

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA  
ITA**

**Tratamento de Plasma em Fibras de Poliamida 6.6 para  
Otimização da Produção , Redução de Custos no Processo  
de Beneficiamento e Ativação das Propriedades de  
Superfície**

São Paulo

--- 2015 ---

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA .....                    | 4  |
| 1.1 TÍTULO DO PROJETO .....                           | 4  |
| 1.2 RESPONÁVEIS PELA EXECUÇÃO DO PROJETO .....        | 4  |
| 1.3 VÍNCULO INSTITUCIONAL DO PROJETO .....            | 5  |
| 2. QUALIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....                     | 5  |
| 2.1 INTRODUÇÃO .....                                  | 5  |
| 2.2 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE POR PLASMA .....         | 5  |
| 2.3 POLIAMIDA 6.6 .....                               | 5  |
| 3. OBJETIVOS E METAS .....                            | 7  |
| 4. METODOLOGIA .....                                  | 7  |
| 5. PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA .....         | 9  |
| 6. ORÇAMENTO DETALHADO .....                          | 10 |
| 7. EQUIPE E RESPONSABILIDADES .....                   | 11 |
| 8. CRONOGRAMA DE PRODUÇÃO E EXECUÇÃO DO PROJETO ..... | 12 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                   | 13 |

## **RESUMO**

## **RESUMO**

O objetivo principal deste trabalho é modificar as propriedades de superfície em tecidos desenvolvidos em fibras de Poliamida 6.6 com tratamento de plasma, otimizando os processos de fabricação dos tecidos de malha, reduzindo o consumo de corantes, água e energia durante o processo de beneficiamento do tecido, proporcionando melhorias nas propriedades funcionais para aplicação em têxteis técnicos. Serão utilizados os ensaios de determinação do ângulo de contato estático e dinâmico para verificação da absorção de umidade, cinética de tingimento e colorimetria com objetivo de se melhorar a eficiência do processo e reduzir o custo de fabricação. Para caracterização das propriedades físicas, e químicas serão utilizadas as técnicas de Microscopia de Força Atômica, técnica de FTIR

## **1. IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA**

### **1.1 TÍTULO DO PROJETO**

Tratamento de Plasma em Fibras de Poliamida 6.6 para Otimização da Produção , Redução de Custos no Processo de Beneficiamento e Ativação das Propriedades de Superfície.

### **1.2 RESPONÁVEIS PELA EXECUÇÃO DO PROJETO**

#### **1.2.1 Prof. Dr. Gilberto Petraconi Filho**

Coordenador Geral do projeto, Possui mestrado e doutorado em Física pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1997 ) e pós-doutorado em Engenharia Aeroespacial pela Universidade de Campinas(2005). Atualmente é professor associado do Departamento de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica e bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora, nível DT-II do CNPq. Possui experiência na área de plasmas e descargas elétricas com ênfase em materiais e processos para engenharia Aeroespacial, principalmente nos seguintes temas: estudos de fundamentos de plasmas de descargas elétricas, diagnósticos de plasmas e caracterização de materiais, processos de materiais a plasmas frios não térmicos, processos de gaseificação e combustão a plasmas térmicos e não térmicos.

#### **1.2.2 Prof. Dr. Fernando Gasi**

Pesquisador do projeto o Prof. Fernando é graduado em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário da FEI, Mestre e Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas e possui mais de vinte e cinco anos de experiência profissional no segmento industrial. Atualmente é Professor Adjunto I da Universidade Federal do ABC.

### 1.3 VÍNCULO INSTITUCIONAL DO PROJETO

- Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA

## 2. QUALIFICAÇÃO DO PROBLEMA

### 2.1 INTRODUÇÃO

Dentre as técnicas de modificação de superfícies aplicadas na indústria para melhorar adesão, o tratamento por plasma é amplamente utilizado. Diversos estudos têm sido realizados, sobretudo na última década, analisando artigos têxteis de diferentes fibras quanto ao desempenho e aplicações. Hoje, os denominados Têxteis Técnicos têm emergido consideravelmente. O número de trabalhos científicos e de aplicação industrial destes materiais está em crescente evolução (ARAÚJO., R. FANGUEIRO., H. HONG, 2001; BARTELS, V.T., 2011). Os tecidos técnicos são definidos como materiais têxteis produzidos principalmente pela sua importância técnica, desempenho e propriedades funcionais, em vez de sua estética ou características decorativas. (RAKSHIT, MANISHA; GANGOPADHYAY, 2007). O setor dos têxteis técnicos é geralmente segmentado em diversas áreas em função das aplicações concretas: (DAVID, 2010):

- *Indutech*: filtros e isolantes para aviação.
- *Clothtech*: componentes funcionais para calçado e vestuário;
- *Geotech*: geotêxteis e engenharia civil;
- *Medtech*: higiene e medicina;
- *Sporttech*: componentes para desporto e lazer

Com a descarga plasmática DBD pode-se modificar a superfície da poliamida 6.6, aumentando a sua hidrofilidade e capacidade de tingir, reduzir a temperatura no processo de tingimento, possibilitar a obtenção de cores mais intensas, mais sólidas e com diferentes tonalidades, otimizar o processo de tingimento da poliamida 6.6 (SOUTO, Antonio Pedro; OLIVEIRA, Fernando Ribeiro; CARNEIRO, Noêmia, 2011).

Por esse motivo, foi escolhida a fibra de poliamida 6.6 para o tratamento de plasma. A importância deste trabalho está na modificação das superfícies da poliamida 6.6, para se avaliar a redução da concentração de corante e consumo de água durante o processo de fabricação; proporcionar uma maior funcionalidade nas propriedades do tecido em poliamida 6.6 (absorção, adesão, proteção contra radiação ultravioleta).

A modificação das propriedades de superfícies cria possibilidades ilimitadas para o desenvolvimento de novos produtos para indústria têxtil, em especial na área de têxteis técnicos.

### 2.2 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE POR PLASMA

Na Física e na Química o Plasma é considerado um gás parcialmente ionizado contendo elétrons, íons positivos e negativos, radicais, átomos e moléculas. A ionização dá-se pela introdução de energia em todo o gás por meio de corrente elétrica direta, rádio frequência ou fontes de energia de microondas (INAGAKI *et al.*, 1997; INAGAKI *et al.*, 1999).

Com relação ao estado térmico do gás, existem dois tipos de plasma: o quente e o frio. Plasmas quentes, caracterizados por uma temperatura média entre 1500 a 3500°C, são usados no tratamento superficial de materiais

metálicos para aumentar a dureza das ligas metálicas. Os plasmas frios com temperatura inferior a 100°C são mais frequentemente utilizados no tratamento de materiais com baixo ponto de fusão. Nos materiais poliméricos, o plasma frio é empregado para melhorar as propriedades de superfície, como molhabilidade e adesão, através da interação das espécies reativas com a superfície (CAIAZZO, 1996). O efeito do tratamento por plasma sobre um determinado material é caracterizado pelo tipo de reação química entre a sua superfície e os gases presentes no plasma e as mudanças que ocorrem na superfície dependem da composição química do polímero e dos gases usados (D'AGOSTINO, 1999).

Em geral, o tratamento de um polímero com plasma produz mudanças significativas na molhabilidade e adesão, devido às alterações na composição química, peso molecular e morfologia da camada superficial. Os efeitos do tratamento com plasma, mesmo que a intensidade da atividade das espécies reativas na superfície seja alta, afetam apenas uma camada superficial (aproximadamente entre 50 Å e 10 µm de espessura) (COOPES *et. al*, 1982).

Há dois processos de interesse no estudo do plasma, à baixa pressão (aproximadamente de 1 torr) e à pressão atmosférica. Plasma à pressão atmosférica tem como exemplo típico, o tratamento por Descarga Corona (COOPES *et. al*, 1982).

A Descarga Corona em Ar Atmosférico consiste de íons carregados positivamente, elétrons, espécies excitadas ou metaestáveis de oxigênio e nitrogênio. As energias das partículas (1-20 eV) são suficientes para quebrar ligações C-C e C-H (2,54 eV e 3,79 eV, respectivamente) e gerar radicais livres na superfície do polímero, os quais podem reagir com átomos de oxigênio e formar grupos polares, principalmente, CO, C=O, C-O (FRALEY e MEKA, 1994). A figura 1 mostra o princípio da descarga de dupla barreira.

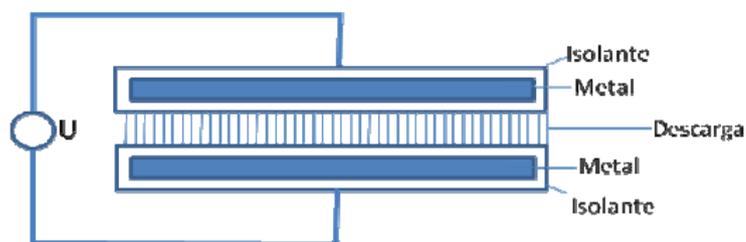


Figura1. Descarga de dupla barreira

No presente trabalho aplicaremos a Descarga Corona em Ar Atmosférico nas amostras a serem analisadas.

## 2.3 POLIAMIDA 6.6

As Poliamidas são polímeros que podem ser encontrados na natureza, como a lã ou a seda, e também podem ser sintéticos, como o náilon ou o *kevlar*. São caracterizadas por possuírem alta resistência à tração, elasticidade, tenacidade e resistência à abrasão.

As superfícies destes polímeros possuem baixa propriedade de molhabilidade e adesão com outros materiais, devida a sua baixa energia livre superficial e a inércia química. Os tratamentos superficiais são capazes de modificar a superfície dos polímeros, alterando grupos químicos e, até mesmo, a topografia do material,

melhorando a adesão a outras superfícies. A descarga plasmática DBD causa um aumento nos grupos carboxílicos e amínicos na poliamida 6.6, permitindo assim um aumento dos grupos polares, possibilitando um aumento da força colorística e das propriedades de absorção (SOUTO, Antonio Pedro; OLIVEIRA, Fernando Ribeiro; CARNEIRO, Noêmia, 2011).

### 3. OBJETIVOS E METAS

Este trabalho tem por objetivo a otimização dos processos de produção e redução do consumo de corante, água e energia durante o processo de fabricação do tecido de Poliamida 6.6 e tratado por plasma, assim como avaliar e comparar as propriedades de absorção, afinidade tintorial, adesão e proteção contra radiação ultravioleta após o tratamento, visando compreender a nova dinâmica dos tecidos de malha utilizados na aplicação de têxteis técnicos.

Para a consecução do objetivo da presente proposta, as seguintes metas serão executadas:

- ❑ Revisão Bibliográfica para verificar o Estado da Arte;
- ❑ Tratar com descarga corona os materiais de fibras de poliamida 6.6;
- ❑ Medir ângulo de contato dos tecidos de poliamida 6.6 tratados com descarga corona;
- ❑ Verificar a curva de montagem dos corantes durante o processo de beneficiamento, consumo de corante, tempo de processo, redução do consumo de água.
- ❑ Determinar a hidrofiliidade de tecidos de poliamida 6.6 tratados com corona; propriedades de adesão, rugosidade, proteção contra radiação ultravioleta.
- ❑ Verificar a estabilidade em relação ao tempo dos efeitos causados pela descarga corona em tecidos de poliamida 6.6.
- ❑ Elaborar relatórios de pesquisa através de publicações em eventos e veículos comunicação científica.

### 4. METODOLOGIA

Os referenciais teóricos no que diz respeito à abordagem metodológica utilizada neste estudo tratam-se, sobretudo, de uma pesquisa qualitativa. A metodologia fará uso de basicamente de três instrumentos de pesquisa durante o seu percurso investigativo: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo.

A pesquisa bibliográfica percorrerá todo o trabalho, estando presente principalmente nas discussões que darão suporte e aprofundamento às questões que permeiam a pesquisa. Na pesquisa de campo, os tecidos de malha de poliamida 6.6 serão tratados com plasma corona sendo posteriormente verificadas as propriedades físicas e químicas.

O equipamento a ser utilizado para tratamento dos tecidos de malha, será o Plasma Labo, do fabricante de máquinas têxteis Arioli (figura 1).



Figura 1. Equipamento de plasma para laboratório

A máquina pode trabalhar com todos os gases comumente usados para tratamentos de plasma:

- ❑ quimicamente inerte (por exemplo, hélio e argon).
- ❑ reativo e não polimerizável (por exemplo, amoníaco, ar e azoto).
- ❑ reativo polimerizável e (por exemplo, tetrafluoroetileno, hexametildissiloxano)

Na caracterização física e química das substâncias purificadas serão aplicados métodos físico-químicos, através das seguintes técnicas que estão disponíveis nas instituições envolvidas na presente proposta:

- ❑ **Curva de Tingimento e Ensaio de Solidez a Lavagem** são importantes para determinação de parâmetros da cinética de tingimento do corante.
- ❑ **Solidez a lavagem solidez ao suor ácido, solidez a água clorada** determinam o grau de solidez de uma determinada cor, bem como a transferência do corante dos tecidos beneficiados
- ❑ A **Microscopia de Força Atômica** tem sido muito utilizada nos últimos anos, devido às grandes vantagens que possui quando comparada às microscopias eletrônicas de varrimento (SEM) e de transmissão. Através desta análise pode-se verificar quantitativamente a rugosidade de uma dada amostra, entre os diversos parâmetros de rugosidade descritos na literatura, destacam-se Ra, Rq e Rmax. A rugosidade média Ra (*roughness average*) é a média aritmética das distâncias entre a linha média (eixo x) e cada ponto do perfil de rugosidade da superfície, Rq representa o desvio médio quadrático sendo um parâmetro correspondente ao Ra. A rugosidade máxima, Rmax, é o maior valor das rugosidades parciais, que se apresenta no percurso de medição.
- ❑ **Ângulo de Contato** - Uma das maneiras de analisar o fenômeno de molhabilidade de um sólido por um líquido é através do estudo do ângulo de contato. O conceito de tensão superficial é que define termodinamicamente o fenômeno de molhabilidade. Em contato com uma superfície sólida plana, um líquido poderá se espalhar completamente ou, mais provavelmente, ficar na forma de gota com um determinado ângulo de contato. O ângulo de contato tem um papel importante para avaliar o decaimento do tratamento de plasma;
- ❑ A técnica de **FTIR** é baseada na absorção de fótons da radiação eletromagnética no infravermelho variando de 700 a 4800 nm. Através desta técnica obtêm-se informações quantitativas e qualitativas do material em análise. Neste trabalho será aplicada para avaliar o quantitativo de

componentes químicos que contribuem para a formação molecular nas fibras em análise. Os princípios físicos envolvidos são a resposta de vibrações moleculares dos elétrons da região mais externa presentes nos átomos que constituem a molécula. Estas perturbações são transmitidas por toda estrutura molecular. A resposta é um espectro da absorção em função do número ou do comprimento de onda, cada pico de absorção dá porcentagem e o tipo de ligação química na molécula.

- A técnica de **espectrofotometria (UV-VIS)** é baseada na transmissão de radiação eletromagnética atravessando o material em análise, na faixa do ultravioleta ao visível (190 – 1100 nm). Neste trabalho será aplicada para avaliar e quantificar os componentes químicos presentes na amostra, de forma qualitativa e quantitativa, de modo a contribuir na identificação da estrutura molecular, através de informações sobre ligações químicas do tipo entre átomos de Hidrogênio, Carbono, Nitrogênio e outros, presentes em grande quantidade em substâncias orgânicas.
- E por fim para uma completa investigação sobre substâncias a serem encontradas serão feitas medidas de **difração de Raios-X** a baixo ângulo, para dar informações da estrutura amorfa-cristalográfica da distribuição atômica dos princípios ativos a identificar. A técnica baseia-se na radiação eletromagnética em comprimentos de ondas entre a radiação gama e o ultravioleta. Normalmente os difratômetros comerciais são projetados para comprimento de onda de 1,4 nm, sendo suficiente para identificar a distribuição atômica de materiais de origem orgânica.

## 5. PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA

A importância deste trabalho está no estudo da modificação das superfícies da poliamida 6.6 do tratamento por plasma, para substituir os processos convencionais de preparação de tecidos, os quais utilizam agentes químicos que agredem os efluentes têxteis e geram diversas substâncias nocivas ao meio ambiente. O Plasma propõe-se como tratamento prévio do material sem ação de tais agentes, sendo exclusivamente um tratamento físico, além de não haver consumo de água, o processo é único e mais rápido que os processos convencionais utilizados.

Por outro lado, a modificação das propriedades de superfícies cria possibilidades ilimitadas para o desenvolvimento de novos produtos para a indústria têxtil, em especial na área de tecidos técnicos e inteligentes. Com relação ao potencial de inovação, espera-se:

- A melhoria no processo de beneficiamento dos tecidos de malha de poliamida 6.6: economia de corantes, redução no tempo de fabricação, diminuição no consumo de água.
- Possibilidades de patente no segmento de beneficiamento têxtil após análise da curva de montagem do corante e sua respectiva solidez comparativamente a amostra não tratada.
- Melhoria nas propriedades funcionais do tecido tratado.

## 6. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Na Tabela 1, é apresentado o cronograma físico-financeiro de execução das atividades previstas organizado por ano de projeto. O aporte financeiro solicitado ao CNPq consiste em dois grupos bem distintos: Material Permanente e Serviços de Terceiros, conforme detalhado na Seção 7.

**Tabela 1 – Cronograma Físico-Financeiro.**

| CÓDIGO   | ETAPA/DESCRIÇÃO                  | FÍSICO/<br>FINANCEIRO            | TOTAL ETAPA | ANO 1 | ANO 2 |
|----------|----------------------------------|----------------------------------|-------------|-------|-------|
| 44.90.52 | Material Permanente              | Físico %<br>Financeiro %         |             |       |       |
| 33.90.30 | Material de Consumo              | Físico %<br>Financeiro %         |             |       |       |
| 33.90.33 | Passagem e Despesa com Locomoção | Físico %<br>Financeiro %         |             |       |       |
| 33.90.14 | Diárias                          | Físico %<br>Financeiro %         |             |       |       |
|          | <b>TOTAL</b>                     | <b>Físico %<br/>Financeiro %</b> |             |       |       |

## 7. PROPOSTA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA

No Quadro 1 estão listados os recursos necessários para execução do projeto e suas justificativas.

**Quadro 1 - Descrição dos itens e justificativas para sua aquisição.**

| UND.               | ITEM                              | JUSTIFICATIVA  | VALOR                 |
|--------------------|-----------------------------------|--|-----------------------|
| 02                 | Notebook Asus                     | Realizar pesquisa de campo, simulações computacionais, relatórios e artigos.   | R\$ 4.000,00          |
|                    | Equipamento                       | Aplicar o Plasma DBD   | R\$ 80.000,00         |
| 10                 | Material de Consumo               | Reagentes e vidrarias para preparação das diversas amostras de tecidos.  | R\$ 10.000,00         |
| 8                  | Passagem e Despesas com Locomoção | Deslocamento dos pesquisadores envolvidos para realização de medidas físicas e químicas nas cidades de São Paulo e Campinas                        | R\$ 10.000,00         |
| 20                 | Diárias                           | Diárias para participação em eventos científicos dos pesquisadores envolvidos no projeto e/ou pesquisadores convidados para palestras e seminários | R\$ 6.756,60          |
| <b>VALOR TOTAL</b> |                                   |  | <b>R\$ 110.756,60</b> |

## 7. EQUIPE E RESPONSABILIDADES

| PESQUISADOR              | FUNÇÃO      | RESPONSABILIDADE  | FORMAÇÃO            | TITULAÇÃO                    |
|--------------------------|-------------|---|---------------------|------------------------------|
| Gilberto Petraconi Filho | Coordenador | Interação com pesquisadores colaboradores de outras instituições, além de ser o responsável pela divulgação dos resultados e elaboração dos relatórios. | Engenharia Mecânica | Doutor em Física             |
| Fernando Gasi            | Pesquisador | obtenção e preparação das amostras, medidas ângulo de contato, microscopia e espectrometria, análise dos dados.   | Engenharia Mecânica | Doutor em Engenharia Química |
|                          |             |   |                     |                              |
|                          |             |   |                     |                              |

## 8. CRONOGRAMA DE PRODUÇÃO E EXECUÇÃO DO PROJETO

| METAS  | AÇÕES  | ATIVIDADES                              | INDICADOR  | CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO (MESES) |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|--|--|---|--|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|--|
|  |  |   |  | 1                              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |   |  |
| 1. Estado da Arte  | Pesquisa Bibliográfica   | Biblioteca Central                      | Livros/Apostilas/Revistas  | x                              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Internet                                | Sites relacionados com o tema  |                                | x | x |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Resumo                                  | Texto de 20 páginas  |                                |   |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
| 2. Tratar com descarga corona materiais de fibras de poliéster e poliamida 6.6   | Aquisição do equipamento Corona  | Treinamento                             | Tratamento dos tecidos   |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  | Preparação das amostras  | Selecionar os fios                      | Amostras   |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Construção dos tecidos de poliamida 6.6 |  |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
| 3. Medir ângulo de contato dinâmico e estático do tecido de poliamidas 6.6 tratados com descarga corona e não tratados.  | Analisar o fenômeno da molhabilidade   | Determinar o ângulo de contato          | Ângulo de Contato<br>Norma NBR 1300 – Determinação da Hidrofilidade do Tecido                    | *                              | * | * |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
| 4. Caracterizar as propriedades físicas e químicas das amostras tratadas e não tratadas  | Análise físico-química   | Microscopia Atômica                     | Rugosidade   |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Difração de Raio X                      | Estruturas amorfas e cristalinas   |                                |   |   | * | * | * | * | * |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | FTIR                                    | Informações qualitativas e quantitativas   |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
| 5. Determina para as amostras tratadas e não tratadas; cinética de tingimento, absorvância, solidez a lavagem, consumo de água e corante, propriedades funcionais. | Curva de tingimento<br>Força colorística<br>Consumo de corante<br>Determinar as mudanças das propriedades funcionais | Colorimetria                            | Força Colorística  |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Ensaio de Solidez a lavagem             | Escala cinza   |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Consumo de corante                      | Absorvância  |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    | *  | *  | * | * |  |
|  |  | Propriedades de Superfície              | Ângulo de contato<br>UPF - Fator de Proteção Ultravioleta<br>Tensão superficial<br>Hidrofilidade |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
| 5. Relatório de Atividades   | Elaborar o Relatório técnico-científico  | Registro Fotográfico                    | Relatório Finalizado   |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Apostilas dos Experimentos              |  |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Questionários de Avaliação              |  |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Artigos Publicados                      |  |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |
|  |  | Congressos                              |  |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |

LEGENDA: ( x ) Primeiro Ano Projeto E; ( \* ) Segundo Ano do Projeto

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARUP RAKSHIT, MANISHA HIRA & U. K. GANGOPADHYAY. *Technical Textiles – What India need to do now*, 2007.

BUZETO, F. A. Modificação de Superfície da Borracha Natural por Descarga Corona, 2008. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia Química.

COSTA, T. H. C.; FEITOR M. C.; ALVES JR., C.; FREIRE P. B.; BEZERRA, C. M. **Journal of Materials Processing Technology**. 173 (2006) 40-43.

CANAL, C.; MOLINA, R.; BERTRAN, E.; ERRA, P. Wettability, ageing and recovery process of plasma-treated polyamide 6. **J. Adhesion Sci. Technol.**, v. 18, p. 1077-1089, 2004.

CAIAZZO, F., CANONICO, P., NIGRO, R., TAGLIAFERRI, V. Electrode Discharge for Plasma Surface Treatment of Polymeric Materials. **Journal of Materials Processing Technology**, v.58, p.96-99. 1996.

COOPES, I. H., GIFKINS, K.J. Gas Plasma Treatment of Polymer Surfaces. **J. Macromolecules Science Chem.**, v.A17(2), p.217-226. 1982.

D'AGOSTINHO, R. Plasma deposition, treatment, and etching of polymers. London: Ed. Academic Press, INC. 1990.

DAVID RIGBY. *Technical textiles and nonwovens: world market forecasts to 2010* ;

FARLEY, J.M.; MEKA P., Heat Sealing of Semicrystalline Polymer Films. II Effectos the Corona Discharge Treatment of LLDPE. **Journal Applied Polymer Science**, v. 51, p. 121-131, 1994.

FERRERO, F.; Wettability measurements on plasma treated synthetic fabrics by capillary rise method. **Polymer Testing**. v. 22, p. 571-578, 2003.

FOERCH R.; KILL, G.; E WALZAK, M. Plasma Surface Modification of Polypropylene: Short-Term vs. Long-Term Plasma Treatment. **Journal of Adhesion Science and Technology**, v. 7, p. 1077-1089, 1993.

GASI, F. Comparativo das Propriedades de Permeabilidade ao Vapor, Capilaridade e Proteção Ultravioleta em Tecidos de Poliamida 6.6 e Poliéster em Tecido de Malha Para Atividade Física, 2010. Tese (Doutorado) - **Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia Química.

GIORDANO, J. B. Tratamento Corona sobre Superfícies Têxteis, 2007. Tese (Doutorado) – **Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia Química.

HEGEMANN, D.; BRUNNER, H.; OEHR, C. Plasma treatment of polymers for surface and adhesion improvement. **Nuclear Instruments and Methods in Physics research B**. v. 208, p. 281-286, 2003.

INAGAKI, N.; TASAKA, S.; UMEHARA, T. Effects of surface modification by remote hydrogen plasma on adhesion in poly(tetrafluoroethylene)/copper composites. **J. Appl. Polym. Sci.**, v. 71, n. 13, p. 2191-2200, 1999.

INAGAKI, N.; TASAKA, S.; INOUE, T. Surface modification of aromatic polyamide film by plasma graft copolymerization of glycidylmethacrylate for epoxy adhesion. **Laboratory of Polymer Chemistry, Faculty of Engineering**, Shizuoka University, 3-5 Johoku, Hamamatsu, 432 Japan, Nov., 1997.

IRINEU, R. M. S. Comparação das Propriedades das Superfícies da Poliamida 6.6 Tratada Por Plasma e por Radiação Ionizante. 2010. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

- KAMISKA, A.; KAZMAREK, H.; KOWALONEK, J. The influence of side groups and polarity of polymers on the kind and effectiveness of their surface modification by air plasma action. **European Polymer Journal**. v. 38, p. 1915-1919, 2002.
- KAULING, A. P. Modificação da Superfície do Polipropileno Por Imersão em Plasma de Baixa Energia, 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul.
- M. ARAÚJO.; R. FANGUEIRO.; H. HONG. Têxteis Técnicos: Materiais do Novo Milénio. Williams, Lda. Braga, 2001.
- MAS. A.; JAABA, H.; E SCHUE, F. Modification of Poly(3-hydroxybutyric acid)co-(3-hydroxyvaleric acid) Film Surfaces in an Oxygen Low Pressure Plasma. **Macromolecular Chemistry and Physics**. v. 197, p. 2331-2341, 1996.
- NEGULESCU, I. I., ET AL. Characterizing Polyester Fabrics Treated in Electrical Discharges of Radio-Frequency Plasma. **Textile Research Journal**. v. 70, p. 1-7, 2000.
- POLL, H. U.; SCHLADITZ, U.; SCHREITER, S. Penetration of plasma effects into textile structures. **Surface & Coatings Technology**. v. 142-144, p. 489-493, 2001.
- SELLI, E., ET AL. Characterization of poly(ethylene terephthalate) and cotton fibres after cold SF6 plasma treatment. **J. Mater. Chem**. v. 11, p. 1985–1991, 2001.
- SOUTO, P.; OLIVEIRA, F.; CARNEIRO, N.. Polyamide 6.6 Modified by DBD Plasma Treatment for Anionic Dyeing Processes. Textile Dyeing, Edited by Prof. Peter Hauser, 2011.
- VOHRER, U.; MULLER, M.; OEHR, C., **Surface & Coatings Technology** 98 (1998) 1128-1131.
- VAN DER MAI, H.C.; STOKROOS, I.; SCHAKENRAAD, J.M.; BUSSCHER, H.J. Aging effects of repeatedly glow-discharged polyethylene: influence on contact angle, infrared absorption, elemental surface composition and surface topography. **J. Adhesion Sci. Technol**. v. 5, n. 9, p. 757–769, 1991.
- WONG, K. K., ET AL. Wicking properties of Linen Treated with Low Temperature Plasma. **Textile Research Journal**. v. 71, p. 49-56, 2001.

São Paulo, 02 de julho de 2012.

Prof. Dr. Fernando Gasi  
**Universidade Federal do ABC**