

# **BARRAMENTO EM TECIDOS DE MALHA**

**AUTOR:** Ernesto José Falcetta

Consultor de Organização - Qualidade e Produtividade.

## **RESUMO:**

Barramento em tecidos de malha, observado tanto em máquinas circulares como retas, resulta de um efeito ótico contínuo ou de faixas de tonalidades diferentes das do tecido base (mais claras ou mais escuras) e é provocado por desuniformidade identificada como diferenças nas propriedades físicas ou químicas ou variações na densidade do utilizado no tecido (laçada mais fechada - Ref. 1).

Este fenômeno representa um dos principais problemas que afetam a qualidade dos tecidos terminados, já tingidos, e provocam sua desclassificação, retingimento ou desvios para usos menos críticos.

Apresentamos os processos de fabricação das poliamidas 6 e 66, destacando as principais variações que afetam a qualidade dos fios, e os controles de processos utilizados para atender às crescentes solicitações dos usuários.

## **1- Produção das poliamidas 6 e 66**

As poliamidas surgiram nos anos de 1935 (66) e 1937 (6) desenvolvidas em USA (Carothers - Du Pont) e Alemanha (P. Schache - I.G. Farben Industrie) apresentadas como fibras com aplicações industriais, no final da década de 40, e persistem na atualidade, representando mais de 95% do total das poliamidas para uso têxtil.

As propriedades características de maleabilidade (toque como seda) e resistência a abração permitem identificar seu nicho de mercado, onde são praticamente insubstituíveis. Assim, por exemplo:

- Meias masculinas e Femininas
- Artigos esportivos e de praia.
- Lingerie, Renda.
- Calçados Esportivos.
- Tecido Plano de alta tenacidade (valises).
- Tapeçaria e Carpetes
- Revestimento para indústria automobilística.

A grande afinidade tintorial e perfeita modelagem ao corpo, especialmente em mescla com filamentos de elastano (spandex) aumentaram sua aplicação em roupas íntimas femininas, artigos de praia e meias.

Melhorias visuais foram desenvolvidas com a modificação da seção transversal dos fios (corte trilobal), que permitiu aumentar a reflexão da luz dando características de maior brilho, realçando as peças íntimas e os vestidos de noite e aumentando as possibilidades em definir novas tendências da moda.

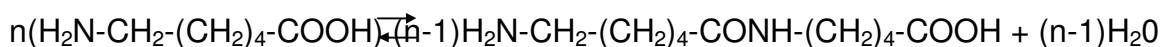
A nova geração de máquinas de malha circular ou plana, com tecnologia avançada, incorporaram as facilidades da informática para preparação de tecidos com desenhos antes impossíveis de serem desenvolvidos. Esta nova tecnologia impôs desafios aos fabricantes de fios de poliamida, no sentido de melhorar sua qualidade e uniformidade.

Os princípios químicos de polimerização das poliamidas 6 e 66 são similares quanto à formação de amidas lineares por reação de grupos combinados com grupos carboxilos com aminas. A reação de tingimento com corantes aniônicos são similares, porém com certas diferenças entre ambas poliamidas, devido principalmente ao desenvolvimento espacial de cada estrutura molecular.

Apresentamos a seguir uma breve descrição dos processos de produção de cada poliamida:

## 1.1 - Poliamida 6

Fabricadas a partir do monômero **caprolactama**, molécula única que possui 6 átomos de carbono linear e nas extremidades grupos de carboxilo - (COOH) e de amina (-NH<sub>2</sub>) que reage em processo contínuo adicionando-se pelos extremos, alongando o tamanho da macromolécula.



CAPROLACTAMA POLIAMIDA 6

O polímero produzido em forma contínua, sai do reator, sendo necessário eliminar as partes que não reagiram (aproximadamente 10%) e que são extraídas por lavagem com água desmineralizada a 95° C. ( Fig. 1 ).

A água de lavagem com os não reagidos (monômeros e produtos parcialmente polimerizados e solúveis em água) é enviada a uma unidade de recuperação de lactama, para posterior realimentação ao processo de polimerização.

O polímero lavado é conduzido aos secadores contínuos em meio de nitrogênio aquecido e seco, que garantam eliminar o excedente de umidade atingindo valores menores que 0.06%, adequados aos processos de fiação.

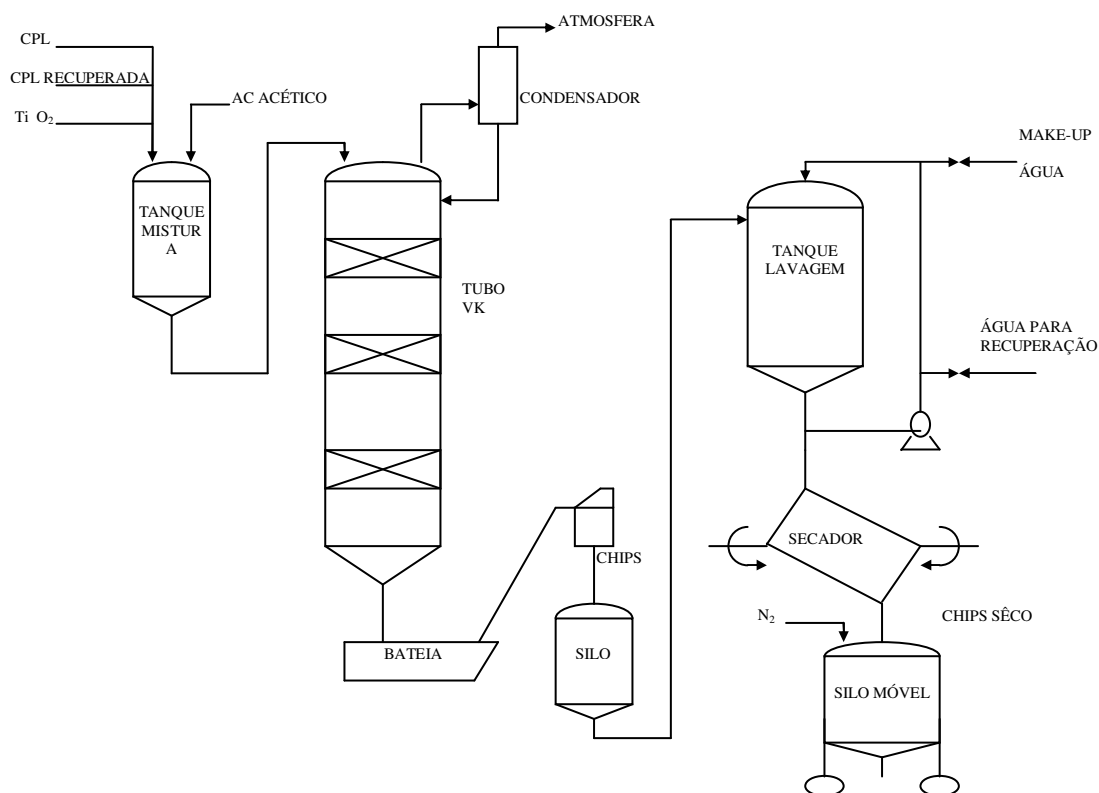


FIG . 1 - POLIMERIZAÇÃO DE CAPROLACTAMA - POLIAMIDA 6

## 1.2 - Produção das Poliamidas 66

### 1.2.1 - Matéria-Prima

Para a preparação desta poliamida é necessária a reação de dois tipos de monômeros.



Diácido obtido como produto intermediário do segundo monômero.



Ambos os produtos se obtêm por sínteses de processos petroquímicos, a partir de fenol ou de adiponitrila.



### 1.3 - Principais propriedades das poliamidas 6 e 66

A diferença principal entre as poliamidas é encontrada na temperatura de fusão, devido a formação e estrutura molecular espacial no PA 66, exigindo maior energia térmica para alcançar o estado líquido de alta viscosidade.

Como todo termoplástico são sensíveis à oxidação e deve ser evitado seu contato com O<sub>2</sub> em estado fundido.

As principais propriedades são :

	Poliamidas 6	Poliamidas 66
- Densidade (gr/cm <sup>3</sup> )	1.14	1.14
- Ponto de fusão	216	256
- TG (°C)	50/52	55/57
- Viscosidade fundido (poise)	1000	1100
- VR em H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a 96%	2.50	2.48
- Grupos H <sub>2</sub> N- (MEQ/Kg)	59	67
- Grupos HOOC- (MEQ/Kg)	31	51
- Peso molecular	13/16500	15/18000

OBS.: Referência Fibras de Poliamidas - Prof. Joaquim G. Gacem - 1986

### 1.4 - Qualidade - Controle de processo

A polimerização, por tratar-se de reação química, requer um especial controle de processo e conhecimento técnico e estequiometria, viscosidade e reologia para adequar o polímero às distintas aplicações.

A produção de poliamidas 6, por ser realizado em reator contínuo, possui uma maior uniformidade quando comparadas com PA 66 por batch. Entretanto, devido as modernas tecnologias de controle de processo por monitoração computadorizada, podemos considerar como desprezível a probabilidade de correlacionar **BARRAMENTO** ao processo de polimerização.

## 2 - Processo de fabricação dos fios de poliamidas

Os processos de fabricação de fios para os dois tipos de poliamidas são similares. Apresentaremos um esquema (Fig. 3) das etapas de fabricação na fiação convencional tipo LOY ( Low oriented yarn ). Os modernos processos incorporam na bobinadeira a estiragem do fio, sendo este processo conhecido como FOY ( Full oriented yarn ).

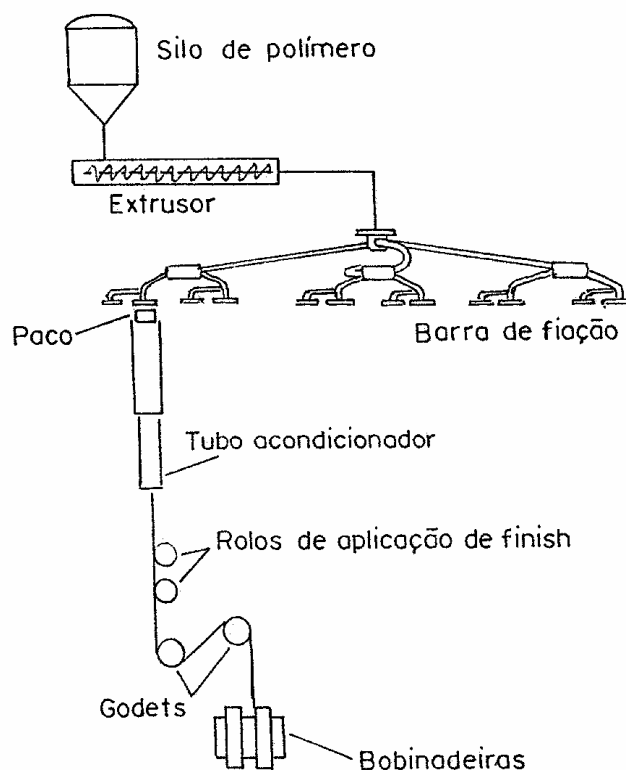


Fig.- 3 Esquema de fiação-bobinadeira

Este processo é o mais importante para a formação do fio e de seu futuro comportamento em todo o processo seguinte, inclusive para garantir a melhor qualidade do tecido.

Podemos apresentar as 4 etapas principais :

## 2.1 - Paco :

Após a fusão e extrusão o polímero é distribuído por um manifold dentro da Barra, aquecida uniformemente com óleo térmico. O polímero entra no paco ( Fig. 4 ) constituído por um sistema de :

- Areia ou pó metálico filtrante.
- Filtros metálicos com distintas aberturas de malha sendo a menor de 360 mesh. (equivalente a 1 micron).
- Fieira, consistente em uma placa com capilares por onde se extruda o fio, o diâmetro varia de 0.15 a 0.25 mm de acordo com o tipo de filamento.

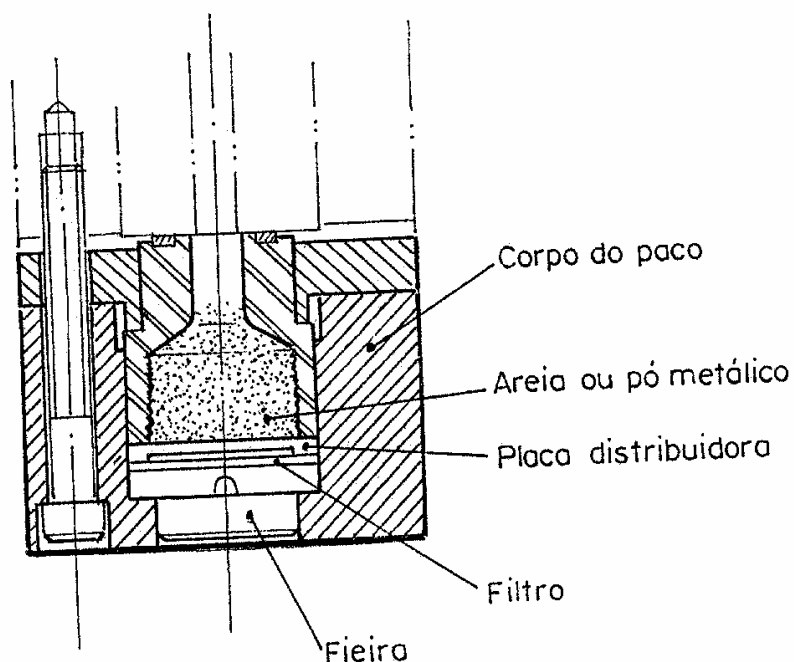


Fig. - 4 Corte do paco

Cada elemento possui a seguinte função:

- A-** Areia ou pó metálico : Esta camada é colocada para filtrar e reduzir os gels, pelo efeito de corte ou cisalhamento, sobre o polímero, quando este passa sob pressão pelos canais que se formam. O pó metálico, por possuir uma forma menos arredondada que a areia e com várias fases em ponta e cortante, produz um efeito de corte maior que a areia e uma queda de pressão menor, aumentando assim a vida do paco e com melhor performance nas estiradeiras e urdideiras ( Ref. 3 e 4 ).
- B-** Filtros metálicos : Constituídos por uma camada de filtros metálicos com a finalidade de reter partículas ou aglomerados de  $TiO_2$  evitando desuniformidade no fio e roturas durante o processo de estiragem.
- C-** Feira : É o elemento principal do conjunto do paco. Desde o processo de fabricação até a limpeza e colocação requer cuidados e manuseios especiais. O controle do capilar que varia para cada título produzido e realizado por microscopia de profundidade e mais recentemente com os FDM - *Flow Diviation Monitor* que controla o fluxo por capilar de uma corrente de óleo, ar e outros.

Os capilares ( Fig. 5 ) são projetados para permitir a passagem de um fluxo em regime laminar de forma de evitar a turbulência com valores de velocidades (*jet velocity*) especificada. Os principais problemas dos fios na saída são do tipo :

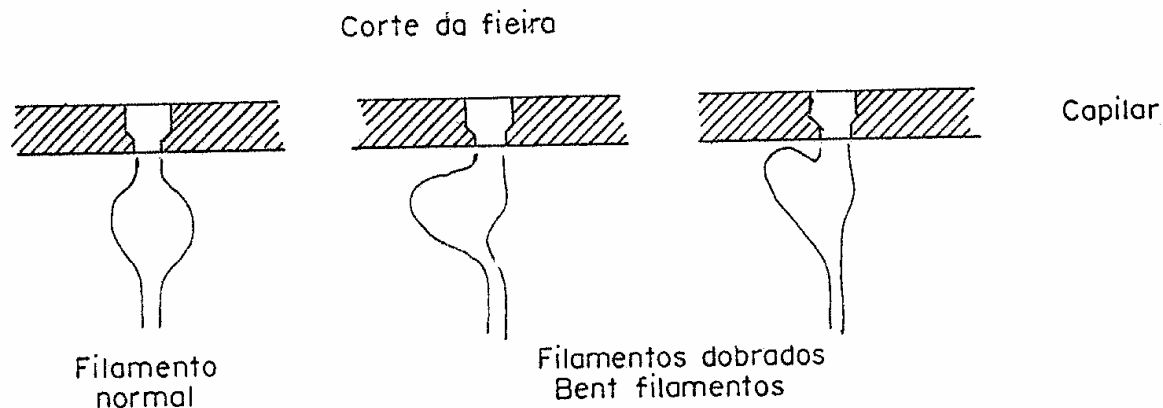


Fig.-5 Defeitos mais comuns observados na saída do capilar

A correta distribuição do fluxo pelos capilares, determina a uniformidade dos filamentos é de suma importância para evitar o **BARRAMENTO**.

## 2.2 - Quenching

É denominado *quenching* ao processo de resfriamento do fio. É conhecido que a característica do fio é definida após 15 cm da fieira. Isto porque considerando o polímero uniforme, a saída da fieira e sem resfriamento dentro da chaminé definiria as propriedades físicas e tintoriais.

É comum encontrar variações ou desuniformidades de tingimento entre posições de uma mesma barra devido a desuniformidade em :

- Velocidade do ar na chaminé.
- Tipo ou estado das malhas.

Diferentes tipos de malhas de Quenching tem sido desenvolvidos sendo que os mais avançados utilizam malhas e placas sintéticas acompanhadas de sistema de controle automático de pressão diferencial em cada chaminé.



Variáveis que podem ser medidas como controle de processo mais utilizadas são :

- Stick point : ponto de pegóteo do fio, medido em cm.
- Variação de USTER.
- Birrefringência : variação de luz polarizada que caracteriza o grau de orientação (cristalinidade) do fio.

### **2.3 - Óleo de acabamento**

As poliamidas 6 e 66 requerem a aplicação de emulsão de óleo de acabamento em água com concentração da ordem de 4 a 5% para obter lubrificação e comportamento antiestático dos filamentos.

Ambas funções são fundamentais para a uniformidade e boa performance dos fios de poliamidas nos processos de urdume e malharia. Um controle de processo por posição e aplicação do óleo por bombas dosadoras , conseguem melhorar a distribuição e uniformidade sobre a superfície do fio.

Aumentos de tensões provocada por atrito entre o fio e as cerâmicas ou guias das máquinas são muitas vezes responsáveis por variações de tensões que caracterizam a presença do barramento no tecido.

### **2.4 - Controle de processo e qualidade**

Os processos subsequentes na produção dos fios, como estiradeiras e urdideiras, não são críticos para a formação do defeito estudado (Barramento).

Estes são processos físicos contínuos, e se controlada a rugosidades das superfícies críticas dos guias fios metálicos e cerâmicos, as variações de tensões entre posições serão menores e não provocarão defeitos.

Nas estiradeiras (processos convencionais) estão sendo atualmente instalados os jets de entrelaçamento (*interlacing*) com objetivo de provocar um entrecruzamento dos filamentos de cada cabo ao passar por um jato de ar comprimido. O fio submetido a este processo é adequado para uso em tear de alta velocidade, incrementando a eficiência da máquina em mais de 40%. Um rigoroso controle do entrelaçamento (nós por metro), limpeza dos jets, pressão do ar de linhas, bem como a qualidade do ar (isento de óleo) é necessário para garantir a uniformidade dos fios.

A implantação dos Programas de TQC ( Total Quality Control ) com os Gráficos de Controle de Processo - CEP, diretamente confeccionados pelos

operadores, tem transferido a responsabilidade dos laboratórios de análises, melhorando a uniformidade e mudando o comportamento de classificação da produção já a partir da Bobinadeira.

### 3 - Barramento em tecido

O barramento é um dos maiores problemas na qualificação dos tecidos de malhas, devido a seu aparecimento na etapa final do processo, após tingimento, significa uma perda significativa devido, em muitos casos, ao valor agregado do tecido (mistura com elastanos)

Como mencionamos, o barramento é definido como : defeito visual contínuo em forma de faixas alternadas ou não, na direção do fio. Seguiremos a classificação dada pelo Prof. Joaquim Gacem Guilhem ( Ref. 2 ) onde classifica os tipos de barramento em :

- Barramento físico ou ótico.
- Barramento de tingimento.

Os barramento físico ou ótico é provocado por diferenças de tensões dos fios nos processos de urdimento ou durante a alimentação ao tear. Este defeito surge como uma zona de cor mais intensa devido a uma maior densidade ou lançada (ponto) mais fechada. Observando o fio ao microscópio é possível detectar uma absorção de corante similar para ambas zonas (escura e clara) mostrando que a montagem do corante foi igual em ambas zonas. Este problema é de difícil solução durante o processo de tingimento.

Além do mencionado, outras causas associadas ao processo de fabricação do fio podem provocar este defeito, tais como:

- Variação de brilho ou presença de deslustrante.
- Secção transversal.
- Dispersão dos títulos dos filamentos que fazem parte dos fios.
- Diferenças significativas de torção.

O barramento de tingimento é motivado por diferenças na absorção de corantes nos fios do tecido. Para este tipo de defeito é possível encontrar na bibliografia dois tipos de classificação :

**a-** Barramento de absorção : se refere a diferença no conteúdo de grupos aminos terminais. Os fios que possuem maior números de grupos aminos, absorvem maior concentração de corantes dada a afinidade com os corantes aniônicos, com os corantes dispersos este defeito não é significativo. As variações dos grupos aminos é provocada principalmente

por variações de temperatura em pontos localizados da barra ou dos pacos (quando o polímero é fundido).

Controles de temperatura, melhora do isolamento térmico, utilização de *misturadores estáticos*, são as recomendações para obter maior uniformidade. Pode-se minimizar este efeito alongando os ciclos de tingimento, permitindo uma migração para alcançar um equilíbrio com todos os grupos aminos, para tanto se recomenda, sempre que possível, uma montagem inicial curta do corante sobre os tecidos.

**b-** Barramento por orientação : este efeito surge por diferenças de orientação macromolecular provocadas principalmente na zona de quenching ou enrolamento na bobinadeira. Este fenômeno é possível quantificá-lo por análises de birrefringência, onde se mede a reflexão da luz incidente de acordo com a orientação molecular. Neste caso a velocidade de difusão do corante resulta diferente quando se encontram zonas de maior orientação (mais claras) com zonas de menor orientação (mais escuras). Este fenômeno pode se minimizado quando o tecido é vaporizado antes de se proceder ao seu tingimento, pois permite um rearranjo molecular.

#### **4 - Programa de ações corretivas**

As empresas produtoras de fios de poliamida 6 e 66 estão empenhadas em melhorar a qualidade e uniformidade dos fios para acompanhar os requisitos das malharias e tinturarias no sentido de eliminar o efeito do barramento nos tecidos, tornando-os comercialmente aceitáveis. Grandes progressos foram alcançados através do desenvolvimentos tecnológicos e humanos.

- Tecnológicos, por otimização dos processos, mediante utilização de controladores eletrônicos computadorizados, misturadores estáticos, superfícies críticas, etc.

- Humanas : mediante novos programas de treinamento e comprometimento para a qualidade estimulando a introdução de sistemas como TQC, House Keeping (5S) e certificação das normas ISO 9000.

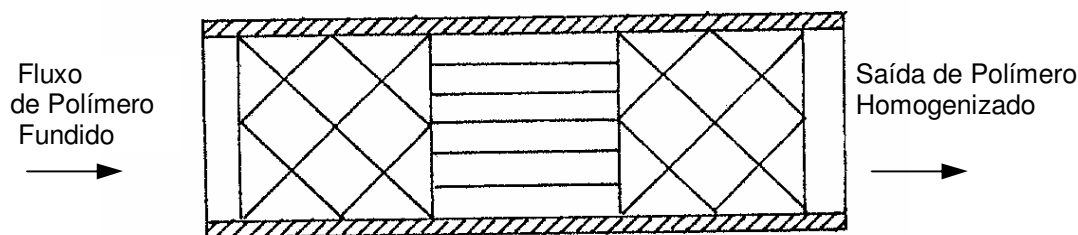
]

Mencionaremos os mais importantes:

## 4.1 - Tecnológicos

### a- Homogeneização de polímero

A fim de obter a maior uniformidade de polímero, após o extrusor (em estado líquido) e até a fieira, utilizam-se nas tubulações os STATIC-MIXER ( FIG. 6 ). Estes são elementos divisores-misturadores do fluxo de polímero permitindo a melhor uniformidade das temperaturas, evitando variações e modificações das viscosidades das propriedades reológicas do polímero ( Ref. 5 ).



Static mixer - Corte transversal

Figura 6

### b- Controle das fieiras e elementos filtrantes

Os capilares das fieiras, onde são extrudados os filamentos, são dimensionados para conduzir o polímero em regime laminar. Em todo seu canal se processa a descompressão do polímero até a pressão atmosférica.

Do perfeito estado dos capilares depende a uniformidade do título por filamento, modernos equipamentos de controle, como microscópio de profundidade e os FDY - *Flow Deviation Yarn* para controle de fluxo de ar ou óleo por capilar, são utilizados na bancada do Laboratório de Superfícies Críticas, para rejeitar as fieiras com dispersão maior que 5%, entre capilares.

### Controle de temperatura

Modificações nas máquinas existentes estão sendo introduzidas afim de melhorar o monitoramento das temperaturas das barras de fiação. É comprovado que diferenças de temperatura do óleo térmico e dos pacos

provocam variações de viscosidade e modificações nas relações de peso molecular, e conseqüentemente nos valores dos Grupos Terminais Amino e Carboxilos.

Os novos instrumentos eletrônicos, com processadoras computadorizadas, permitem monitorar e controlar variações de até + ou - 0.1° C (Normalmente + ou - 0.5° C). Os modernos sistemas de supervisão à distância registram os perfís térmicos, permitindo rastrear a produção quando é detectada uma anormalidade.

#### **d- Superfície crítica - Finish Oil**

É conhecido como superfície crítica toda a superfície em contato com o fio, que provoque atrito, ou sobre um filme de óleo (finish oil). Para o controle das superfícies críticas, estas são observadas ao microscópio, e medidas com aparelho Rugosímetro, que representa a superfície em RMS (medida inglesa) retirando-se de uso toda guia ou rôlo com desgaste fora das especificações. A depender da tensão ou solicitação são definidas as superfícies seguintes :

- Brilhantes : com rugosidade entre 5 a 10 RMS.
- Semi-fosca : com rugosidade entre 15 a 25 RMS.
- Fosca : com rugosidade entre 35 a 50 RMS.

Devemos considerar que se alcançarão maiores tensões com os guias de superfícies brilhantes, devido a seu maior coeficiente de atrito.

## **4.2 - Treinamento**

Toda indústria têxtil se caracteriza por uma utilização intensiva de mão de obra, sendo em sua grande maioria de atividades manuais.

As modernas máquinas de fiação-bobinadeiras com processos POY (Pre-oriented Yarn) e FDY (Full Draw Yarn) com processos automáticos de viradas, estão reduzindo a participação dos operadores porém o mesmo não ocorre com os processos de urdimento e malharia.

Por isso se tornou extremamente importante aumentar os conhecimentos dos operadores mediante as técnicas de manuseio dos fios.

Estes princípios somados aos recentemente divulgados de TQC (Total Quality Control) com todas as ferramentas disponíveis, em especial os referentes a

Controle Estatístico de Processos (CEP), buscamos assim, maior participação dos operadores estimulando-os e comprometendo-os a reproduzir sistematicamente as operações.

A maioria das empresas iniciaram esta prática com o objetivo de alcançar a certificação das Normas ISO 9000 oferecendo aos clientes a qualidade do produto solicitada para que toda a cadeia produtiva aumente sua produtividade e possa concorrer com o fluxo de importações provocada pela abertura e regionalização dos mercados.

## **5 - Referência Bibliográfica**

- 1 - Knitted Fabric Technology - National Knitted Outwear Association
  - 2 - Fibras de Poliamidas - Prof. Joaquim Gacem - Barcelona - Espanha - 1986
  - 3 - Informe Técnico - Coldstreaan - Bélgica - 1993.
  - 4 - Informe Técnico - Ametek - Special Metal Products Division - USA.
  - 5 - Static Mixer - Sulzer - São Paulo - Brasil.
  - 6 - Incremento de la calidad y capacidad de produccion en la preparacion de urdimbres para tejedurias de punto - Karl Mayer
-