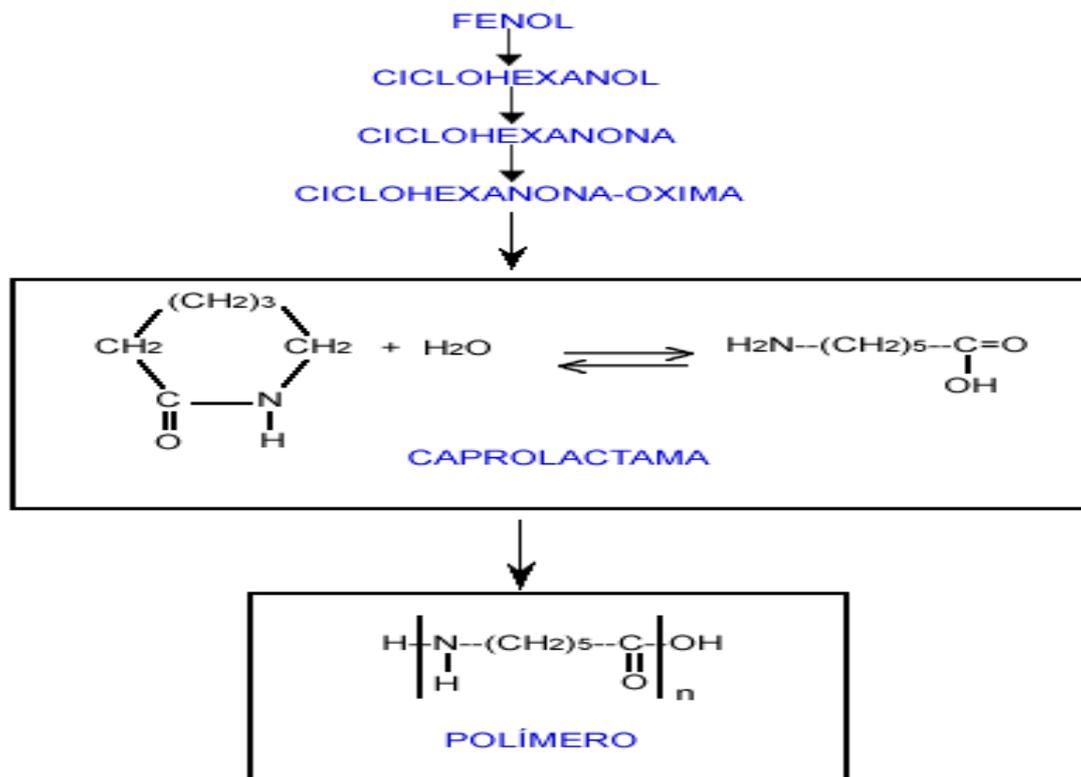
4.5 ACABAMENTO DAS FIBRAS CORTADAS DE PA 6 E PA 6.6

Finalizada a extrusão ao passar pela fieira, a fibra de poliamida seja 6 ou 6.6 é resfriada e então segue para os processos de:

- Estiragem: processo que visa orientar moléculas aumentando a resistência
- Crimpagem: encrespamento dos filamentos para aumentar a coesão entre as fibras para a fiação em mistura com outras fibras
- Corte de filamento: consiste no corte em tamanho similar das fibras com as quais serão misturadas
- Acondicionamento: compactação das fibras cortadas em fardos para transporte e armazenamento

4.6 ESTRUTURA E FLUXO DA POLIAMIDA 6

Apesar de serem poliamidas, o nylon 6 e nylon 6.6 diferenciam na estrutura química, partem de diferentes frações do petróleo para a obtenção do polímero. A seguir observaremos o fluxo de produção do nylon 6, que parte do monômero caprolactama, conforme se apresenta abaixo:



O Nylon 6 tem suas aplicações e vantagens de aplicação, tingem-se com os mesmos corantes que o Nylon 6.6., porém difere na capacidade de absorção oferecendo cores menos intensas. As propriedades mecânicas de resistência e alongamento são muito próximas, mas o Nylon 6 tem uma maior propensão a formação de pillings (PEREIRA 2019).

4.7 ESTRUTURA E FLUXO DA POLIAMIDA 6.6

O Nylon 6.6 parte da junção de duas moléculas provinda de derivados de petróleo, que formam um ácido de 6 carbonos e uma amina de 6 carbonos, ao serem sintetizados foram a amida com 12 carbonos no monômero:

Figura 7: Fio de poliamida



Fonte: <https://slideplayer.com/slide/5982404/>

4.9 CARACTERÍSTICAS DA FIBRA DE POLIAMIDA

O polímero de poliamida apresenta as seguintes características físico-químicas, que são determinantes na sua ampla aplicação:

Taxa de condicionamento (regain): 6,25%

Densidade: 1,4 g/cm³

Tenacidade a seco: 3,5 a 4,5 cN/dtex

Tenacidade a úmido: 2,8 a 4,1 cN/dtex

Alongamento a seco: 15 a 60%

Alongamento a úmido: 18 a 75%

Ponto de fusão: 255° C

Ponto de amolecimento: 220 a 235° C

Temperatura de passagem a ferro: 180 a 200° C

4.10 RESISTÊNCIA QUÍMICA

A poliamida é um polímero de grande reatividade, ao contrário do poliéster que é bem inerte quimicamente. Os nylons têm afinidade com diferentes corantes, sendo preferencialmente tinto com corante ácido.

Alvejantes: Boa resistência

Ácidos fracos: Boa resistência

Ácidos fortes: Não resiste, dissolve com ácido clorídrico 50% e também com ácido fórmico

Álcalis fracos: Inerte

Álcalis fortes: Inerte

Solventes: Fenólicos podem dissolver a poliamida

Mesmo o solvente mais usual para limpeza a seco, o percloroetileno, pode atacar a fibra de nylon (PEREIRA 2019).

5. ORIGEM DO NYLON

A versão mais conhecida sobre a denominação do nome comercial “Nylon” é a versão que substituiu o nome de poliamida para uso no mercado. Esta ideia surgiu quando a poliamida veio a ser o substituto da seda, que dificultava a relação dos EUA e o oriente (MAZHAKUL 2020).

O nascimento do nome surgiu através de uma lenda metropolitana, a palavra teria representado “ **Now You’ve Lost, Old Nipon**” (significando: Agora você perdeu meu velho japonês). Outros atribuem o nome ao fato de ter sido originado de uma pesquisa conjunta desenvolvida em Londres e em New York, daí NY de New York e LON de Londres (MAZHAKUL 2020).

O nylon, pertencente à família das poliamidas foi a primeira fibra têxtil a ser produzida pelo químico Wallace Carothers, da Du Pont. O primeiro produto a ser lançado e vendido foram escovas de dentes com cerdas de nylon em 1938 (MAZHAKUL 2020).

Após o sucesso das escovas, no ano seguinte foram as meias calças para mulheres que foram lançadas no mercado e a poliamida se mostrou essencial no cotidiano das mulheres e até hoje, mais de oitenta anos após o lançamento continua presente na vida de milhares de mulheres (MAZHAKUL 2020).

No lançamento, a campanha de propaganda das meias foi a seguinte expressão: “Strong as steel and delicate as a spider web’s” (traduzindo: “forte como aço e delicado como teia de aranha”). A comparação com as meias de seda tornou essa frase verdadeira. Nos anos quarenta foram vendidos sessenta e quatro milhões de pares de meias (MAZHAKUL 2020).

Em sequência, foram as necessidades da guerra que usufruíram desta grande criação. Tecidos de nylon usados para reforços de pneus, telas para balões meteorológicos, paraquedas, entre outros (MAZHAKUL 2020).

Figura 8: Propaganda da Du Pont meia calças para mulheres

news about NYLON

it all started with a stocking

... a sheer, lovely, long-wearing stocking that women had never dreamed of.

Today you're choosing finer nylon hose in fashion-right, feminine styles - sheer, resistant, and practically strong for their weight.

You're looking for better in sweaters, pajamas, slacks, gloves - many branches from nylon's toughness and elasticity in countless industrial uses.

DU PONT
REG. U.S. PAT. OFF.
BETTER THINGS FOR BETTER LIVING
... THROUGH CHEMISTRY

Du Pont makes the nylon fibers used in the products shown. The manufacturers of these products use nylon because nylon products can have these outstanding properties:

- ✓ STRENGTH
- ✓ LIGHTNESS
- ✓ ELASTICITY
- ✓ TOUGHNESS
- ✓ LONG WEAR
- ✓ EASY WASHING
- ✓ FAST DRYING
- ✓ FLAME RESISTANCE
- ✓ RESISTANCE TO MOTHS AND PERSPIRATION
- ✓ CAN BE "SET" TO HOLD SHAPE

TO MANUFACTURERS: Are there textile fibers in your product? Then you'll want to read "Nylon Textile Fibers in Industry." Write for this important book now!

NEW! FREE book for women, teachers, students—
"About Du Pont Nylon." Write to Nylon Division, E. I. du Pont de Nemours & Co. (Inc.), Wilmington 98, Del.

Fonte: <https://reperiorevistadearte.wordpress.com/2013/07/29/breve-historia-do-nylon>

Após o sucesso da fibra, as forças armadas requisitaram a Du Pont para que a produção da mesma fosse exclusiva, utilizada para confecção de paraquedas, tendas de acampamentos e cordas (MAZHAKUL 2020).

6. FICHA TÉCNICA POLIAMIDA

Na empresa de Nova Odessa onde foi possível desenvolver a pesquisa, observamos que na linha de tecidos esportivos e técnicos há necessidade de especificar detalhadamente pois a clientela tem padrões altos de exigência, foi por esse motivo que a empresa investiu em montar um laboratório para controle de seu processo e garantir ao cliente conformidade de características. (JETFIO 2020).

Abaixo segue a ficha de controle que apresenta comparativamente os diversos ensaios aplicados para acompanhamento com um padrão estabelecido com cada cliente de acordo com sua aplicação do tecido.

Processo de Produção		TECELAGEM PLANA																	
Nome comercial		Nylon																	
Gramatura		127 g/m ²																	
Matéria Prima	Urdume: 100% PA																		
Título	Trama: 100% PA																		
Densidade	Urdume: 23 fios/cm																		
	Trama: 21,26 batidas/cm																		
Passamento pente: 02 fios/pua																			
Ligamento: Tela 1x1		Etiquetagem																	
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td></tr> </table>			X		X	X		X			X		X	X		X			
	X		X																
X		X																	
	X		X																
X		X																	
Característica do tear: jato de água																			

7. ESTUDO DO TECIDO NYLON (TESTES EM LABORATÓRIO)

Após o tecido pronto na tecelagem, é enviado para tinturaria para aplicação de cor e acabamentos especiais de acordo com a solicitação do cliente, quando retorna passa por testes para verificação da qualidade do produto, depois da aprovação do tecido, passa pela revisão, mediante o pedido do cliente o produto poderá ir para aplicação de produtos na resinagem, resinas repelentes ou impermeabilizantes, tudo depende da necessidade do cliente.

7.1 TESTES EM LABORATÓRIO NYLON PARA JAQUETAS E CALÇAS

7.1.1 TESTE DE LARGURA

Assim que o produto chega da tinto da tinturaria, o mesmo passa pelo teste da largura, onde uma amostra de tecido, cerca de 50 centímetros é estendida e medida com um trena, com a função de tirar a largura, o padrão de 1,50 metros que é seguido pelas normas ABNT 10591 com a tolerância do INMETRO, o que pode haver tolerância de 2% tanto para mais, quanto para menos.

Figura 9: Amostra esticada



Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório Jet Fio

7.1.2 TESTE DE GRAMATURA

Em sequência o tecido passa para o teste de gramatura (norma ABNT NBR 15591), através do cortador circular manual, o tecido é colocado uma amostra de cerca 30 centímetros, o cortador é girado, cortando com rapidez e exatidão amostra circular com diâmetros de 112,8 milímetros mais ou menos 0,2 milímetros.

Figura 10: Cortador circular



Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório JetFio

7.1.3 BALANÇA SEMI-ANÁLITICA

A amostra circular feita no cortador é enviada a balança, para ter uma precisão de pesagem. E esta tem que ter gramatura do tecido tem que ter 125 gramas por metro quadrado e a diferença tem de estar enquadrada em 5%, tanto para mais, quanto para menos, essa tolerância é estabelecida pela norma ABNT NBR 10591 e pela resolução do Mercosul.

Este teste tem como objetivo analisar o peso da amostra circular conforme resultados comparativos de amostras padrão arquivadas.

Figura 11: Balança Semi-Análítica



Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório JetFio

7.1.4 PRENSA MECÂNICA COM AQUECIMENTO

Uma amostra do tecido cerca de 70 centímetros é levada a prensa hidráulica com aquecimento, com a função de testar o encolhimento do tecido exposto uma temperatura de 200° C durante 25 segundos.

Esse teste têm o objetivo de avaliar quanto de encolhimento teve no urdume e trama do tecido, com a margem máxima de 3%.

Figura 12: Prensa mecânica prensando amostra



Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório JetFio

Figura 13: Prensa mecânica aberta, com amostra esticada



Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório JetFio

7.1.5 TESTE NO ESPECTROFOTÔMETRO

O espectrofotômetro é um aparelho utilizado em laboratórios, com a função de fazer análises de cores, através dele é possível obter uma análise de alta precisão e gerenciamento de cores. Após a cor ser aprovada pelo laboratório têxtil, uma amostra padrão é arquivada no mesmo, todas as vezes que envia o material para tingir no retorno, é comparado esse material com amostra arquivada.

Este teste tem como objetivo principal analisar se o tecido enviado para tingimento, ao retornar tem a “cor” igual a amostra arquivada, ou seja, se os resultados de leitura, coincidem com os arquivos de uma amostra padrão em arquivo.

Figura 14: Espectrofotômetro

Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório JetFio

7.1.6 TESTE DE COLUNA D'ÁGUA

Uma amostra com cerca de 40 centímetros com passadas de repelente, é colocada sob um tubo de ensaio de vidro com funil, com cerca de 200 mililitros de água potável, por cerca de três horas. O tempo é verificado, se a água não vazar para o outro lado, o tecido é aprovado, do contrário é rejeitado.

Esse teste tem como objetivo principal analisar se o repelente aplicado ao tecido, é resistente a água.

Ensaio essencial para o bem-estar do usuário que deseja se manter seco sob chuva.

Figura 15: Coluna d'água
Amostra sob tubo de ensaio com 200ml de água.



Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório JetFio

Figura 16: Coluna d'água
Amostra sob tubo de ensaio



Fonte: Elaborada pela autora e cedida pelo Laboratório JetFio

Figura 17: Jaqueta de nylon para uniforme 100% poliamida impermeável.



Fonte: <https://www.veteranouniformes.com.br/product/jaqueta-de-nylon-para-uniforme.g50.html>

8. IMPACTO AMBIENTAL

As fibras sintéticas sendo fabricadas com recursos não renováveis, não são biodegradáveis e levam cerca de 400 anos para decompor totalmente. Trata-se de um processo complexo, a produção traz preocupações ambientais. Pois alguns produtores utilizam petróleo bruto para obter os polímeros, o que pode causar esgotamento de combustíveis fósseis e poluição ambiental via escoamento. Outro fato é que a produção química de ácido adípico, cria frequentemente ácido nitroso, gás de efeito estufa, este tem o potencial de corroer a camada de ozônio e promover poluição atmosférica.

Esse material contribui para automóveis por ser leves, sendo assim diminui o peso do veículo, auxiliando na economia do combustível, no entanto pode vir a causar alergias, devido a ser um tecido sintético. Há muita controvérsia nesta afirmação por haver fibras naturais como fibras de lã que causam alergias em muitas pessoas e até a fibra de rami que pertence à família botânica das urtigas, mesmo sendo naturais tem potencial alergênico

9. POLIAMIDA NO MERCADO TÊXTIL

As fibras sintéticas estão em alta, uma grande importância para o mercado têxtil, pois nelas pode se incluir substâncias funcionais tais como antivirais, antibacteriano, protetores solares, etc...

A indústria têxtil brasileira está com preços sujeitos aos internacionais hoje, o que no passado não ocorria. O Brasil possuía excedentes para exportação e os preços não estavam atrativos ao mercado internacional. No nível internacional o algodão brasileiro sempre teve em alta, o que acarreta o consumo de fibras sintéticas. Antigamente as fibras naturais representavam 75% do consumo, com maior relevância a fibra de algodão e as fibras sintéticas ficavam representando 25%. Com os preços elevados do algodão e a matéria-prima sofrendo pelas secas em alguns países como Índia, Paquistão entre outros produtores mundiais, acaba provocando o aumento de consumo das fibras químicas no mercado internacional. Alguns estudos dizem que o algodão possa ter escassez para os próximos anos, e para a substituição do algodão, a poliamida torna-se um grande candidato (BASTOS 1994).

Outro ponto a destacar é que a poliamida tem um custo de baixo, mais alto que o do algodão, mas é mais durável, favorecendo seu consumo no mercado (BASTOS 1994).

10. CONCLUSÃO

Esse estudo vem a apresentar o contexto da poliamida, desde sua criação, na qual foi uma tentativa de imitação da fibra de seda, foi descoberta pelo químico Wallace Carothers, essa foi uma descoberta de grande impacto no mundo têxtil, apesar de sua vida pessoal ter sofrido com uma doença horrível, a depressão acabou levando o talentoso químico a cometer suicídio, mesmo tão jovem essa doença assusta milhares de pessoas no mundo até hoje. Esse famoso químico foi convidado a empresa Du Pont, juntamente em parceria com várias mentes pensantes e entraram na história enviaram as primeiras cerdas de escovas de dentes feitas de poliamidas ao mercado, seguido das meias calças femininas da mesma.

O sucesso foi tão grande que o exército dos EUA exigiu que toda fibra fosse destinada a guerra, para uso em uniformes, paraquedas cordas etc...

A poliamida cresceu ao mundo, hoje essa fibra está presente em todos lados, substituindo algumas fibras naturais, devido ao preço justo, ou a fibra para uso exclusivo em algumas atividades, é analisada como mais adequada, durável do que a fibra natural.

Para a produção é realizada através de processo químico, uso da extração de petróleo, misturas com ácidos. E após a fibra pronta, o produto feito da mesma, passa por diversos tipos de testes, dependendo do tipo de material que a empresa produz a necessidade do cliente.

Abrangência de mercado vem crescendo atualmente, a poliamida vem substituindo fibras como algodão, que estudos indicam que vêm a ter escassez futuramente. Há muitas vantagens nos tecidos esportivos a substituição do algodão pela poliamida, pois a durabilidade desta fibra química proporciona uma redução de consumo e pode agregar outras vantagens como antibacteriano que evita o cheiro do suor, anti uv que protege a pele do esportista, antiviral que protege contra vírus, a exemplo a corona vírus, etc...

Além de todo benefício da poliamida ao mercado global, outra preocupação perturba o mundo, a mesma tem impacto ambiental. Ela é recurso não renovável, não são biodegradáveis, leva cerca de 400 anos

aproximadamente para sua decomposição, também esgotamento de combustíveis fósseis e produção química, gerando poluentes. Porém é um polímero que permite a reciclagem e com isso pode ter sobrevivido e evitar que tenhamos que retirar mais e mais substâncias da natureza para sua obtenção.

Esse estudo vem de forma mostrar essa fibra de poliamida e todo seu contexto, seus ensaios e suas aplicações diferenciadas.

11. REFERÊNCIAS

ADAMS, R. – "**A Biography**", *in: High Polymers: A Series of Monographs on the Chemistry, Physics and Technology of High Polymeric Substances*, vol.1, Carothers on High Polymeric Substances, Interscience Publishers, New York (1940).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 10320/1988 - Materiais têxteis - Determinação das alterações dimensionais de tecidos planos e malhas**. Brasil: ABNT. Junho 1988.

_____. **NBR 10588/2015 - Tecidos Planos - Determinação da densidade de fios**. Brasil: ABNT. Fevereiro 2015.

_____. **NBR 10591/2008 - Materiais têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis**. Brasil: ABNT. Julho 2008

BASTOS, Milton, maior conteúdo da cadeia têxtil. Disponível em: <<http://www.textilia.net/>>. Acesso em 10 de junho de 2020.

BURTON, G.; Holman, J.; **LAZOMBI**, L.; **PILING**, G. e **WADDINGTON**, D. - "**Chemical Storylines**", Heinemann Educational Publishers (2000).

COUTEUR, P. e BURRESON, J. – "**I bottoni di Napoleone**". Edizioni TEA, Milano, p.112 (2008).

HERMES, M. - "**Enough for One Lifetime, Wallace carothers the inventor of nylon**", Chemical Heritage Foundation, 1996.

KIRON, Mazharul, **Characteristics of nylon**. Disponível em: <https://textilelearner.blogspot.com/2011/08/characteristics-of-nylon-fabrics_745.html> Acesso em 05 de junho de 2020.

PEREIRA, Adelina. **Técnicas de estudo das fibras naturais**. Conteúdo das aulas semestres de 2019.

SANTIAGO, E. Infoescola 2006, história da seda. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/materiais/seda/>> acesso em 05 de junho de 2020.

ZUMDAL, S. S, "**Chemistry**", **Houghton Mifflin Company**, New York (2007).

12. ANEXO - REGRAS ABNT SOBRE ENSAIO DE COLUNA D'ÁGUA

 <p>ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas</p> <p>Sede: Rio de Janeiro Av. Treze de Maio, 13-28º andar CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680 Rio de Janeiro - RJ Tel.: PABX (021) 210-3122 Telex: (021) 34333 ABNT - BR Endereço telegráfico: NORMATÉCNICA</p>	AGO 1993	NBR 12999
	<p>Material têxtil - Ensaio de resistência à pressão hidrostática - Ensaio de coluna d'água</p>	
<p>Método de ensaio</p> <p>Origem: Projeto 17.003.02-024/1992 CB-17 - Comitê Brasileiro de Têxteis CE-17:003.02 - Comissão de Estudo de Solidez de Produtos Têxteis NBR 12999 - Textile material - Water resistance hydrostatic pressure test - Method of test Descriptor: Textile material Esta Norma cancela e substitui a MB-472/1969 Válida a partir de 30.09.1993</p>		
<p>Palavra-chave: Material têxtil</p>		3 páginas

Copyright © 1993.
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
Printed in Brazil /
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

Exemplar para uso exclusivo - Jetfil Indústria Têxtil Ltda. - CO.507.852/0001-86 (Pedido 10279) Impresso: 09/05/2008

1 Objetivo

Esta Norma prescreve o método para determinação da resistência de materiais têxteis com construção cerrada, com ou sem acabamentos repelenes, à penetração de água quando submetidos à pressão hidrostática.

2 Documento complementar

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

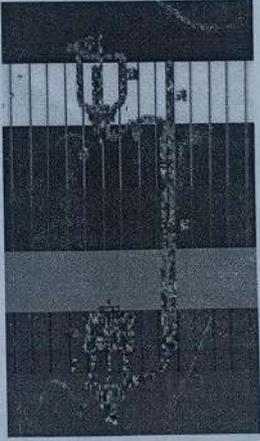
NBR 8428 - Condicionamento de materiais têxteis para ensaio - Procedimento

3 Aparelhagem

3.1 A aparelhagem necessária à execução do ensaio, demonstrada na Figura, deve ser composta de:

- cilindro metálico;
- tubo de vidro;
- reservatório;
- ladrão;
- entrada de água;
- registro;
- morsa ou presilha anular;
- respiro;
- válvula de drenagem.

3.2 O aparelho de pressão hidrostática (ver Figura) deve ser constituído basicamente de um cilindro metálico (A) com diâmetro interno de 113 mm, com suprimento lateral de água e com base afunilada dotada de uma válvula de drenagem para facilitar a limpeza (I).



Figura

3.3 O topo deste cilindro deve ser destinado à fixação do corpo-de-prova por intermédio de uma presilha anular ou de uma morsa, de maneira a permitir uma área ensalada de 100 cm². A entrada lateral de água do cilindro deve ser ligada à parte inferior de um tubo de vidro (B) através de uma mangueira capaz de suportar a pressão do ensaio. Este tubo de vidro deve ser graduado com divisões de 0,5 cm e sua altura não deve ser inferior a 1,5 m, o que equivale a aproximadamente 10,5 kPa.

3.4 Opcionalmente pode ser utilizado um tubo sem graduação, desde que ao seu lado seja fixada uma fita métrica para leitura.

3.5 Em ambos os casos, o valor de zero (0,0 cm) deve ser ajustado para o mesmo nível (altura) do corpo-de-prova (ver Figura).

3.6 O tubo de vidro deve ser abastecido com água a (20 ± 1)°C, através de um reservatório (C) com nível constante de água, a fim de conservar o fluxo também constante, extravasando o excesso desta água por um ladrão (D).

3.7 Entre o reservatório (C) e o tubo de vidro (B) deve haver um registro (F) a fim de regular o fluxo de água à razão de 1 cm/s.

Notas: a) Outras construções são viáveis, desde que permitam um aumento uniforme da pressão e um ajuste preciso dos valores prescritos.

b) Deve-se verificar a ausência de bolhas de ar no sistema durante o ensaio.

4 Execução do ensaio

4.1 Corpos-de-prova

4.1.1 De três diferentes regiões do material, cortar três corpos-de-prova circulares de 130 mm de diâmetro ou quadrados de 130mm de lado, estando estes isentos de dobras, rugas ou defeitos visíveis.

4.1.2 Condicionar os corpos-de-prova durante 12 h antes do início do ensaio, conforme NBR 8428.

4.2 Corpos-de-prova especiais

Para casos especiais em que se deseja saber a influência de vincos ou agregação de água no material, preparar os corpos-de-prova conforme 4.2.1 e 4.2.2.

4.2.1 Formação de vincos

Dobrar o corpo-de-prova ao meio no sentido paralelo aos fios de urdume. Sobre a dobra, colocar massa de 1,5 kg e deixá-la por 2 min. Abrir o corpo-de-prova e, dobrando-o para o mesmo lado, repetir a operação, sendo que no sentido da trama, com a mesma massa e durante o mesmo tempo. Os vincos formados devem cruzar-se em um ângulo reto, no centro do corpo-de-prova.

4.2.2 Agregação de água

4.2.2.1 Submergir os corpos-de-prova em água destilada, que deve estar à temperatura ambiente.

4.2.2.2 Manter os corpos-de-prova submersos por 24 h, com o auxílio de bagueetas de vidro.

4.2.2.3 Secar os corpos-de-prova ao ar e condicioná-los conforme 4.1.2.

Nota: A execução do ensaio deve ser feita, de preferência, no mesmo local climatizado.

4.3 Tratamento em cera ou parafina

A fim de evitar a penetração de gotas de água na margem dos corpos-de-prova, recomenda-se imergi-los em cera ou parafina derretida até largura de aproximadamente 5 mm. Este tratamento deve ser usado para tecidos que apresentem vazamento lateral.

4.4 Ensaio

4.4.1 Renovar a água antes de cada ensaio, a fim de garantir que a sua superfície esteja limpa e isenta de substâncias que possam influir na tensão superficial.

4.4.2 Fixar uniformemente o corpo-de-prova no cilindro metálico, evitando a formação de bolhas de ar localizadas entre a água e o tecido.

4.4.2.1 Para o caso do corpo-de-prova vincado, fixá-lo aberto, de forma que a parte interna das dobras fique em contato com a água.

4.4.3 Abrir o registro do reservatório de água para obter um fluxo constante. O excesso de água deve ser escoado pelo ladrão do reservatório (C).

4.4.4 Aumentar uniformemente a pressão na velocidade de (1 ± 0,5) cm/s, observando simultaneamente a superfície do corpo-de-prova.

4.4.5 Encerrar o ensaio após o surgimento da terceira gota de água na superfície do corpo-de-prova em três diferentes áreas da parte ensaiada.

Notas: a) Gotículas que venham a surgir no ponto de contato do corpo-de-prova e no anel ou flange não devem ser consideradas.

b) No caso de um excesso de gotas nesta área, o ensaio deve ser repetido com um novo corpo-de-prova ou deve-se proceder conforme 4.3.

c) Gotas que surgem umas ao lado das outras devem ser consideradas como localizadas; também neste caso deve-se repetir o ensaio.

5 Resultados

5.1 A altura da coluna d'água formada sobre o nível do corpo-de-prova quando do surgimento da terceira gota deve ser registrada como valor da pressão hidrostática à qual o corpo-de-prova resiste.

5.2 Expressar os resultados em centímetros com arredondamento para 0,5 cm.

5.3 O resultado final deve ser dado pela média aritmética dos três corpos-de-prova.

5.4 Indicar no relatório:

- a) dados do material ensaiado;
- b) todo tratamento dado conforme Capítulo 4;
- c) tipo do equipamento utilizado;
- d) qualquer comportamento anormal dos corpos-de-prova durante o ensaio;
- e) temperatura da água no momento do ensaio;
- f) face ensaiada do material (direita/avessa);
- g) quaisquer desvios desta Norma.