



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**

TECNOLOGIA TÊXTIL

**DANIELA VOLPI PONCE**

**Valdecir José Tralli**

**ENGOMAGEM DO DENIM PRETO SULFUROSO**

**AMERICANA/SP**

**2010**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**

**DANIELA VOLPI PONCE**

**ENGOMAGEM DO DENIM PRETO SULFUROSO**

**Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia de Americana como parte das exigências do curso de Tecnologia Têxtil para obtenção do título de Tecnólogo em Têxtil.**

**Orientador: Valdecir José Tralli – Mestre**

**AMERICANA/SP**

**2010**

**DANIELA VOLPI PONCE, RA: 081108**

## **ENGOMAGEM DO DENIM PRETO SULFUROSO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de TECNÓLOGO TÊXTIL no curso de TECNOLOGIA TÊXTIL da FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA.

### **Banca Examinadora**

**Orientador:** \_\_\_\_\_

Valdecir José Tralli, Mestre, Docente da Faculdade de Tecnologia de Americana.

**Professor da disciplina:** \_\_\_\_\_

José Fornazier Camargo Sampaio, Mestre, Faculdade de Tecnologia de Americana.

**Convidado:** \_\_\_\_\_

José Carlos Medeiros, Tecnólogo Têxtil formado pela Faculdade de Tecnologia de Americana.

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, porque sem Ele nada seria possível, aos meus pais e aos meus amores pelo carinho e dedicação. Aos meus professores que durante esses três anos se dedicaram ao meu aprendizado, e também dedico aos meus colegas de trabalho, que em nenhum momento se hesitaram em me ensinar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, pela minha saúde e por todas as pessoas de bem que Ele me deu a oportunidade de conviver.

Aos meus pais, Nelson e Odete, pela minha educação, dedicação e apoio para tornar possível mais essa etapa da minha vida.

Aos meus irmãos, namorado e familiares pelo incentivo, carinho e atenção em todos os momentos.

Aos meus professores, por acreditarem na minha formação, por me ensinarem e pela paciência.

Ao meu professor orientador Valdecir José Tralli.

Ao Luis Alex Celante e José Carlos Medeiros, por me ensinarem tudo o que eu sei sobre engomagem e pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

E aos meus amigos de graduação, pelo companheirismo, amizade e convivência durante esses três anos que serão inesquecíveis.

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”  
(José de Alencar).*

## Resumo

Ponce, Daniela Volpi. **Engomagem do denim preto sulfuroso** 2010. 230f. Monografia – Tecnologia Têxtil. Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana.

O processo de engomagem é um dos mais importantes e complexos processos da indústria têxtil. Um dos motivos dessa complexidade é a imensa quantidade de variantes do processo. Uma dessas variantes é o tipo de corante utilizado no tingimento do urdume do denim. O corante sulfuroso é um dos mais difíceis de ser engomado, pois agride e satura a fibra, e por ser o mais difícil de ser engomado tomaremos como base. Para entender melhor essa etapa da preparação a tecelagem, temos que entender o que acontece com o fio antes de chegar à engomadeira, desde os conceitos básicos sobre o denim, corantes índigo e sulfuroso, processo de tingimento, até chegar a engomagem, que também necessitará de conhecimentos em produtos engomantes, cozinha de goma, componentes da engomadeira e então, por fim, podemos otimizar esse processo, através de regulagens, novos produtos engomantes e novas receitas de engomagem. Só assim conseguiremos manter sob controle esse processo tão importante e vital para o tecimento.

**Palavras-chave:** Otimização de processo. Engomagem. Denim. Corante sulfuroso.

## Abstract

Ponce, Daniela Volpi. **Sizing denim black sulphurous** 2010. 230f. Monograph - Textile Technology. American College of Technology, American.

The process of ironing is one of the most important and complex processes of the textile industry. One reason for this complexity is the multitude of variants of the process. One such variant is the type of dye used on the warp denim. The sulfur dye is one of the most difficult to be ironed, because it attacks and saturates the fiber, and for being the hardest to take as starch base. To better understand this stage of preparation to weaving, we have to understand what happens to the fiber before reaching the ironing, from the basics of denim, indigo and sulfur dyes, dyeing process, until the sizing, which also needs sizing of knowledge into products, kitchen gum, components of the ironing and then, finally, we can optimize this process, through adjustments, new products and new revenue engendering ironing. Only thus can we keep under control this process so important and vital to the Food Supply

**Keywords:** Process optimization. Sizing. Denim. Sulfur dye.



## Lista de ilustrações

Figura 1 – Representação gráfico do ligamento da sarja diagonal 3x1 direita .....	20
Figura 2 – Cidade de Nimes na França .....	21
Figura 3 – Planta <i>Indigofera Tinctoria</i> .....	22
Figura 4 – Corante índigo em pasta e em barra.....	23
Figura 5 – Obtenção do índigo natural.....	24
Figura 6 – Síntese do índigo a partir da anilina.....	25
Figura 7 – Síntese do índigo a partir do naftaleno. ....	25
Figura 8 – Mecanismo de Redução/Oxidação de um Corante Sulfuroso.....	29
Figura 9 – Redução e oxidação do Corante Sulfuroso (formação de um tiol).....	29
Figura 10 – Tingimento corante sulfuroso.....	31
Figura 11 – Ciclo ou Dip.....	33
Figura 12 – Corte transversal do fio a cada dip.....	34
Figura 13 – Processo <i>Ball Warper</i> .....	36
Figura 14 – Principais componentes do Ball Warper .....	37
Figura 15 – Rolo ou Canela .....	38
Figura 16 – Rolo para o tingimento .....	38
Figura 17 – Linha de tingimento.....	39
Figura 18 – <i>Rebeamer</i> .....	41
Figura 19 – Fluxograma do processo de tingimento em corda .....	43
Figura 20 – Urdideira direta ou contínua.....	44
Figura 21 – Vasilhame dos rolos primários .....	45
Figura 22 – Rolo primário cheio .....	45
Figura 23 – Esquema de tingimento aberto (multi-caixas) .....	46
Figura 24 – Fluxograma do processo de tingimento aberto .....	47
Figura 25 – Fluxograma do processo de tingimento loop dye.....	49
Figura 26 – Comparativo do fio sem goma com o fio engomado.....	50
Figura 27 – Amido natural.....	55
Figura 28 – PVA.....	57
Figura 29 – Fabricação do PVA.....	57
Figura 30 – CMC (carboximetilcelulose) .....	59
Figura 31 – PAC (poliacrilato) .....	60
Figura 32 – Cadeia da amilose .....	68
Figura 33 – Cadeia da amilopectina.....	68
Figura 34 – Microscopia da fécula da batata .....	70
Figura 35 – Amido de batata-doce .....	70
Figura 36 – Microscopia do amido de trigo .....	71
Figura 37 – Microscopia do amido de milho.....	71
Figura 38 – Amido de milho .....	72
Figura 39 – Microscopia do amido de mandioca.....	72

Figura 40 – Princípio da reflexão e refração .....	85
Figura 41 – Refratômetro convencional (precisão de +/- 0,5%) .....	86
Figura 42 – Refratômetro digital (precisão de +/- 0,1%) .....	86
Figura 43 – Desenho técnico do copo Zahn .....	88
Figura 44 – Medição utilizando o copo Zahn .....	88
Figura 45 – Desenho técnico do copo Ford .....	89
Figura 46 – Medição utilizando o copo Ford .....	90
Figura 47 – Engomagem incorreta no núcleo .....	93
Figura 48 – Engomagem incorreta na manta .....	94
Figura 49 – Engomagem otimizada .....	95
Figura 50 – Painel Aberto .....	99
Figura 51 – Desenho técnico da Painel Aberto .....	99
Figura 52 – Sistema completo de cozimento em Autoclave .....	102
Figura 53 – Misturador Autoclave .....	103
Figura 54 – Cozinhador Zahn-O-Mat .....	106
Figura 55 – Cozinhador “Norcross” .....	107
Figura 56 – Cozinhador Turbo .....	108
Figura 57 – Gaiola .....	110
Figura 58 – Esquema de gaiola sob trilhos .....	111
Figura 59 – Gaiola horizontal fixa .....	112
Figura 60 – Gaiola vertical .....	113
Figura 61 – Gaiola inclinada .....	113
Figura 62 – Mancais .....	114
Figura 63 – Freio individual por peso .....	116
Figura 64 – Freio individual por abraçadeira .....	117
Figura 65 – Sistema de freio coletivo .....	117
Figura 66 – Retorno do pistão por mola .....	118
Figura 67 – Retorno do pistão por ar comprimido .....	118
Figura 68 – Sistema de freio coletivo por ar comprimido .....	119
Figura 69 – Sistema de freio coletivo por molas .....	120
Figura 70 – Sistema de freio coletivo por correias .....	121
Figura 71 – Sistema de freio individual por ar comprimido .....	122
Figura 72 – Caixa de goma .....	123
Figura 73 – Caixa de goma com rolo puxador a seco .....	124
Figura 74 – Serpentina perfurada .....	125
Figura 75 – Sistema indireto .....	126
Figura 76 – Caixa de goma com o sistema direto e indireto .....	127
Figura 77 – Controlador de temperatura pneumático .....	130
Figura 78 – Controle automático do nível de goma por sistema mecânico .....	133
Figura 79 – Controle automático do nível de goma por sistema elétrico .....	134
Figura 80 – Controle automático do nível de goma por sistema pneumático .....	135
Figura 81 – Rolo imersor ou mergulhador .....	136
Figura 82 – Rolo liso simples .....	136

Figura 83 – Rolo liso duplo .....	137
Figura 84 – Rolo mergulhador revestido de borracha .....	137
Figura 85 – Rolo Impregnador-espremedor .....	138
Figura 86 – Conjunto de cilindros revestidos de borracha .....	138
Figura 87 – Caixa de goma com sistema puxador a seco .....	139
Figura 88 – Conjunto impregnador/espremedor.....	140
Figura 89 – Durômetro <i>Shore A</i> HPSA .....	141
Figura 90 – Roleta-guia.....	143
Figura 91 – P.I.V. Corrente metálica .....	145
Figura 92 – Diferencial .....	146
Figura 93 – Cones gêmeos .....	147
Figura 94 – Secador por cilindros aquecidos .....	148
Figura 95 – Sistema de pré-secagem com duas caixas de goma.....	149
Figura 96 – Sistema de pré-secagem com uma caixa de goma .....	150
Figura 97 – Secagem com cilindros de grande diâmetro, engomadeira antiga ..	150
Figura 98 – Válvulas de segurança.....	151
Figura 99 – Sistema de controle do vapor .....	152
Figura 100 – Tambor com pás recolhedoras .....	153
Figura 101 – Válvula de redução do vapor .....	154
Figura 102 – Manômetro .....	155
Figura 103 – Termômetros industriais.....	156
Figura 104 – Válvula de segurança, vista interna .....	156
Figura 105 – Controle automático de temperatura dos cilindros .....	158
Figura 106 – Cadeia molecular do Teflon .....	159
Figura 107 – Coifa.....	160
Figura 108 – Máquina de secagem por ar quente.....	161
Figura 109 – Vista interna de uma estufa .....	162
Figura 110 – Campo seco .....	164
Figura 111 – Aplicador de pós-encerado .....	165
Figura 112 – Conjunto aplicador de pós-encerado .....	166
Figura 113 – Separação sempre ao meio .....	167
Figura 114 – Separação de uma camada por vez .....	168
Figura 115 – Passador de cordinha .....	169
Figura 116 – Cabeceira da engomadeira.....	169
Figura 117 – Pente parcial ou pentinho .....	170
Figura 118 – Pente extensível.....	172
Figura 119 – Cabeceira da máquina.....	173
Figura 120 – Cabeceira da máquina com acionamento mecânico.....	176
Figura 121 – Variação de tensão passamento horizontal .....	182
Figura 122 – Variação de tensão passamento vertical .....	183
Figura 123 – Ourelas tensionadas .....	184
Figura 124 – Ourelas frouxas.....	184
Figura 125 – Ourelas perfeitas.....	185

Figura 126 – Dureza dos cilindros da caixa de goma .....	188
Figura 127 – Nível da caixa de goma.....	192
Figura 128 – Condicionamento dos fios.....	193
Figura 129 – 1ª caixa de goma da engomadeira Benninger .....	196
Figura 130 – Densidade da caixa de goma.....	197
Figura 131 – Densidade de 50%.....	197
Figura 132 – Densidade de 100%.....	198
Figura 133 – Pré-secagem em separado.....	200
Figura 134 – Granulo da fécula de mandioca .....	214
Figura 135 – Goma com fécula de mandioca após 5 minutos de cozimento com 50°C.....	215
Figura 136 – Goma com fécula de mandioca à 5 minutos do cozimento com 95°C .....	215
Figura 137 – Goma com fécula de mandioca 5 minutos após atingir 95°C.....	216
Figura 138 – Goma com fécula de mandioca 10 minutos após atingir 95°C.....	216
Figura 139 – Goma com fécula de mandioca 15 minutos após atingir 95°C (goma pronta).....	217
Figura 140 – Granulo da fécula de mandioca com modificação especial .....	218
Figura 141 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 38°C.....	218
Figura 142 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 45°C.....	219
Figura 143 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 55°C.....	219
Figura 144 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 65°C.....	220
Figura 145 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 75°C.....	220
Figura 146 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 85°C.....	221
Figura 147 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 95°C.....	221
Figura 148 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial 5 minutos após atingir 95°C.....	222
Figura 149 – Goma de fécula de mandioca com modificação especial 10 minutos após atingir 95°C.....	222
Figura 150 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial 15 minutos após atingir 95°C (goma pronta).....	223

## Lista de tabela

Tabela 1 – Relação de quantidade de amilose por tipo de amido.....	69
Tabela 2 – Temperatura de Gelatinização por tipo de amido .....	73
Tabela 3 – Grupos de modificação dos amidos .....	75
Tabela 4 – Densidade na caixa de goma com relação ao título do fio .....	199
Tabela 5 – Custo da receita de fécula de mandioca .....	212
Tabela 6 – Custo da receita de fécula de mandioca com modificação especial ..	212
Tabela 7 – Rendimento dos teares .....	223
Tabela 8 – Paradas / 100 mil batidas.....	224

## Lista de gráfico

Gráfico 1 – Máquinas instaladas em 2003 .....	35
Gráfico 2 – Variação do pH em função do tempo em amido oxidado a 85°C .....	77
Gráfico 3 – Comportamento da viscosidade da fécula de mandioca .....	213
Gráfico 4 – Comportamento da viscosidade da fécula de mandioca com modificação especial.....	213
Gráfico 5 – Rend.%.....	224
Gráfico 6 – Par/100 mil batidas .....	225
Gráfico 7 – Defeito bolinha.....	225

## Lista de fórmulas

Fórmula 1 – % Concentração.....	84
Fórmula 2 – % Carga de goma .....	92
Fórmula 3 – % <i>Pick-up</i> .....	92
Fórmula 4 – Fator de cobertura.....	198

## Índice

1 – Introdução .....	19
2 – O denim.....	20
2.1 – O corante índigo .....	22
2.2 – O que é o jeans?.....	26
3 – Corantes Sulfurosos.....	27
3.1 – Considerações Gerais .....	27
3.2 – Composição Química.....	28
3.2.1 – Estrutura molecular.....	28
3.3 – Tingimento com corantes sulfurosos .....	30
3.3.1 – Oxidação e redução.....	31
3.3.2 – Corantes sulfurosos ecológicos .....	32
4 – Processo de tingimento.....	33
4.1 – Tipos de tecnologias do tingimento do índigo .....	35
4.1.1 – Tingimento em corda (Rope dye) .....	36
4.1.2 – Tingimento aberto (multi-caixas ou Slasher dye).....	44
4.1.3 – Loop (Loop Dye ou Girotex) .....	48
5 – O processo de engomagem .....	50
5.1 – O que é a engomagem? .....	50
6 – A goma.....	52
6.1 – O que é a goma? .....	52
6.2 – Função da goma sobre o fio .....	52
6.3 – Receita de goma.....	53
6.3.1 – Veículo.....	53
6.3.1 – Base da fórmula.....	54
6.3.2 – Produtos auxiliares .....	61
6.3.3 – A escolha dos produtos .....	63
6.4 – Derivados de amido e fécula .....	66
6.4.1 – Introdução histórica .....	66
6.4.2 – Composição e estrutura dos amidos .....	67



6.4.3 – Tipos de estrutura dos amidos .....	67
6.4.4 – Características dos amidos naturais.....	73
6.5 – Amidos com modificações especiais .....	75
6.5.1 – Amidos decompostos .....	76
6.5.2 – Amidos intumescidos.....	78
6.5.3 – Produtos mistos .....	79
6.5.4 – Amidos reagidos .....	79
6.6 – Sólidos na goma .....	84
6.6.1 – Medição do percentual de sólido .....	85
6.7 – Viscosidade.....	86
6.7.1 – Medição da viscosidade .....	87
6.8 – Percentual de carga de goma.....	90
6.9 – Absorção da goma (% <i>Pick-up</i> ) .....	92
6.9.1 – Impregnação de goma no fio .....	93
7 – Formulação da receita de goma.....	96
8 – Cozinha de goma.....	98
8.1 – Tipos de cozinhadores.....	98
8.1.1 – Panela aberta .....	98
8.1.2 – Panela fechada (Autoclave).....	102
8.1.3 – Cozinhadores modernos de goma.....	105
9 – Engomadeiras .....	109
9.1 – Gaiola .....	110
9.1.1 – Tipos de gaiolas.....	111
9.1.2 – Mancais .....	114
9.1.3 – Alinhamento.....	114
9.1.4 – Frenagem .....	115
9.2 – Zona Úmida (Caixa de goma).....	122
9.2.1 – Rolo Puxador a Seco.....	123
9.2.2 – Aquecimento da caixa de goma .....	124
9.2.3 – Temperatura da caixa de goma.....	128
9.2.4 – Nível da caixa de goma .....	131
9.2.5 – Rolo imersor ou mergulhador .....	135
9.2.6 – Rolo puxador a seco.....	139

9.2.7 – Impregnação da goma.....	140
9.2.8 – Dureza das borrachas de revestimento dos cilindros .....	141
9.2.9 – Pressão de espremedura .....	141
9.2.10 – Varetas de separação a úmido .....	142
9.2.11 – Rolete-guia .....	143
9.2.12 – Esticamento na caixa de goma.....	144
9.3 – Zona de secagem (Secador).....	147
9.3.1 – Pré-secagem dos fios em separado .....	149
9.3.2 – Secagem por cilindros aquecidos.....	150
9.3.3 – Secagem por câmara de ar quente (estufa) .....	160
9.3.4 – Comportamento da goma durante a secagem .....	163
9.4 – Zona de separação das camadas (zona seca / campo seco).....	163
9.4.1 – Pós-encerado .....	164
9.4.2 – Varetas de separação a seco .....	166
9.4.3 – Colocação das varas de separação a seco .....	168
9.4 – Cabeceira da engomadeira.....	169
9.4.1 – Pente extensível .....	170
9.4.2 – Rolo puxador .....	172
9.4.3 – Largura máxima entre as flanges .....	173
9.4.4 – Acionamento da cabeceira por sistema de embreagem.....	174
9.4.5 – Acionamento da cabeceira por sistema eletrônico .....	174
9.4.6 – Tensão de enrolamento.....	174
9.4.7 – Balança.....	175
9.5 – Componentes especiais da engomadeira.....	178
9.5.1 – Relógios metradores.....	178
9.5.2 – Roletes sensores de umidade .....	178
10 – Otimização do processo de engomagem .....	179
10.1 – Variáveis do processo.....	180
10.1.1 – Variáveis do fio .....	180
10.1.2 – Variáveis da matéria-prima .....	181
10.1.3 – Condições dos rolos primários .....	182
10.2 – Estiragem do fio durante a engomagem .....	185
10.3 – Percentual de goma no fio .....	186

10.3.1 – Viscosidade na caixa de goma .....	187
10.3.2 – Sólidos na caixa de goma.....	187
10.4 – Variáveis da engomadeira .....	188
10.4.1 – Variáveis da gaiola .....	189
10.4.2 – Variáveis da caixa de goma.....	190
10.4.3 – Variáveis da zona de secagem.....	199
10.4.4 – Variáveis da zona de separação das camadas .....	201
10.4.5 – Variáveis da cabeceira da máquina.....	203
10.5 – Escolha dos produtos engomantes.....	205
11 – Estudo de caso .....	207
11.1 – Objetivo do estudo de caso .....	208
11.2 – Regulagem da engomadeira.....	208
11.3 – Receita de goma.....	210
11.3.1 – Fécula de mandioca .....	210
11.3.2 – Fécula de mandioca com modificação especial.....	211
11.4 – Custo das receitas .....	212
11.6 – Comportamento da viscosidade.....	213
11.7 – Micrografia .....	214
11.7.1 – Goma com fécula de mandioca .....	214
11.7.2 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial .....	218
11.8 – Resultado.....	223
11.8.1 – Rendimento .....	223
11.8.2 – Paradas / 100 mil batidas .....	224
11.8.3 – Defeito bolinha.....	225
12 – Conclusão .....	226
Referências bibliográficas .....	228

## 1 – Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de denim, atrás apenas da China. Segundo a ABIT (Associação brasileira da indústria têxtil e de confecção), as empresas brasileiras fabricam cerca de 25,7 milhões de metros de denim por mês, que movimentam cerca de R\$ 8,2 bilhões por ano.

O denim brasileiro é referência mundial pela sua excelência em qualidade, acabamento, diversidade de cores e por estarem sempre alinhados as principais tendências mundiais.

O processo industrial teve que se alinhar a essa nova realidade, desenvolvendo um *know how* que acompanhasse o mercado.

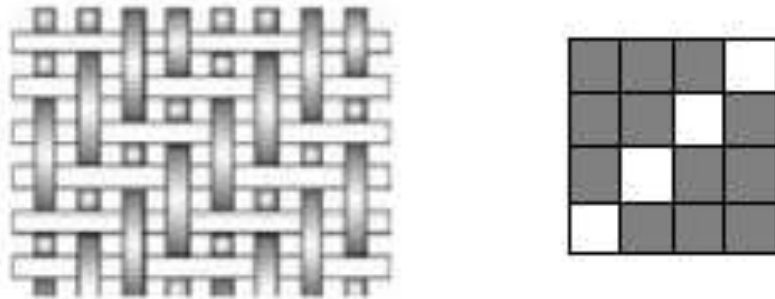
Uma dessas tendências mundiais foi à forte introdução da cor preta no denim *Premium*. Por vários motivos, os quais abordaremos mais a diante, uma grande parte das indústrias optaram pela utilização dos corantes sulfurosos (a base de enxofre), para conseguirem chegar à tonalidade desejada, dificultando o setor de engomagem, pois esse tipo de corante danifica e satura a fibra de algodão, dificultando a penetração da goma.

Uma alternativa que a indústria encontrou para esse problema, foi à otimização do processo de engomagem, assim conseguiriam atender plenamente as exigências do mercado. E será sobre essa otimização que falaremos neste trabalho.

## 2 – O denim

Segundo Oliveira (2008), o tecido denim nada mais é que uma sarja diagonal (figura 1), fabricado na cidade francesa de Nimes (figura 2), que ficou conhecido na época como “Serge de Nimes”, que significava “tecido de Nimes”. O termo “de Nimes” foi sofrendo modificações na sua pronuncia, devido à fonética americana, que foi onde o tecido se popularizou, surgindo então, através da concatenação, a palavra denim.

**Figura 1 – Representação gráfico do ligamento da sarja diagonal 3x1 direita**



**Figura 2 – Cidade de Nimes na França**



<http://www.nimes.fr/index.php?id=1274>

O denim mais tradicional é o índigo *blue*, devido ao corante azul índigo que era usado nessas sarjas, feitas, originalmente, com fios de algodão e 14 oz<sup>1</sup> ou mais. Hoje o mercado consome outras gramaturas como 5, 7, 9, 10, 11 e 12 oz (Oliveira, 2008).

---

1. Oz = Onças

Onças é uma unidade de peso usada para mensurar a gramatura da sarja, onde 1 onça é igual a 28,3495231 gramas. Em inglês se escreve ounces.

## 2.1 – O corante índigo

A palavra índigo é derivada do grego *indikon* e do latim *indicum* que significa “uma substância da Índia”, que foi a região que se originou o pigmento (Lima e Ferreira, sem data).

Segundo Oliveira (2008) o corante índigo é um dos mais antigos e mais importantes corantes utilizados pelos Homens. Não se sabe ao certo a data de início de sua utilização, acredita-se que pelo menos há 5.000 anos, na idade do ferro e ele é consumido, até hoje, por várias civilizações. Também foi usado como cosméticos, corante de cerâmica e de couro, além de colorir tecidos com fibras naturais.

É extraído de plantas da família *Indigofera Tinctoria*, que são conhecidas com vários nomes diferentes e encontradas em todas as partes do mundo.

**Figura 3 – Planta *Indigofera Tinctoria***



<http://www.impgc.com/images/PlantPicture>

A extração do corante é feita através de maceração<sup>2</sup> e da fermentação<sup>3</sup>, que depois de alguns dias, com ação do calor e umidade, o caule da planta se transforma em pasta e posteriormente em pó ou barra. Cerca de 100 kg de planta dessecada produzem de 1,5 a 2 kg de corante (Lima e Ferreira).

**Figura 4 – Corante índigo em pasta e em barra**

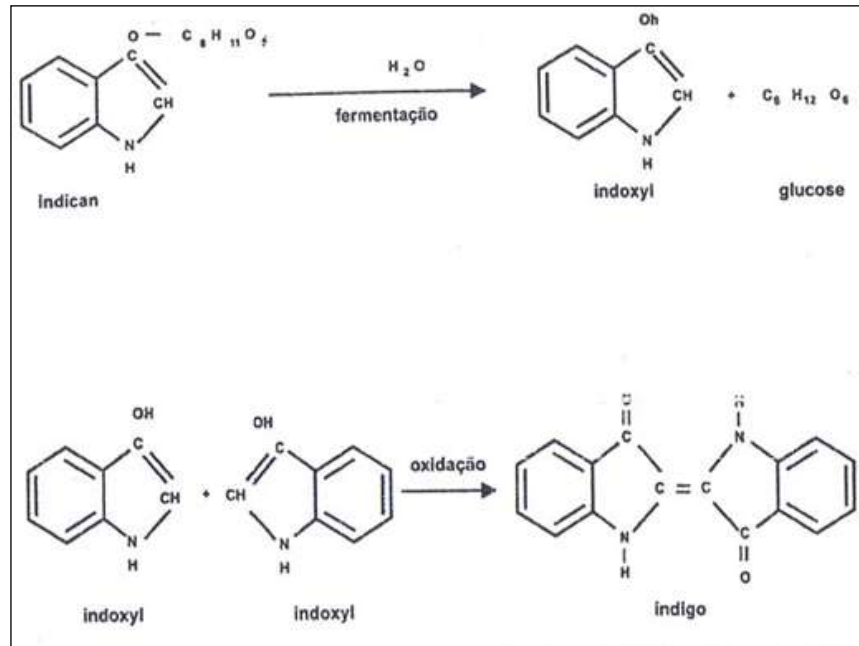


<http://www.etno-botanica.com/2010/06/indigo-natural-o-azul-de-origem-vegetal.html>

- 
2. Maceração: operação física utilizada para extrair de um corpo certas substâncias, onde esse corpo é socado (macerado) em água fria.
  3. Fermentação: modificação química, natural ou artificial, provocada por microorganismos vivos ou deles derivados.



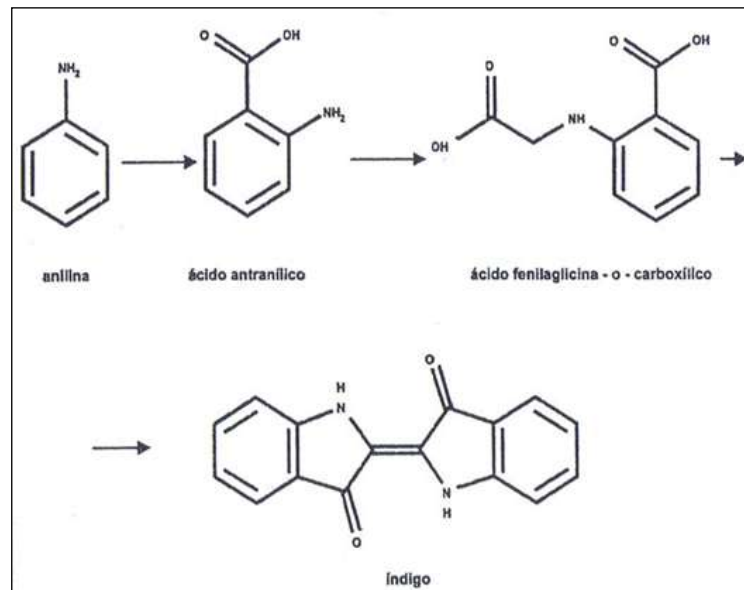
**Figura 5 – Obtenção do índigo natural**



Lima e Ferreira (apostila, pp. 16)

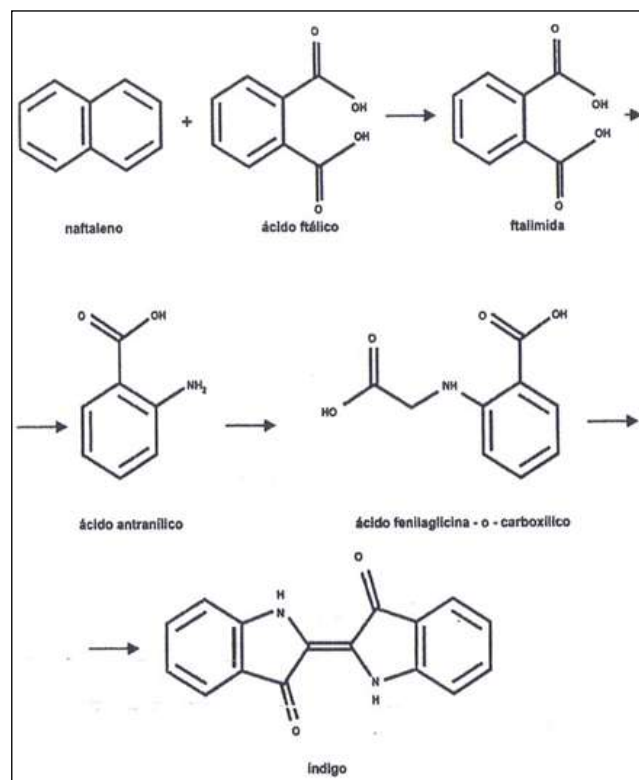
O corante índigo foi sintetizado em 1880 por Karl Heumann, através da síntese da anilina e do naftaleno (Lima e Ferreira, apostila). Rapidamente tomou o mercado, pois o corante de índigo natural possui alto custo e o processo de tingimento continuava o mesmo (Oliveira, 2008).

**Figura 6 – Síntese do índigo a partir da anilina**



Lima e Ferreira (apostila, pp. 17)

**Figura 7 – Síntese do índigo a partir do naftaleno.**



Lima e Ferreira (apostila, pp. 18)

## 2.2 – O que é o jeans?

Segundo Oliveira (2008) é um conceito criado por Levis Strauss por volta de 1850, que confeccionava calças de sarja com fios de urdume (comprimento do tecido) tintos de índigo *blue* e fios de trama (largura do tecido) em cru. Essas calças eram utilizadas pelos caubóis e mineiros da época.

Outra característica importante são as costuras de reforço. Eram necessárias para aguentar o esforço agressivo que essas peças sofriam, consequência do duro trabalho desses homens.

Mas foi na década de 50 que o jeans foi inserido na sociedade como moda, através dos jovens nos movimentos de contracultura, tidos como rebeldes da época. De lá para cá o jeans continua fazendo parte da moda, e cada vez mais o mercado exige denim diferenciados. Foi principalmente por esse motivo que desenvolveram o denim preto, também conhecido com *sulphur Black* ou preto ao enxofre.

## 3 – Corantes Sulfurosos

### 3.1 – Considerações Gerais

Criado em 1873 por Croissant e Brentonière, em Laval na França, através da fusão de resíduos orgânicos, tais como serragem, casca de trigo ou farelo com sulfetos ou polisulfetos de sódio (Peters, 1975), os corantes sulfurosos ainda possuem importante lugar na Indústria Têxtil, principalmente pelo fato de terem custos reduzidos e boa solidez aos tratamentos úmidos, principalmente nas cores escuras. Segundo Guaratini e Zanoni (1998), esses tipos de corantes são compostos por macromoléculas com pontes de polissulfetos (-Sn-), os quais são altamente insolúveis em água.

Existe uma imensa gama de cores possíveis dos corantes sulfurosos, porém o mais utilizado, e o que será abordado neste trabalho, será o, genericamente denominado, **Preto ao Enxofre**.

## 3.2 – Composição Química

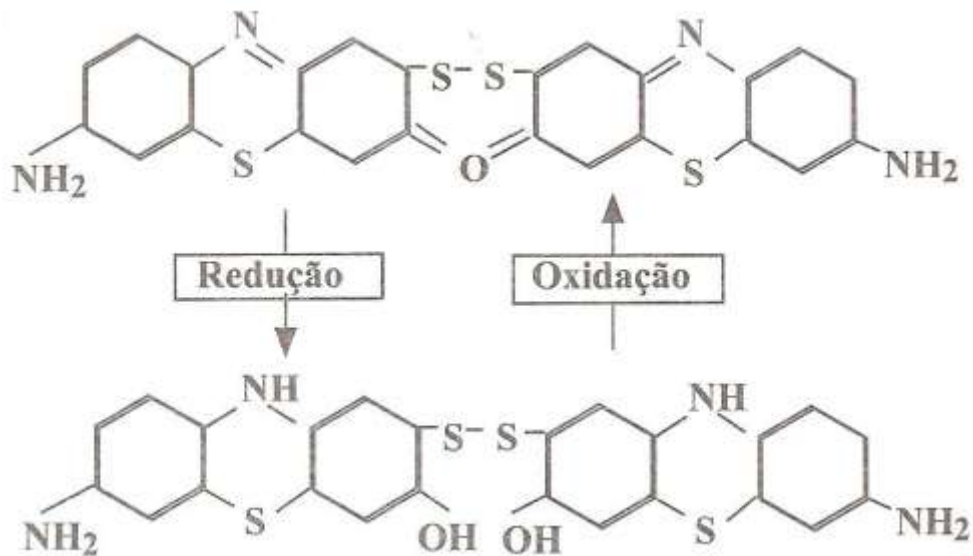
De acordo com Peters (1975), o primeiro preto ao enxofre produzido obteve-se a partir do aquecimento de p-aminofenol com Enxofre. Hoje ele é produzido por via seca, onde a mistura inicial é aquecida a 200-230°C ou por via úmida, aquecida a 100-130°C. O composto é obtido a partir de 2,4 – dinitrofenol.

São classificados como corantes sulfurosos (sob forma oxidada), corantes sulfurosos leucos (sob forma líquida) e corantes sulfurosos solubilizados (sob forma oxidada, mas que facilita a solubilização).

### 3.2.1 – Estrutura molecular

Existem poucas interpretações das estruturas moleculares desses corantes. Alguns autores, como no caso de M. R. Sanchez (1947), consideram que os grupos quinônicos (D=O) transformam-se, mediante a redução, em grupos fenólicos (D-OH), tornando o corante solúvel e pela oxidação o corante volta ao seu estado original, conforme figura 08.

**Figura 8 – Mecanismo de Redução/Oxidação de um Corante Sulfuroso<sup>4</sup>.**



Salem (Apostila Golden Químicas do Brasil Ltda., pp. 40)

Outros autores representam a estrutura do corante sulfuroso como um dissulfeto<sup>5</sup>, onde a molécula do corante sofre uma redução para forma de tiol, ilustrado na figura 09.

**Figura 9 – Redução e oxidação do Corante Sulfuroso (formação de um tiol)**



Salem (Apostila Golden Químicas do Brasil Ltda., pp. 40)

4. M. R. Sanchez, Tintura de Fibras Textiles. Tomo III, Barcelona, 1947.  
 5. M. R. Costa, Las Fibras tectiles y su tintura. Concytec, Lima, 2002.

### 3.3 – Tingimento com corantes sulfurosos

Por serem insolúveis em água, antes da sua utilização, é feita uma pré-redução, utilizando banhos de Sulfeto de Sódio, Ditionito de Sódio ou a base de Dextrose, que são redutores ecológicos.

De acordo com Salem (apostila, sem data), o processo de tingimento ocorre em 2 etapas:

- Tingimento da fibra celulósica, com o corante pré-reduzido. O tingimento, nesta fase, se processa em meio alcalino e redutivo. A substantividade na forma leuco não é alta e de faz necessário o uso de um eletrólito (Sulfato ou Cloreto de Sódio). O mecanismo físico-químico nesta etapa é igual ao dos corantes diretos.
- Em uma 2ª etapa, o corante já no interior da fibra, é oxidado e volta à sua estrutura inicial, insolúvel em água. Isto explica as boas solidezs aos tratamentos úmidos dos corantes sulfurosos.

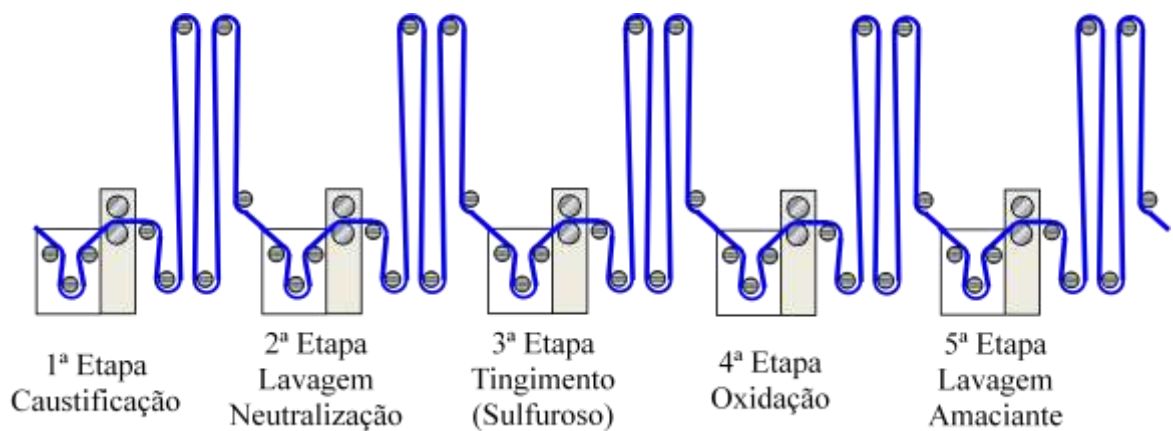
Para o processo de tingimento também se utiliza:

- Umectantes em banho fortemente alcalino: para melhor afeição com o banho;
- Dispersantes e antiaglomerante: para evitar corante pré-oxidado no banho;
- Sequestrantes: para não ocorrer precipitação no tingimento causados por sais metálicos ou alcalinos-terrosos;
- Agentes oxidantes: como Bicromato de Sódio + Ácido acético e Peróxido de Hidrogênio, ou simplesmente o ar;
- Amaciantes: Não iônicos e catiônicos.

Segundo Esteves (2000), os corantes sulfurosos são alvos constantes de críticas dos ambientalistas, devido ao alto teor de sulfuretos livres, a quantidade de corantes oxidados e produtos auxiliares nos efluentes, dificultando o tratamento de banhos residuais.

Com isso os fabricantes estão criando novos corantes sulfurosos livres de metais pesados ou com compostos orgânicos em sua composição, denominando esses novos corantes como *ecológicos*. Outra vertente de estudo é em relação à produção mais limpa utilizando o processo de redução com baixo teor de sulfuretos, através da aplicação do tingimento com redução eletroquímica.

**Figura 10 – Tingimento corante sulfuroso**



Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 185)

### 3.3.1 – Oxidação e redução

Como relatou Esteves (2000), a aplicação do corante sulfuroso só é possível pela ação da oxidação e da redução. Historicamente, o termo *oxidação*, foi utilizado, pela primeira vez, por Lavoisier, que significa *reação com o oxigênio*. Já a redução é a ação inversa. Oxidação e redução nada mais é que ganhar ou perder elétrons.



No processo de redução o corante consegue penetrar na fibra, pois sua molécula foi reduzida. Já na oxidação temos a ação inversa, onde o corante se solidifica na fibra, tornando-se novamente insolúvel na água. Os corantes sulfurosos possuem baixa solubilidade e são de fácil oxidação.

### **3.3.2 – Corantes sulfurosos ecológicos**

Segundo Esteves e Amorim (publicação, sem data), devido à baixa solubilidade do corante sulfuroso, as indústrias têxteis utilizam uma maior concentração de banho, sobredosando o produto rejeitado nos efluentes, tornando o processo mais poluente.

Pensando nos problemas ambientais causados pelos corantes sulfurosos, os pesquisadores desenvolveram opções que agredem menos o meio ambiente, surgindo assim um novo conceito, os corantes sulfurosos ecológicos.

Em geral são fornecidos em forma pré-reduzida, solubilizados e com novas fórmulas. Outra característica é que eles possuem baixo teor de sulfuretos e seus redutores não contém enxofre.

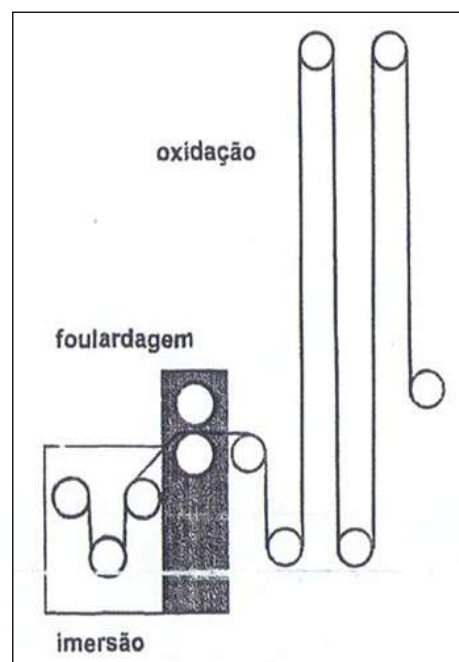
Outras opções são o tingimento sob a atmosfera de ozônio e a redução eletrólica, eliminando os produtos redutores dos banhos de tingimento.

## 4 – Processo de tingimento

Segundo Lima e Ferreira (apostila, sem data), a molécula do corante sulfuroso possui pouca afinidade com a fibra do algodão e não é solúvel em água, como já foi relatado anteriormente, por isso se faz necessário a redução, tornando o tingimento dos fios do denim um processo único, que permanece inalterado desde os tempos do tingimento com índigo natural.

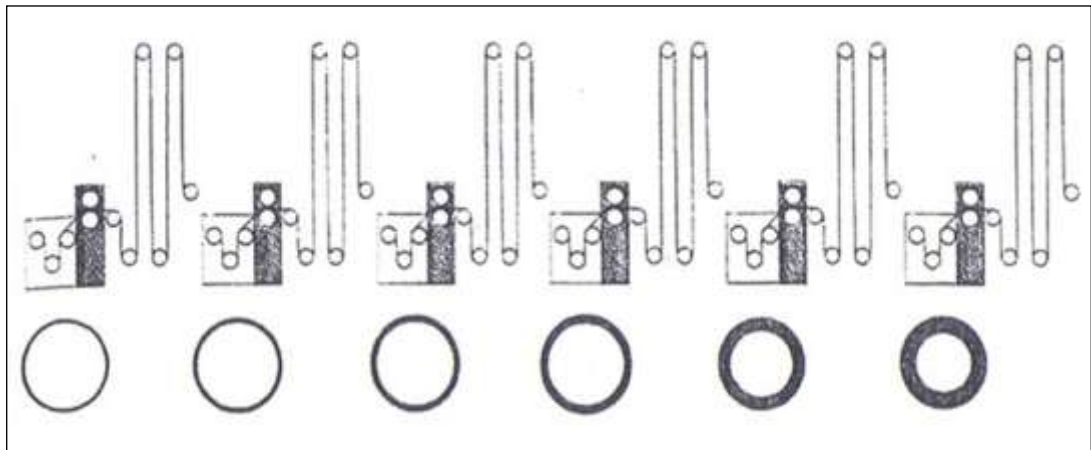
Para ser aplicado, além da redução do corante em solução alcalina, requer seguidos banhos de impregnação, foulardagem e oxidação ao ar formando um ciclo. A cada ciclo completado se dá o nome de dip, como mostra a figura 11. No tingimento do denim temos em torno de 4 a 8 dips. É o número de dips que vai determinar a intensidade da cor, por isso o número de caixas de tingimento vai variar de acordo com a nuance desejada.

**Figura 11 – Ciclo ou Dip**



Outro fator relevante na hora da escolha do número de dips é a solidez da cor, quanto maior o número de caixas, maior será a solidez da cor e menor será a concentração do banho. Com isso se tem uma fixação maior do corante nas fibras.

**Figura 12 – Corte transversal do fio a cada dip**



Lima e Ferreira (apostila, pp. 23)

Nota-se, na figura 12, que a cada dip o corante penetra um pouco mais no fio, por esse motivo é correto afirmar que quanto maior o número de dips maior será a solidez da cor.

Lima e Ferreira (apostila, sem data) também recomenda que o banho circule de 3 a 4 vezes por hora para manter a concentração adequada do banho e para que os produtos auxiliares não se depositem no fundo da caixa.

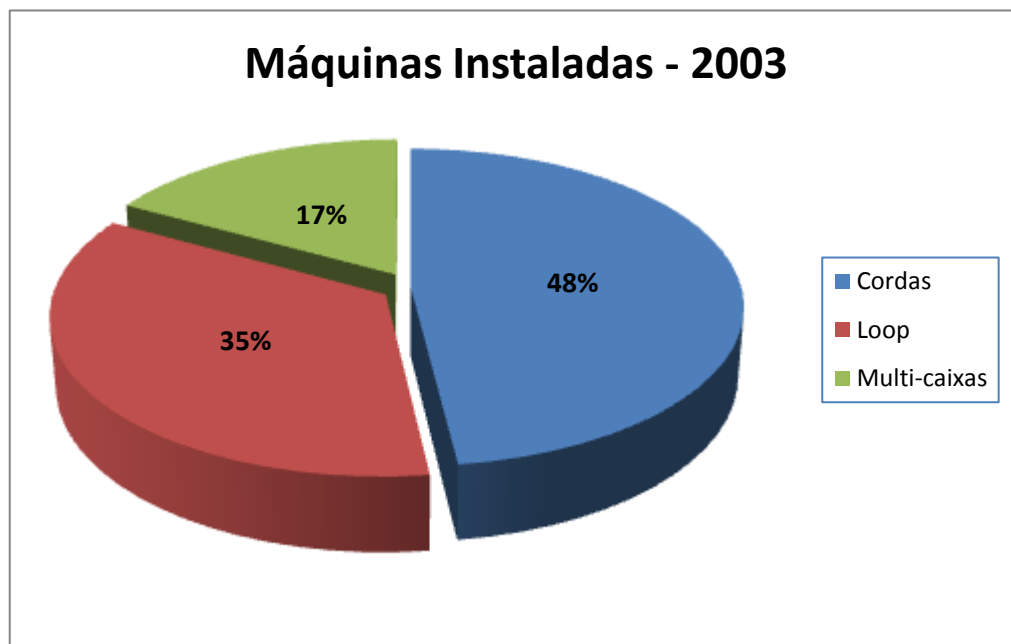
Já o tempo de imersão do banho varia de acordo com a tecnologia utilizada. No tingimento ao largo (multi-caixas e loop) o tempo varia de 4 a 15 segundos e no tingimento em corda de 12 a 20 segundos. E o tempo de oxidação fica em 45 segundos ao largo e 80 segundos em corda.

#### 4.1 – Tipos de tecnologias do tingimento do índigo

Existem três tipos de máquinas utilizadas para fazer o tingimento dos fios do denim: máquina de tingimento em corda (Rope dye), multi-caixas ou tingimento aberto (Slasher dye) e loop (Loop dye ou Girotext).

Esse trabalho abordará apenas a engomagem dos fios tintos em corda, porém abaixo explicaremos as três tecnologias.

**Gráfico 1 - Máquinas instaladas em 2003**



Fonte de referência: Lima e Ferreira (Apostila, sem data)

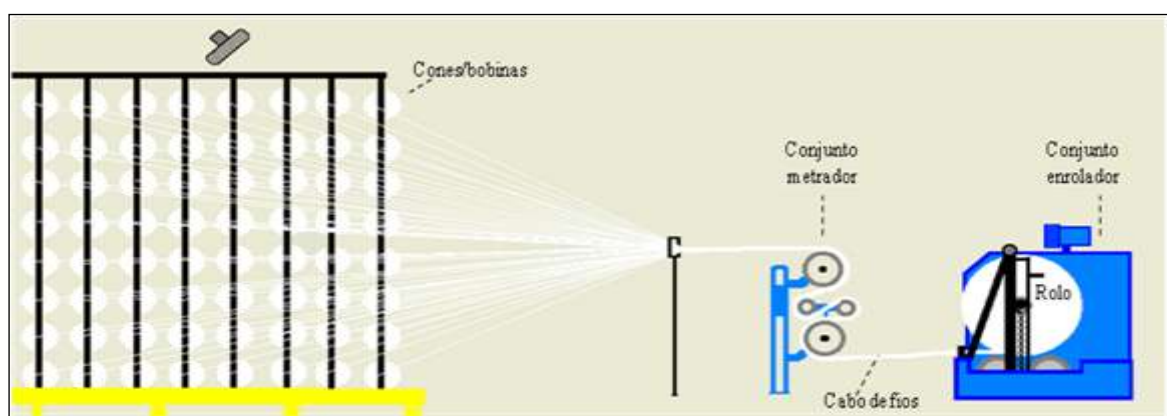
#### 4.1.1 – Tingimento em corda (Rope dye)

Segundo Lima e Ferreira (apostila, sem data), a primeira máquina de tingimento contínuo em corda de denim foi construída em 1920 por Coocker Machine & Foundry Company nos Estados Unidos. Sua montagem levou cerca de seis meses.

Esse tipo de máquina trabalha com 12 a 48 rolos para tingimento, e cada rolo possui um cabo de 300 a 450 fios, dependendo do número total de fios que se necessita para o urdume.

O processo *Ball Warper* ou *Ball Warming* é responsável por produzir esses rolos de tingimento, através do desenrolando dos fios de cones ou bobinas (plásticas e papelão), em uma gaiola, formando assim o cabo (ou corda) de fios. Essa corda é enrolada em um cilindro (canela), transformando-se assim, em rolo para o tingimento, como mostra o esquema abaixo.

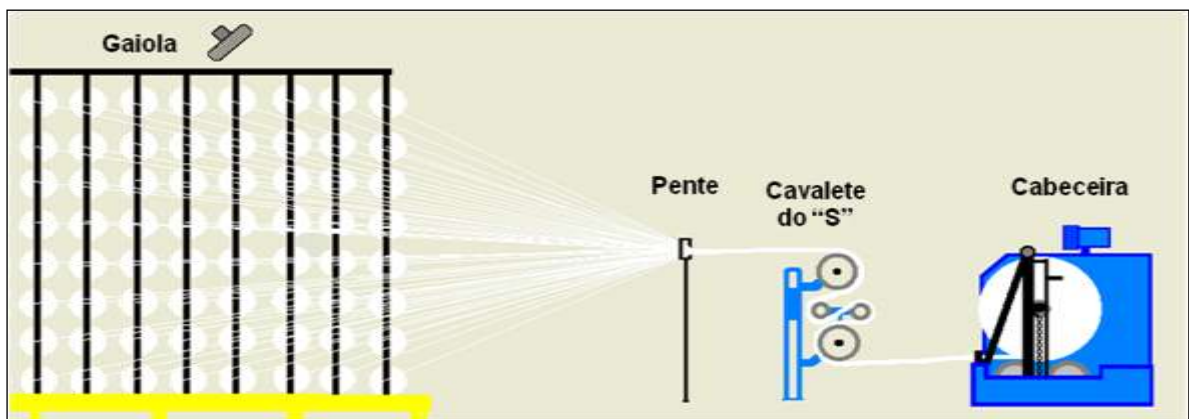
**Figura 13 – Processo *Ball Warper***



Os principais componentes do *Ball Warper* são:

- Gaiolas – Tem a função de acomodar os cones ou bobinas de modo prático, para fazer o desenrolamento, possibilitando fazer o carregamento da próxima carga, enquanto a máquina trabalha com o carregamento atual;
- Pente – Alinha corretamente os fios, um ao lado do outro, através das puas (divisórias ou “dentes” do pente). No pente também está a cruzeta, que possibilitará a abertura desse cabo no *Rebeamer*;
- Cavalete do “S” – Uni os fios e faz a medição da produção;
- Cabeceira – Possui sistema vai-e-vem que direciona o enrolamento do cabo no rolo (canela) em formato carretel.

**Figura 14 – Principais componentes do Ball Warper**



**Figura 15 – Rolo ou Canela**



Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 174)

**Figura 16 – Rolo para o tingimento**

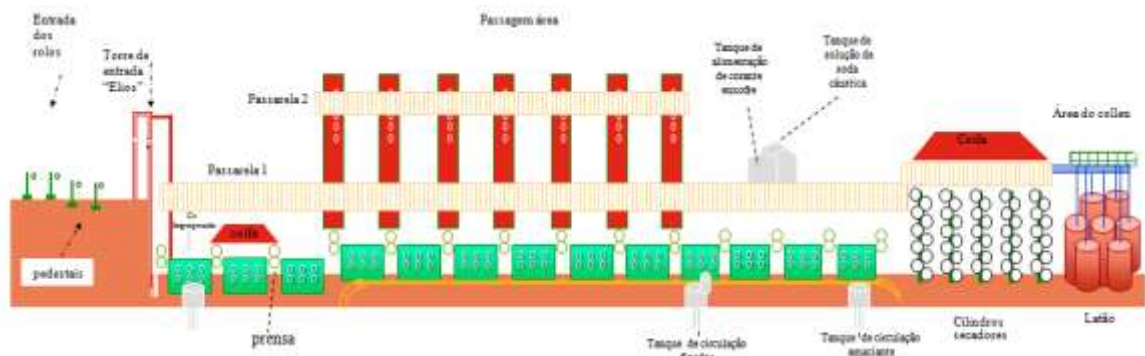


Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 174)

As linhas de tingimento tingem os cabos de fios através do processo contínuo, onde os cabos são desenrolados pelos cilindros puxadores. Em geral, os cabos passam por um banho de caustificação<sup>6</sup>, depois entram nas caixas de banho de imersão com o corante já reduzido, de acordo com a nuance desejada, é lavado e oxidado.

A oxidação é feita através do contato com o ar, por isso se faz necessário o percurso aéreo dos cabos.

**Figura 17 – Linha de tingimento**



Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 186)

6. Caustificação: Tratamento alcalino do material têxtil, com o objetivo de melhorar as propriedades físico-químicas das fibras, como: brilho, afinidade com o corante, estabilidade dimensional, etc.



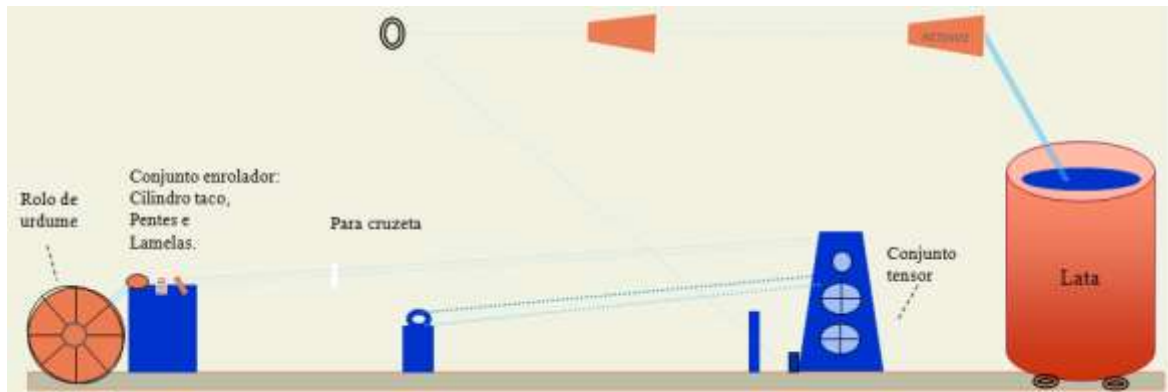
Os principais componentes dessa máquina são:

- Foulards ou prensas;
- Cilindros-guia;
- Caixas de lavagem / impregnação;
- Bombas de dosagem / transferência / Circulação;
- Cilindros secadores;
- Coilers;
- Válvulas de controle;
- Medidores de vazão;
- Serpentinhas.

Após passar pelos dips (tingimento) os cabos são secados e acomodados em latas e levados ao processo de Re-beaming, também chamado de Rebeamer.

No processo do *Rebeamer* os cabos são abertos e re-urdidos em rolos primários. Os fios são distribuídos uniformemente nesses rolos que serão levados ao processo de engomagem.

**Figura 18 – Rebeamer**



Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 191)

Segundo Lima e Ferreira (apostila), o passamento dos fios nessas máquinas de tingimento em corda (ou linha de tingimento) consome em média 192 metros. Isso significa que a cada para da linha de tingimento, por qualquer que seja o motivo, gera no mínimo 192 metros de fios de segunda qualidade ou estopa. Por isso é muito importante utilizar o ciclo contínuo dessas máquinas, fazendo com que as fábricas trabalhem sem parar.

As principais vantagens do Tingimento em corda são:

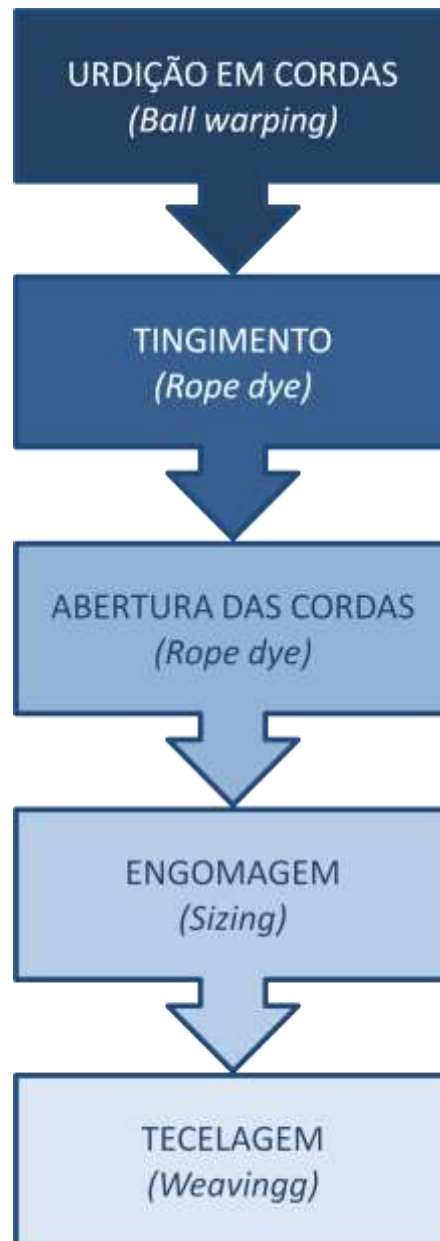
- Alta produtividade;
- Não existem paradas para troca de rolada;
- Excelente uniformidade das ourelas e no fundo do tecido;
- Pouco desperdício de fios;
- Alta eficiência de tingimento;
- Alta solidez da cor.

As principais desvantagens são:

- Custo alto de investimento;
- Consumo de espaço físico muito grande, em geral, 100% maior que a multi-caixas;
- Perda de elasticidade do fio;
- Necessita dos processos de *Ball Warper* e *Rebeamer*;
- Grande volume do banho de tingimento;
- Limitação do título do urdume geralmente até Ne 20/1;
- Requer mais mão-de-obra.

A figura 19 ilustra o fluxo de processo do tingimento em corda.

Figura 19 – Fluxograma do processo de tingimento em corda



Fonte de referência: Lima e Ferreira (Apostila)

#### 4.1.2 – Tingimento aberto (multi-caixas ou Slasher dye)

Segundo Lima e Ferreira (apostila, sem data), o processo de tingimento aberto iniciou-se em 1970 na Europa. Tornou-se rapidamente popular pela sua simplicidade em relação às máquinas de tingimento em corda.

Os rolos são urdidos previamente, por urdideira direta, onde ela puxa os fios que estão na gaiola em cones ou bobinas formando os rolos primários.

**Figura 20 – Urdideira direta ou contínua**



Urdideira Maquind

**Figura 21 – Vasilhame dos rolos primários**



Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 174)

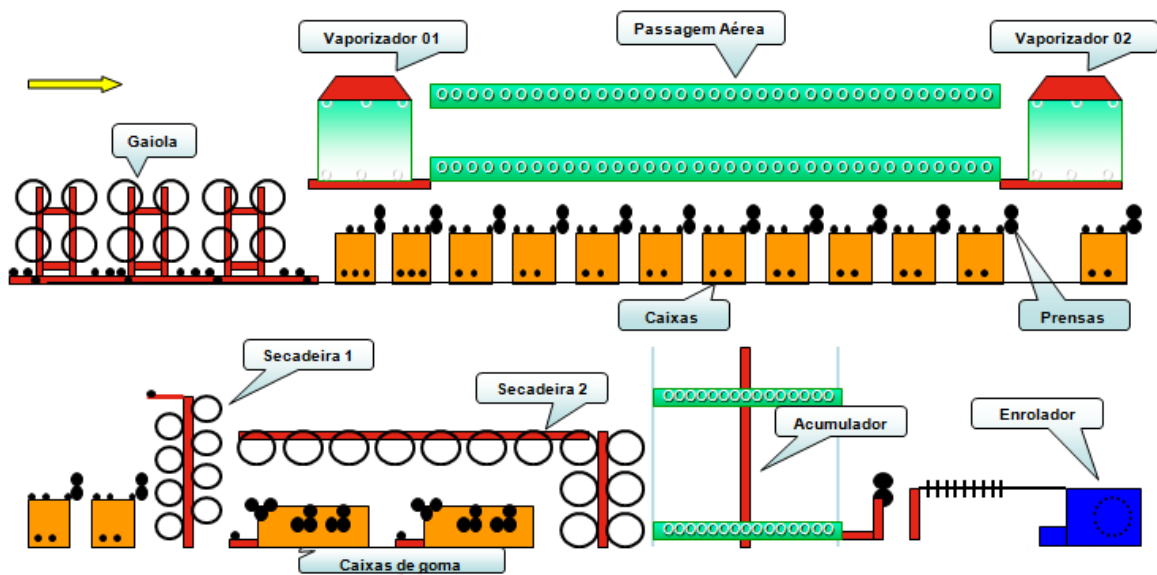
**Figura 22 – Rolo primário cheio**



Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 174)

Os rolos primários de urdimento são reunidos em uma gaiola e tintos nas diversas caixas de tingimento, em média de 10 a 14 caixas, efetuando o mesmo tipo de tingimento em corda, porém neste caso os fios são abertos, ou seja, um ao lado do outro. Nesse sistema temos incorporado o processo de engomagem. A máquina também pode vir equipada com um ou dois vaporizadores.

**Figura 23 – Esquema de tingimento aberto (multi-caixas)**



Empresa Tavex Corporation (apostila Tecnologia Têxtil, pp. 188)

As principais vantagens das multi-caixas são:

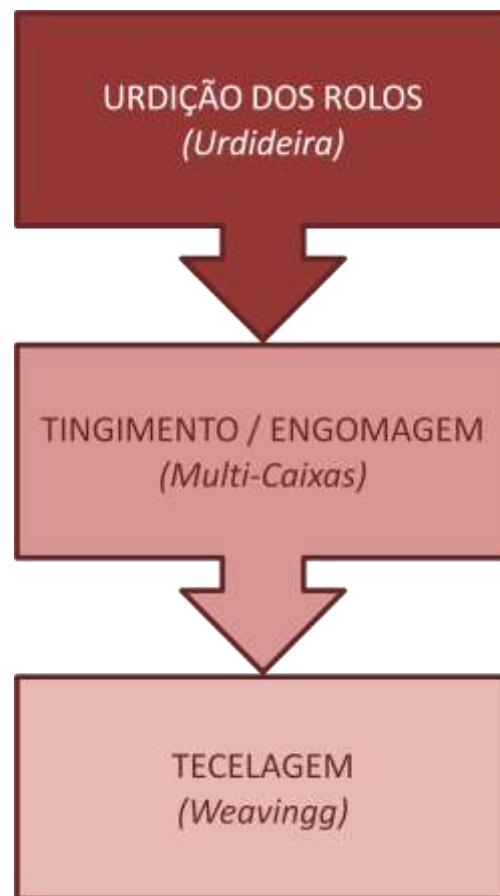
- Instalação com menor consumo de espaço;
- Tingimento em fios finos para camisaria;
- Produção sem interrupção, contínua desde rolo primário até o rolo de urdume engomado;
- Melhor elasticidade dos fios;
- Menor volume de tingimento das caixas de banho;
- Flexibilidade nas trocas de artigos;
- Tingimento de denim colorido (cores distintas do azul);
- Custo de investimento reduzido;
- Mão-de-obra reduzida.

As principais desvantagens são:

- Variações de ourelas e de fundo do tecido;
- Perda de produtividade nas trocas de roladas;
- Maior formação de estopa;
- Possibilidade de manchas nas trocas de roladas.

A figura 24 ilustra o fluxo de processo do tingimento aberto.

**Figura 24 – Fluxograma do processo de tingimento aberto**



Fonte de referência: Lima e Ferreira (Apostila)



### 4.1.3 – Loop (Loop Dye ou Girotex)

Segundo Lima e Ferreira (apostila, sem data) em 1973, Lau Chor Sen, químico têxtil em Hong Kong, por falta de espaço para montar uma multi-caixas, teve a idéia de reduzir a uma única caixa de banho de tingimento, com os fios passando quatro vezes pela mesma caixa, intercalando a oxidação entre cada passagem, porém ele não conseguiu fazer funcionar sua idéia, então em 1980 o fabricante de tecido italiano, Italdenim, solicitou a Master Macherio a construção de uma máquina baseada na idéia de Sen, nascendo assim a primeira loop dye.

Principais vantagens da máquina:

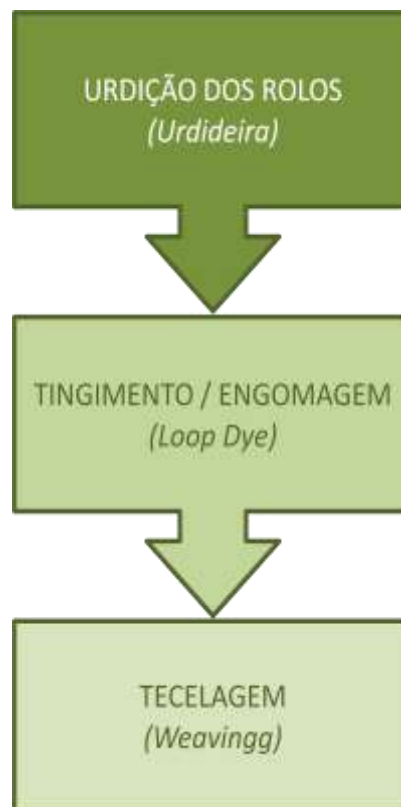
- Instalação mais compacta;
- Produção contínua (até a engomagem);
- Baixo volume de banho;
- Flexibilidade na troca de artigo;
- Trabalha com títulos finos e artigos para camisaria;
- Menor custo de investimento.

Principais desvantagens da máquina:

- Possibilidades de variação de ourelas e fundo do tecido;
- Perda de elasticidade do fio;
- Perda de produtividade na troca de rolada;
- Limitação de tonalidades escuras;
- Maior número de rupturas;
- Ocorrência de manchas.

A figura 25 ilustra o fluxo de processo do tingimento loop dye.

**Figura 25 – Fluxograma do processo de tingimento loop dye**



## 5 – O processo de engomagem

### 5.1 – O que é a engomagem?

Segundo Pessanha (1989), engomar é revestir o fio fiado ou de filamento com uma película (filme), chamada de goma, que pode ser natural ou sintética.

**Figura 26 – Comparativo do fio sem goma com o fio engomado**



*Fio sem Goma..*



*Fio Engomado*

## 5.2 – O objetivo da engomagem

Ainda segundo Pessanha (1989), o principal objetivo da engomagem é melhorar as condições do tecimento dos fios de urdume, através dos seguintes itens:

- ✓ Aumento da resistência à tração – modo de trabalho de um corpo, quando submetido à ação de uma força que atue no sentido de seu eixo e tenda a alongá-lo;
- ✓ Aumento da resistência à abrasão – desgaste por fricção, raspagem;
- ✓ Aumento da resistência às flexões – ato ou efeito de curvas-se ou dobrar-se;
- ✓ Aumento da resistência às inflexões – ato contrário a flexão;
- ✓ Redução da pilosidade.

## **6 – A goma**

### **6.1 – O que é a goma?**

Segundo a empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), a goma é uma mistura homogênea, obtida através da mistura de vários materiais químicos, que serão citados no decorrer deste trabalho, espessa, viscosa, líquida quando aquecida, e após secagem se torna sólida e elástica, como um filme de cola.

### **6.2 – Função da goma sobre o fio**

De acordo com Pessanha (1989), a função da goma no fio fiado é “colar” as fibras, evitando que as mesmas deslizem no momento que o fio é exigido na tecelagem. Com isso evita-se o excesso de rupturas e a formação de “bolinhas”, causada pelo acúmulo de fibrilas, conhecidas como “pelúcia”, que desprendem do fio por causa da abrasão.

Já no fio fiado, a função da goma é unir os filamentos, pois possuem tendência de se abrirem, principalmente em fios finos e com baixa torção.

Abordaremos apenas a engomagem dos fios fiados singelos, ou seja, com um único cabo.

## 6.3 – Receita de goma

Pessanha (1989) diz que a receita de goma é um combinado de substâncias em meio aquoso, onde levamos sempre em consideração o volume do banho e as quantidades dos produtos, igual a uma receita de bolo.

A receita de goma é composta por:

- Veículo: água;
- Base da fórmula: agentes engomantes (substância);
- Aditivos: Produtos auxiliares (ex: penetrantes, lubrificantes, amaciantes, entre outros).

### 6.3.1 – Veículo

De acordo com Pessanha (1989), a água representa o maior volume do banho. Ela deve ser potável, pura e com baixo teor de sais, pois com alto teor de sais a água se torna “dura”, dificultando a emulsão dos ingredientes da receita de goma.

Os sais mais comuns de serem encontrados na água são o magnésio e o cálcio, não devem, em nenhuma hipótese, conter ferro ou matérias orgânicas.

Não deverá ser ácida, seu pH deve estar um pouco acima de 7, ou seja, um pouco alcalina. Mas também não deve ser excessivamente alcalina, pois ao entrar em contato com o amido, tem a tendência de criar espuma.

### **6.3.1 – Base da fórmula**

Segundo Pessanha (1989), os agentes engomantes, também chamados de base da fórmula, é responsável pela criação da película que envolverá o fio engomado, colando as fibras.

Existem no mercado agentes engomantes (produtos) naturais e sintéticas, porém os mais utilizados são os amidos/féculas e amidos/féculas com modificações especiais, destinadas a fios tintos com sulfuroso.

Abaixo citaremos as mais conhecidas no mercado e suas características.

#### **6.3.1.1 – Fécula ou amidos**

Segundo Empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), são de origem vegetal e seu principal composto é a amilose.

Principais vantagens:

- ✓ Mais barato com boa aderência e não forma espuma;
- ✓ Estável para umidade alta;
- ✓ Alta resistência aos álcalis;
- ✓ Biodegradável;
- ✓ Desengomagem mais fácil e por enzimas.

Principais desvantagens:

- ✓ Formação de cascas;
- ✓ Depósito nos cilindros;
- ✓ Alta viscosidade;
- ✓ Não recuperável;
- ✓ Alta concentração.

**Figura 27 – Amido natural**



[Empresa Jauense \(manual de engomagem, pp. 25\)](#)

Neste trabalho focaremos os estudos nas féculas e amidos, por isso, mais adiante, voltaremos a falar sobre esse tipo de goma, com mais detalhes.



### 6.3.1.2 – PVA (álcool polivinílico)

Segundo Empresa Jauense (manual de engomagem, sem data) PVA é um álcool obtido através da saponificação de acetato de polivinila.

Principais vantagens:

- ✓ Melhor rendimento dos teares;
- ✓ Compatível com outros produtos;
- ✓ Fácil formação do filme elástico;
- ✓ Menos dependente da umidade nas salas de teares;
- ✓ Recuperável.

Principais desvantagens:

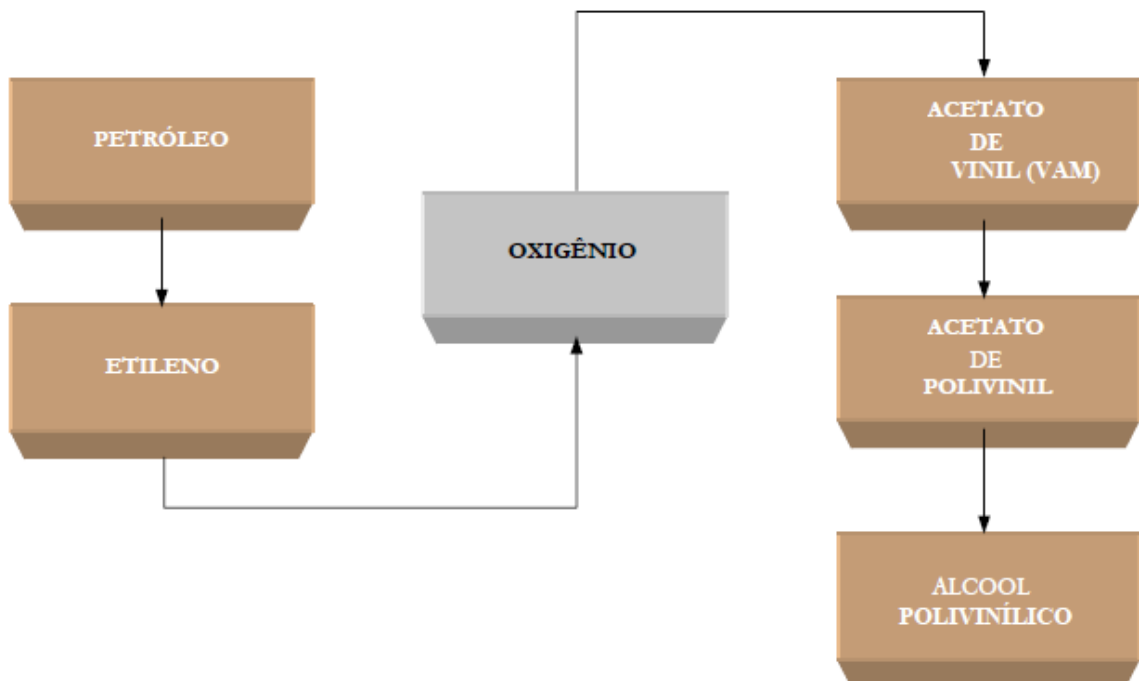
- ✓ Sensíveis aos álcalis;
- ✓ Sensível ao calor (polimerização na chamuscadeira);
- ✓ Formação de espuma (PVA com baixa hidrólise < 92%);
- ✓ Preço alto.

Figura 28 – PVA



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 26)

Figura 29 – Fabricação do PVA



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 28)

### 6.3.1.3 – CMC (carboximetilcelulose)

Segundo Empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), são moléculas que possuem maior facilidade de eliminação, obtida a partir da pasta de madeira, com tratamento alcalino e posteriormente com cloreto monocloroacético, que resulta na carboximetilcelulose.

Principais vantagens:

- ✓ Boa formação de película;
- ✓ Boa aderência;
- ✓ Boa elasticidade;
- ✓ Alta resistência aos álcalis;
- ✓ Compatível com outros produtos;
- ✓ Utilizado em baixa umidade.

Principais desvantagens:

- ✓ CMC com sal são corrosivos;
- ✓ Formação de aderência (cascas) em alta umidade;
- ✓ Preço alto.

**Figura 30 – CMC (carboximetilcelulose)**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 31)

#### **6.3.1.4 – PAC (poliacrilato)**

Segundo Empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), são polímeros resultantes da combinação de propriedades formadoras de películas e o grau de aderência de alguns produtos vinílicos.

Obtêm-se através sintetização do ácido acrílico, ácido metacrílico, acrilato de metila, de etila, de butila e acrilonitrila que podem ser polimerizados em condições determinadas.

Principais vantagens:

- ✓ Boa solubilidade;
- ✓ Força eletrolítica alta;
- ✓ Alta resistência aos álcalis;
- ✓ Não forma casca ou espuma;
- ✓ Estável para a termofixação;
- ✓ Recuperável.

Desvantagens:

- ✓ Muito higroscópico;
- ✓ Baixa viscosidade;
- ✓ Não biodegradável;
- ✓ Preço alto.

**Figura 31 – PAC (poliacrilato)**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 32)

## **6.3.2 – Produtos auxiliares**

### **6.3.2.1 – Substâncias Penetrantes**

Segundo Pessanha (1989), é responsável pela quebra a tensão superficial dos líquidos, acelerando o processo de penetração no fio, como exemplo podemos citar os umectantes em geral.

### **6.3.2.2 – Substâncias Lubrificantes e Amaciantes**

Segundo Pessanha (1989), suaviza o toque dos fios, conseqüentemente do tecido, diminuindo a dureza, a aspereza, minimiza as perdas de elasticidade, de flexibilidade e de maleabilidade.

As substâncias amaciantes e suavizantes penetram no fio e tornando-o mais macio, flexível, maleável, mas não lubrificam, porque em geral não possuem graxas. Já os lubrificantes possuem alto teor de graxas.

Como exemplo de amaciantes podemos citar a glicerina e como lubrificante temos a parafina.

### **6.2.2.3 – Substâncias Antissépticas**

Segundo Pessanha (1989), evitam o surgimento de microorganismos nos rolos de urdume nos rolos de tecido, por causa da umidade residual.

Como exemplo podemos citar o formal (substância orgânica) e o benzóico (substâncias inorgânicas).

### **6.2.2.4 – Substâncias Higroscópicas**

Segundo Pessanha (1989), tem a finalidade de tornar a goma e o filme de goma mais higroscópica (ávida por água), aumentando sua capacidade de absorver a umidade relativa do ar.

Com isso torna o filme de goma sobre o fio mais elástico, mais maleável e mais plástico, melhorando a performance no tear.

Como exemplo dessa substância podemos citar o cloreto de zinco.

### **6.2.2.5 – Espessantes**

Segundo Pessanha (1989), tem por finalidade dar maior peso aos tecidos engomados mais rústicos, como denim pesados ou até mesmo em sacos.

Como exemplo de espessante temos o sulfato de cálcio.

### **6.3.3 – A escolha dos produtos**

Na hora de se escolher os produtos a serem utilizados, devemos levar em consideração os fatores citados nos tópicos a seguir.

#### **6.3.3.1 – Título do fio**

Segundo Pessanha (1989), quanto menor for o diâmetro do fio, maior será sua torção e menor a resistência à tração. Desta maneira, os espaços entre as fibras serão menores e de difícil penetração, portanto, o produto a ser utilizado deverá ter uma viscosidade relativamente baixa.



### **6.3.3.2 – Tipo de fibra**

Segundo Pessanha (1989), o tipo de fibra é importante para definirmos a origem do produto a ser utilizado. A afinidade entre eles deverá ser a melhor possível, mas esta ligação não poderá ser química, apenas física, pois a goma será retirada posteriormente, no acabamento final do tecido.

### **6.3.3.3 – Artigo a ser fabricado**

Segundo Pessanha (1989), o artigo será importante para verificarmos a exigência que será imposta ao fio (densidade de urdume, densidade de trama e ligamento). Estes parâmetros devem ser levados em consideração tanto na escolha dos produtos, como na carga de goma a ser aplicada.

### **6.3.3.4 – Análise de custo/benefício**

Segundo Pessanha (1989), a análise custo/benefício é o item mais importante e muitas vezes feito de maneira superficial, olhando apenas um processo isoladamente. Este parâmetro merece que seja feita uma análise dos seguintes fatores:

- Valor da Receita de Goma – Preço dos produtos, tempo de cozimento, velocidade de engomagem em função da carga de goma no fio.
- Armazenamento – Possibilidade de armazenar o fio por longo período, temperatura de aplicação da goma (menos vapor).
- Dificuldade Operacional – Quantidade e números de produtos utilizados na receita, quanto maior o número, maior será o risco de erro humano. Outro item é a facilidade de manuseio.
- Tecelagem – Rendimento dos teares e pó na sala.
- Desengomagem – A facilidade de desengomagem pode ser decisiva na análise. Atualmente existem produtos que necessitam de desengomagem enzimática, oxidativa, outros produtos podem ser retirados com detergentes aplicados a 80 °C, ou ainda apenas com água quente, num processo contínuo.
- Tecido – O toque do tecido final pode ser influenciado pelas características da goma.
- Tratamento de Efluentes – A dificuldade, o tempo, a quantidade de efluentes a ser tratado e o custo.
- Fornecedores – Credibilidade e assistência técnica oferecida pelos fornecedores.

## 6.4 – Derivados de amido e fécula

De acordo com a Empresa Emsland (apostila, sem data), os amidos de celulose são os mais importantes amidos utilizados na indústria têxtil. Podem ser derivados da batata, trigo, milho e fécula de mandioca.

A escolha do amido e a medida a ser utilizado vão variar de acordo com o produto que será processado. No entanto, os amidos naturais, muitas vezes não atendem as exigências elevadas dos têxteis modernos. Por esta razão, a indústria de amido tem desenvolvido amidos com modificações especiais, cujas propriedades foram adaptadas para o alto grau de exigência da prática industrial.

### 6.4.1 – Introdução histórica

Segundo Pessanha (1989), a utilização do amido tem seus primeiros registros nos primórdios da história, sabe-se que utilizavam para reforçar “*papyrus*” e para proteção de fios utilizados em tecelagem.

A civilização egípcia, 3500 a.C., aplicava o amido para dar resistência a fios mais rústicos, como o linho, utilizados na fabricação de vestimentas aos escravos, e em fios mais nobres e delicados, em vestimentas de nobres, reis e religiosos.

## **6.4.2 – Composição e estrutura dos amidos**

Ainda conforme a Empresa Emsland (apostila, sem data), o amido é a substância de reserva mais encontrada nas plantas. Ele é formado por meio da energia solar durante a fotossíntese do dióxido de carbono e da água.

O amido é constituído por polissacarídeo (grande quantidade de monossacarídeos que são glucose/glicose – molécula mais simples do açúcar, carboidratos não polimerizados). Além disso, existem links que levam à cadeia de ramificação. Assim, o amido não consiste em macromoléculas uniformes, mas de diferentes formas de estruturas de hidrocarbonetos.

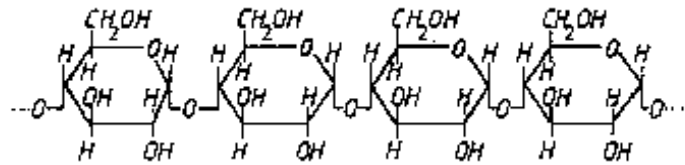
## **6.4.3 – Tipos de estrutura dos amidos**

### **6.4.3.1 – Amilose**

Conforme a Empresa Emsland (apostila, sem data), amilose é a molécula da glucose não ramificada.

Responsável pela formação de um bom filme da goma, possui força adesiva elevada e retrogradação (reconstrução da estrutura mais rígida do amido, devido as cadeias de amilose), com iodo se torna azul.

**Figura 32 – Cadeia da amilose**



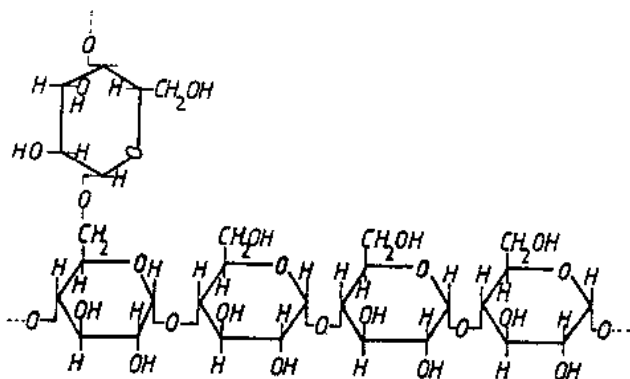
Empresa Emsland (apostila, pp. 04)

### 6.4.3.2 – Amilopectina

Conforme a Empresa Emsland (apostila, sem data), amilopectina é a cadeia de amido ramificada, encontrada no endosperma (malha nutritiva de uma semente, consistente de carboidratos, proteínas e lipídios) da cevada. Pode ser considerada uma composição ramificada de amiloses.

É responsável pela boa solubilidade do amido, em contato com o iodo fica vermelho.

**Figura 33 – Cadeia da amilopectina**



Empresa Emsland (apostila, pp. 04)

A relação quantitativa entre estes dois tipos de moléculas, essencialmente, determina as propriedades diferentes dos amidos:

**Tabela 1 – Relação de quantidade de amilose por tipo de amido**

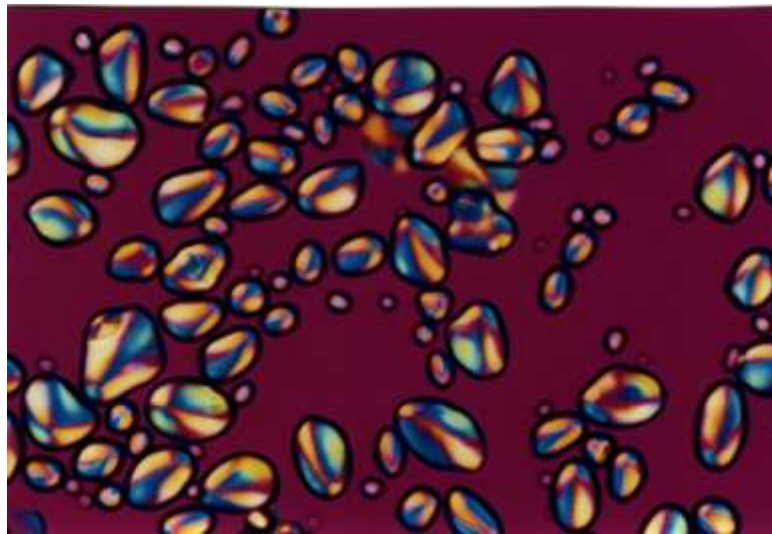
<b>Tipo de Amido</b>	<b>Conteúdo de amilose (%)</b>
Fécula de batata	18 – 23
Amido de trigo	23 – 28
Amido de milho	22 – 28
Amido de milho ceroso	Max. 1
Fécula de mandioca	16 – 19

Fonte de referência: Empresa Emsland (apostila)

Comparando o amido de milho com o amido de trigo e com a fécula de batata e de mandioca, possui baixo teor de amilose, portanto, dissolve-se melhor e retrógrada menos fortemente.

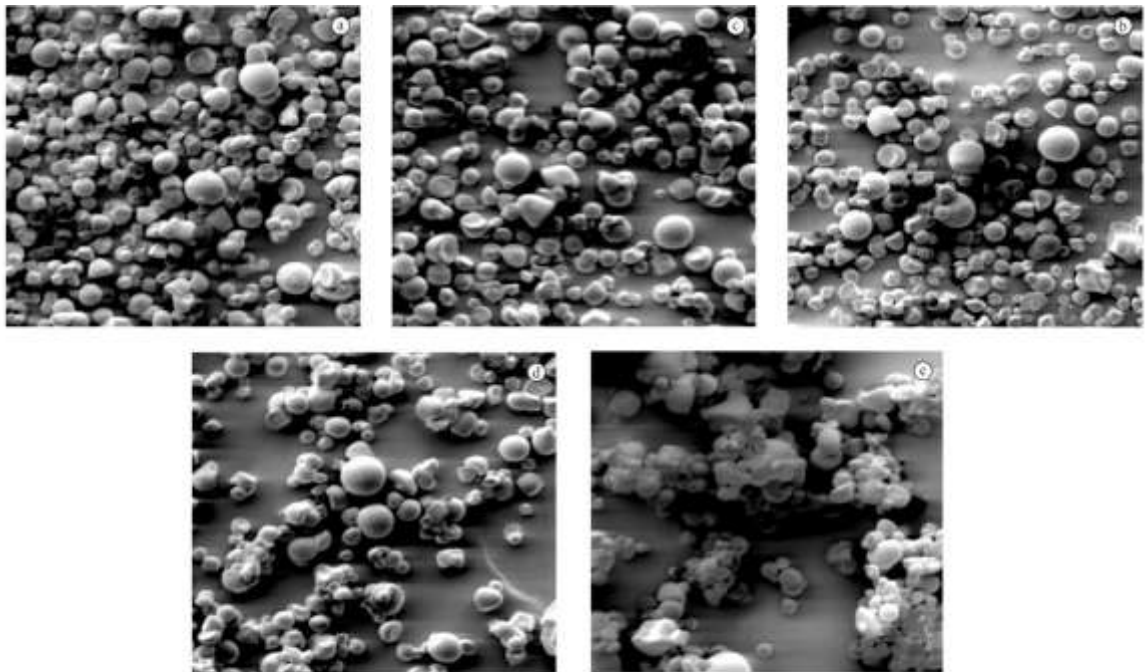
A forma e o diâmetro do grão de amido varia de acordo com o tipo de amido, portanto, podem ser facilmente identificados ao microscópio.

**Figura 34 – Microscopia da fécula da batata**



Empresa Emsland (apostila, pp. 05)

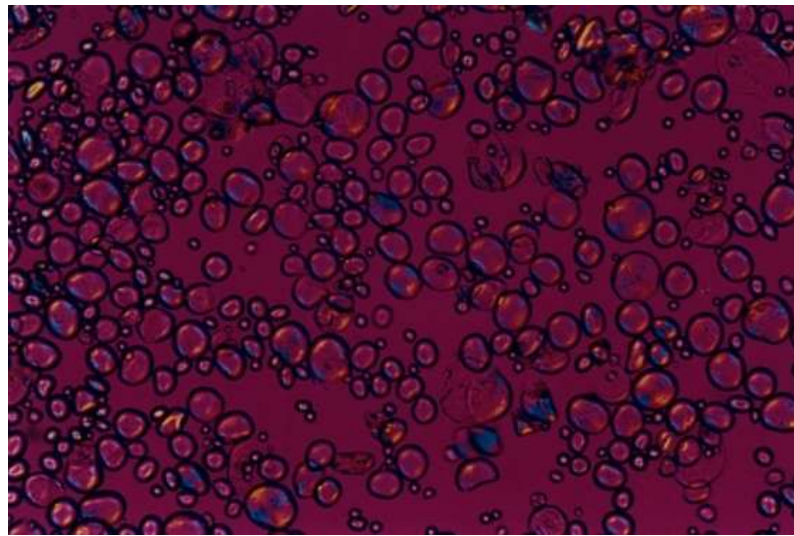
**Figura 35 – Amido de batata-doce**



Fotomicrografias do amido de batata-doce em microscópio eletrônico de varredura. a) natural b) TTBU em forno convencional com 25% de umidade; c) TTBU em forno convencional com 35% de umidade; d) TTBU em forno micro-ondas com 25% de umidade; e) TTBU em forno micro-ondas com 35% de umidade.

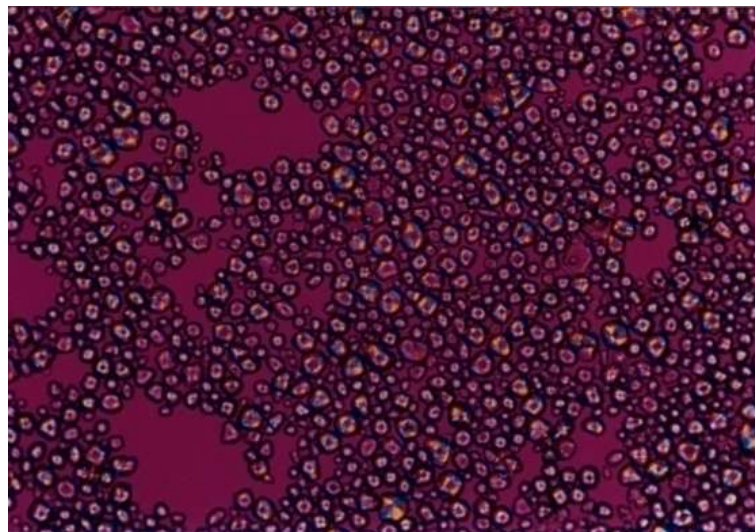
<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010>

**Figura 36 – Microscopia do amido de trigo**



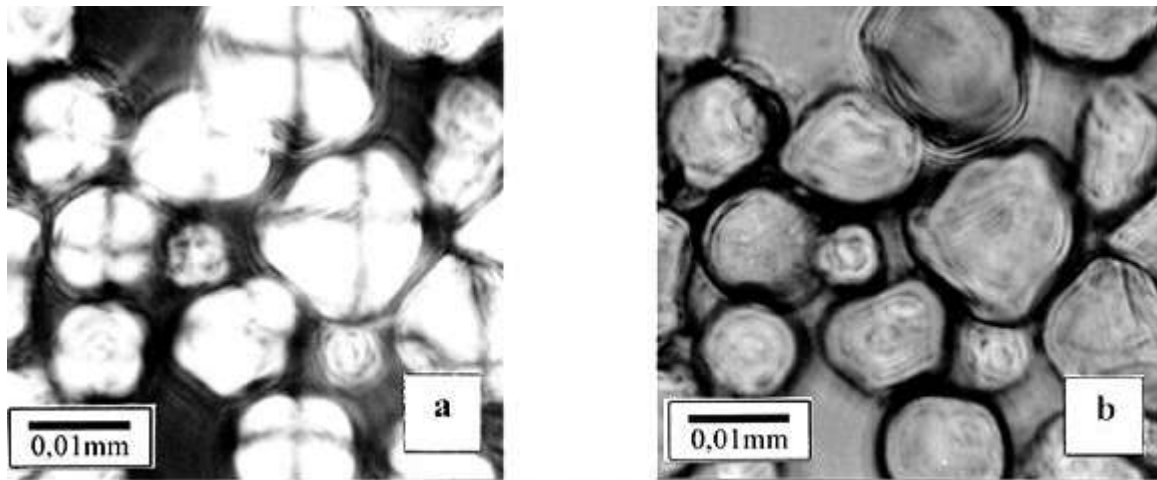
Empresa Emsland (apostila, pp. 05)

**Figura 37 – Microscopia do amido de milho**



Empresa Emsland (apostila, pp. 06)



**Figura 38 – Amido de milho**

Micrografias das dispersões de amido a 5 g/l e 25°C; a) e b) aumento de 100 vezes sob luz polarizada e natural, respectivamente.

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s010>

**Figura 39 – Microscopia do amido de mandioca**

Análise microscópica das féculas extraídas do farelo de mandioca.

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s010>

Devido ao seu grande diâmetro dos grãos (maior peso molecular) a fécula de batata tem uma maior resistência adesiva e uma maior viscosidade. Além disso, a fécula de batata contém uma proporção muito baixa de gorduras e proteínas e, por isso as soluções e os filmes de fécula de batata alcançam um alto grau de clareza. O fato da fécula de batata ter baixo teor de gordura possui uma alta capacidade de intumescimento e boa solubilidade.

#### 6.4.4 – Características dos amidos naturais

Conforme a Empresa Emsland (apostila, sem data), em água fria os grãos de amido são insolúveis. Ao aquecer ocorre um intumescimento nesses grãos e cada tipo de amido intumescem em uma certa temperatura. O comprimento e perímetro dos grãos de amido aumenta muito com o aquecimento, perdendo sua estrutura granular cada vez mais. A polarização vista sob o microscópio desaparece.

**Tabela 2 – Temperatura de Gelatinização por tipo de amido**

<b>Tipo de amido</b>	<b>Gelatinização (°C)</b>
Fécula de batata	60 – 66
Amido de trigo	52 – 63
Amido de milho	64 – 72
Amido de milho ceroso	64 – 69
Fécula de mandioca	59 – 70

Fonte de referência: Empresa Emsland (apostila)

O processo chamado de gelatinização leva a uma dissolução completa do amido apenas nas temperaturas de 100-120 °C e aos efeitos da resistência ao cisalhamento (causar deformação ou fraturar um corpo, por meio de forças paralelas e de sentido oposto aplicados em pontos diferentes e adjacentes do mesmo).

O comportamento de intumescimento é altamente influenciado pelo índice de pH, eletrólitos e emulsificantes. Na faixa alcalina a temperatura de gelatinização é menor. A temperatura de gelatinização, no entanto, aumenta em certos eletrólitos e emulsificantes.

De acordo com o tipo de amido, obtém-se uma pasta de amido com estruturas e viscosidade características.

O resfriamento e armazenamento de soluções de amido provoca algumas alterações que são chamadas de retrogradação. Este é um processo de cristalização, que é baseado na formação de ligações de hidrogênio entre as hidroxilas das moléculas de amido adjacentes.

Por causa da estrutura linear das moléculas de amilose a possibilidade de uma formação de ligações de hidrogênio é fortemente desenvolvida, pois é responsável por este processo.

Amidos com maior teor de amilose têm uma forte tendência a ação retrógrado (que tem direção oposta à de corpos similares). Primeiro a solução em gel juntamente com uma aumento da turbidez. Então a assim chamada de sinérese ocorre, segundo o qual a água é separada do gel formado. Com isso uma parte do amido se tornou insolúvel em água fria novamente. Este processo é apoiado por uma baixa temperatura, concentração de amido e alto teor de amilose.

Por causa das características dos amidos mencionados acima não são adequados para determinadas aplicações.

Devido à sua boa solubilidade, força adesiva elevada e clareza de seus filmes, a fécula de batata tem vantagem na engomagem.

Por causa da pequena estrutura e pequeno tamanho de grão o amido de milho é usado como um agente espessante.

Todos os amidos naturais têm boa biodegradabilidade.

## 6.5 – Amidos com modificações especiais

Ainda conforme a Empresa Emsland (apostila, sem data), amidos com modificações especiais são produtos obtidos a partir de amidos em condições secas ou molhados por um procedimento físico ou químico, enzimático ou por uma combinação desses procedimentos de forma a que uma ou várias das suas características originais sejam alteradas.

De acordo com o tipo de modificação dos amidos utilizados na indústria têxtil podem ser divididos nos seguintes grupos:

**Tabela 3 – Grupos de modificação dos amidos**

<b>Tipos de amidos com modificação</b>			
<b>Amido modificado</b>	<b>Amido intumescido</b>	<b>Amido decomposto</b>	<b>Misturas</b>
Éster de amido	Extrusora	Decomposição oxidativa	
Éter de amido	Laminados	Decomposição térmica	
Amido reticulado (em forma de rede)			

Fonte de referência: Empresa Emsland (apostila)

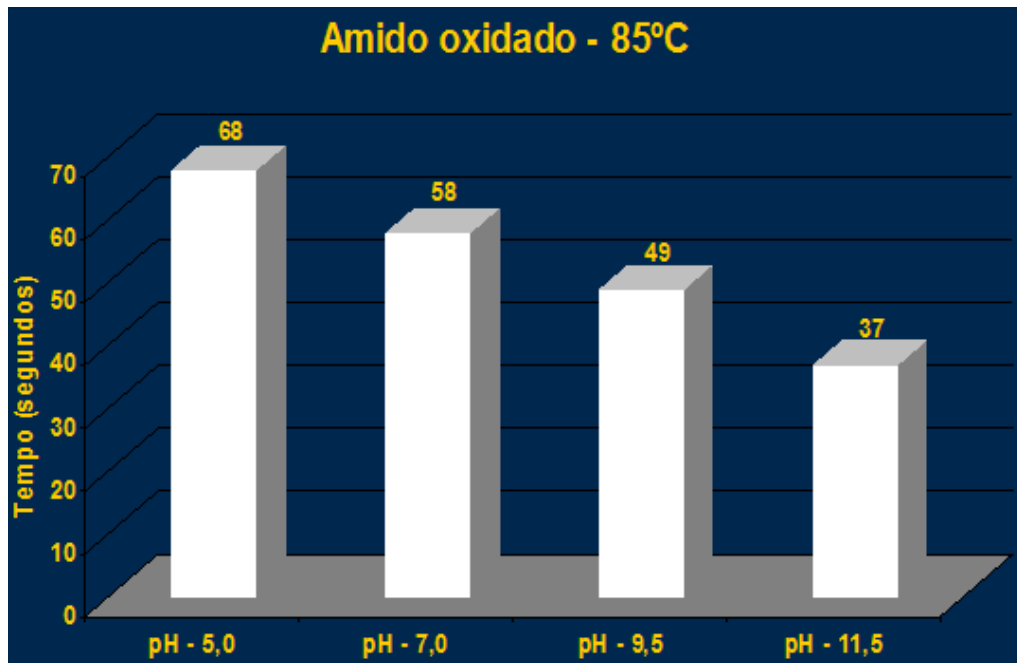
Os amidos modificados mais importante para a indústria têxtil são brevemente descritos a seguir.

### **6.5.1 – Amidos decompostos**

#### **6.5.1.1 – Decomposição oxidativa**

Segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), são amidos oxidados produzidos através de um tratamento por suspensão do amido em água de Javel (solução de hipoclorito de sódio). A decomposição das macromoléculas é realizada através da cisão das ligações glicosídicas. Já os grupos aldeídos e os grupos hidróxidos são oxidados em grupos carboxila. Quando oxidados, os grupos carboxila ficam mais estáveis, se tornando um produto com menor viscosidade.

**Gráfico 2 – Variação do pH em função do tempo em amido oxidado a 85°C**



#### 6.5.1.2 – Decomposição térmica (dextrina)

Segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), a produção de dextrinas é efetuada por aquecimento a seco (torra) dos amidos naturais, com ou sem adição de ácidos, a temperaturas acima do ponto de gelatinização. Dependendo das condições de torrefação e da decomposição das moléculas, pode-se obter dextrina branca ou amarela, conforme descrito abaixo.

##### *Dextrina branca:*

- Temperatura mais baixa, mais ácido, de cor clara;
- 0 - 100% de solubilidade em água fria.

*Dextrina amarela:*

- Alta temperatura, menos ácido, de cor escura.
- 100% de solubilidade em água fria.

## **6.5.2 – Amidos intumescidos**

### **6.5.2.1 – Produtos laminados**

Ainda segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), estes amidos são produzidos pelo aquecimento de uma mistura aquosa com a suspensão de amido, indo muito além da temperatura de gelatinização e posteriormente secado em um secador de cilindros. Para a pré-gelatinização pode ser utilizado ambos os amidos, naturais e químicamente modificados. Através deste procedimento, a estrutura original granular do amido é quebrado.

Os amidos obtidos através do intumescimento têm a propriedade de instumescer em água fria. Assim, o processo de ebulição não é necessário nesse tipo de amido, gerando economia no processo.

### **6.5.2.2 – Produtos de extrusora**

Segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), o amido é decomposto na extrusora sob alta pressão e a temperaturas elevadas. Desta forma esses produtos tornam-se solúveis em água fria. Possuem força adesiva elevada, boa solubilidade, menor viscosidade, forma de filmes flexíveis e têm alta estabilidade ao cisalhamento<sup>7</sup>.

### **6.5.3 – Produtos mistos**

Segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), são obtidos pela mistura de diferentes tipos de amidos e/ou produtos derivados do amido, ou féculas mistura com outros polímeros, tais como álcool polivinílico, carboxineticuloso, etc.

### **6.5.4 – Amidos reagidos**

Segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), os ésteres e/ou grupos de éter são criados por meio de reagentes mono ou bifuncionais, em condições de reação alcalina abaixo da temperatura de gelatinização.

---

7. Cisalhamento: causar deformação ou fraturar um corpo, por meio de forças paralelas e de sentido oposto aplicados em pontos diferentes e adjacentes do mesmo.



A possibilidade de formar ligações de hidrogênio nesses grupos é reduzida e, conseqüentemente, a retrogradação é parcial ou totalmente evitada, dependendo do grau das ligações. Se o amido é levado a uma reação com reagentes bifuncionais, duas moléculas de amido adjacentes são ligadas entre si obtendo o amido chamado de ligações cruzadas (cross-linked).

As propriedades do amido são determinadas pelo tipo e número de grupos trazido para dentro da unidade de glicose por um período máximo de três grupos hidroxilas do amido, podendo ser substituído por outros grupos. Assim, o grau máximo de substituição é de 3,0.

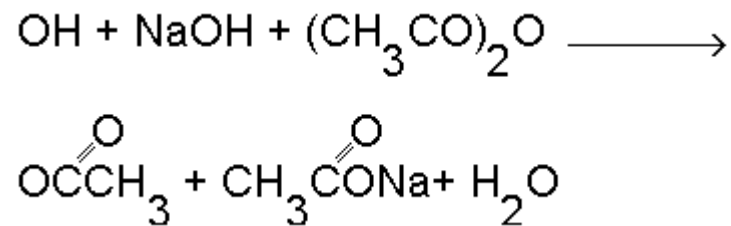
O grau de substituição influencia na força de aderência, na solubilidade e/ou na propriedade de ser lavada, na estabilidade ao cisalhamento e no grau de carga iônica. Com relação aos agentes de dimensionamento do grau de substituição é geralmente entre 0,05 e 0,15, e em relação a impressão dos agentes espessantes até 0,5.

#### **6.5.4.1 – Éster de amido**

Segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), ambos os ácidos orgânicos e inorgânicos são reagidos com os grupos hidroxilas do amido.

### *Acetatos de amido*

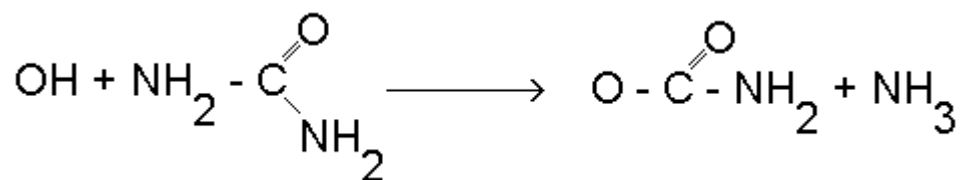
Acetatos de amido são produzidos por esterificação do amido com anidrido acético.



Por isso, obtém-se produtos de acetilação do amido, com graus de substituição relativamente baixa. As soluções são muito mais claras do que as dos amidos da base utilizados e não formam géis. A temperatura de gelatinização é mais baixa comparada com os amidos naturais.

### *Carbamatos Amido*

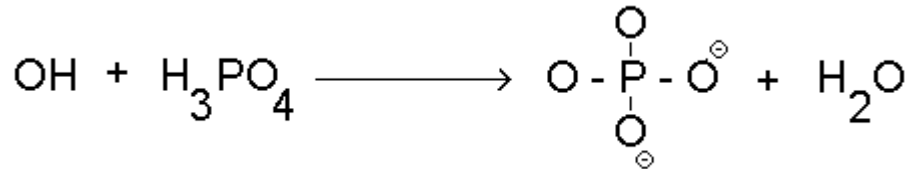
Amido carbamatos são produzidos pelo aquecimento de uma mistura seca de ácido, amido e uréia.



A umidade desses produtos é muito baixa.

### *Fosfatos Amido*

Amido de éster de fosfato é produzida pelo aquecimento de uma mistura seca do amido com uréia e ácido fosfórico.



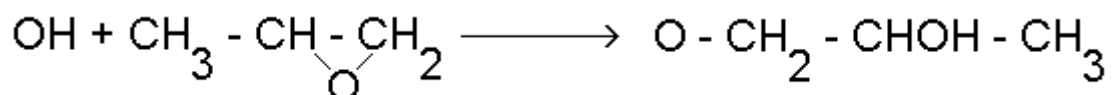
Obtém-se alguns produtos com propriedades semelhantes como é o caso de acetatos de amido. No entanto, os fosfatos de amido são mais sensíveis ao cloreto de sódio e reage com uma queda de viscosidade quando está sendo adicionado.

### *Éter de amido*

Eterificação do amido em meio alcalino. Além disso, o sódio é adicionado para aumentar a temperatura de gelatinização. As suspensões de amido com um teor seco de aprox. 40% reage no processo chamado de tanque a 40°C para formar produtos solúveis em água morna.

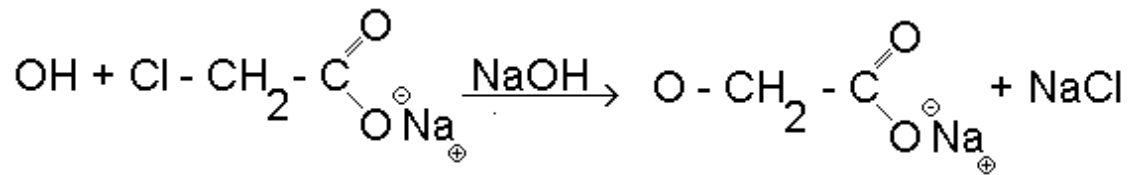
### *Éter hidroxipropilamido*

O amido reage com o óxido de propileno para formar hidroxipropil amido.



### *Amidos Carboximetil*

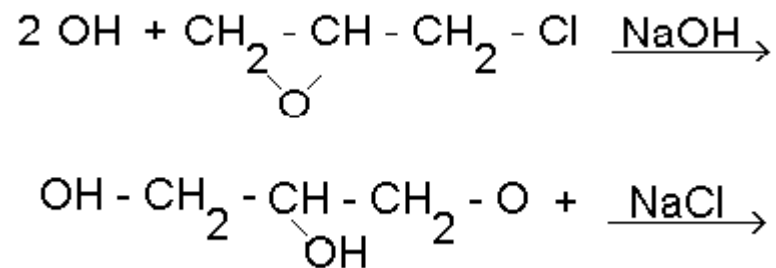
Com sódio ácido monocloroacético e amido de soda cáustica reage para formar amido carboximetilcelulose. Por este processo os produtos obtém uma carga positiva e pode ser lavada facilmente.



#### 6.5.4.2 – Amidos reticulados

Segundo a Empresa Emsland (apostila, sem data), as ligações cruzadas (cross-linked) do amido com epicliridrina ocorrem no meio alcalino.

Amidos reticulada tem um bom aquecimento, é ácido e tem estabilidade ao cisalhamento e alta viscosidade.



## 6.6 – Sólidos na goma

Segundo Pessanha (1989), os sólidos da goma representam a concentração do banho, que nada mais é que a parte sólida dentro do banho da goma.

É muito importante ajustar na receita de goma o percentual de sólido, e esse ajuste tem que possuir um range mínimo de variação, para conseguir alcançar a carga de goma pretendida.

Abaixo a fórmula do cálculo de concentração:

### Fórmula 1 – % Concentração

$$\% \text{ Concentração} = \frac{\text{Produto químico (substância seca)}}{\text{Goma pronta}} \times 100$$

Alguns fatores que influenciam na hora de definir a concentração da goma:

- Densidade do tecido – Quanto mais denso for o tecido, maior abrasão (fricção), por isso maior deverá ser a concentração;
- Velocidade do tear – Quanto maior for o RPM (rotações por minuto) do tear, maior será a exigência do fio e maior deverá ser a concentração.

A concentração também influenciará na carga de goma e nos itens abaixo:

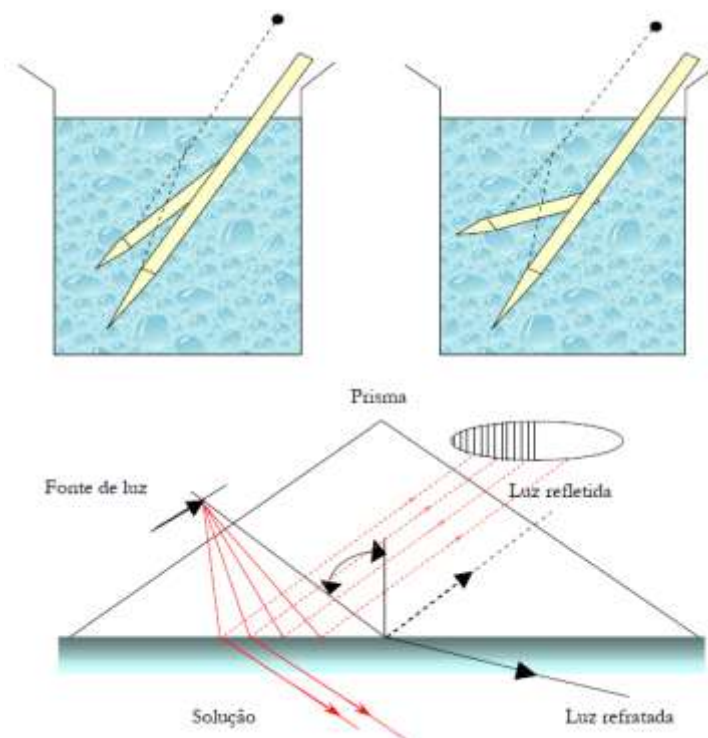
- A viscosidade do banho de goma depende da concentração;
- Quanto maior a concentração, maior a viscosidade;
- A influência da concentração sobre a viscosidade é proporcional;
- A influência de alta concentração sobre a viscosidade é maior do que na baixa concentração.

É bom ressaltar que não se deve variar a concentração da goma, para não causar problemas na tecelagem.

### 6.6.1 – Medição do percentual de sólido

Segundo a Empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), o percentual de sólido (concentração) é medido através do refratômetro, que é um instrumento que mede toda a substância solúvel em água, através do princípio de que quando a luz encontra-se com a superfície da goma em um determinado ângulo, parte da luz é refletida e parte é refratada.

**Figura 40 – Princípio da reflexão e refração**



**Figura 41 – Refratômetro convencional (precisão de +/- 0,5%)**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.68)

**Figura 42 – Refratômetro digital (precisão de +/- 0,1%)**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.58)

## 6.7 – Viscosidade

De acordo com Pessanha (1898), viscosidade é a resistência entre as moléculas ao escorregamento uma sobre a outra. Misturas fluídas são menos viscosas, ou seja, quanto menor a viscosidade, maior será a velocidade de escoamento.

Na engomagem a viscosidade é um dos itens mais importantes para determinar a qualidade do processo. O teor de sólidos afeta diretamente na viscosidade, quanto maior for o percentual de sólidos, maior será a viscosidade da goma. Outros itens que influenciam na viscosidade são a temperatura e a quantidade de vapor utilizada para o aquecimento da goma, pois o vapor possui água, chamada de condensado.

Gomas com baixa viscosidade penetram mais no fio, tornando o mesmo mais duro, sem elasticidade, rompendo quase que por fadiga. Já com alta viscosidade teremos apenas um envolvimento externo de fácil remoção com o atrito no tear, e um excesso de formação de pó.

### **6.7.1 – Medição da viscosidade**

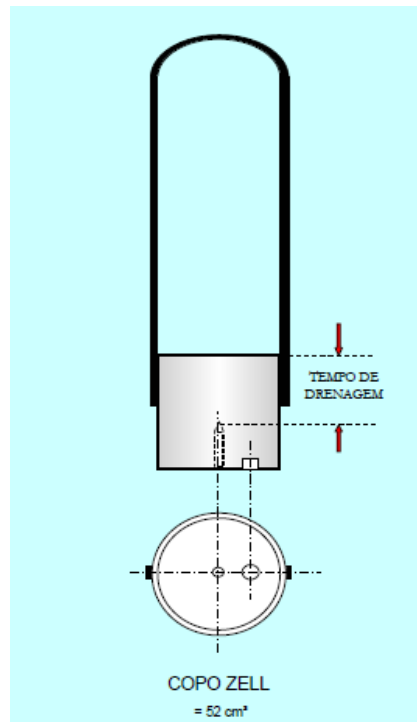
A medição da viscosidade pode ser feita através dos instrumentos copo Zahn ou pelo copo Ford.

#### **6.7.1.1 – Copo Zahn**

De acordo com a Empresa Jauense (manual de engomagem), o copo Zahn possui um furo de 4 mm para o escoamento, é tirado a leitura da viscosidade por segundos, através da utilização de um cronômetro aferido.



**Figura 43 – Desenho técnico do copo Zahn**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.57)

**Figura 44 – Medição utilizando o copo Zahn**

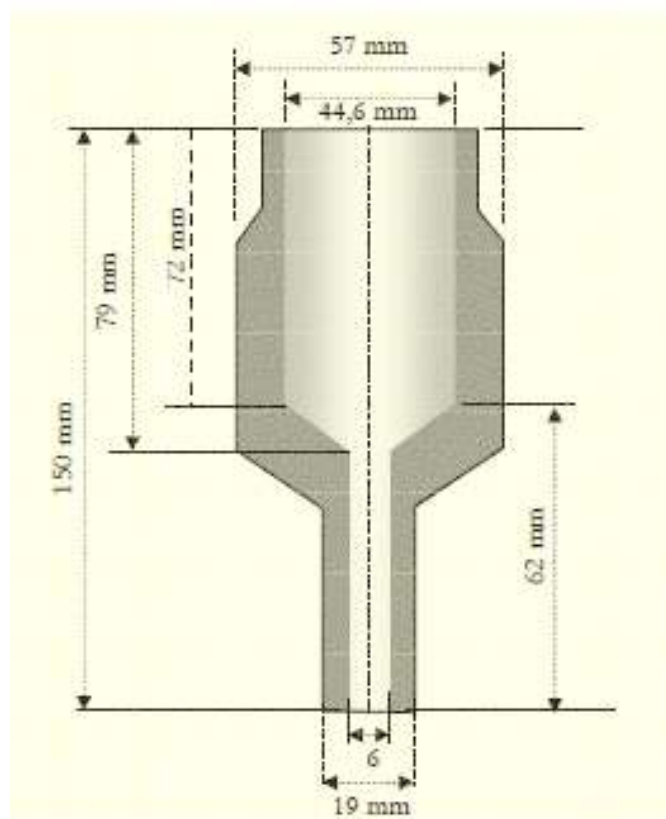


Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.57)

### 6.7.1.2 – Copo Ford

Possui um furo de 6 mm para o escoamento, é tirado a leitura da viscosidade por segundos, através da utilização de um cronômetro aferido.

**Figura 45 – Desenho técnico do copo Ford**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.58)

**Figura 46 – Medição utilizando o copo Ford**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.58)

## **6.8 – Percentual de carga de goma**

Conforme Pessanha (1989), a carga de goma é a quantidade de goma que o fio consegue carregar após aplicação e secagem da goma, ou seja, da goma seca.

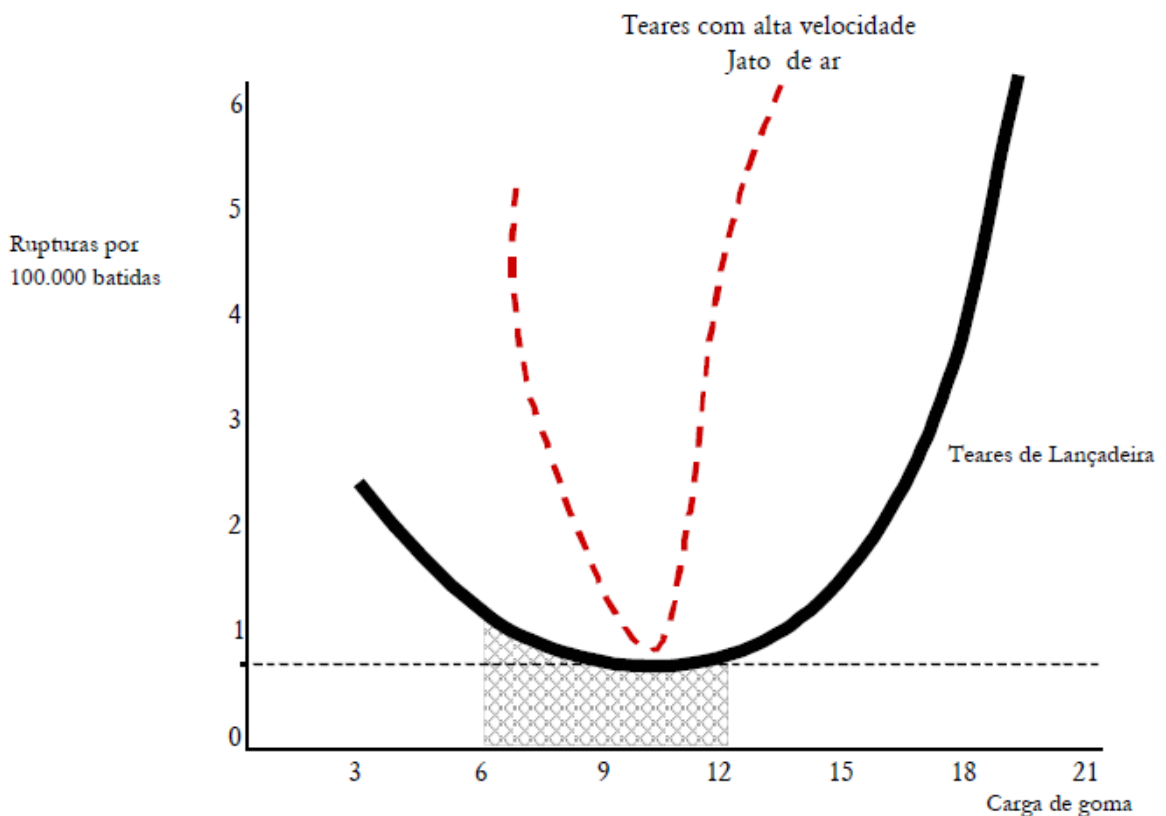
Vários fatores podem influenciar na carga de goma, como a concentração (% de sólido), a pressão e a dureza dos cilindros espremedores, a viscosidade da goma e a velocidade da máquina. Outro fator importante é a substância utilizada como base da fórmula.

Um percentual de carga de goma considerado ideal, está entre 6 e 12%, porém esse valor pode variar de acordo com a construção do tecido, o título e o tipo de fio. Menor que 6% e maior que 12% podem aumentar as rupturas no tear.

Segundo a empresa Jauense (manual de engomagem), teares com inserção de lançadeira, projétil ou pinça necessitam de uma carga de goma maior. Já os teares a jato de ar a carga de goma pode ser levemente mais baixa.

Abaixo um gráfico com a relação entre carga de goma e as rupturas na tecelagem.

**Gráfico 3 – Relação de rupturas de tear por carga de goma**



Fonte: Empresa Jauense (manual de engomagem)

O cálculo de percentual de carga de goma é feito a partir do peso do fio cru, descontadas as quantidades de água (umidade). É bom ressaltar que a umidade natural (regain) da fibra de algodão é de 7 a 8,5%.

### Fórmula 2 – % Carga de goma

$$\% \text{ Carga de goma} = \frac{\text{Peso final} - (\text{Peso inicial} - \text{umidade})}{\text{Peso final}} \times 100$$

### 6.9 – Absorção da goma (% *Pick-up*)

Segundo Pessanha (1989), a absorção da goma é responsável pela impregnação correta do fio pela goma, o que garantirá a efetiva e eficiente colagem das fibras, com a penetração ideal.

O percentual do *pick-up* corresponde à quantidade de goma que os fios conseguem arrastar, ou seja, a absorção do banho de goma pelos fios. Abaixo segue a fórmula do cálculo de *pick-up*:

### Fórmula 3 – % *Pick-up*

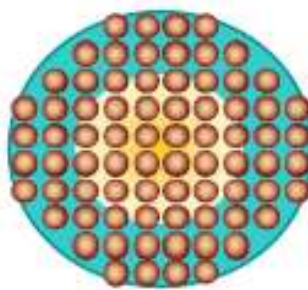
$$\% \text{ Pick-up} = \frac{\text{Peso do banho de goma}}{\text{Peso do fio seco}} \times 100$$

O cálculo da absorção é muito importante para a determinação do consumo previsto. E através do *pick-up* também é possível calcular a quantidade de goma a ser produzida.

## 6.9.1 – Impregnação de goma no fio

### 6.9.1.1 – Engomagem incorreta no núcleo

Figura 47 – Engomagem incorreta no núcleo



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.64)

Possíveis causas:

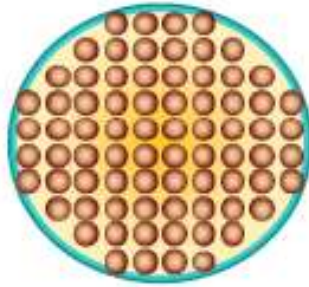
- Viscosidade baixa;
- Excesso de pressão nos cilindros.

Efeitos:

- Penetração excessiva;
- Aumento da resistência a tração, porém pouca resistência a elasticidade;
- Fio duro e áspero;
- Resistência a abrasão reduzida por falta de encapsulamento;
- Formação de bolinha;
- Reduz a performance na tecelagem.

### 6.9.1.2 – Engomagem incorreta na manta

Figura 48 – Engomagem incorreta na manta



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.64)

Possíveis causas:

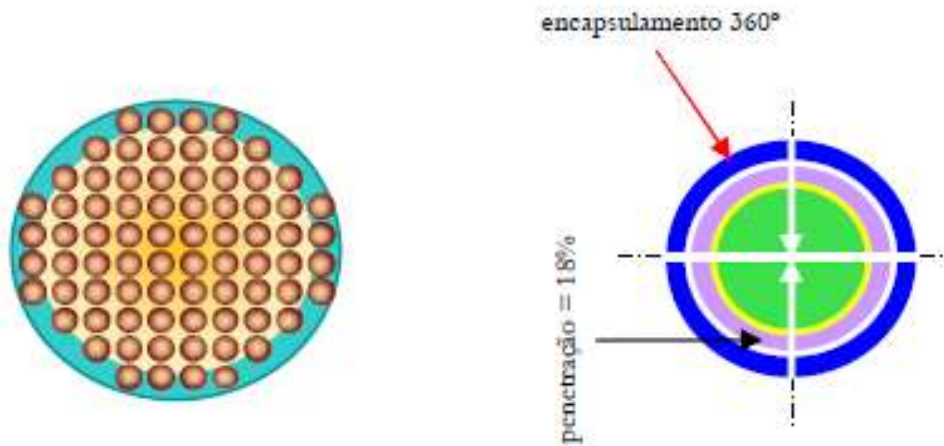
- Viscosidade alta;
- Baixa pressão dos cilindros;

Efeitos:

- Penetração insuficiente;
- Resistência a abrasão reduzida por falta de penetração;
- Rompimento do encapsulamento;
- Baixa resistência a tração;
- Performance reduzida na tecelagem;
- Formação de pó.

### 6.9.1.2 – Engomagem otimizada

Figura 49 – Engomagem otimizada



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp.64)

Condições ideais:

- Viscosidade ideal ao fio;
- Pressão ideal ao fio

Efeitos:

- Penetração suficiente = 18%;
- Boa resistência a abrasão;
- Alta produtividade do tear;
- Boa resistência a tração;
- Fácil de remover;
- Sem formação de bolinhas ou de pó.



## 7 – Formulação da receita de goma

De acordo com Pessanha (1989), a receita de goma irá variar de acordo com o tipo de fibra utilizada, o tipo de fio, o título, a torção, e no caso do denim o tipo de corante.

Outros fatores que influenciam na hora de desenvolver a receita de goma são os tipos de engomantes e as regulagens da engomadeira que será utilizada no processo. Por isso não se tem uma receita pré-determinada para ser seguida, apenas existem receitas como ponto de partida para novos estudos e possibilidades na hora formular essa goma.

Abaixo citaremos alguns exemplos dessas receitas que podem ser utilizadas com início de um projeto.

### **550 litros de banho de goma com uma concentração de 10%:**

Volume inicial de água – 450 litros

Amido (umidade de 11%) – 20 quilos

Amido com modificação especial (umidade de 9%) – 40 quilos

Lubrificante (100% sólido) – 4 quilos

Penetrante (50% sólido) – 1,5 quilos

Volume final (ao término do cozimento) – 550 litros

Sólidos – 58,95 quilos

**550 litros de banho de goma com uma concentração de 12%:**

Volume inicial de água – 450 litros

Amido (umidade de 11%) – 20 quilos

Amido com modificação especial (umidade de 9%) – 48 quilos

Lubrificante (100% sólido) – 4 quilos

Penetrante (50% sólido) – 1,5 quilos

Volume final (ao término do cozimento) – 550 litros

Sólidos – 66,23 quilos

## **8 – Cozinha de goma**

Segundo Pessanha (1989), a cozinha de goma é uma peça chave no resultado de uma engomagem ideal. Nela se faz o processo de preparação do banho de goma, antes de ser enviada a engomadeira.

### **8.1 – Tipos de cozinhadores**

#### **8.1.1 – Panela aberta**

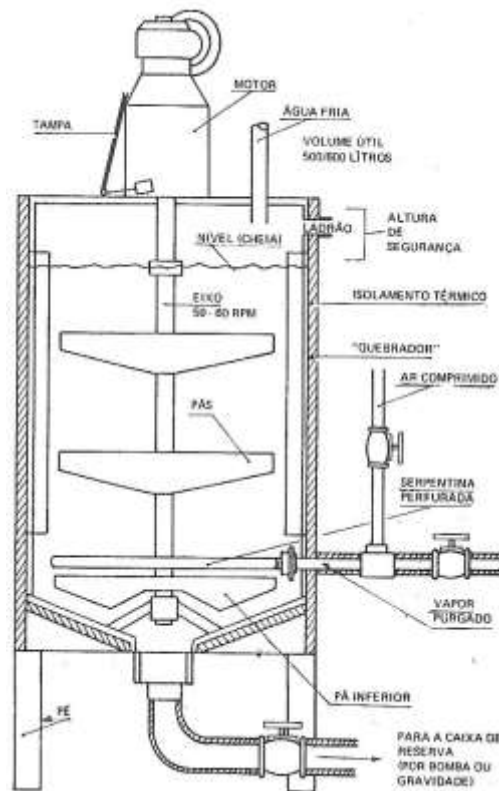
Segundo Pessanha (1989), a panela aberta é um recipiente utilizado para misturar e cozinhar os produtos que vão compor a goma. Esse tipo de panela também serve de recipiente até que a goma seja utilizada.

**Figura 50 – Painel Aberto**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 69)

**Figura 51 – Desenho técnico da Painel Aberto**



Pessanha (apostila, pp. 35)

### **8.1.1.1 – Características da panela aberta**

Segundo Pessanha (1989), as características da panela aberta são:

- Banho aberto – Atinge no máximo a temperatura ambiente, pois não trabalha pressurizada.
- Volume útil – Não excede os 600 litros.
- Isolamento térmico – Todas as panelas abertas devem conter isolamento térmico em sua totalidade, para não ocorrer da goma perder calor.
- Material – Chapa com bom polimento, geralmente de aço inoxidável.

### **8.1.1.2 – Itens da panela aberta**

Segundo Pessanha (1989), os itens da panela aberta são:

- Tampa – Local de entrada dos produtos que compõe a goma, protege o operador do risco de se queimar quando a goma está batendo e evita o resfriamento da goma pronta.
- Agitador – Hélice com três pás responsável por bater e agitar a goma durante todo seu preparo, para que a mistura fique homogênea.
- Quebradores verticais – Três quebradores verticais de chapa metálicas de 10 a 15 cm de largura.

- Aquecimento – O aquecimento e cozimento da goma são feitos na parte interna da panela, através de vapor direto.
- Serpentina – Ajuda no aquecimento e cozimento da goma, distribuindo o vapor ao longo da panela;
- Termômetro – Utilizado no acompanhamento do aquecimento da goma. Está localizado na parte baixa da panela.

### **8.1.1.3 – Preparo da goma na panela aberta**

Abaixo o modo de preparo da goma, segundo Pessanha (1989):

- Colocar o volume de água inicial dentro da panela aberta e iniciar a agitação.
- Acrescentar primeiro a substância colante ou aglutinante e depois os produtos auxiliares.
- Fechar a tampa da panela, ligar o aquecimento (vapor) e iniciar o cozimento.
- A solução deverá permanecer aquecida e em constante agito no por aproximadamente 20 min.

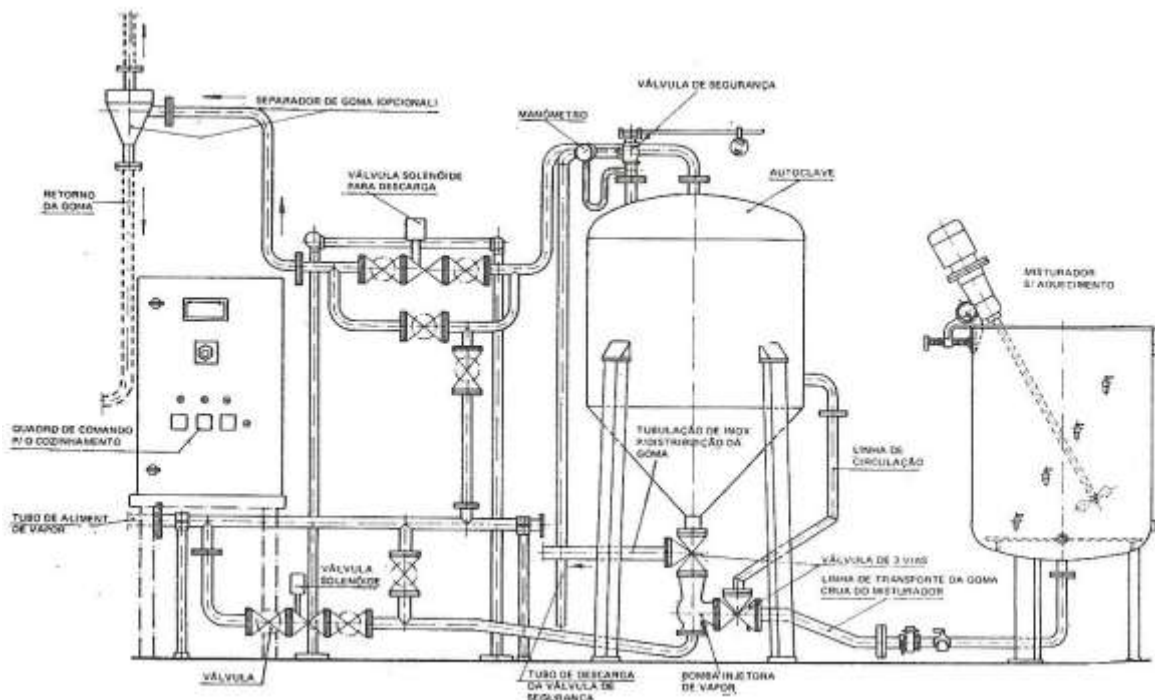
Após o cozimento, a solução engomante deve ser transportada para um depósito das engomadeiras o mais breve possível. Esse transporte é feito através de tubulação com a ação do vapor.

### 8.1.2 – Painela fechada (Autoclave)

Ainda de acordo com Pessanha (1989), a painela fechada ou Autoclave é um tipo de cozinhador de goma que utiliza calor úmido na forma de vapor d'água saturado pressurizado, isto é, possui pressão superior à atmosférica, atingindo temperaturas acima de 100°C. É um equipamento robusto. Existem dois tipos de autoclaves:

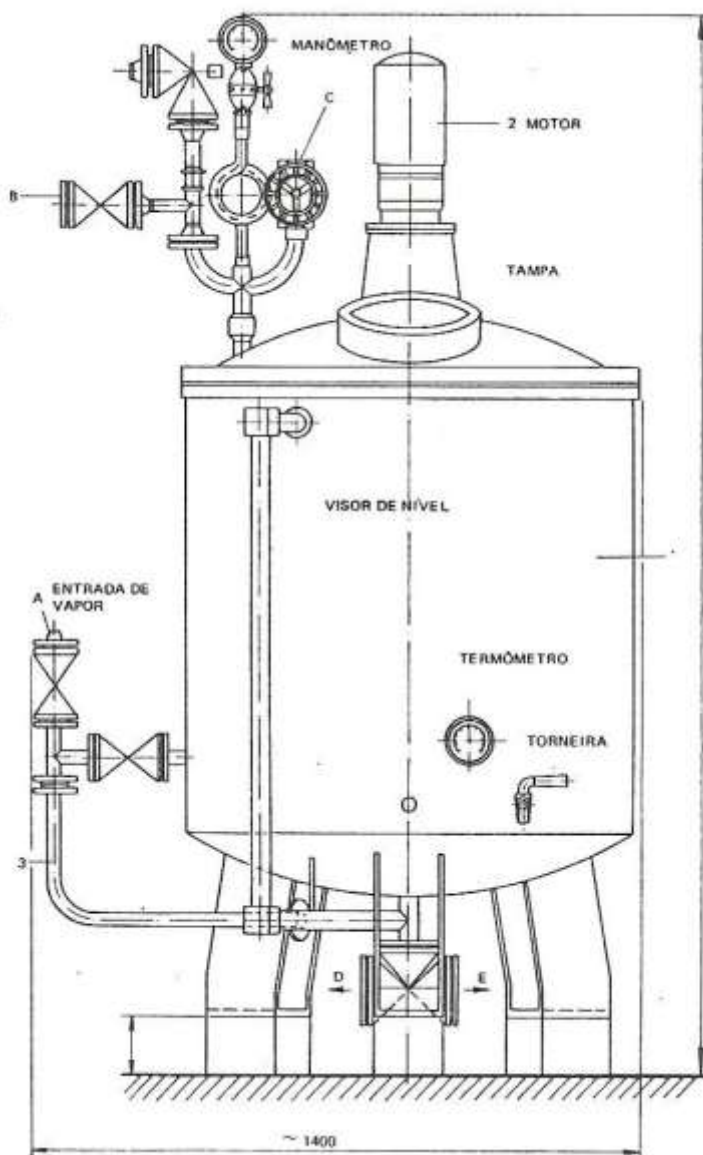
- Conjunto completo: onde o Misturador encontra-se separado da Autoclave (figura 52).
- Autoclave com dois trabalhos: a painela pode trabalhar como Misturador ou como Autoclave (figura 53).

**Figura 52 – Sistema completo de cozimento em Autoclave**



No sistema completo de cozimento em Autoclave o Misturador agita os ingredientes da goma a frio, através de hélices. Posteriormente a mistura é enviada a Autoclave através de tubulações por meio de bomba.

**Figura 53 – Misturador Autoclave**



Pessanha (apostila, pp. 41)

No cozimento da goma em panelas Autoclave a temperatura não deve ultrapassar a fixa de 108 a 110° C.



### 8.1.2.1 – Preparo da goma na panela fechada

Abaixo o modo de preparo da goma, segundo Pessanha (1989):

- Medir o volume de água inicial, que deverá representar de 75 a 80% o volume final de goma. Em geral os volumes mais utilizados são de 400, 450 e 500 litros.
- Iniciar a agitação e adicionar o amido. Bater por cerca de 5 a 10 minutos a frio.
- Adicionar os demais ingredientes da receita de goma, bater até obter total dispersão das substâncias.
- Enviar a mistura a Autoclave, em caso de cozimento em conjunto completo.
- Abrir a válvula de vapor da Autoclave e manter o “suspiro” aberto caso exista.
- Quando a temperatura alcançar de 80 a 85°C o “suspiro” deverá ser fechado.
- A temperatura não deverá ultrapassar a faixa de 108 a 110°C e o tempo para alcançar essa temperatura, não deverá ser menor do que 15 a 20 minutos.
- O tempo de cozimento variará de acordo com o tipo de goma, concentração de sólidos, sistema agitação e viscosidade pretendida.

Referente ao tempo de cozimento, a goma de amido terá um tempo maior de cozimento do que a goma de amido com modificação especial. Quanto mais modificado for o amido, menor será seu tempo de cozimento.

### **8.1.3 – Cozinhadores modernos de goma**

Conforme Pessanha (1989), os cozinhadores modernos utilizam circulação de alta velocidade e alto poder de cisalhamento, que ajudam na aceleração da preparação da goma. O cisalhamento é obtido através das hélices muito rápidas e pelo impacto do fluxo do vapor. Esse sistema utiliza aquecimento por vapor direto.

Também são conhecidos como cozinhadores violentos e pela sua excelente qualidade e uniformidade no cozimento. Nesse sistema de cozimento ocorre o esfacelamento total dos grânulos de goma.

Abaixo os principais tipos de cozinhadores violentos.

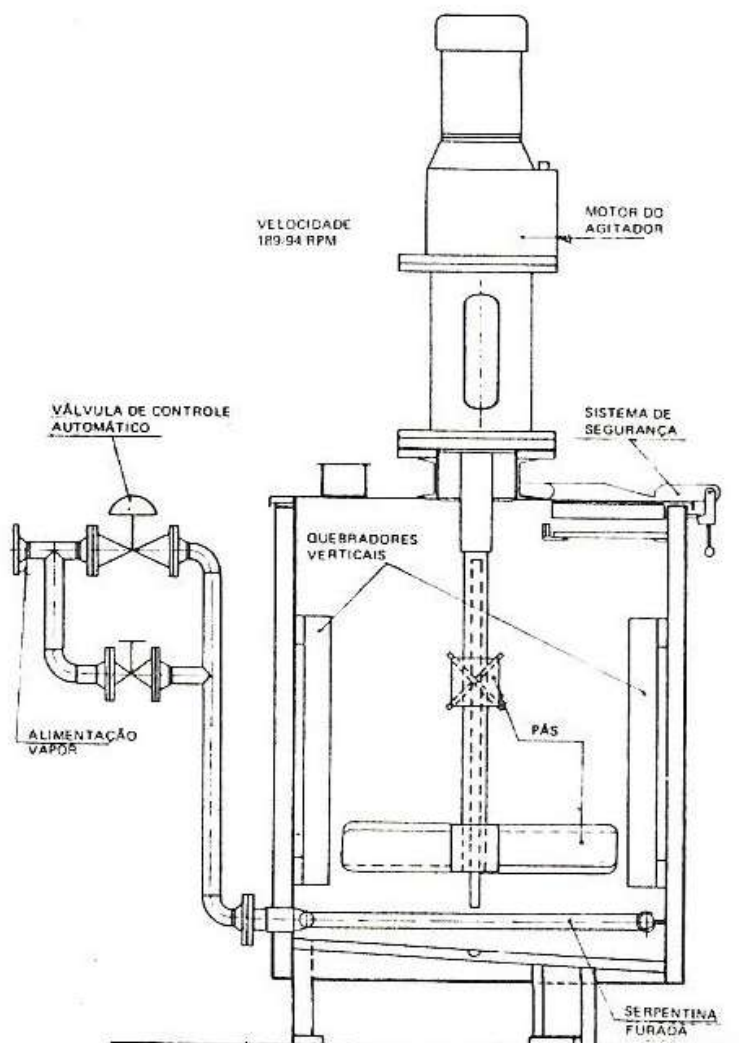
#### **8.1.3.1 – Cozinhador Zahn-O-Mat**

Segundo Pessanha (1989), é um sistema de cozimento de goma que possui dois conjuntos com quatro pás cada um, de tamanhos relativamente grandes.

A velocidade de agitação pode chegar a 190 RPM, quebrando rapidamente a viscosidade da goma, através do cisalhamento e turbulência pela força centrífuga, não havendo a necessidade de bomba para a circulação.

Utilizam sistema de aquecimento por vapor direto, através de serpentinas perfuradas e concêntricas no fundo do cozinhador, sistemas de controle automáticos por meio de um painel eletrônico.

**Figura 54 – Cozinhador Zahn-O-Mat**



Pessanha (apostila, pp. 49)

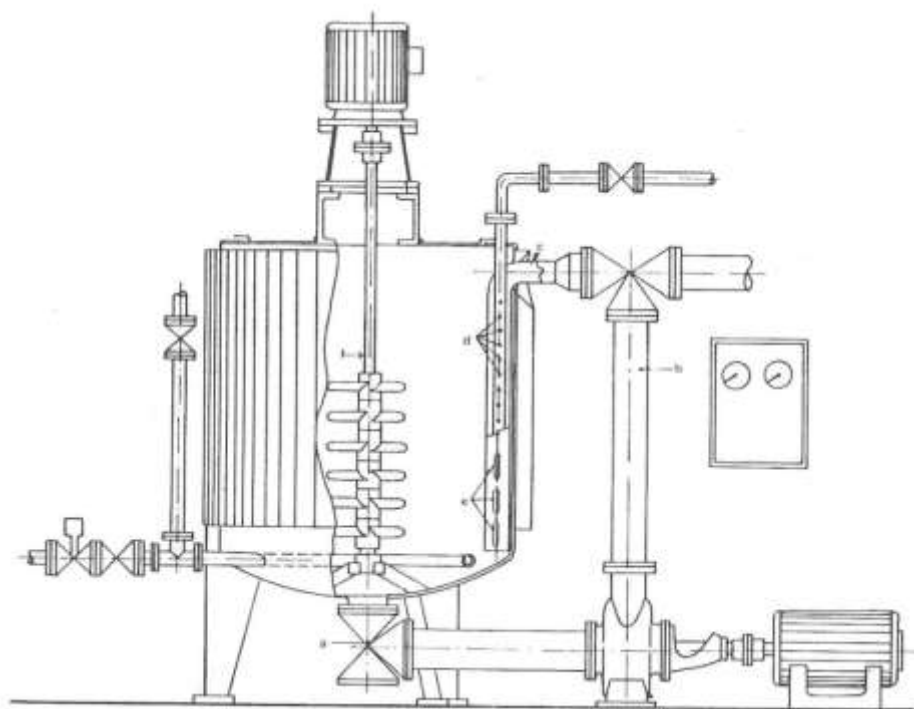
### 8.1.3.2 – Cozinhador “Norcross”

Esse tipo de cozinhador utiliza alta velocidade de circulação da mistura e aquecimento por vapor direto. A circulação é feita através de bomba controlado por motor.

Os grânulos de goma são quebrados através do impacto com o vapor saturado, que também é responsável pelo aquecimento da mistura através de serpentinas. Possui um eixo vertical com pás giratórias.

O sistema de circulação contínua assegura a uniformidade e estabilidade da viscosidade da goma, tornando o processo mais fácil e com melhor desempenho (Pessanha, 1989).

**Figura 55 – Cozinhador “Norcross”**



Pessanha (apostila, pp. 51)

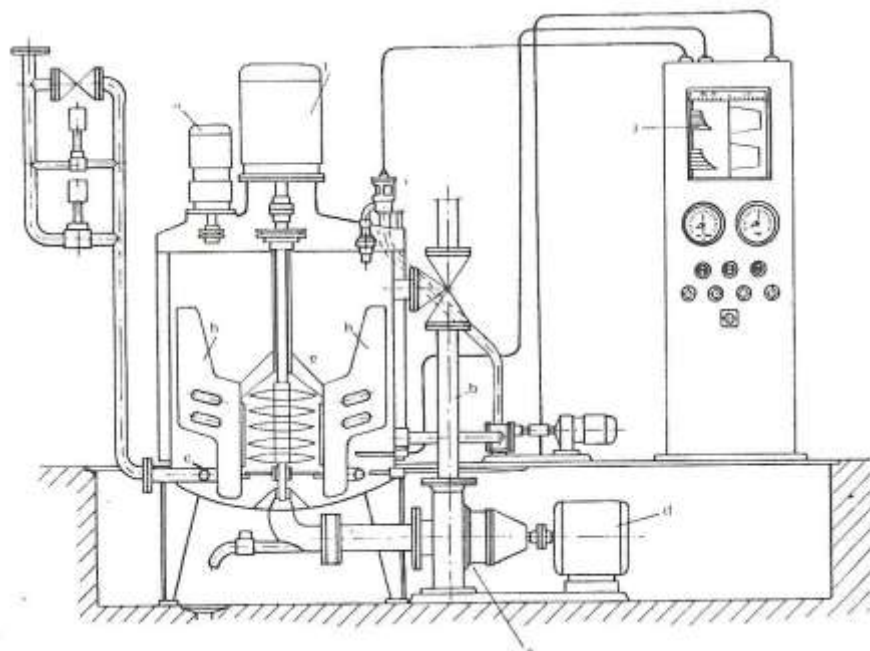
### 8.1.3.3 – Cozinhador Turbo

Este outro tipo de cozinhador utiliza alta temperatura e alta velocidade na circulação. Possui aquecimento através de serpentina e com vapor direto, e a alta velocidade é obtida através de bomba que tira a mistura por baixo da panela e retorna a mesma com o auxílio de tubulação. O cisalhamento dos grânulos da goma é feito através do corte por hélices em alta velocidade.

A viscosidade é controlada *on-line* após atingir certa temperatura. A amostragem que é medida através do viscosímetro é registrada em um gráfico.

A vantagem desse tipo de cozinhador é a qualidade do produto final, o maior controle do processo, menor tempo de cozimento, um só cozinhador atende a várias engomadeiras, menor possibilidade de erro, menor consumo do vapor e podem utilizar amidos ou amidos com modificações especiais (Pessanha, 1989).

**Figura 56 – Cozinhador Turbo**



## 9 – Engomadeiras

De acordo com Pessanha (1989) as principais finalidades das engomadeiras são:

- Aplicar a goma no fio;
- Retirar o excesso de umidade após a aplicação da goma;
- Produzir um rolo com a densidade uniforme, regularmente distribuída ao longo do comprimento do vasilhame e com a umidade residual desejada.

A engomadeira é dividida em 5 partes:

- Gaiola;
- Caixa de goma;
- Zona de secagem;
- Zona de separação das camadas;
- Cabeçote.

A seguir detalharemos cada parte da engomadeira.

## 9.1 – Gaiola

De acordo com Pessanha (1989), a gaiola é uma armação de ferro fundido, com a finalidade de suportar os rolos primários vindos da urdideira ou do rebeamer, no caso de tingimento em corda.

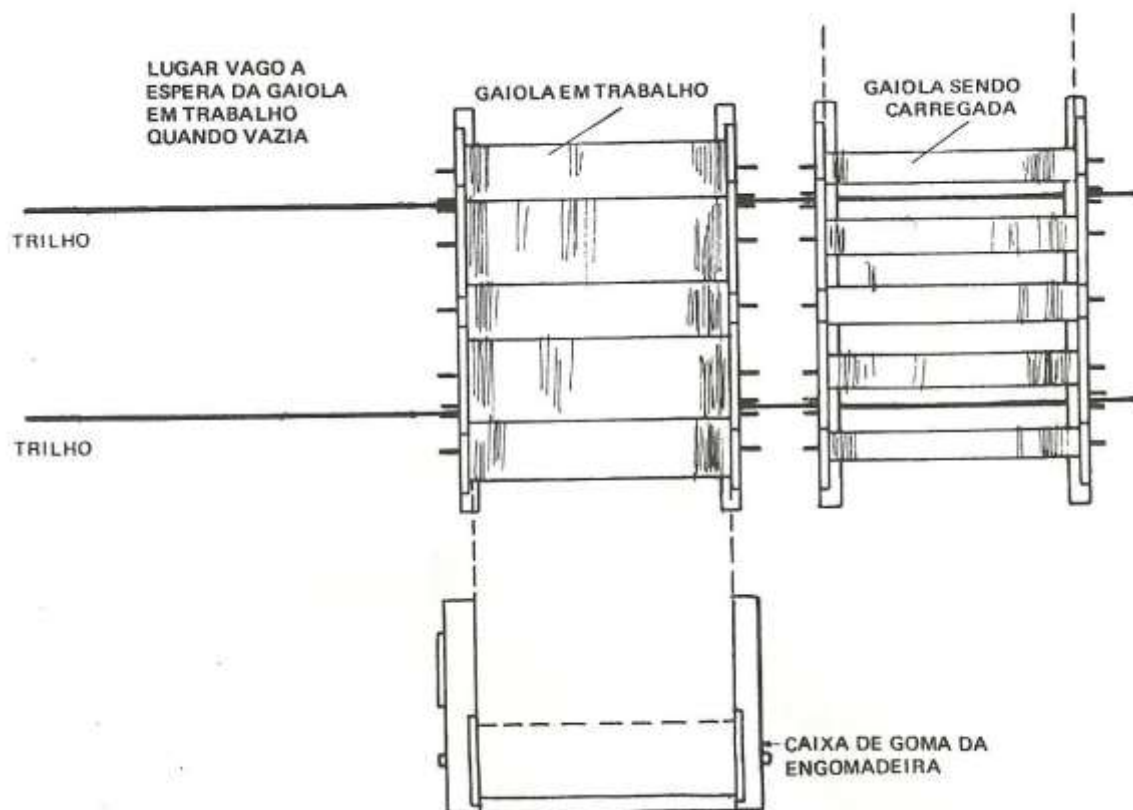
A capacidade da gaiola da engomadeira varia de 6 a 12 rolos, sendo possível adaptar para 18 rolos.

**Figura 57 – Gaiola**



[Empresa Jauense \(manual de engomagem, pp. 09\)](#)

Algumas gaiolas possuem o sistema sob trilhos, que possuem, ao todo, duas gaiolas para atendimento a engomadeira, onde uma fica em trabalho e a outra fica de reserva para que possa ser carregada antes da máquina parar, com o intuito de reduzir o tempo de troca de rolada.

**Figura 58 – Esquema de gaiola sob trilhos**

Pessanha (apostila, pp. 60)

### 9.1.1 – Tipos de gaiolas

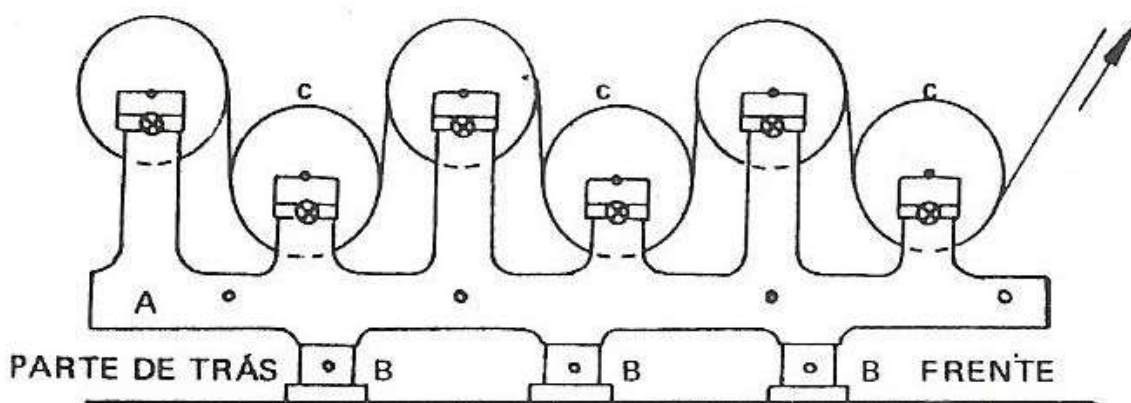
De acordo com Pessanha (1989), existem gaiolas horizontais, verticais e inclinadas, sendo a mais comum a vertical.



### 9.1.1.1 – Gaiola Horizontal

Pode ser fixada no piso, ou móvel sob trilhos. O desenrolamento mais comum dos fios é feito “em conjunto” (Pessanha, 1989).

Figura 59 – Gaiola horizontal fixa

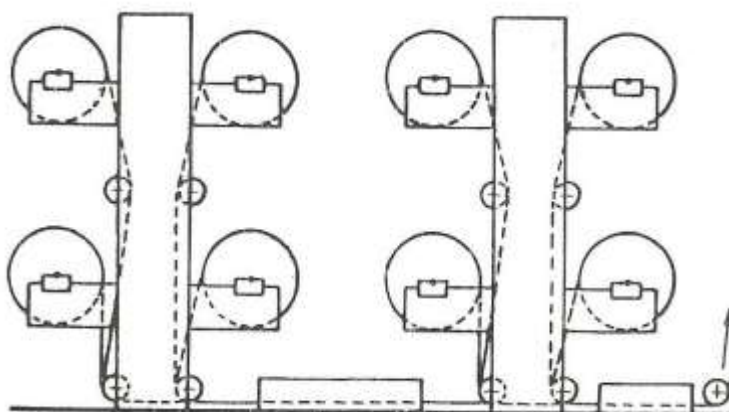


Pessanha (apostila, pp. 58)

### 9.1.1.2 – Gaiola Vertical

O desenrolamento dos rolos é feito normalmente “em conjunto”. Esse tipo de gaiola é utilizado para otimizar o espaço (Pessanha, 1989).

**Figura 60 – Gaiola vertical**

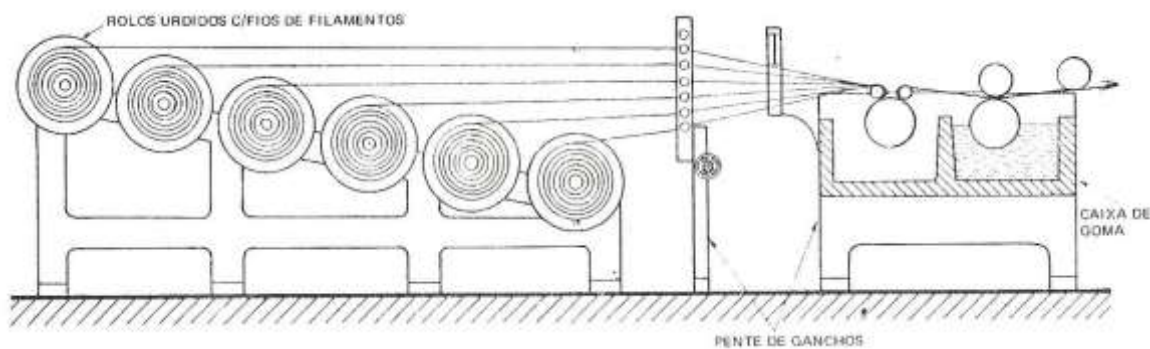


Pessanha (apostila, pp. 59)

### 9.1.1.3 – Gaiola inclinada

Pode ser fixa ou móvel sob trilhos, ela é utilizada, principalmente para fazer o desenrolamento individual dos rolos, e é um tipo de gaiola rara de se encontrar (Pessanha, 1989).

**Figura 61 – Gaiola inclinada**



Pessanha (apostila, pp. 59)

### 9.1.2 – Mancais

Segundo Pessanha (1989), os mancais servem de suporte para os eixos dos rolos primários, com o objetivo de facilitar o desenrolamento dos mesmos. São ajustados no sentido longitudinal a fim de acertar o alinhamento e possui rolamentos de esfera. E também reduz o atrito nos eixos.

**Figura 62 – Mancais**



<http://www.bigolinrolamentos.com.br/>

### 9.1.3 – Alinhamento

De acordo com Pessanha (1989), o alinhamento da gaiola é muito importante para a qualidade final do rolo engomado, principalmente das ourelas. Os rolos deverão ser alinhados com o máximo de precisão, mantendo uma linha reta em relação a sua flange.

Os rolos também deverão ser nivelados e paralelizados entre si, para garantir um tensionamento uniforme das camadas e dos fios. Esse paralelismo deve seguir a direção da caixa de goma.

#### **9.1.4 – Frenagem**

##### **9.1.4.1 – Finalidade**

De acordo com Pessanha (1989) a finalidade da frenagem é:

- Evita que os rolos continuem desenrolando quando a engomadeira reduzir a velocidade ou quando para, pela ação da inércia;
- Controlar a tensão de desenrolamento dos rolos.

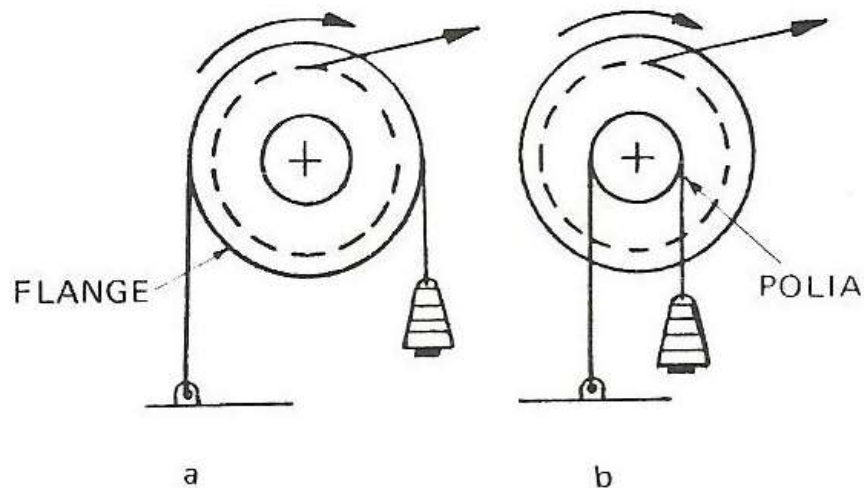
##### **9.1.4.2 – Tipos de frenagem**

###### **9.1.4.2.1 – Sistemas com freios individuais**

Segundo Pessanha (1989), é o sistema mais arcaico de frenagem, onde cada eixo do rolo primário possui um sistema individual, através de pesos que tencionam as correias ou cordas que abraçam as polias.

O peso desse sistema de freio deve ser diminuído de acordo com a redução do diâmetro do rolo primário, para que a tensão permaneça a mesma do início ao fim do desenrolamento. Outro fator que deve ser levado em consideração é que o último rolo de urdume sempre desenrolará sozinho, sendo assim ele sempre será mais prejudicado, pois ele deverá ser frenado e não terá nenhuma camada que irá ajudá-lo no desenrolamento.

**Figura 63 – Freio individual por peso**

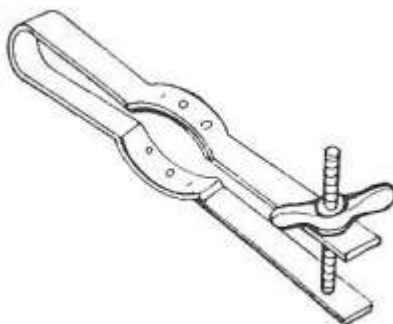


Pessanha (apostila, pp. 65)

Outro tipo de frenagem individual é através de abraçadeiras de pressão, ajustável por borboleta.

Esse tipo de freio individual não é aconselhável por ser difícil de controlar a tensão de frenagem dos rolos.

**Figura 64 – Freio individual por abraçadeira**



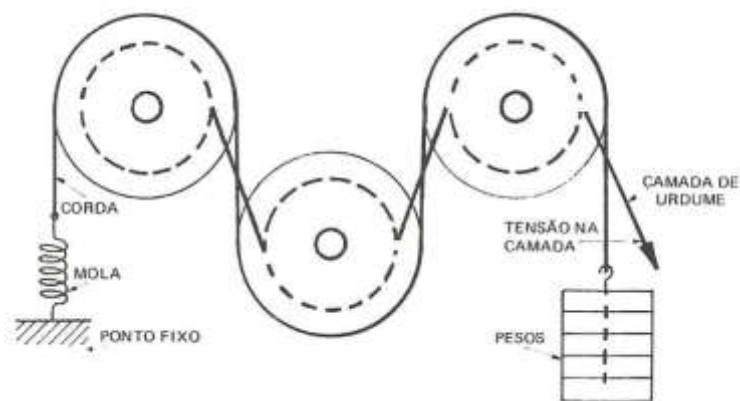
Pessanha (apostila, pp. 65)

#### 9.1.4.2.2 – Sistemas com freio coletivo

Segundo Pessanha (1989), esse sistema de freio se aplica através de uma corda que passa pelas polias dos rolos, exercendo uma pressão de frenagem.

Deve-se colocar uma mola no ponto fixo do sistema e um peso na ponta oposta do ponto fixo, de acordo com o sistema abaixo.

**Figura 65 – Sistema de freio coletivo**



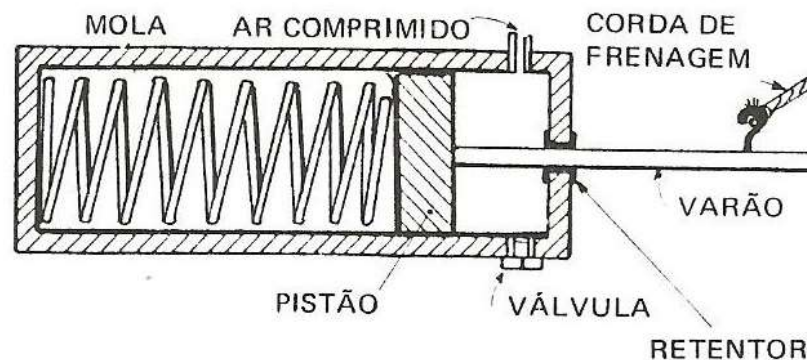
Pessanha (apostila, pp. 66)

Através do peso pode-se diminuir ou aumentar a tensão da corda, consequentemente diminuindo ou aumentando a frenagem dos rolos.

#### 9.1.4.2.3 – Sistema com freio coletivo automático por ar comprimido

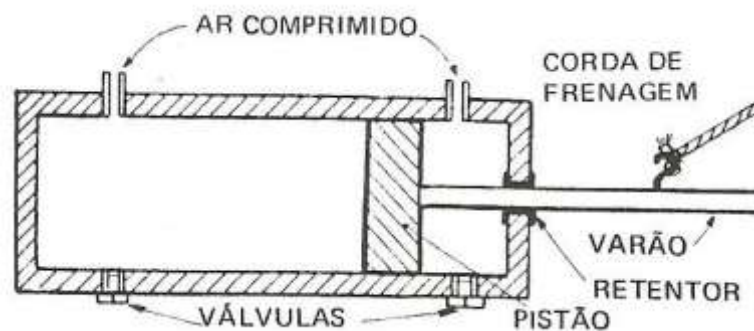
Sistema que utiliza cilindro/pistão ativado por ar comprimido (Pessanha, 1989).

**Figura 66 – Retorno do pistão por mola**



Pessanha (apostila, pp. 67)

**Figura 67 – Retorno do pistão por ar comprimido**

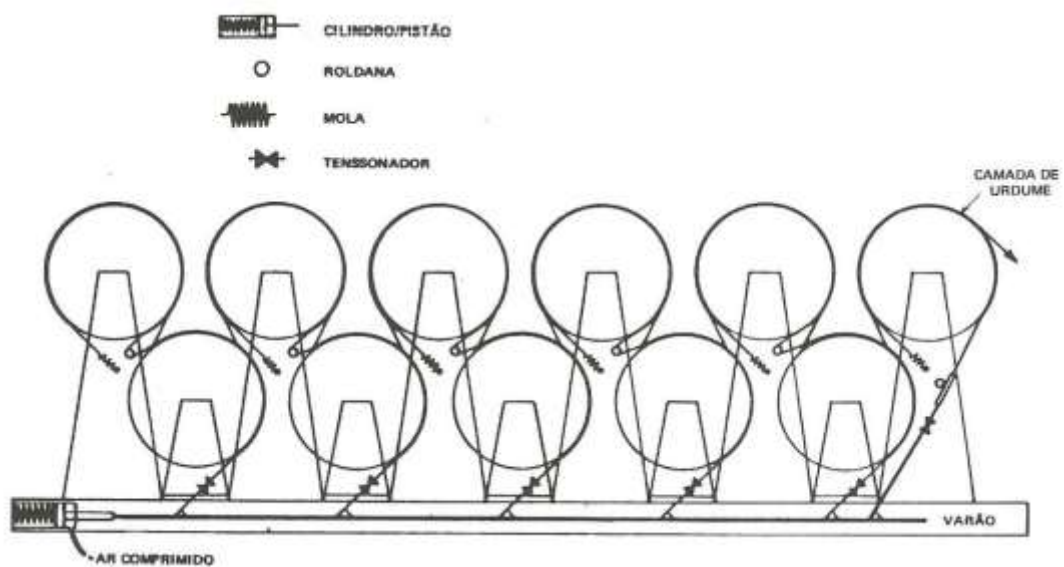


Pessanha (apostila, pp. 67)

Ao comando da engomadeira o ar comprimido provoca o deslocamento do pistão, que empurra um varão, que percorre toda a extensão da gaiola, na posição inferior, nesse varão estão às cordas, que atuam cada uma em duas flanges.

Cada corda possui uma mola na outra ponta, junto ao ponto fixo, para ajustar seu comprimento e sua tensão.

**Figura 68 – Sistema de freio coletivo por ar comprimido**



Pessanha (apostila, pp. 68)

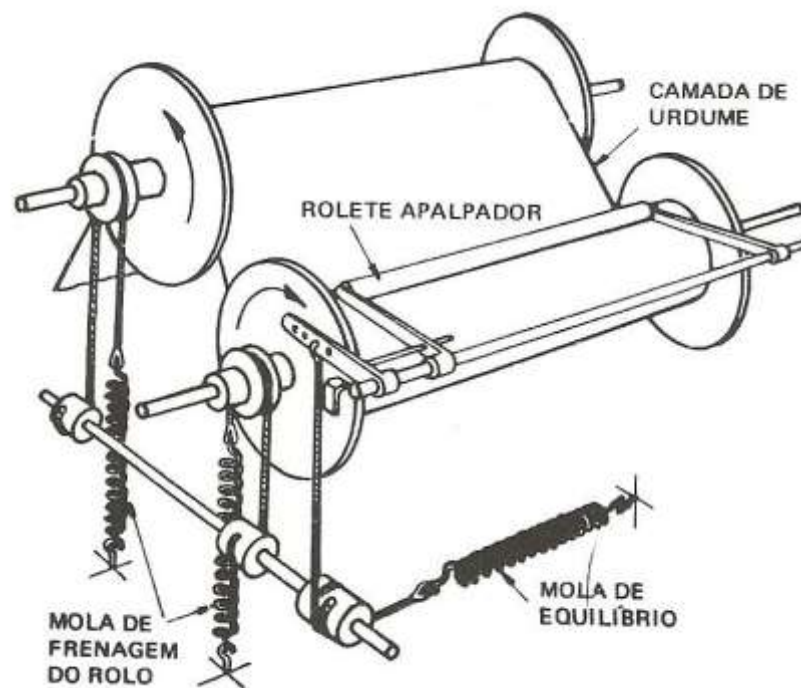
#### 9.1.4.2.4 – Sistema com freio coletivo automático por molas

Segundo Pessanha (1989), trata-se de um sistema de frenagem coletivo que utiliza um rolete apalpador aplicado no último rolo da gaiola.



A ação das cordas nas polias é aplicada por meio de molas de precisão, e diminuída de acordo com a posição do rolete apalpador, que varia de acordo com a metragem de fios dos rolos.

**Figura 69 – Sistema de freio coletivo por molas**



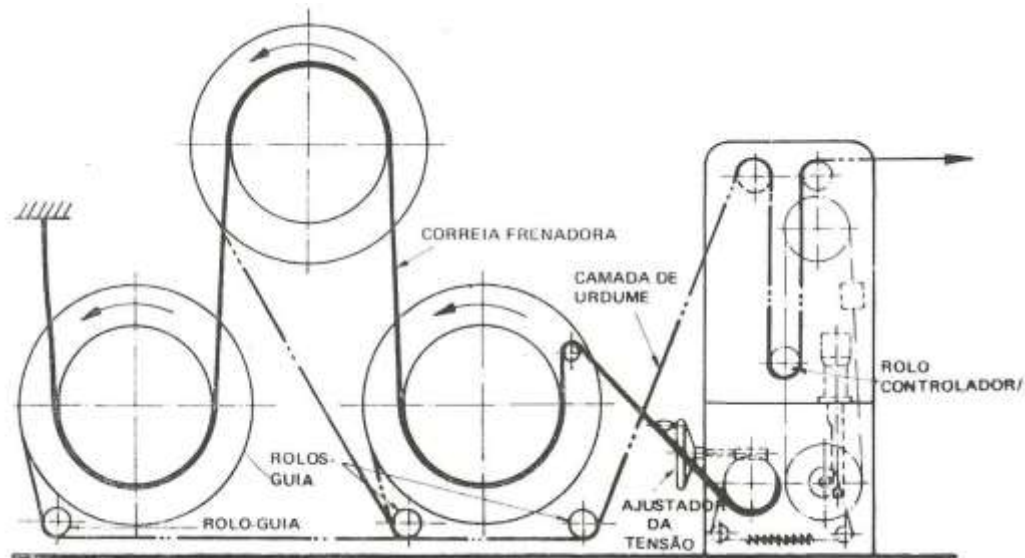
Pessanha (apostila, pp. 68)

#### **9.1.4.2.5 – Sistema com freio coletivo por rolo controlador/compensador**

Ainda segundo Pessanha (1989), esse sistema funciona com duas correias, que atuam em conjunto com polias nas flanges dos rolos na gaiola.

As correias são ajustadas por meio do Órgão Controlador, que fica entre a gaiola e a caixa de goma. Esse órgão varia sua tensão de acordo com a camada a ser engomada.

**Figura 70 – Sistema de freio coletivo por correias**



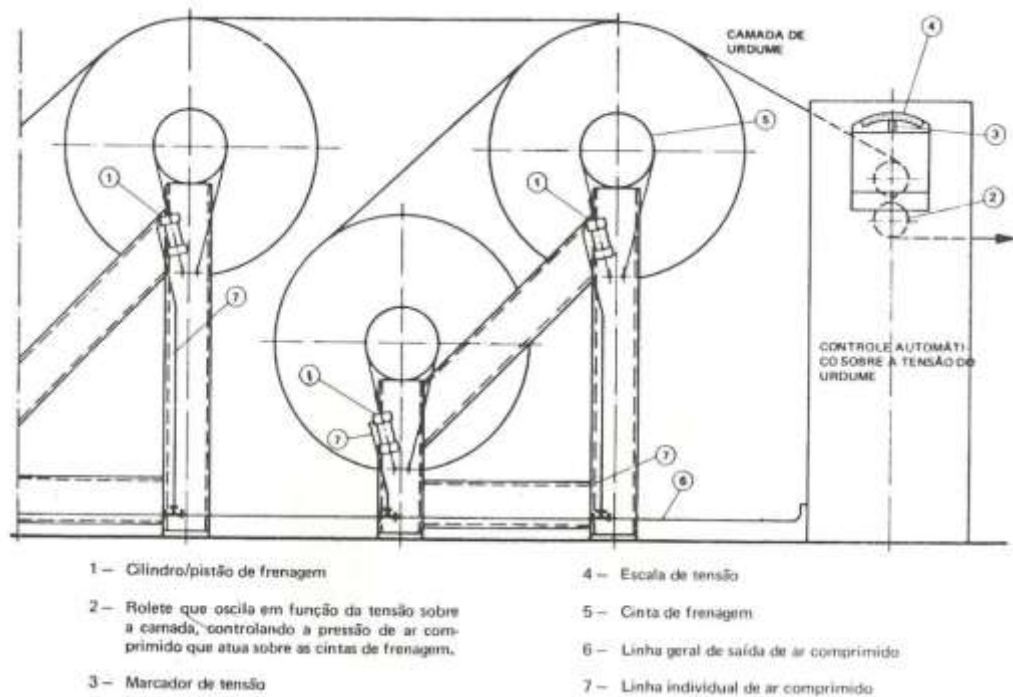
Pessanha (apostila, pp. 69)

#### 9.1.4.2.6 – Sistema com freio individual com ar comprimido

De acordo com Pessanha (1989), é um dos sistemas mais utilizados hoje em dia, é constituído por conjuntos de cilindros/pistões atuando com ar comprimido. Os pistões acionam as cintas de frenagem quando a engomadeira reduz de velocidade ou para.

A pressão é controlada de acordo com a necessidade da camada. Esse sistema também permite que a pressão seja ajustada de acordo com o diâmetro do rolo primário.

**Figura 71 – Sistema de freio individual por ar comprimido**



Pessanha (apostila, pp. 71)

## 9.2 – Zona Úmida (Caixa de goma)

Segundo Pessanha (1989) e a Empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), a caixa de goma é um recipiente em aço inoxidável ou em fibra de vidro, que tem como finalidade receber e manter a solução engomante em condições ideais de aplicação e, ao mesmo tempo, proporcionar que os fios entrem em contato com a goma para a impregnação.

Existem vários tipos de caixas de goma, e o que variam entre elas são os detalhes quanto à impregnação.

**Figura 72 – Caixa de goma**



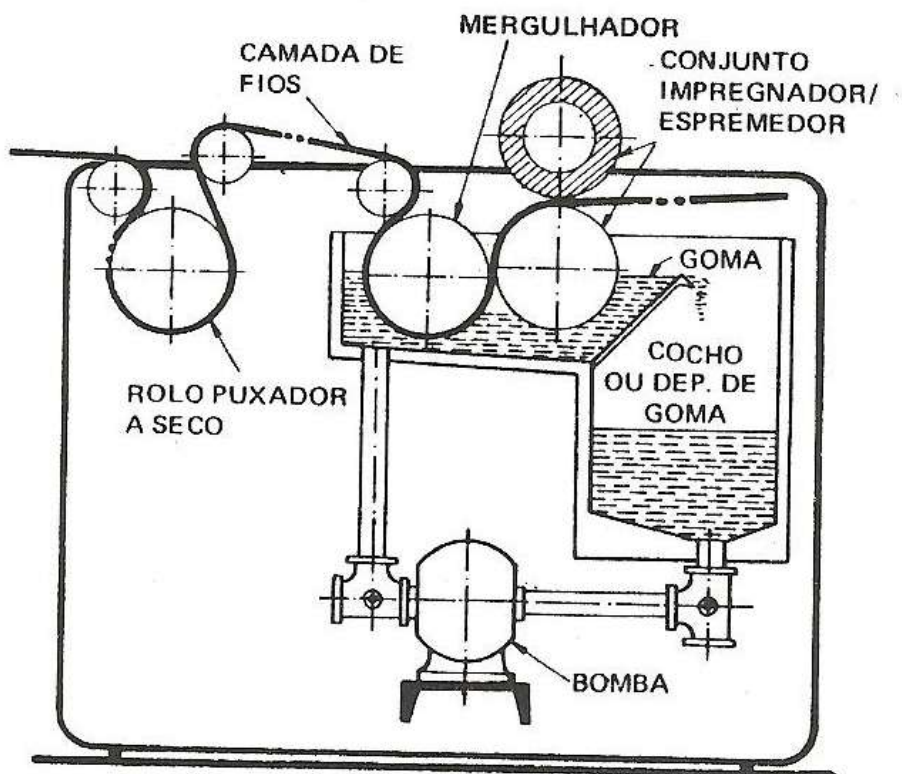
Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 09)

### **9.2.1 – Rolo Puxador a Seco**

Na entrada da caixa de goma existe um rolo puxador, puxando positivamente todas as camadas de fios (Pessanha, 1989).

Esse sistema também conhecido como sistema AB.

**Figura 73 – Caixa de goma com rolo puxador a seco**



Pessanha (apostila, pp. 76)

### 9.2.2 – Aquecimento da caixa de goma

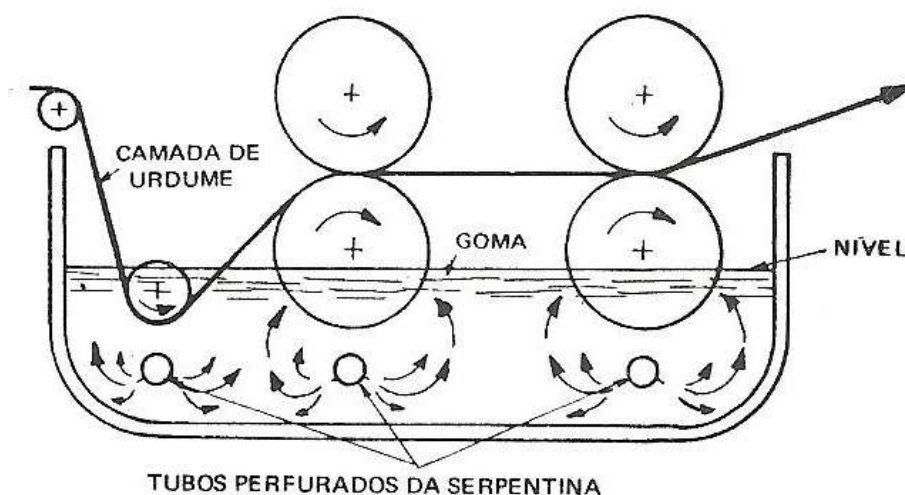
Existem dois tipos de sistema de aquecimento da caixa de goma: aquecimento direto e indireto (Pessanha, 1989).

Abaixo descreveremos os dois sistemas.

### 9.2.2.1 – Sistema de aquecimento direto

É o sistema mais utilizado, o aquecimento se dá através de serpentina perfurada, que espalha vapor por toda a solução da goma. É mais utilizado em goma de amido e fécula (Pessanha, 1989).

**Figura 74 – Serpentina perfurada**



Pessanha (apostila, pp. 76)

O vapor é liberado através dos orifícios da serpentina, que são tubos perfurados.

### 9.2.2.2 – Sistema de aquecimento indireto

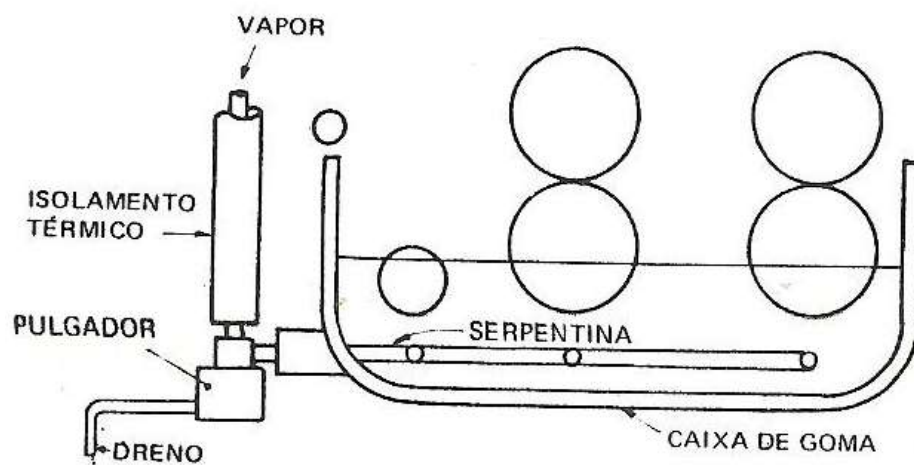
De acordo com Pessanha (1989), nesse sistema de aquecimento, o vapor ao invés de entrar diretamente na goma, ele apenas circula pelas serpentinas, que não possuem orifícios. Por isso a troca de calor é feita através da chapa metálica da serpentina que aquece com o vapor e as serpentinas passam por dentro da caixa de goma.

Utiliza-se esse sistema para banhos aquecidos em temperaturas normais (92°C), ou em banhos com temperaturas mais baixas, em torno de 40 a 65°C.

Nesse sistema não é possível alterar a concentração de sólidos, pois não existe a entrada de condensados do vapor no banho, porém não tem agitação como no sistema direto, formando “nata” na solução e depósito no fundo da caixa de substâncias por decantação.

Esse tipo de sistema é mais utilizado na aplicação de gelatinas e CMC.

**Figura 75 – Sistema indireto**



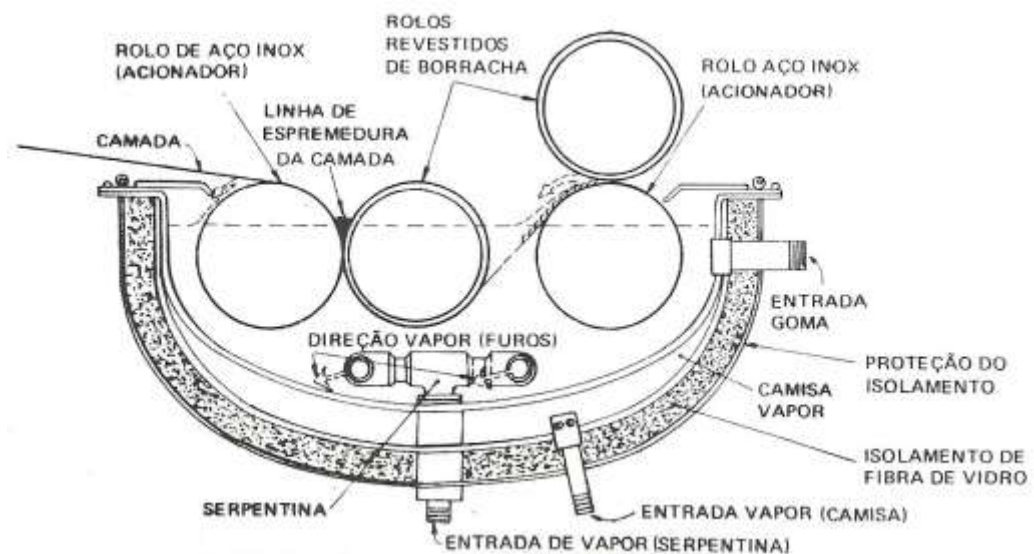


Para evitar a excessiva entrada de condensado do vapor na goma, devemos manter a temperatura a 92°C, assim a adição da água não irá alterar as propriedades dessa goma.

Por outro lado, essa adição do vapor para manter a temperatura da goma, causa a agitação da mesma, ajudando a não formar uma película na superfície, separação ou decantação da goma. Esse sistema também é conhecido como banho Maria.

Podemos também utilizar os dois tipos de sistema de aquecimento ao mesmo tempo.

**Figura 76 – Caixa de goma com o sistema direto e indireto**





### **9.2.3 – Temperatura da caixa de goma**

De acordo com Pessanha (1989), a temperatura é um item muito importante, pois ela influencia na viscosidade, na adesividade e na hidrofiliidade dos fios, por isso devemos ter total controle, assim garantimos a boa performance na tecelagem.

Outro fator muito importante que a temperatura interfere, é no grau de retrogradação dos amidos. O amido de milho retrograda entre 80 a 85°C. Já o amido de mandioca é o que menos retrograda, pois a goma feita com esse amido é bem adesiva, mesmo em temperaturas abaixo de 90°C.

A goma deve ser mantida a uma temperatura de 93 a 95°C no reservatório, e de 92°C na caixa de goma. Caso a temperatura for maior que 92°C não acarretará nenhum problema, pois a impregnação do fio de algodão é facilitada, através da fundição dos óleos e graxas naturais da fibra.

#### **9.2.3.1 – Controle da temperatura na caixa de goma**

Segundo Pessanha (1989), o controle da temperatura da caixa de goma pode ser feito de forma manual ou automática. Em geral, a maioria das máquinas possuem controles automáticos.

Caso haja a variação da temperatura, deverá ser feito ajustes para que volte ao normal. A seguir veremos os tipos de ajustes.

### **9.2.3.1.1 – Ajuste manual**

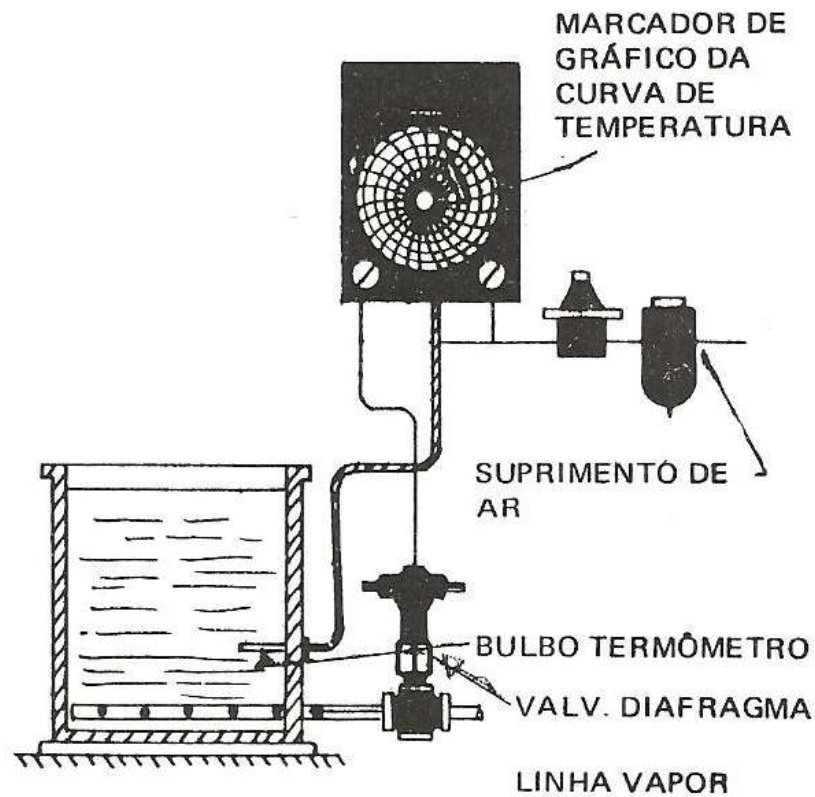
Nesse tipo de ajuste, o operador deverá manualmente acionar a válvula que libera o vapor, até que a goma atinja a temperatura desejada (Pessanha, 1989).

### **9.2.3.1.2 – Ajuste Automático por sistema pneumático**

Pessanha (1989) diz que, nesse sistema é utilizado um bulbo de controle, que faz o registro dessa temperatura, podendo gerar gráficos, que é sensível as variações de temperatura, atuando em um diafragma que controla a vazão do vapor.

Caso a temperatura subir, o diafragma contrai e diminui a quantidade de vapor que será inserida na goma. Se a temperatura cair, o diafragma aumenta a vazão, permitindo que entre mais vapor na goma e conseqüentemente aumenta a temperatura.

**Figura 77 – Controlador de temperatura pneumático**



Pessanha (apostila, pp. 79)

### 9.2.3.2 – Pressão do vapor de aquecimento na caixa de goma

A pressão do vapor, utilizado para o aquecimento da caixa de goma, deve ser controlada através da sua vazão, com o auxílio de válvulas de redução de pressão, manômetros e válvulas de segurança. Além de controlar, a pressão deve ser monitorada sempre, através de visores digitais ou analógicos (Pessanha, 1989).

### **9.2.3.3 – Purgadores**

Segundo Pessanha (1989), os purgadores são responsáveis por eliminar do processo a água que condensou do vapor, através da troca de calor com a solução engomante.

O condensado é guiado pelo sistema de aquecimento, até os purgadores, que possuem um estojo estanque e uma bóia que controla o nível, acionando uma válvula, que libera a água em uma tubulação de saída.

Os purgadores são utilizados no sistema de aquecimento indireto. Já no sistema direto devemos ter muito cuidado com a quantidade e o tempo que essa goma ficará recebendo o vapor, pois o condensado vai diretamente à goma, alterando sua viscosidade e no percentual de sólidos.

### **9.2.4 – Nível da caixa de goma**

Segundo Pessanha (1989), para uma boa uniformidade na impregnação é necessário se atentar ao nível de goma.

O baixo nível da caixa pode provocar falhas na impregnação do banho, e o alto nível da caixa de goma, pode provocar derramamentos. Nessas duas condições é possível ajustar o nível.

A seguir os tipos de ajuste do nível da caixa de goma.

#### **9.2.4.1 – Ajuste manual**

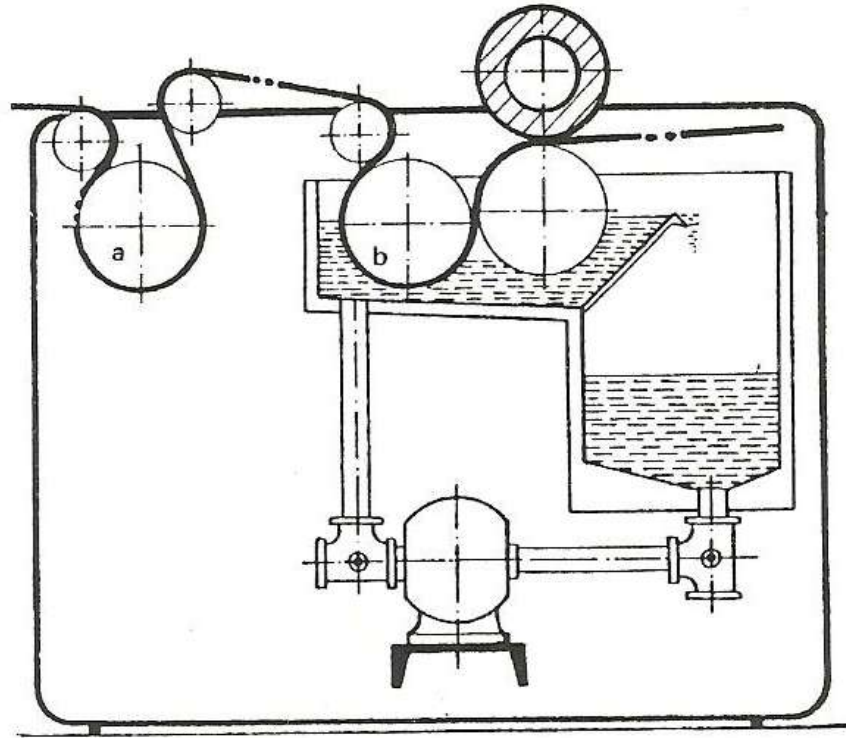
O ajuste manual é feito pela bandeja que sobe ou desce através de uma manivela, de acordo com a necessidade do nível. Porém esse sistema é falho, pois depende do monitoramento visual de um operador (Pessanha, 1989).

#### **9.2.4.2 – Ajuste automático por sistema mecânico**

Nesse sistema possui um cocho reserva, onde a goma que excede do nível desejado, derrama nesse reservatório, e uma bomba mecânica faz o transporte da goma que está no cocho para o reservatório principal da caixa. Esse sistema também é chamado de ladrão (Pessanha, 1989).

O que determina o nível da caixa de goma nesse sistema, é a altura da parede do reservatório principal, como mostra a figura 78.

**Figura 78 – Controle automático do nível de goma por sistema mecânico**

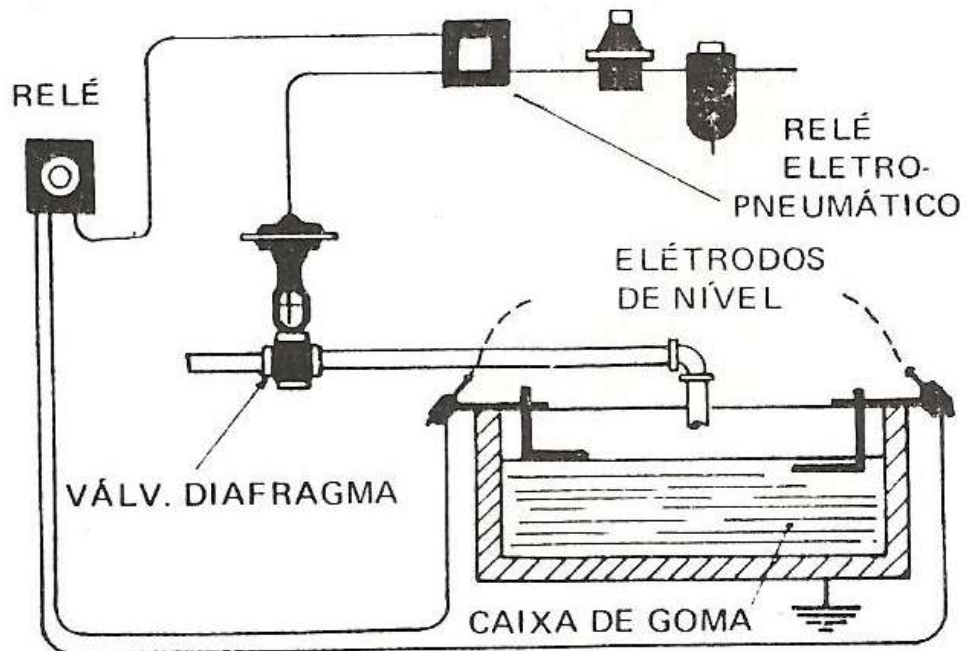


Pessanha (apostila, pp. 81)

#### **9.2.4.3 – Ajuste automático por sistema elétrico**

Esse sistema utiliza a condutividade elétrica da goma como veículo, onde ao atingir o nível desejado o eletrólito emite um sinal que interrompe o circuito elétrico, e o “terra” da caixa de goma aciona um relé, que aciona uma válvula aumentando o fluxo de ar comprimido, vedando a entrada de mais goma dentro da caixa (Pessanha, 1989).

**Figura 79 – Controle automático do nível de goma por sistema elétrico**

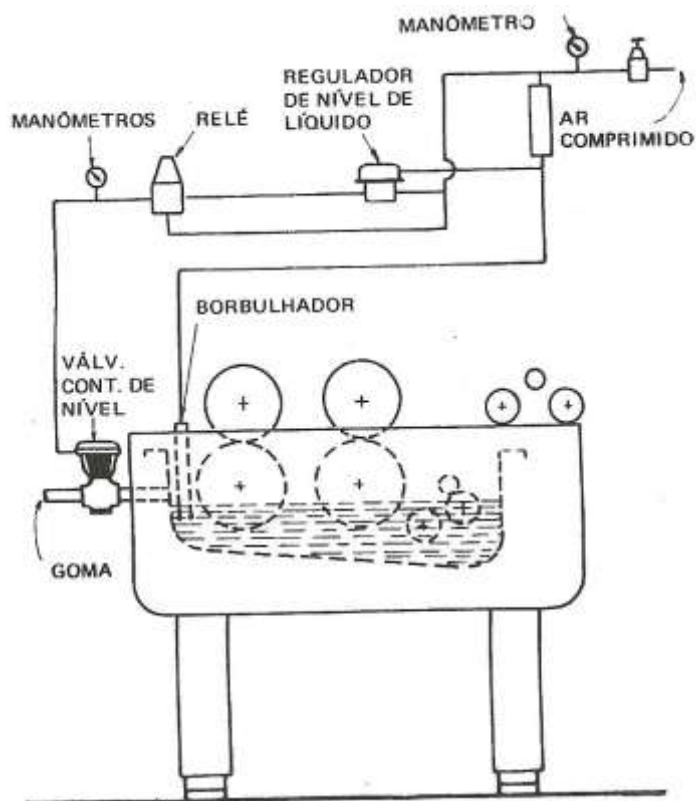


Pessanha (apostila, pp. 81)

#### 9.2.4.4 – Ajuste automático por sistema pneumático

Esse sistema possui além de um soprador, um tubo plástico vertical. Aplica-se uma pressão pré-estabelecida em um tubo de controle, de acordo com o nível de goma que facilita ou dificulta o fluxo de ar desse tubo de controle. Quando o nível de goma cai, o ar passa com maior facilidade, desequilibrando o diafragma da válvula, que controla o sistema de vazão, ou ladrão, da caixa de goma (Pessanha, 1989).

**Figura 80 – Controle automático do nível de goma por sistema pneumático**



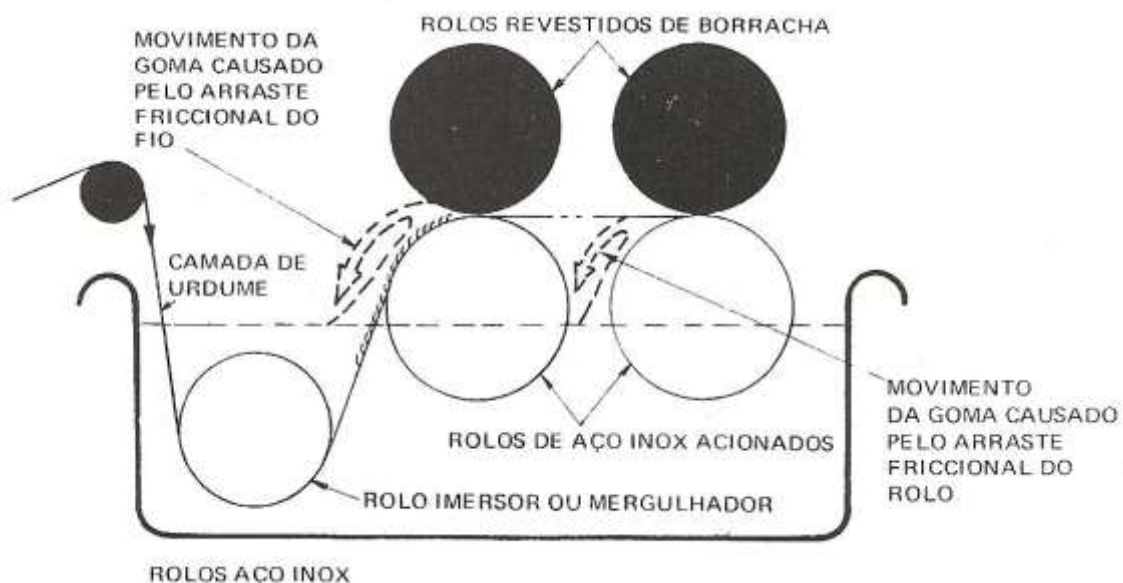
Pessanha (apostila, pp. 82)

### 9.2.5 – Rolo imersor ou mergulhador

Segundo Pessanha (1989), o rolo imersor é responsável por mergulhar os fios no banho de goma, dentro da caixa de goma. Dependendo do produto a ser engomado, e do tipo de goma a ser utilizada, será a distância do percurso dos fios imersos na goma. Esse processo é responsável pela impregnação do fio pelo engomante.



**Figura 81 – Rolo imersor ou mergulhador**



Pessanha (apostila, pp. 83)

Existem rolos imersores lisos e revestidos de borracha. Os rolos lisos são apenas rolos-guias para promover o mergulho dos fios, e os rolos lisos duplos, permite um maior contato com a goma.

**Figura 82 – Rolo liso simples**



Pessanha (apostila, pp. 84)

**Figura 83 – Rolo liso duplo**

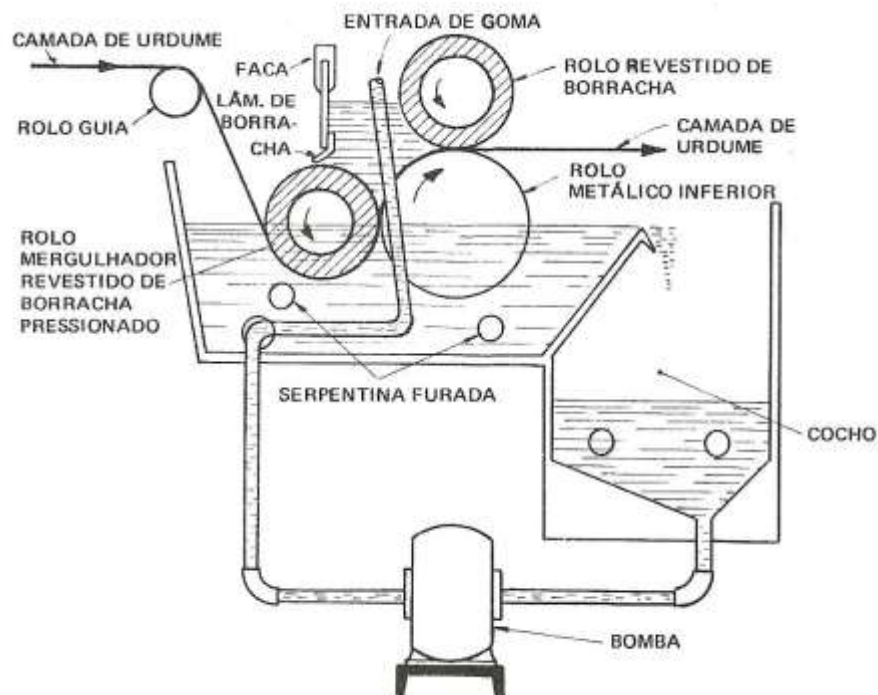


Pessanha (apostila, pp. 84)

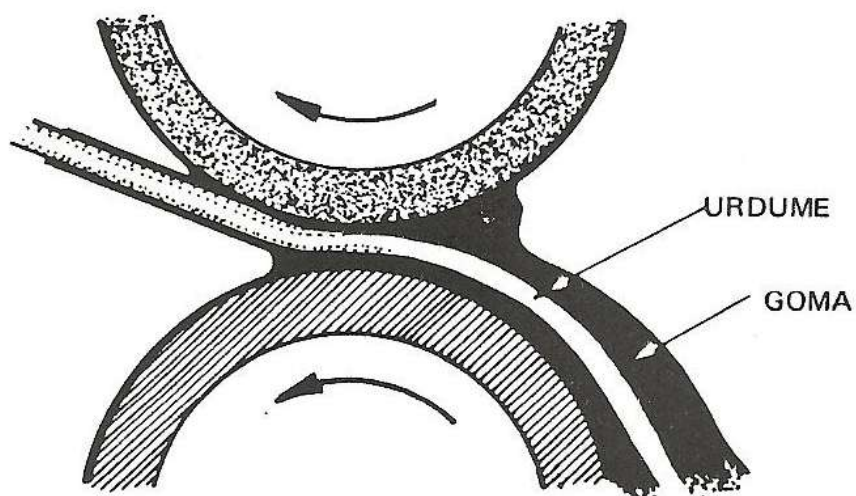
Já nos sistemas que utilizam rolos emborrachados, podem possuir o sistema impregnador-espremedor, ou em caixas com duplo mergulho. Nesse sistema é necessário frequentemente avaliar o nip, isto é, a prensagem uniforme em toda a extensão dos cilindros.

Esse tipo de sistema é mais utilizado em rolagens com alta densidade de fios, fios mais torcidos e fios menos absorventes.

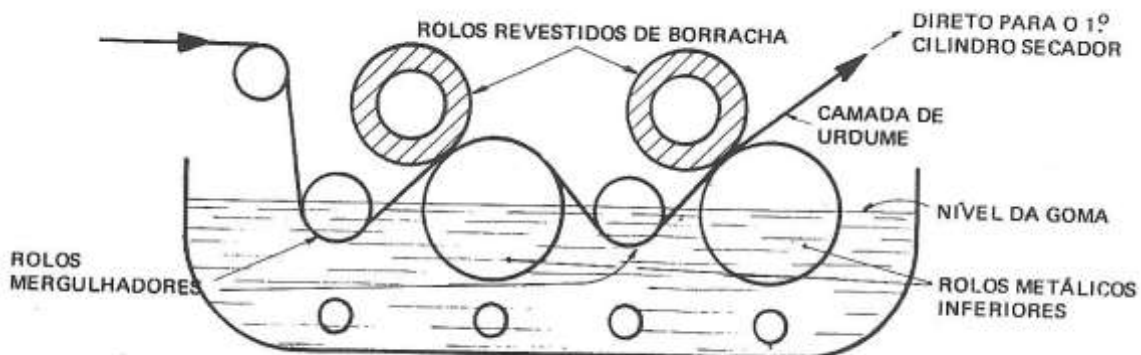
**Figura 84 – Rolo mergulhador revestido de borracha**



Pessanha (apostila, pp. 85)

**Figura 85 – Rolo Impregnador-espremedor**

Pessanha (apostila, pp. 86)

**Figura 86 – Conjunto de cilindros revestidos de borracha**

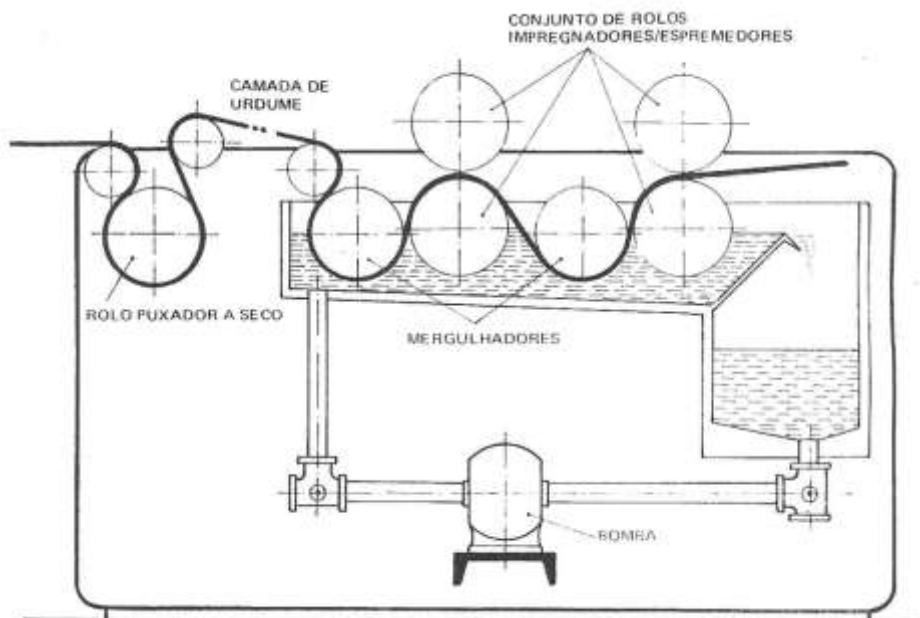
Pessanha (apostila, pp. 86)

### 9.2.6 – Rolo puxador a seco

De acordo com Pessanha (1989), nas engomadeiras mais antigas, se fez necessário o uso do rolo puxador a seco, pois caso os fios deslizem entre os cilindros impregnadores-espremedores o rolo puxador compensa essa deficiência do sistema, mantendo a passagem dos fios constante, evitando assim a impregnação desuniforme.

O rolo puxador puxa os fios positivamente, e fica localizado antes da entrada da caixa de goma. O sistema possui um rolo puxador a seco e dois rolos metálicos, que permitem controlar a tensão de entrada dos fios na caixa de goma.

**Figura 87 – Caixa de goma com sistema puxador a seco**

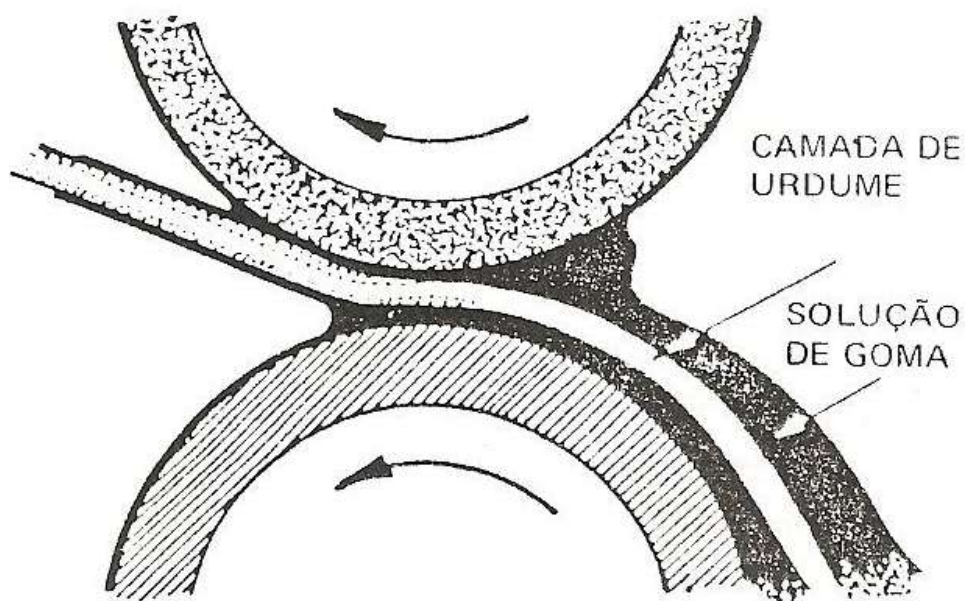


### 9.2.7 – Impregnação da goma

O sistema impregnadores/espremedores é responsável por colocar a goma dentro do fio, através da ação física de espremedura.

Quanto mais largo o nip (contato entre os cilindros), maior será a intrusão de goma no fio. Outros fatores que influenciarão na intrusão são a dureza dos cilindros e a pressão de espremedura que citaremos mais adiante (Pessanha, 1989).

**Figura 88 – Conjunto impregnador/espremedor**



### 9.2.8 – Dureza das borrachas de revestimento dos cilindros

A dureza dos cilindros de espremedura, de acordo com Pessanha (1989), tem que estar situada entre 45/50 *shore*, quando quente, e de 50/55 *shore*, quando frio. A dureza é mensurada com um aparelho chamado de durômetro.

**Figura 89 – Durômetro Shore A HPSA**



<http://webtex.wordpress.com/>

### 9.2.9 – Pressão de espremedura

De acordo com Pessanha (1989), pressão de espremedura é a força que os rolos superiores exercem sobre os rolos inferiores no sistema de espremedura.

A pressão é responsável pela penetração da goma no fio. Quanto maior for a velocidade da engomadeira, maior será a pressão de espremedura, e quanto menor a velocidade, menor a pressão.

Existem outros fatores que influenciam na hora de decidir a pressão de espremedura, tais como: o tipo de fibra, a composição dos fios, o título e a torção, quantidade de fios nas camadas, a dureza das borrachas revestidoras, a finalidade, adesividade e a viscosidade da goma.

#### **9.2.10 – Varetas de separação a úmido**

De acordo com Pessanha (1989), as varetas de separação a úmido têm a finalidade de facilitar a posterior abertura das varetas de separação a seco, diminuindo a colagem entre os fios.

Geralmente divide-se em duas camadas, porém pode ser dividido em três ou quatro camadas. Essa divisão deve ser feita entre a caixa de goma e a zona de secagem. A distância entre essas duas partes da máquina faz com que a goma esfrie, o que reduz o poder de colagem da goma.

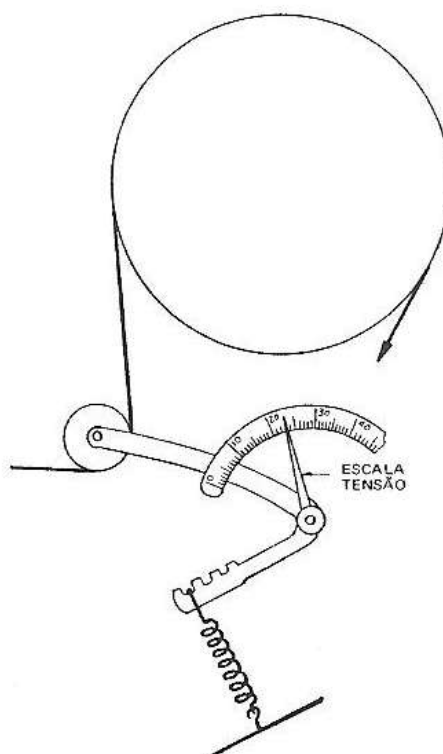
As varetas de separação a úmido são varetas metálicas, em algumas máquinas são revestidas de material que não tem afinidade com a goma, como é o caso do Teflon, polidas, de 4 a 5 cm de diâmetro.

Esse sistema de separação, só é recomendado em urdimentos com alta densidade de fios.

### 9.2.11 – Rolete-guia

É responsável por alinhar os fios após a abertura das camadas a úmido. O rolete-guia faz com que os fios abracem melhor o primeiro cilindro de secagem e para diminuir as diferenças bruscas de tensão causadas pelo mau funcionamento do P.V.I., que abordaremos a seguir (Pessanha, 1989).

**Figura 90 – Rolete-guia**



Pessanha (apostila, pp. 100)



### **9.2.12 – Esticamento na caixa de goma**

Segundo a empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), o esticamento na zona úmida é o mais importante para uma boa engomagem.

O esticamento ocorre pela diferença de velocidade entre os cilindros, é necessário para manter a tensão desejada, porém diminui proporcionalmente a capacidade de alongamento e resistência do fio.

#### **9.2.12.1 – Controle de esticamento por P.V.I's**

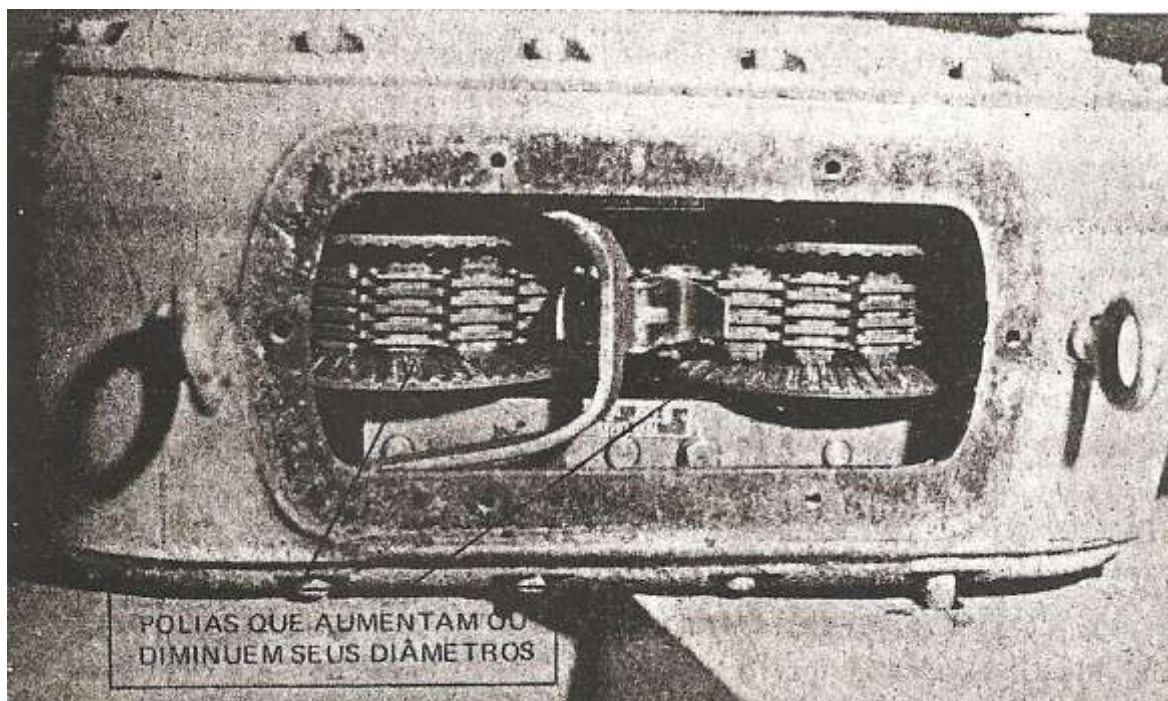
De acordo com Pessanha (1989), o P.V.I é responsável por controlar a tensão da zona úmida (caixa de goma e separação de camadas a úmido), através de um mecanismo que utiliza polias em “V”. Essas polias são responsáveis por aumentar ou diminuir o diâmetro de trabalho, que conseqüentemente reduz ou aumenta a velocidade dos cilindros, que por sua vez reduz ou aumenta a tensão entre os rolos. As mesmas são unidas através de correias de borracha ou lona.

Em máquinas que possuem o sistema de secagem através de cilindros secadores acionados positivamente por corrente dentadas ou engrenagens, é aplicado dois P.I.V., um entre a caixa de goma e os cilindros secadores, e outro entre os cilindros secadores e a cabeceira da máquina.

Nas máquinas que o sistema de secagem é através de câmara de ar quente, utiliza-se somente um P.I.V. que fica alocado entre a caixa de goma e a cabeceira da máquina.

Somente com o auxílio do P.I.V. conseguimos ajustar com precisão as tensões dos fios que irão para a secagem, lembrando que essa etapa do processo é a mais crítica no quesito esticamento.

**Figura 91 – P.I.V. Corrente metálica**



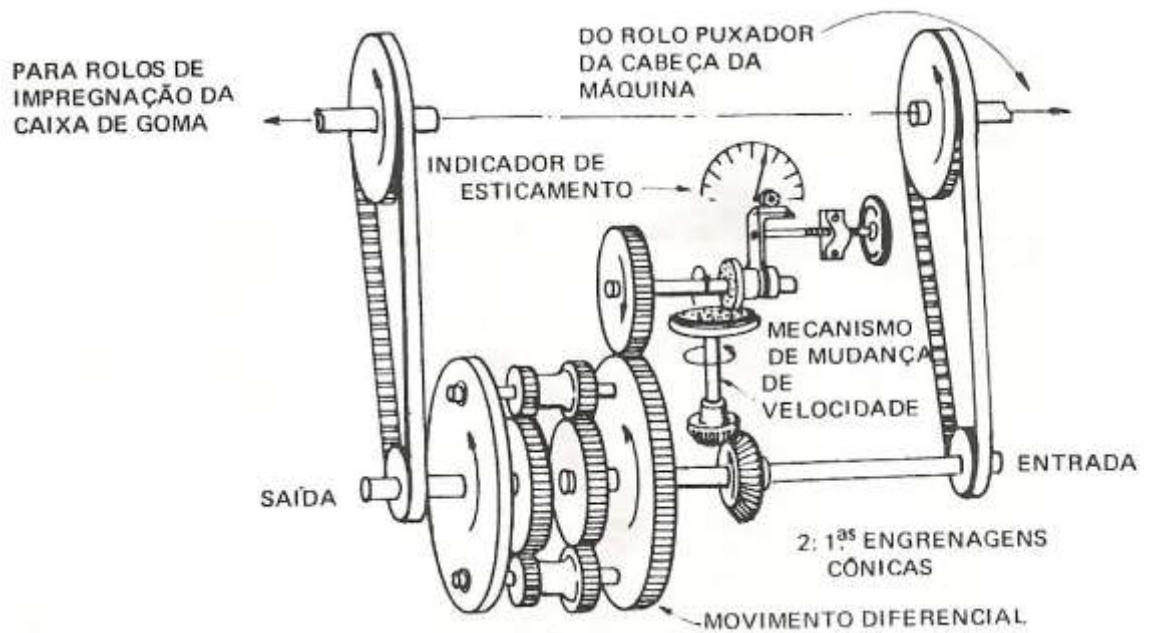
Pessanha (apostila, pp. 100)

### **9.2.12.2 – Controle de esticamento por diferencial**

Segundo Pessanha (1989), no controle de esticamento pelo sistema de diferencial, os valores deverão ser pré-estabelecidos e padronizados.

Esse sistema consiste em rodas dentadas que transmite o movimento de um eixo de um motor, para o local e na velocidade desejada. Abaixo, na figura 92 temos um esquema de diferencial utilizado no controle de esticamento.

**Figura 92 – Diferencial**

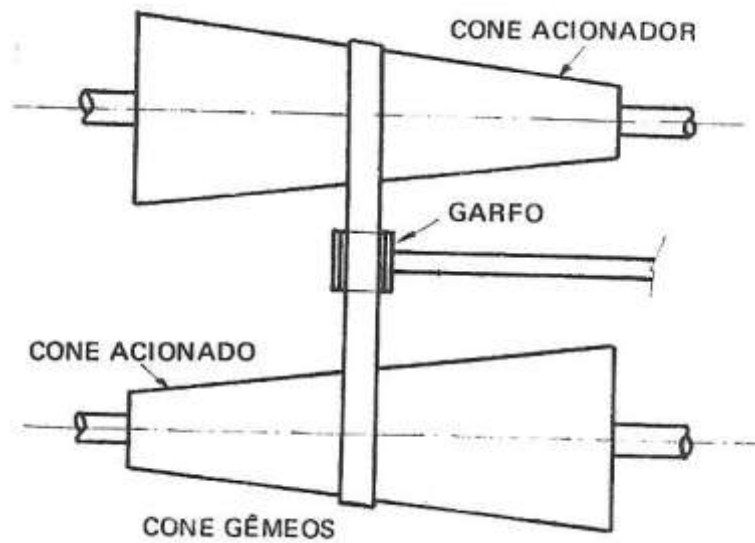


Pessanha (apostila, pp. 101)

### 9.2.12.3 – Controle de esticamento por transmissão por cones gêmeos

Esse sistema responde a tensão existente no rolo-guia, que ao sofrer oscilações, provoca, com o auxílio de uma haste, uma alavanca empurrando um garfo, diminuindo ou aumentando a velocidade.

**Figura 93 – Cones gêmeos**



Pessanha (apostila, pp. 102)

### 9.3 – Zona de secagem (Secador)

A zona de secagem é responsável por secar o fio que está impregnado de goma. O secador fica na parte central da máquina (Pessanha, 1989).

Existem vários sistemas de secagem:

- Secagem por cilindros aquecidos (condução);
- Secagem por ar quente/estufa (convexão);
- Secagem por infravermelho (irradiação);
- Secagem por microondas (irradiação);
- Secagem por ondas sonoras (irradiação);
- Secagem por combustível líquido (secagem por queima).

Porém os sistemas mais utilizados são os por cilindros aquecidos e por ar quente/estufa. Abordaremos esses dois tipos neste trabalho.

**Figura 94 – Secador por cilindros aquecidos**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp 10)

Como já falamos, o objetivo da secagem é secar o fio impregnado de goma, porém o fio não pode sair completamente seco, ele tem que sair com uma umidade residual próxima ao *regain*<sup>8</sup> natural da fibra, no caso do algodão seu *regain* é de 7,5 a 8,5%. Caso haja sobre-secagem dos fios, causará as prováveis desvantagens:

- Perda de resistência e elasticidade;
- Película de goma menos elástica e mais quebradiça;
- Película de goma escamável;
- Lerdeza de reabsorção de água.

---

<sup>8</sup> Regain – é o percentual de água que a fibra possui, em relação ao seu peso seco.

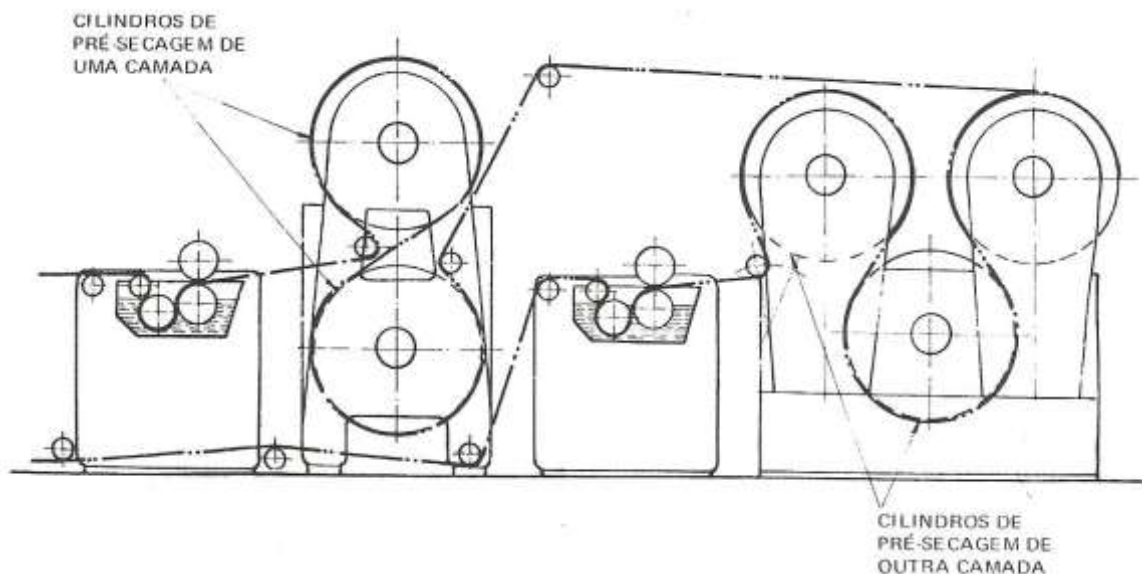
### 9.3.1 – Pré-secagem dos fios em separado

Segundo Pessanha (1989), para evitar que os fios sequem colados, podemos optar por uma pré-secagem dividindo os fios impregnados com a goma em duas ou mais camadas, e pré-secando separadamente, pois a densidade dos fios nessas camadas será menor, criando uma distância maior entre eles maior, evitando o contato.

Após a pré-secagem, as camadas são novamente agrupadas, não havendo mais o risco de colarem, mesmo com o aumento da densidade, pois o filme externo da goma já estará seco.

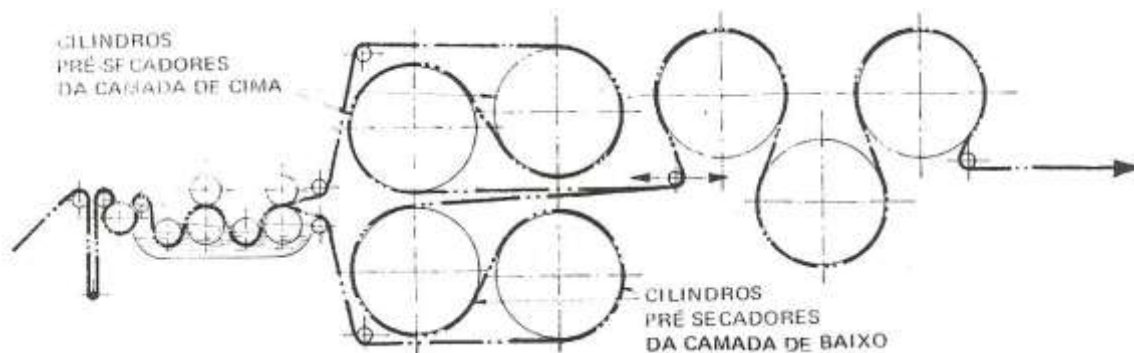
Os fios pré-secados, além de não saírem colados, eles são menos peludos, mais lisos e possuem um filme de goma mais uniforme, pois não sofrem uma separação forçada nas varetas de separação no campo seco.

**Figura 95 – Sistema de pré-secagem com duas caixas de goma**





**Figura 96 – Sistema de pré-secagem com uma caixa de goma**

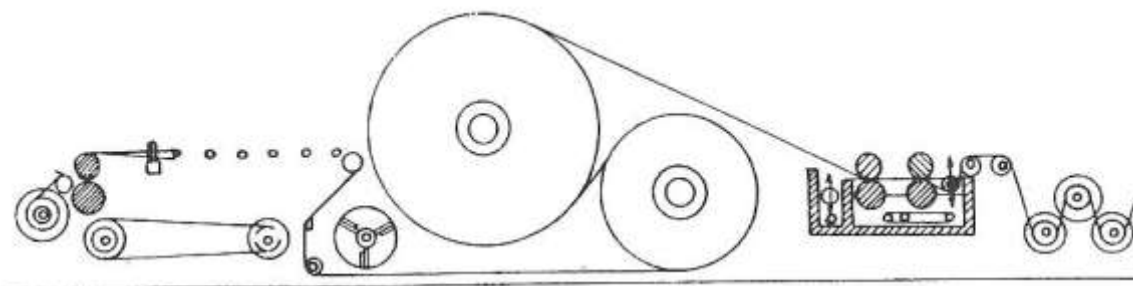


Pessanha (apostila, pp. 105)

### 9.3.2 – Secagem por cilindros aquecidos

Segundo Pessanha (1989), no sistema de secagem por cilindros aquecidos temos cilindros grandes e pequenos. Os cilindros grandes têm o diâmetro de 200 cm, já os cilindros pequenos cerca de 120 cm.

**Figura 97 – Secagem com cilindros de grande diâmetro, engomadeira antiga**



Pessanha (apostila, pp. 105)

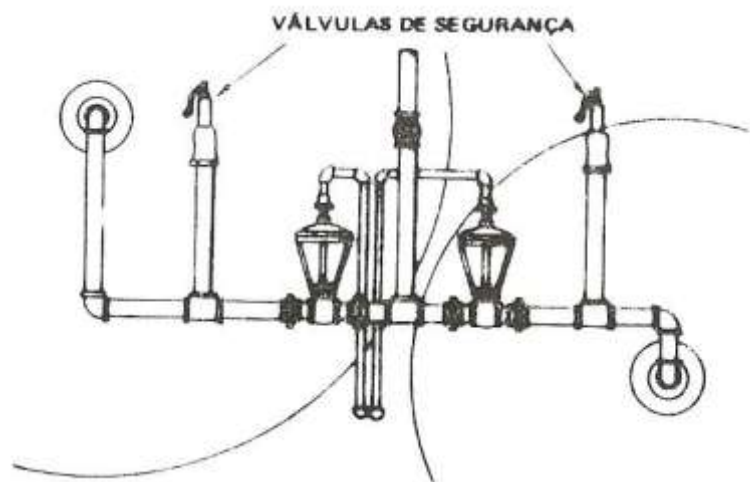
O número de cilindros, varia de 5 a 16, mas é encontrado com mais freqüência de 7 e 9. Já quanto à velocidade, algumas máquinas podem atingir 150 metros por minuto.

Nesse sistema, a secagem é feita através do vapor que penetra nos cilindros de secagem, aquecendo os mesmos, através de uma tubulação. No sistema mais arcaico, o controle da temperatura desses cilindros era feito pelos operadores, através de válvulas de redução, manômetros, termômetros, etc. Hoje, as engomadeiras novas possuem sistemas automáticos que controlam essa temperatura, através do aumento ou redução do fluxo do vapor, através de um equipamento chamado de Mahlo. Esse sistema também controla a umidade residual do fio, e ajusta a velocidade da máquina de acordo com a umidade desejada.

O vapor que faz a alimentação dos cilindros secadores deve ser purgado, para eliminar o condensado, uniformizando a temperatura desses cilindros.

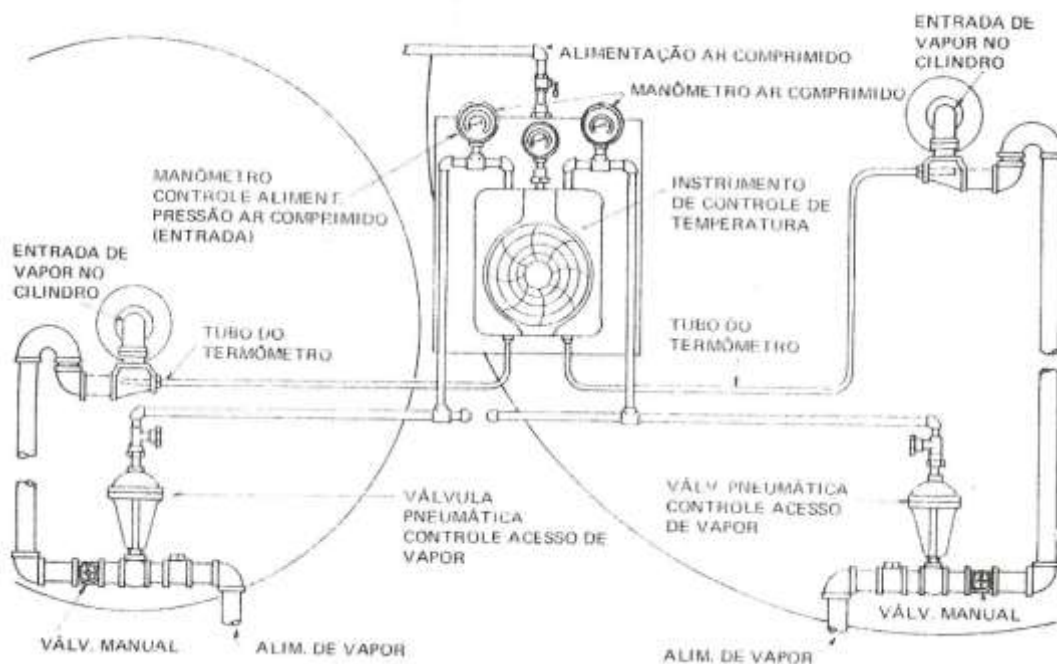
O controle do vapor é feito através de válvulas pneumáticas, e é sempre muito importante existir a válvula de segurança, para caso a pressão ultrapasse o limite superior.

**Figura 98 – Válvulas de segurança**





**Figura 99 – Sistema de controle do vapor**



Pessanha (apostila, pp. 107)

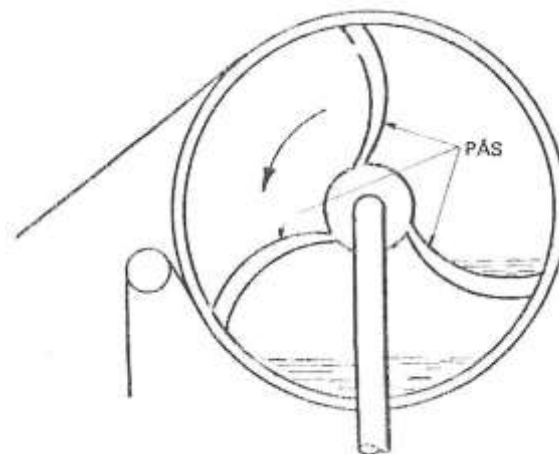
### 9.3.2.1 – Sistema de saída do condensado

Segundo Pessanha (1989), existem dois sistemas de saída da água condensada, que serão abordados abaixo.

### 9.3.2.1.1 – Sistema de saída do condensado por meio de pás recolhedoras

Nesse sistema a água é retirada do cilindro através de 3 pás recolhedoras fixas, e o transporte da água dentro do cilindro é feito através de uma tubulação concêntrica no eixo dessas pás. A tubulação leva essa água ao purgador que provoca a abertura da válvula de saída através de um sistema de bóia (Pessanha, 1989).

**Figura 100 – Tambor com pás recolhedoras**



Pessanha (apostila, pp. 107)

### 9.3.2.1.2 – Sistema de saída do condensado por meio de sifão

Já nesse sistema a água é retirada através de três tubulações, também conhecida como “pescador”, fixadas junto ao eixo dos cilindros, girando junto com eles. A água acumulada nessa tubulação é liberada através de um purgador (Pessanha, 1989).

### 9.3.2.2 – Instrumentos da rede de vapor e dos cilindros secadores

#### 9.3.2.2.1 – Válvula de redução de vapor

Essa válvula tem a finalidade de ajustar e controlar a pressão do vapor, de acordo com o pré-estabelecido (Pessanha, 1989).

**Figura 101 – Válvula de redução do vapor**



### 9.3.2.2.2 – Manômetros

É um instrumento de medição que indica a pressão de uma rede de vapor, sua escala é em libras por polegadas quadradas, ou em quilogramas por centímetros quadrados (Pessanha, 1989).

**Figura 102 – Manômetro**



<http://www.valmicro.com.br/>

### 9.3.2.2.3 – Termômetros

São responsáveis por medir a temperatura do ambiente onde eles estiverem aplicados. Sua escala marca as temperaturas em graus Celsius, ou em graus Fahrenheit (Pessanha, 1989).

**Figura 103 – Termômetros industriais**

<http://www.cvvapor.com.br/>

#### 9.3.2.2.4 – Válvula de segurança

Caso haja algum erro da válvula de redução na linha de vapor, a válvula de segurança evita o excesso de pressão em níveis perigosos. É muito importante a verificação do funcionamento dessa válvula pelo menos uma vez ao ano (Pessanha, 1989).

**Figura 104 – Válvula de segurança, vista interna**

<http://www.engemasa.com.br/produtos.php?>

### **9.3.2.2.5 – Mecanismos automáticos de temperatura nos cilindros**

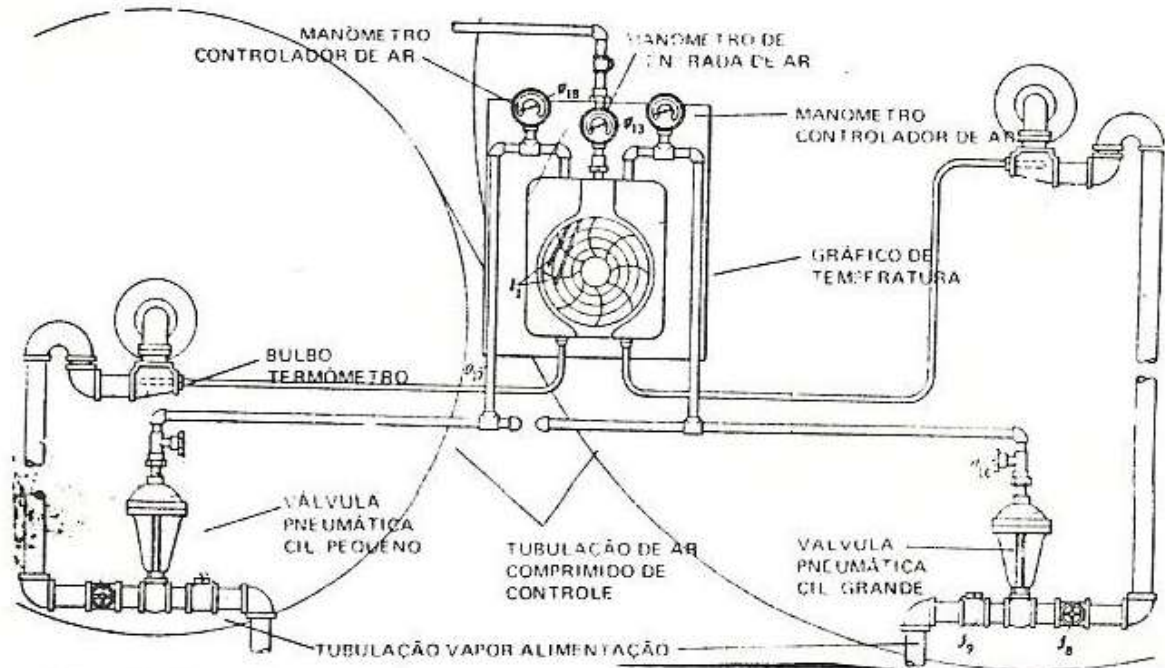
Segundo Pessanha (1989), existem mecanismos automáticos de temperatura de controle individual, onde cada cilindro possui um sistema independente, e controle coletivo, onde o mesmo sistema controla a todos os cilindros. Nos sistemas de controle coletivo, também é controlado a vazão do vapor coletivamente.

O sistema de controle individual é muito superior do que o sistema coletivo, podendo determinar uma temperatura diferente em cada cilindro. Já no sistema coletivo, a temperatura será a mesma em todos os cilindros.

Outra alternativa de sistema de temperatura é por agrupamento, por exemplo, um mesmo sistema controla de dois a três cilindros, isso irá baratear o custo do sistema individual, e dará mais qualidade a secagem dos fios do que o sistema coletivo.

Nas máquinas mais antigas não existem sistemas de controle de temperatura, ficando por conta da válvula de redução.

**Figura 105 – Controle automático de temperatura dos cilindros**



Pessanha (apostila, pp. 112)

### 9.3.2.2.6 – Revestimento dos cilindros

Segundo Pessanha (1989), nos sistemas de secagem que possuem de 5 a 16 cilindros aquecidos, é necessário que pelo menos os três ou quatro primeiros cilindros sejam revestidos com Teflon (marca registrada da DuPont), tetrafluorcarbono. Esse material possui propriedades antiaderentes, são muito resistentes ao calor e a corrosão. O Teflon pode ser aplicado através de película ou sob forma de spray.

**Figura 106 – Cadeia molecular do Teflon**



<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/module>

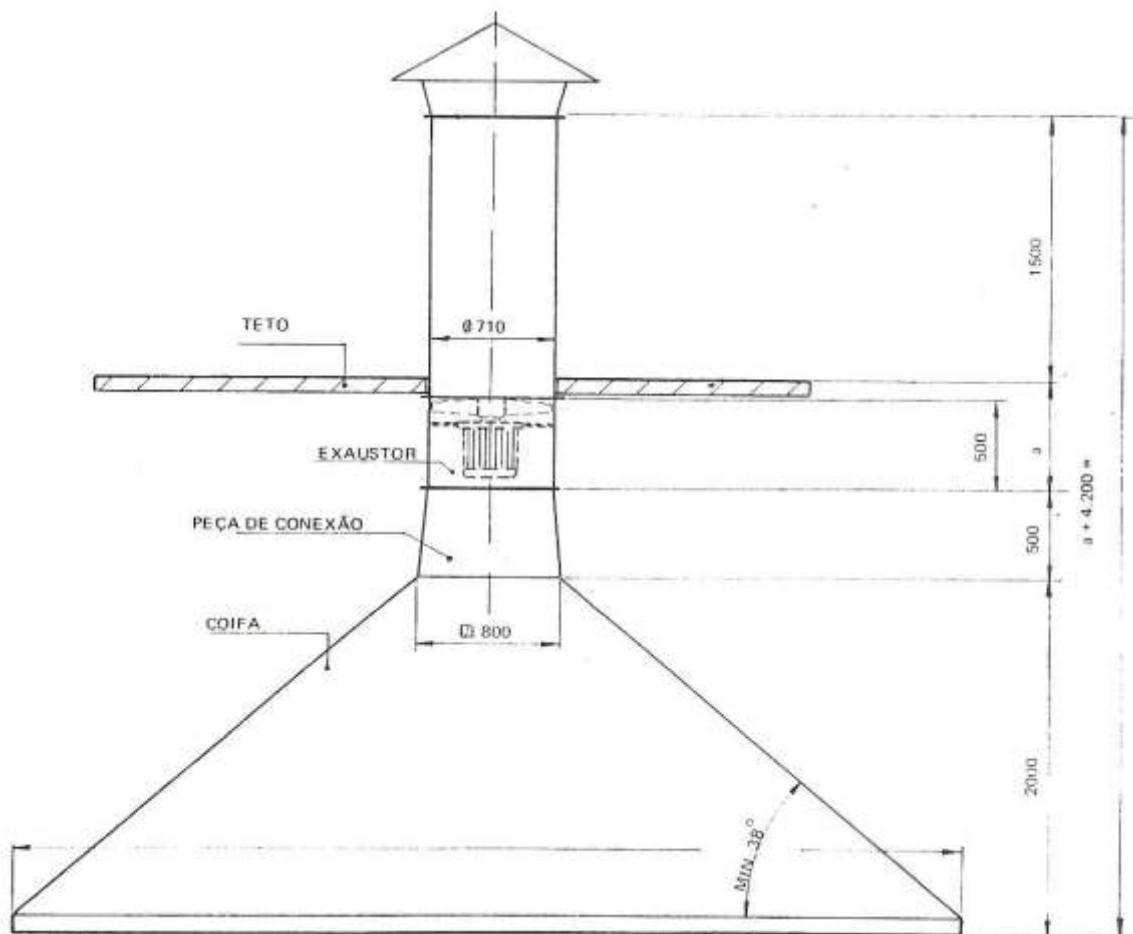
#### **9.3.2.2.7 – Coifa**

Segundo Pessanha (1898), o objetivo da coifa é convergir e conduzir a umidade que desprende da secagem dos fios, para fora do espaço onde está acontecendo a engomagem, com o auxílio de exaustores.

Ao eliminar o ar saturado do processo, a coifa otimiza o sistema de secagem e a eficiência da engomagem. Outro objetivo é evitar que o ar úmido se condense nas paredes e teto, gotejando sobre os fios urdidos já engomados, provocando manchas e enferrujando o maquinário.



Figura 107 – Coifa



Pessanha (apostila, pp. 114)

### 9.3.3 – Secagem por câmara de ar quente (estufa)

Segundo Pessanha (1989), esse sistema consiste em uma câmara de ar quente, onde os fios urdidos e já impregnados de goma passam por ela, através de rolos-guias em trajeto ziguezague. Esses rolos-guias deverão ser revestidos de Teflon.

A câmara de ar pode ser dividida em até três seções, e cada uma delas poderá ter sua temperatura controlada separadamente.

O ar que entrará na câmara é aquecido através de serpentinas com vapor. Os dutos orientam essa corrente de ar que passam entre as camadas de fios. Esse ar tem que ser bem distribuído para que a corrente de ar seja uniforme. A má orientação do ar, faz com que os fios se agrupem, formando correntinhas torcidas, que provocarão rupturas na separação das camadas secas. A distribuição do ar é o fator mais importante a ser controlado nesse sistema.

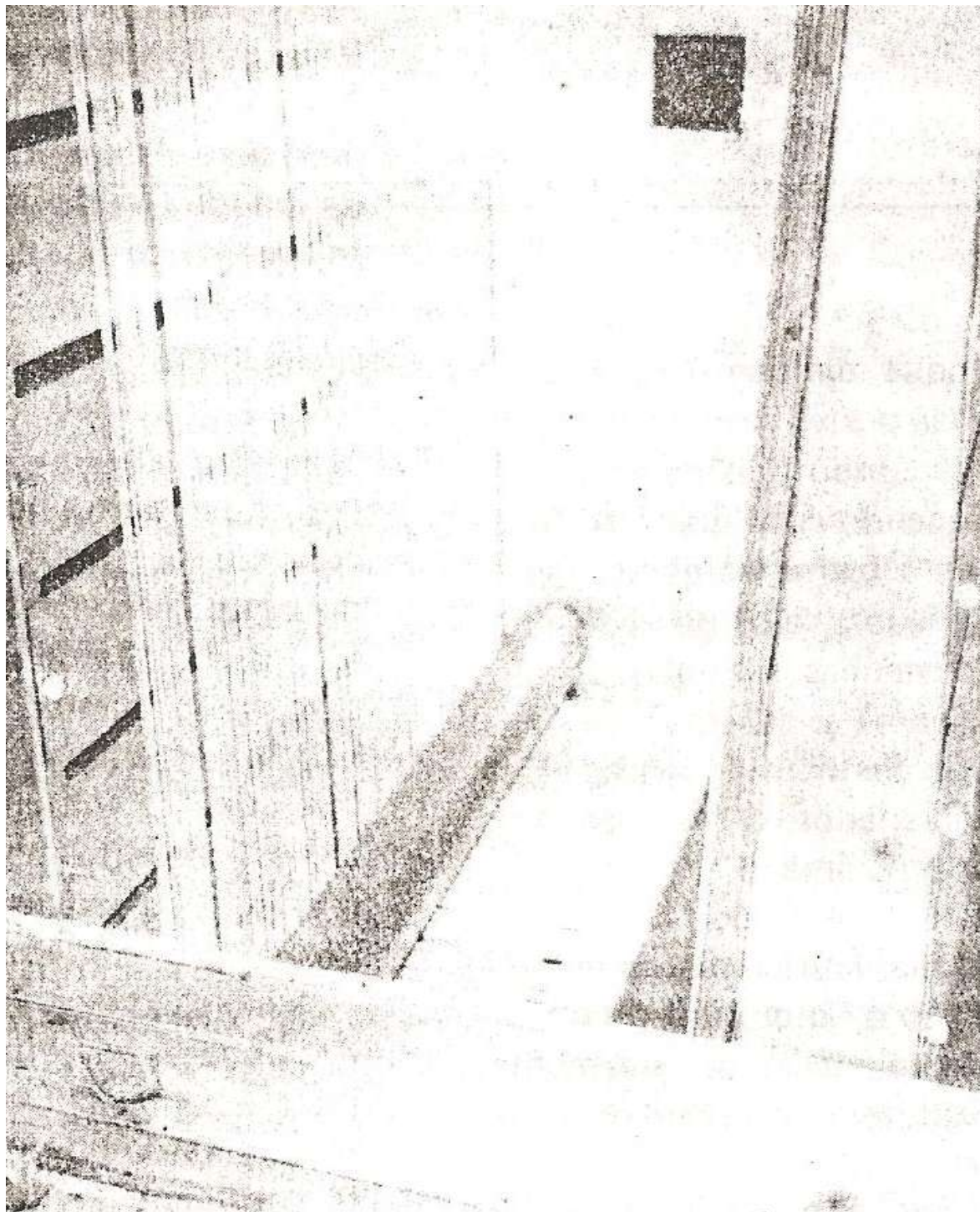
Mesmo o sistema de estufa apresentando melhor performance, as empresas ainda optam pelo sistema de cilindros aquecidos, pois o valor com a manutenção é muito inferior. Os defensores do sistema de estufa dizem que o sistema por cilindros achatam os fios, porém os testes laboratoriais ainda não conseguiram provar tal afirmação.

**Figura 108 – Máquina de secagem por ar quente**



Pessanha (apostila, pp. 115)

**Figura 109 – Vista interna de uma estufa**



Pessanha (apostila, pp. 115)

### **9.3.4 – Comportamento da goma durante a secagem**

Segundo Pessanha (1989), durante o processo de secagem dos fios, as moléculas da goma se aproximam umas das outras, ficando mais coesas, aumentando a adesividade. Com isso a película de amido se torna novamente insolúvel.

### **9.4 – Zona de separação das camadas (zona seca / campo seco)**

Segundo Pessanha (1989), a zona seca é responsável por abrir os fios novamente em camadas, para que possam descolar-se uns dos outros. Também na zona seca é feita a aplicação de pós-encerado, controlado a tensão e podem-se colocar dois ou três roletes sensores de umidade residual, para controlar a saída do secador.

**Figura 110 – Campo seco**

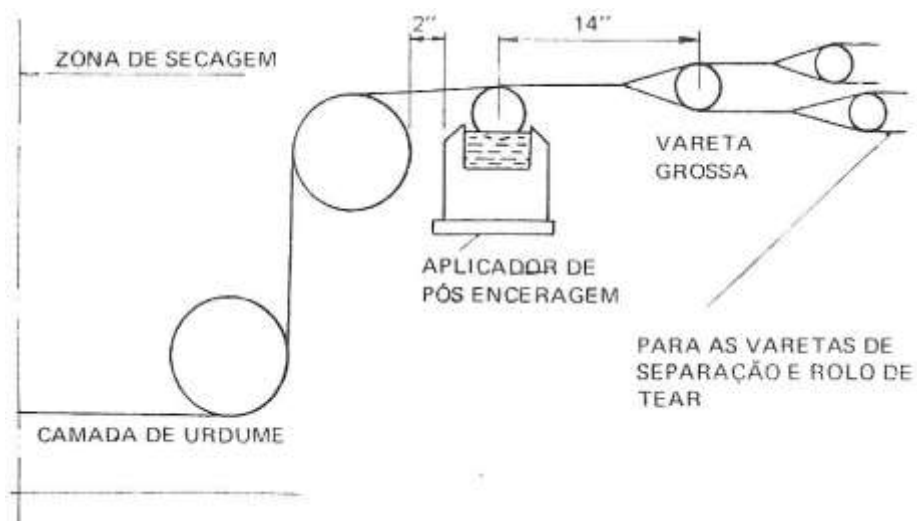
Empresa Jauense (manual de engomagem, pp 10)

#### **9.4.1 – Pós-encerado**

De acordo com Pessanha (1989), pós-encerado é um óleo ou cera lubrificante que é aplicado nos fios engomados após a secagem, para facilitar a abertura das camadas, diminuir a sensibilidade do fio à umidade relativa da tecelagem, diminuir o pó desse fio na tecelagem e serve também para proteger as peças metálicas contra a oxidação.

A aplicação se faz por um rolete lubrificador que fica parcialmente mergulhado em um cocho aquecido em contato com o lubrificante. Os fios ao passar por esse rolete arrastam a substância e provoca o giro do mesmo, que por sua vez muda de face, ficando novamente impregnada de lubrificante.

**Figura 111 – Aplicador de pós-encerado**



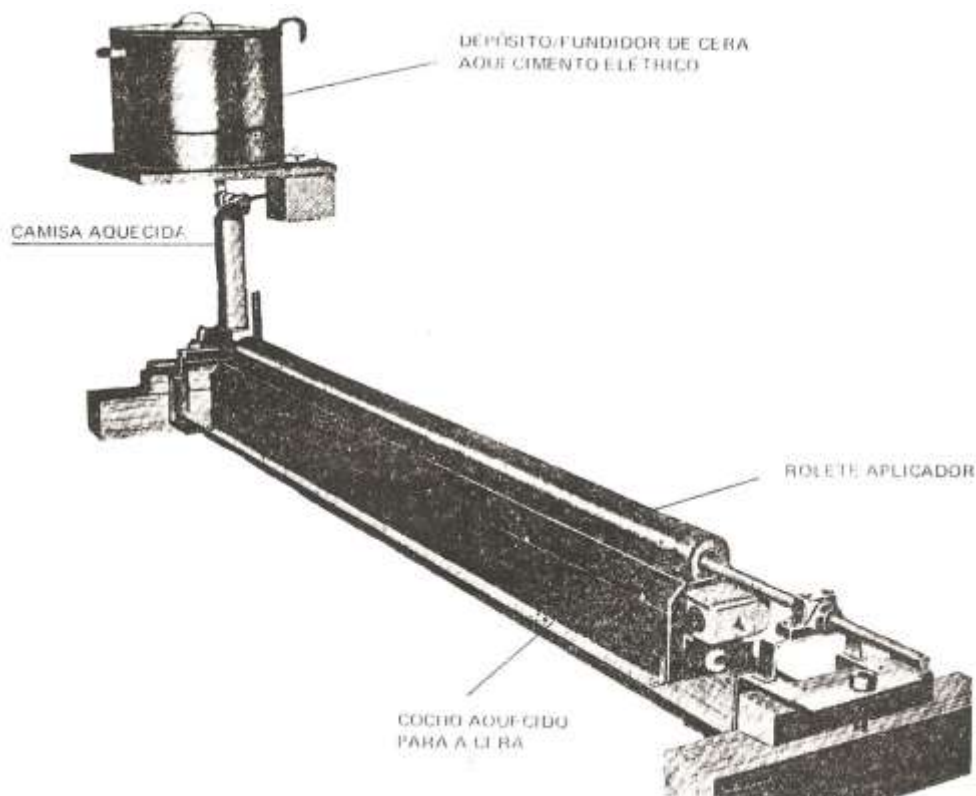
[Pessanha \(apostila, pp. 117\)](#)

A quantidade de pós-encerado que se deseja aplicar no fio, vai variar de acordo com a velocidade periférica do rolete lubrificador.

O cocho é alimentado com o lubrificante através de um funil que trás a substância de um reservatório.



**Figura 112 – Conjunto aplicador de pós-encerado**



Pessanha (apostila, pp. 118)

#### **9.4.2 – Varetas de separação a seco**

Segundo Pessanha (1989), as varetas são responsáveis pela separação das camadas. Após os fios passarem pela pós-enceragem eles são separados em duas camadas pela vareta mais grossa, cerca de 7 a 8 cm de diâmetro.

Já as duas varetas seguintes, que separarão as duas camadas, já separadas, novamente ao meio, possuem de 4,5 a 5 cm de diâmetro. E as seguintes, seguindo o mesmo raciocínio, também são um pouco mais finas, de 3,5 a 4 cm de diâmetro.

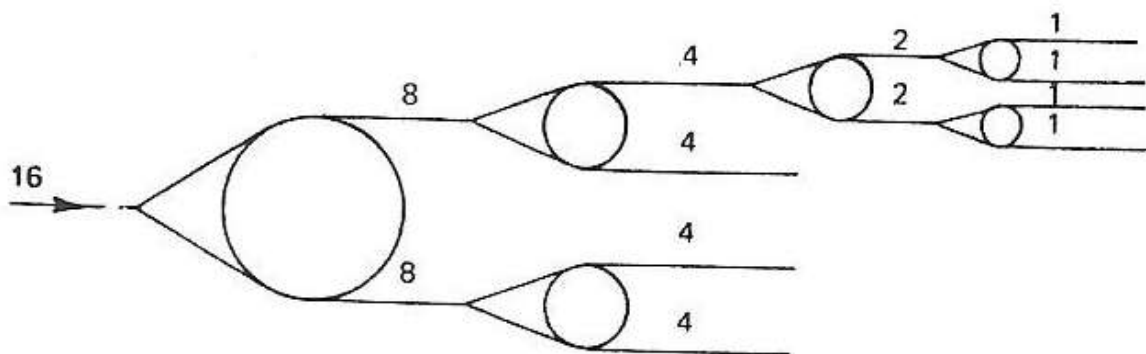
O número de abertura das camadas será equivalente ao número de rolos primários que foram dispostos na gaiola. Cada camada será separada individualmente.

Além de proporcionar um descolamento dos fios, a separação serve para ajustar a densidade dos fios no pente extensível, facilita na contagem e passamento dos fios na pua do tear.

A seguir, veremos os tipos de separação a seco de camadas que existem.

#### 9.4.2.1 – Separação sempre ao meio

É um sistema muito eficaz, pois como as camadas são divididas sempre ao meio, não sobrecarrega nenhuma das camadas, pois a goma que ligam elas enfraquece por igual (Pessanha, 1989).



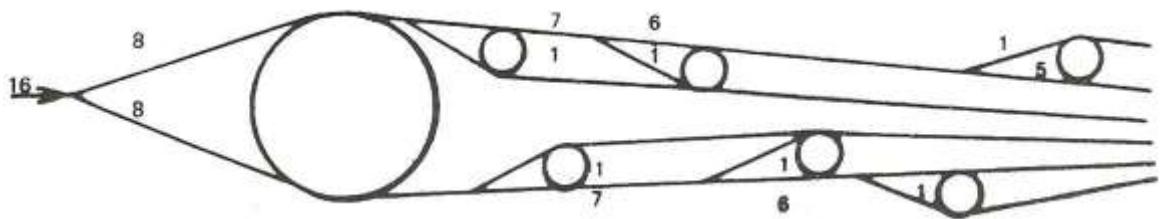
**Figura 113 – Separação sempre ao meio**



### 9.4.2.2 – Separação por tiragem de uma só camada de cada vez

Esse sistema é prejudicial ao fio, pois sobrecarrega a camada que será separada sozinha. Esse esforço pode ser reduzido caso a engomadeira possua pré-secagem em camadas, e também pela utilização de duas varetas de separação a úmido.

**Figura 114 – Separação de uma camada por vez**



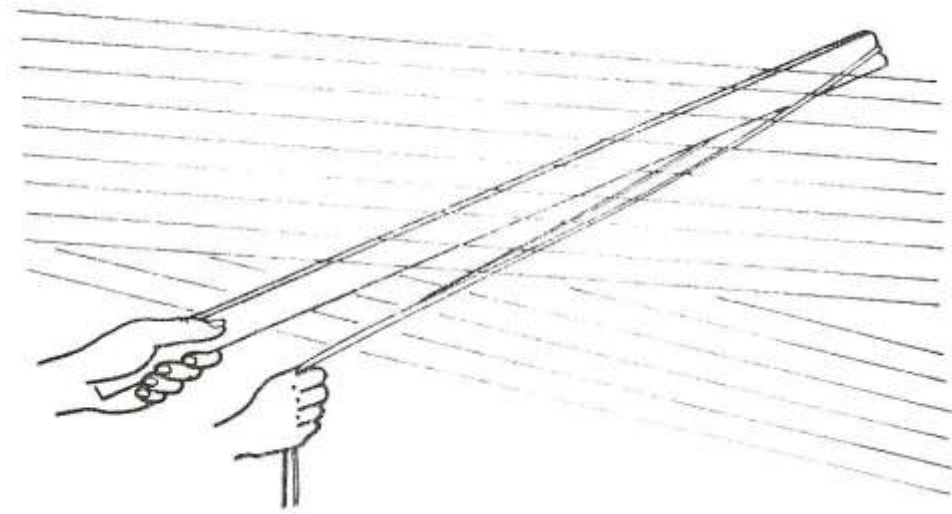
Pessanha (apostila, pp. 120)

### 9.4.3 – Colocação das varas de separação a seco

De acordo com Pessanha (1898), para fazer a separação das camadas a seco, é necessário um guia para saber qual a quantidade e os fios de uma camada. Esse guia é chamado de cordinha. Em cada rolo primário urdido é colocado uma cordinha, antes que esses rolos formem uma única camada.

Quando a cordinha chega ao campo seco, ela serve como orientação para fazer a separação das camadas. Com o auxílio de uma barra de madeira, onde estava à cordinha forma-se uma cala, permitindo que a vara de separação consiga passar entre os fios.

**Figura 115 – Passador de cordinha**



Pessanha (apostila, pp. 121)

## 9.4 – Cabeceira da engomadeira

**Figura 116 – Cabeceira da engomadeira**

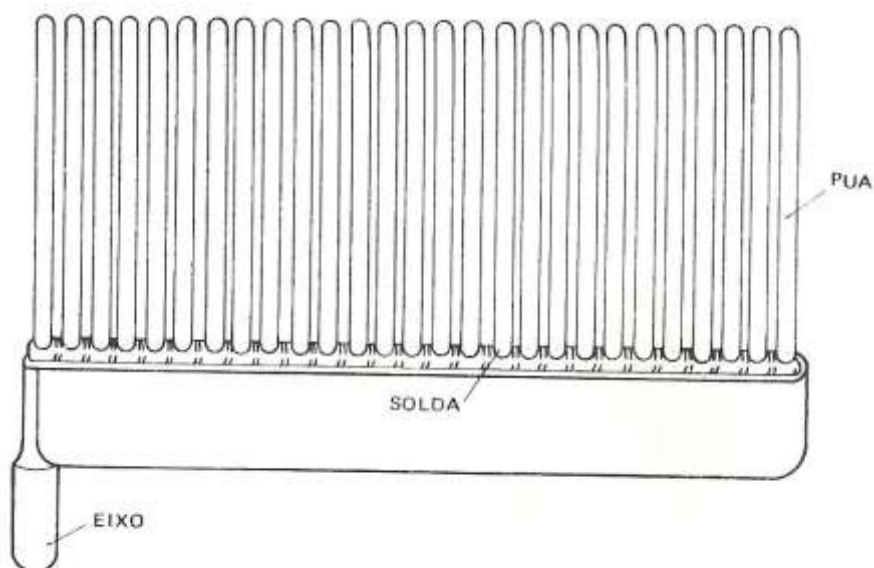


Empresa Jauense (manual de engomagem, capa)

### 9.4.1 – Pente extensível

De acordo com Pessanha (1989), o pente extensível tem a finalidade de distribuir uniformemente os fios no rolo de urdume. Esse tipo de pente é formado por pequenos pentinhos presos em um sistema “sanfona”, de acordo com a largura do rolo a ser produzido, o pente fecha ou abre. Porém é bom observar que ao abrir o pente, a densidade ficará menor, e ao fechar, aumentará a densidade.

**Figura 117 – Pente parcial ou pentinho**



Pessanha (apostila, pp. 123)

Para urdume mais densos é aconselhável utilizar um pente mais fino, ou seja, com mais puas. Pentes com poucas puas podem formar cordões, causados pela má distribuição dos fios.

Além do movimento de sanfona, o pente extensível também possui movimentos laterais e de subida e descida.

Urdume com baixa densidade devemos passar na pua um fio de cada rolo primário, isso para roladas com até 9 rolos. Por exemplo, uma rolada com 6 rolos primários, terá o passamento de 9 fios por pua.

Para roladas com mais de 9 rolos primários, devemos seguir a seguinte instrução:

- Para 10 e 11 rolos → de 7 a 8 fios por pua;
- Para 12 rolos → de 8 a 9 fios por pua;
- Para 13 e 14 rolos → de 9 a 10 fios por pua;
- Para 15 rolos → de 10 a 11 fios por rolos.

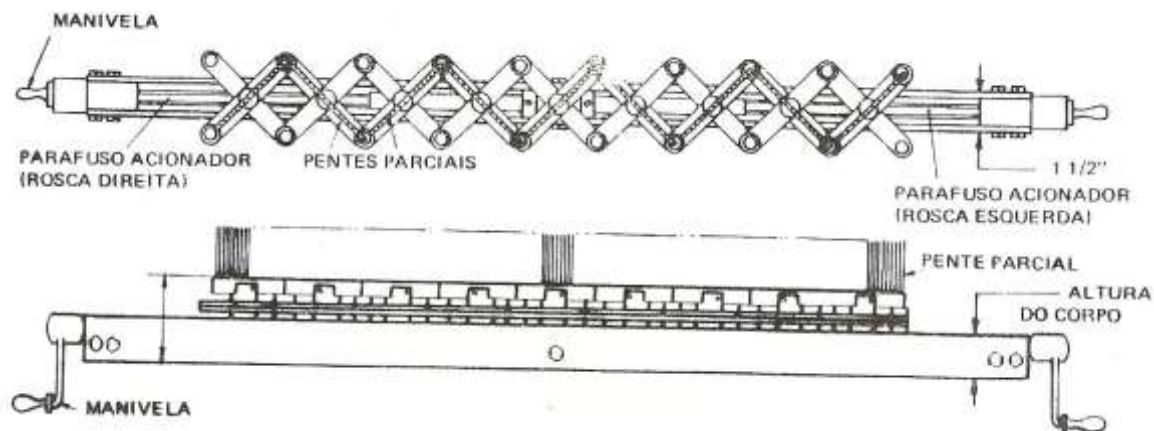
Outro fator de se observar é o passamento quando houver padrão de fios em cor na largura do urdume (listras).

Para uma melhor uniformidade da densidade dos rolos de urdume:

- Aplicação de fita adesiva nas camadas dos rolos primários, até o rolo de urdume para alinhar os fios;
- Colocação de um pente entre a gaiola e a caixa de goma.

Os fios deverão ser passados pelo pente na largura exata do rolo primário. Caso o rolo de tear for mais largo, a largura do pente deverá ser acertada após fazer o passamento.

**Figura 118 – Pente extensível**



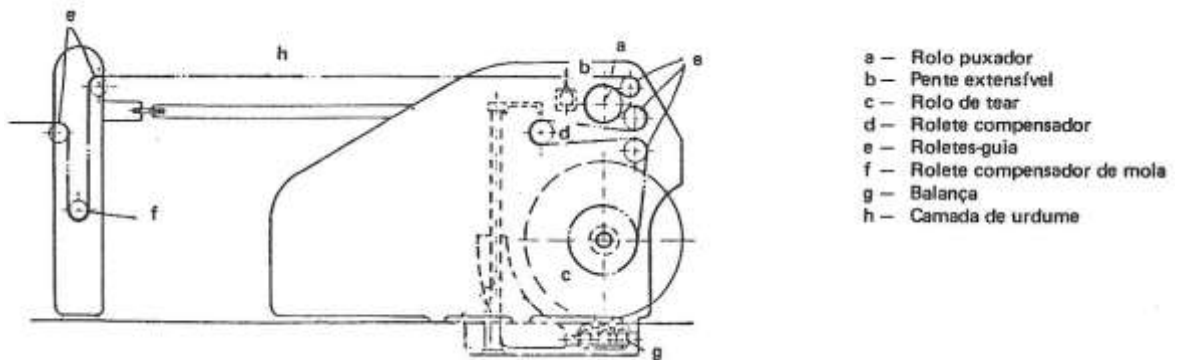
Pessanha (apostila, pp. 123)

#### 9.4.2 – Rolo puxador

Segundo Pessanha (1989), rolo puxador é o cilindro que guia os fios que sai do pente extensível. Esses fios são puxados por esse rolo, que os mantém com uma tensão regular.

Em cima do rolo puxador poderão ser colocados rolinhos sensores que detectam a umidade residual. Também são necessários dois rolos guias, para que os fios não deslizam.

**Figura 119 – Cabeceira da máquina**



Pessanha (apostila, pp. 128)

### 9.4.3 – Largura máxima entre as flanges

De acordo com Pessanha (1989), na hora da aquisição de uma cabeceira, é muito importante observar a largura máxima entre os flanges, pois as engomadeiras possuem um sistema que se adapta as menores larguras.

Caso a largura das flanges forem muito maiores que os rolos primários, haverá uma tensão excessiva nas extremidade (ourelas) e um afrouxamento nos fios do fundo (meio do tecido), o contrário também é verdadeiro, caso a flange do rolo de urdume for menor, as extremidades ficarão frouxas e o meio com mais tensão.

#### **9.4.4 – Acionamento da cabeceira por sistema de embreagem**

O sistema de embreagem transmite a rotação do motor para as engrenagens da cabeceira da máquina. A transmissão se dá através de correntes ou engrenagens (Pessanha, 1989).

#### **9.4.5 – Acionamento da cabeceira por sistema eletrônico**

Nas máquinas mais modernas, o acionamento da cabeceira se dá através de sistema integrado eletrônico, monitorado por um painel digital (Pessanha, 1989).

#### **9.4.6 – Tensão de enrolamento**

A tensão de enrolamento entre o rolo puxador e o rolo de tear, que está na cabeceira, deverá ser a menor e mais uniforme possível (Pessanha, 1989).

### **9.4.7 – Balança**

Segundo Pessanha (1898), a balança é responsável por pressionar os fios que estão sendo enrolados, através dos roletes compressores, em toda a largura entre as flanges. O sistema da balança pode ser mecânica, hidráulica e pneumática.

O objetivo da balança é ajustar a dureza dos rolos de urdume e a densidade desejada, atingindo a capacidade máxima útil.

#### **9.4.7.1 – Sistemas de acionamento da balança**

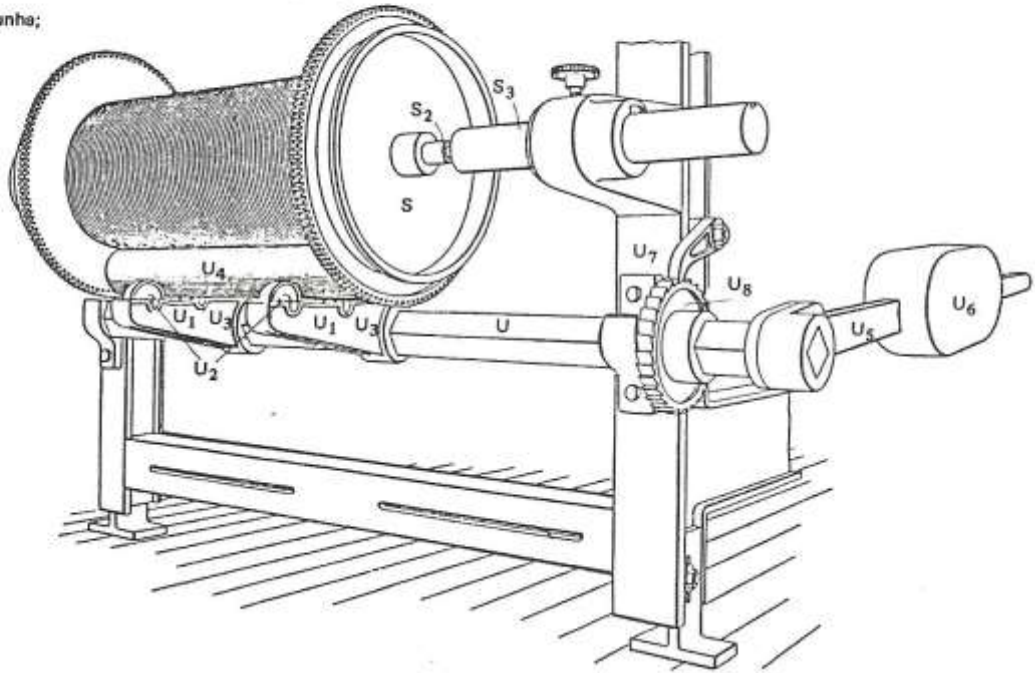
##### **9.4.7.1.1 – Balança de acionamento mecânico**

Esse sistema de balança desenvolve o movimento dos roletes pressionadores através de um sistema simples de alavanca. O movimento se dá através de um peso fixo, ou peso móvel, ou ainda, em alguns casos, pelos dois tipos de peso. Apesar de ser o sistema mais arcaico, ainda encontramos em funcionamento em algumas empresas (Pessanha, 1989).



**Figura 120 – Cabeceira da máquina com acionamento mecânico**

- S - Rolo sendo acionado;
- S<sub>2</sub> - Ponta de eixo do rolo sendo acionado;
- S<sub>3</sub> - Mancal ajustável corredeiro;
- U - Eixo da balança;
- U<sub>1</sub> - Braços da Balança (resistência);
- U<sub>2</sub> - Roldanas frontais dos Braços da Balança;
- U<sub>3</sub> - Roldanas de trás dos Braços da Balança;
- U<sub>4</sub> - Roleta pressionador da Balança atuando sobre a camada;
- U<sub>5</sub> - Alavanca acionadora da Balança (potência);
- U<sub>6</sub> - Peso;
- U<sub>7</sub> - Contra-unha;
- U<sub>8</sub> - Estrela.



Pessanha (apostila, pp. 132)

#### 9.4.7.1.2 – Balança de acionamento hidráulico

No sistema hidráulico, o rolete pressionador é acionado através da hidrodinâmica, onde bombas comprimem óleo, que empurra braços hidráulicos que comprime a balança contra o rolo de urdume. Para reduzir ou aumentar essa pressão, basta ajustar a bomba que comprime o óleo (Pessanha, 1989).

### **9.4.7.1.3 – Balança de acionamento pneumático**

Segundo Pessanha (1898), é um sistema muito semelhante ao sistema hidráulico, porém ao invés de utilizar óleo comprimido, utiliza-se ar comprimido para movimentar os pistões, que comprimem a balança contra o rolo de urdume. Esse é o mais moderno sistema de balança, pois se for necessário, ele ajusta a pressão de maneira gradual, à medida que o diâmetro do rolo de urdume for aumentando.

### **9.4.7.2 – Tipos de roletes compressores**

#### **9.4.7.2.1 – Balança com dois roletes compressores**

Nesse sistema cada rolete está orientado a uma das flanges do rolo, giram sobre eixo e cada rolete em uma das direções (Pessanha, 1989).

#### **9.4.7.2.2 – Balança com um rolete compressor vaivém**

Sistema dotado de um rolete compressor, que faz movimentos ora em uma flange, ora em outra, também sobre um eixo (Pessanha, 1989).

#### **9.4.7.2.3 – Balança com um rolete compressor sem movimento vaivém**

Nesse tipo de balança, o rolo compressor possui molas internas capazes de regular seu comprimento de acordo com o comprimento do rolo de urdume, porém esse sistema é muito pouco encontrado (Pessanha, 1989).

### **9.5 – Componentes especiais da engomadeira**

#### **9.5.1 – Relógios metradores**

O relógio metrador fica alocado junto ao rolo puxador, e sua função é medir precisamente o rolo engomado. Existem relógios digitais e analógicos. Alguns também registram a velocidade de engomagem (Pessanha, 1898).

#### **9.5.2 – Roletes sensores de umidade**

Segundo Pessanha (1898), geralmente esse sensor é instalado sobre um dos rolos-guias do rolete puxador, e seu objetivo é detectar a umidade residual que está o fio engomado. Caso a umidade esteja alta, o rolete sensor envia impulsos elétricos, que através de um sistema reduz a velocidade da engomadeira, para permitir uma maior secagem. Em caso de baixa umidade, o sensor aumenta a velocidade, fazendo com que os fios saiam mais úmidos.

## 10 – Otimização do processo de engomagem

Para conseguirmos um resultado positivo na otimização do processo de engomagem, devemos nos atentar nos seguintes itens:

- Variáveis do processo;
- Estiragem do fio durante a engomagem;
- Percentual de goma no fio;
- Variáveis da engomadeira;
- Escolha dos produtos engomantes;
- Elaboração da receita de goma.

Um processo de engomagem de sucesso resultará em um fio suficientemente protegido pela película de goma e um fio engomado com pilosidade mínima. Esse sucesso se consegue através da:

- Utilização de um agente engomante eficaz;
- Equilíbrio entre superfície do fio e a penetração da goma no interior do fio;
- Baixa variação da carga de goma nos diferentes urdume.

Para alcançar esses objetivos necessitamos de:

- Matéria-prima altamente selecionada;
- Equipamento adequado;
- Estabelecimento de parâmetros e supervisão das máquinas;
- Uso de produtos auxiliares adequados;
- Mão de obra especializada e motivada.

Com todos estes elementos a engomagem torna-se chave para um tecimento eficiente. É bom lembrar que a engomagem também tem grande influência no número de paradas de tear, na qualidade e no custo do tecido.

Abaixo estão algumas dicas para melhorar o processo de engomagem em geral.

## **10.1 – Variáveis do processo**

É muito importante controlar as variáveis do processo que possam influenciar na engomagem, como o tipo e título do fio, matéria-prima e condições dos rolos primários.

### **10.1.1 – Variáveis do fio**

O fio possui dois tipos de variáveis que devemos considerar: o título e o sistema de fiação.

#### *Título*

- Fios mais finos: Requer goma mais concentrada;
- Fios mais grossos (abaixo do Ne 10,0): Goma menos concentrada.

### *Sistema de fiação*

- Fio penteado: 20% a mais de goma que o fio Open End;
- Fio cardado ou convencional: 10% a mais de goma que o fio Open End;
- Fio Open End: Receita standard;
- Flamê.

Em caso de artigos compostos de diferentes títulos e diferentes sistemas de fiação, elaboramos o padrão de regulagens e receita de goma sempre pensando no fio que possui pior condição. Como a exemplo, um artigo que utiliza 50% dos fios Ne 11,0 flamê convencional e 50% dos fios Ne 9,0 liso open end, devemos elaborar o padrão para o primeiro fio, assim temos certeza de que iremos suprir as necessidades de ambos os fios.

#### **10.1.2 – Variáveis da matéria-prima**

Como o algodão é uma matéria-prima natural, as intempéries podem alterar suas propriedades físicas e químicas. Algodão de baixa qualidade dificultará o processo de engomagem, principalmente se o teor de açúcar for muito alto, tornando o algodão pegajoso e com baixa absorção.

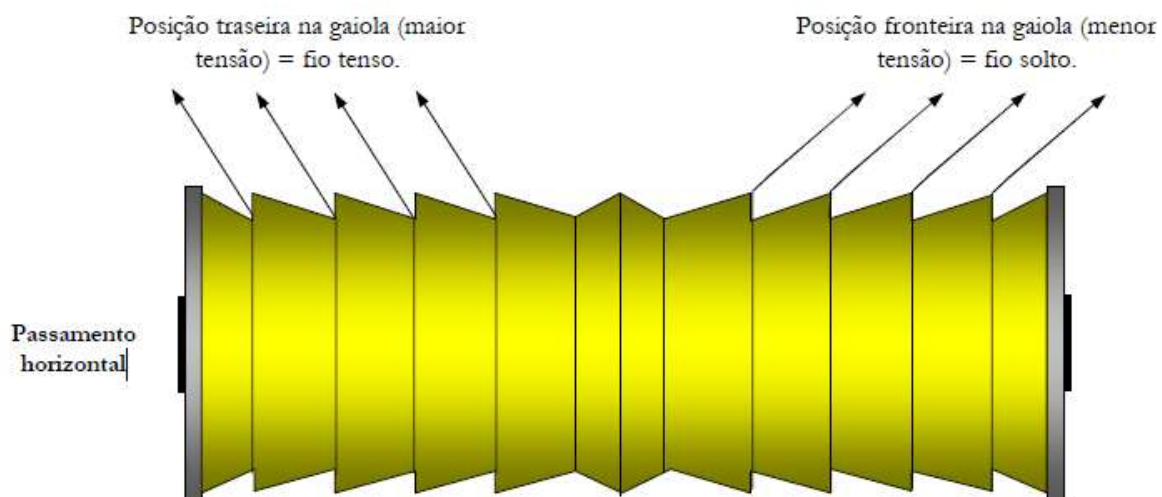
Outro problema que esse algodão causará será na quantidade excessiva de rupturas, que geram conseqüentemente, paradas da engomadeira. Essas rupturas podem ser causadas pelo mau andamento do fio na fiação, no Ball ou no Rebeamer.

### 10.1.3 – Condições dos rolos primários

Todo e qualquer problema ocorrido com os rolos primários, se agravam no processo de engomagem. Por isso abaixo descreveremos alguns cuidados que deverão ter na hora do urdimento desses rolos:

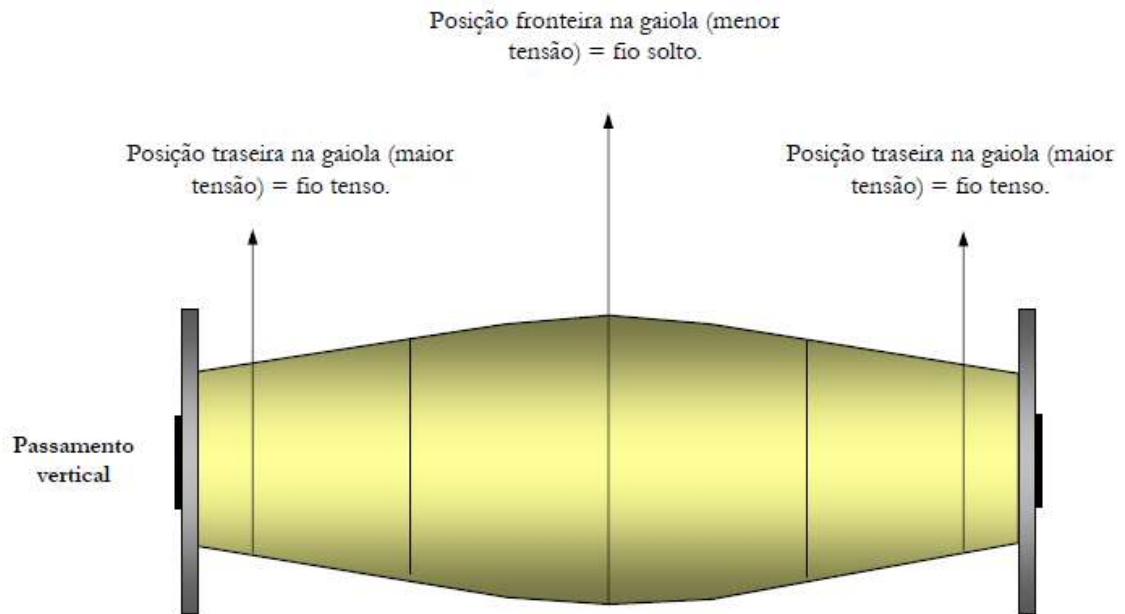
- Tensão uniforme durante todo o desenrolamento dos fios e em todas as posições da gaiola;

**Figura 121 – Variação de tensão passamento horizontal**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 19)

**Figura 122 – Variação de tensão passamento vertical**



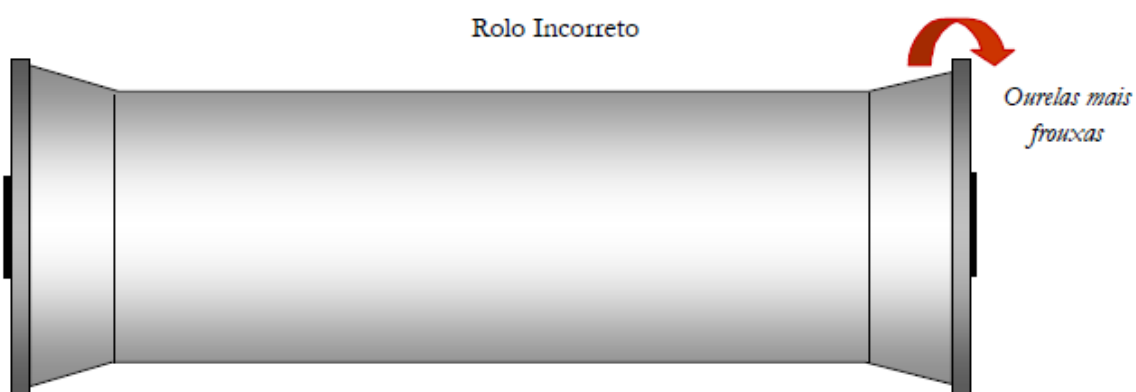
Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 19)

- Sistema de tensionamento que permite uma minimização das diferenças de tensão que possam surgir durante a urdição;
- Ajuste de velocidade de urdição em função do título e resistência do fio;
- Dureza dos rolos primários;
- Aferição dos relógios medidores;
- Mesma metragem de fios em todos os rolos primários;
- Evitar pontas de fios soltos;
- Evitar ourelas altas ou baixas, para não ocorrer variação de tensão.



**Figura 123 – Ourelas tensionadas**

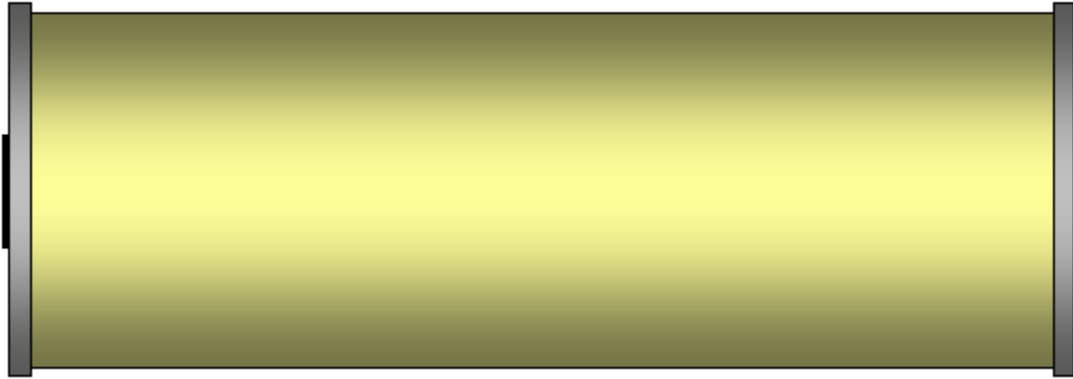
Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 20)

**Figura 124 – Ourelas frouxas**

Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 20)

## Figura 125 – Ourelas perfeitas

Rolo Perfeito



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 20)

### 10.2 – Estiragem do fio durante a engomagem

A estiragem interfere negativamente na resistência e alongamento do fio. Quanto menor for esse percentual, melhor será desempenho desse fio.

Devemos controlar a estiragem zona por zona, separadamente. Em uma engomadeira moderna, temos 6 zonas de estiragens parciais, que são elas:

- 1ª zona parcial – entre a gaiola e rolo puxador a seco;
- 2ª zona parcial – entre o rolo puxador a seco e o conjunto de cilindros da caixa de goma;
- 3ª zona parcial – entre o conjunto de cilindros da caixa de goma e a primeira sequência dos cilindros secadores;
- 4ª zona parcial – entre a primeira sequência dos cilindros secadores e a segunda sequência;

- 5ª zona parcial – entre a última sequência dos cilindros e o rolo puxador da cabeceira da máquina;
- 6ª zona parcial – entre o rolo puxador da cabeceira da máquina e o rolo de urdume do tear.

### **10.3 – Percentual de goma no fio**

O percentual de goma no fio é uma variável muito importante para a qualidade da engomagem. Um percentual muito baixo, pode não dar a resistência necessária para o tecimento, causando muitas rupturas. Já no caso de um percentual muito alto, o fio perde alongamento, o que também causa rupturas na tecelagem, e dificulta a desengomagem.

Aconselhamos a trabalhar o pick-up a 90% a 120%.

Para conseguirmos atingir o percentual ideal, devemos nos atentar aos seguintes itens:

- Características da goma:
  - Afinidade física: adesividade, temperatura de aplicação e viscosidade da goma;

### 10.3.1 – Viscosidade na caixa de goma

A penetração de goma no fio depende muito da viscosidade que a goma está dentro da caixa. Quanto maior a viscosidade, menor a capacidade de penetração de goma, e quanto menor a viscosidade, maior a capacidade de penetração. Porém em caso de variação, é mais aconselhável que a goma fique mais viscosa, pois com a viscosidade baixa é muito grande a chance de formação de bolinha, o que atrapalha no rendimento e na qualidade da tecelagem.

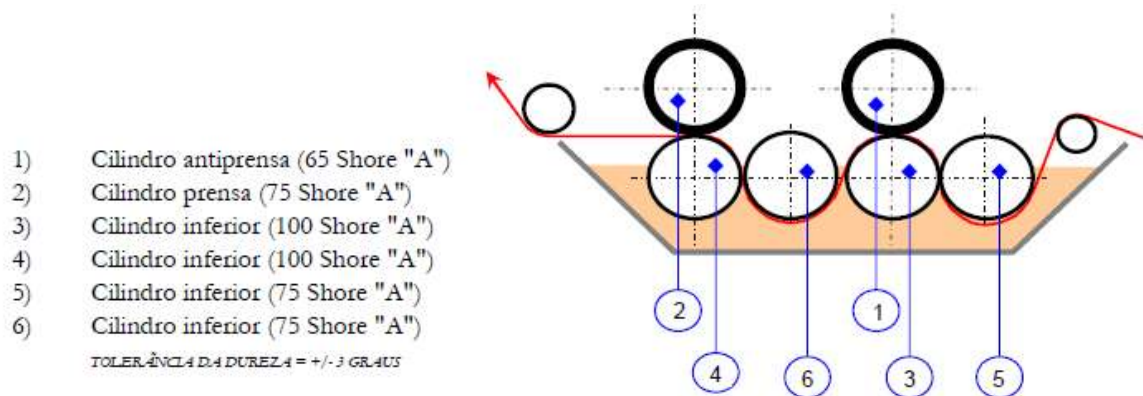
- Afinidade química: laços de amarração pelo hidrogênio e percentual de sólidos na goma, que sugerimos trabalhar com de 7 a 9%.

### 10.3.2 – Sólidos na caixa de goma

É muito importante controlar o condensado que entrará na goma através do vapor direto, pois a água do vapor altera o percentual de sólidos da goma quando já está na caixa. Aconselhamos utilizar o vapor mais seco possível.

- Caixa de goma: os itens abaixo citados podem interferir no pick-up da goma:
  - Existência, ou não, do rolo puxador a seco;
  - Tipo de mergulhador;
  - Tipo de conjunto impregnador/espremedor;
  - A dureza e o estado do revestimento dos cilindros prensa, que fica em torno de 70/80° *shore*.

**Figura 126 – Dureza dos cilindros da caixa de goma**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 56)

- Urdimento: deve ser seguido corretamente o número de fios, espessura e densidade das camadas;
- Fio:
  - Diâmetro;
  - Torção;
  - Perfil do corte transversal;
  - Hidrofilidade;
  - Área externa dos fios exposta à goma.
- Processo: Falaremos sobre essas variáveis no próximo tópico.

## 10.4 – Variáveis da engomadeira

Abaixo as variáveis da engomadeira que pode prejudicar no bom andamento da rolada, e conseqüentemente no rendimento do tear.

## **10.4.1 – Variáveis da gaiola**

### **10.4.1.1 – Alinhamento**

É feito pelos parafusos de ajuste, que deslocam o rolo primário no sentido do seu eixo. Todos os rolos devem estar alinhados o mais perfeito possível.

### **10.4.1.2 – Nivelamento e paralelismo**

São obtidos através do ajuste sem folga dos mancais.

### **10.4.1.3 – Frenagem dos rolos na gaiola**

Deve ser proporcional ao diâmetro da camada de fios que faltam engomar. À medida que o diâmetro diminui a frenagem também deverá diminuir. Isso fará com que a tensão de desenrolamento seja sempre a mesma.

#### **10.4.1.4 – Tensão na gaiola**

A tensão da gaiola será proporcional ao diâmetro do fio, quando maior, mais tensão será necessário.

Fios finos, devido a sua fragilidade devem receber menos tensão na gaiola, para não causar rupturas excessivas. Outro fator importante de se abordar é em relação a fios flamês, pois devemos encontrar uma tensão equilibrada, pois pouca tensão pode causar urdume frouxo na parte grossa, e excessivas rupturas na parte fina.

Também é bom lembrar que devemos ter equilíbrio na hora de regular a tensão nas rolas mistas, com fios de títulos e construções diferentes.

#### **10.4.2 – Variáveis da caixa de goma**

##### **10.4.2.1 – Rolo puxador**

É muito importante a existência desse sistema, para evitar o deslizamento dos fios que saem da gaiola.

#### **10.4.2.2 – Rolo mergulhador**

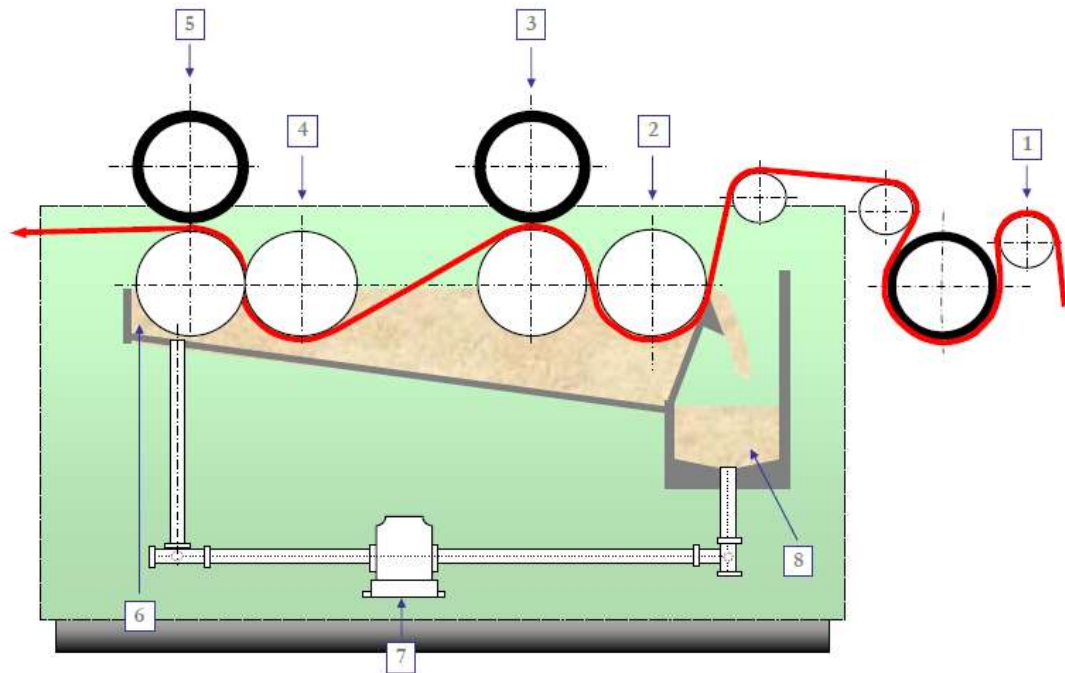
Deve ficar abaixo do nível da goma, para que ao entrar no banho, os fios possam ter contato em todos os lados com esse banho. No caso em que o rolo mergulhador fica mais alto que o nível da goma, os fios entram no banho já com um dos lados em contato com o cilindro, dificultando, nesta posição, a penetração da goma.

#### **10.4.2.3 – Nível da caixa de goma**

Utilizamos o nível da goma centralizado ao eixo do cilindro espremedor/impregnador inferior, pois nessa posição os fios conseguem ter total imersão no banho de goma. É muito importante não oscilar esse nível, assim conseguiremos manter sempre a mesma temperatura dentro da caixa.



Figura 127 – Nível da caixa de goma



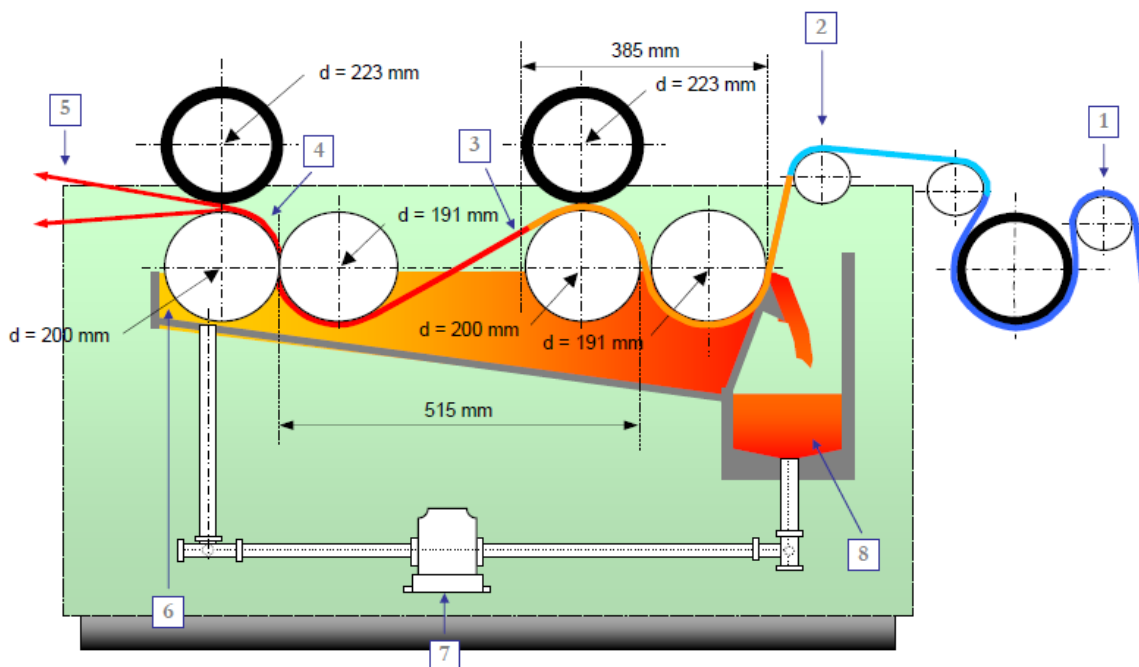
- 1 - Camada de fio
- 2 - Primeiro Cilindro Imersor
- 3 - Conjunto Espremedor (ANTI PRENSA)
- 4 - Segundo Cilindro Imersor
- 5 - Conjunto Espremedor (PRENSA)
- 6 - Goma aquecida
- 7 - Bomba de circulação
- 8 - Tanque de reserva secundário

Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 52)

#### 10.4.2.4 – Condicionamento dos fios

De acordo com a empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), é a relação do tempo de contato da goma com o fio e a velocidade da máquina (m/min), que resultará no *pick-up*.

**Figura 128 – Condicionamento dos fios**



1. - Os fios estão frios, sem condicionamento
2. - Primeiro contato dos fios com a goma
3. - Fios banhados com goma de maneira irregular após a primeira prensa
4. - Segunda prensagem e uniformização da camada de goma nos fios
5. - Separação dos fios em duas camadas para evitar colagem (reduzir pilosidade)
6. - Aquecimento direto
7. - Bomba de circulação
8. - Aquecimento indireto

#### 10.4.2.5 – Temperatura na caixa de goma

Quanto menor a oscilação da temperatura, melhor será o resultado final do processo. No caso da goma de amido de milho, essa temperatura deve ficar entre 93 e 95°C, pois em temperaturas mais baixas tem tendência a formação gelatinosa. Já no caso da fécula de mandioca a temperatura deve ficar entre 90 a 93°C, pois esse tipo de engomante tem menor tendência à formação gelatinosa.

Como utilizamos goma à base mandioca, conseguimos trabalhar com uma temperatura bem mais baixa, em torno de 85°C, tanto no vapor direto como no indireto (banho Maria). Com isso ganhamos na quantidade de vapor gasto para o aquecimento e também no volume de condensado, que nesse caso será bem menor.

Outro fator importante para deixar a temperatura alta na caixa de goma, é que no caso do algodão, por ser uma fibra natural, possuem óleos e ceras, e com a temperatura alta da goma esses materiais se fundem, tornando a fibra mais hidrófila.

Também pelo motivo de que o ar que está entre as fibras que formam o fio, fica mais dilatado com o calor, facilitando sua saída e a entrada da goma em seu lugar, tornando o fio mais absorvente.

Com a temperatura alta a goma mantém uma viscosidade menor, uniforme e fluída, facilitando na movimentação do banho, evitando a formação de nata.

#### **10.4.2.6 – Tipo de rolo impregnador/espremedor**

A escolha do tipo dos rolos – metal/metal, metal/borracha, borracha/metal, borracha/borracha – é muito importante para o resultado final. Aconselhamos o uso dos rolos revestidos de borracha no rolo superior e metal no rolo inferior, pois o primeiro rolo é responsável pela eliminação do excesso de goma e o segundo é responsável por forçar a goma a entrar no fio.

A dureza do rolo revestido de borracha deve ficar entre 45 e 50° *shore*.

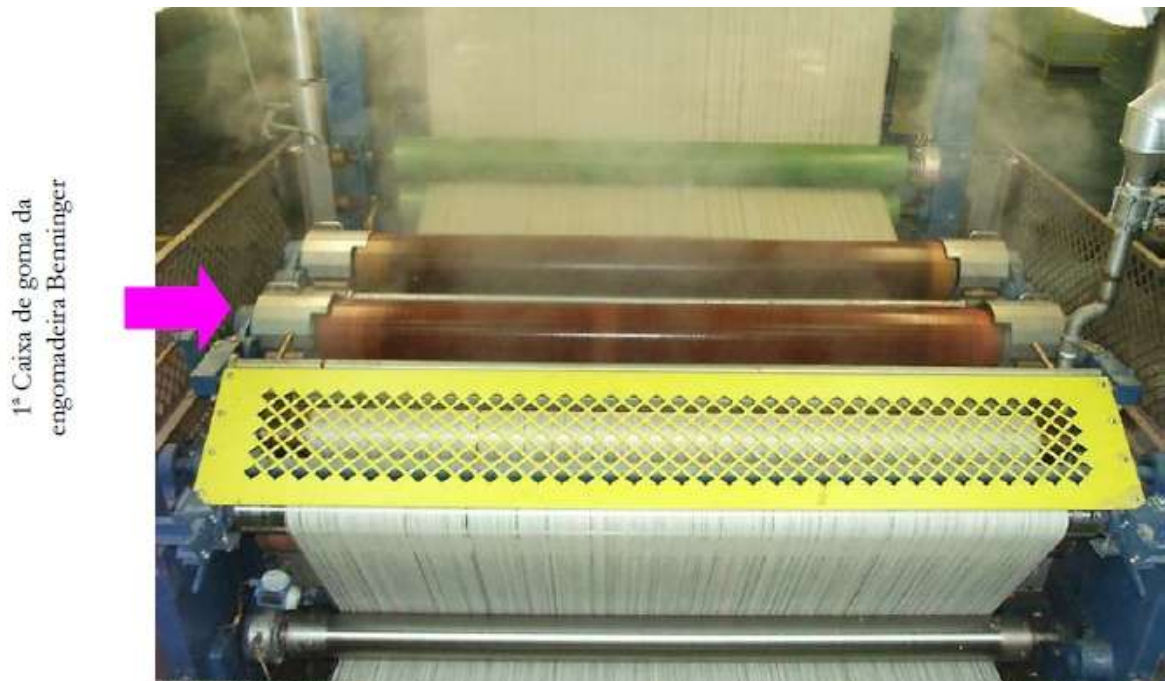
#### **10.4.2.6 – Sistema impregnador/espremedor**

Uma caixa de goma que possui dois sistemas de rolos impregnadores/espremedores engoma melhor do que uma caixa que possui apenas um sistema. Isso acontece porque, no primeiro par de cilindros o fio já carrega uma quantidade de goma, e ao passar por eles fazem com que libere o ar entre as fibras e ao mesmo tempo absorva a goma carregada. Já o segundo par é responsável pelo encapsulamento do fio pela goma e a finalização da absorção.

#### **10.4.2.7 – Quantidade de caixas de goma**

O ideal seria se todas as engomadeiras tivessem duas caixas de goma, assim reduziria a densidade de fios na caixa de goma e controlaríamos melhor a pressão dentro de cada caixa.

**Figura 129 – 1ª caixa de goma da engomadeira Benninger**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 51)

#### **10.4.2.8 – Pressão dos rolos impregnadores/espremedores**

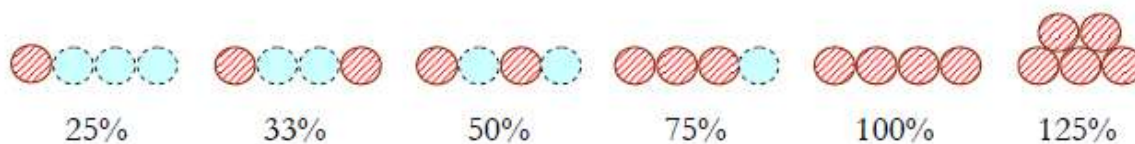
A pressão dos rolos impregnadores/espremedores será diferente de acordo com a velocidade da máquina. Em marcha lenta essa pressão deverá ser menor, já na marcha normal a pressão deverá ser maior.

Outro fator decisivo na escolha da pressão de espremedura será a quantidade de caixa de goma. Com duas caixas de goma a pressão em cada cilindro será menor.

### 10.4.2.9 – Densidade da caixa de goma

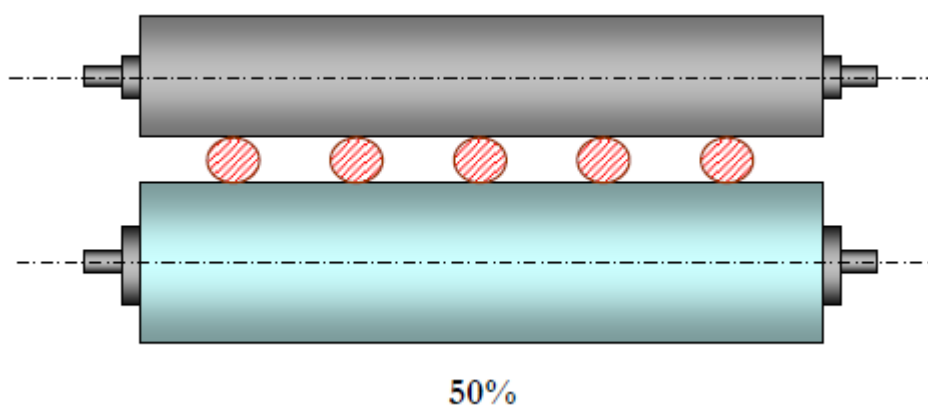
Segundo a empresa Jauense (manual de engomagem, sem data), o ideal de distância entre um fio de urdume e outro é igual ao diâmetro de um fio, ou seja 33%. Densidades na caixa de goma acima de 70% prejudicam na uniformidade da engomagem.

**Figura 130 – Densidade da caixa de goma**



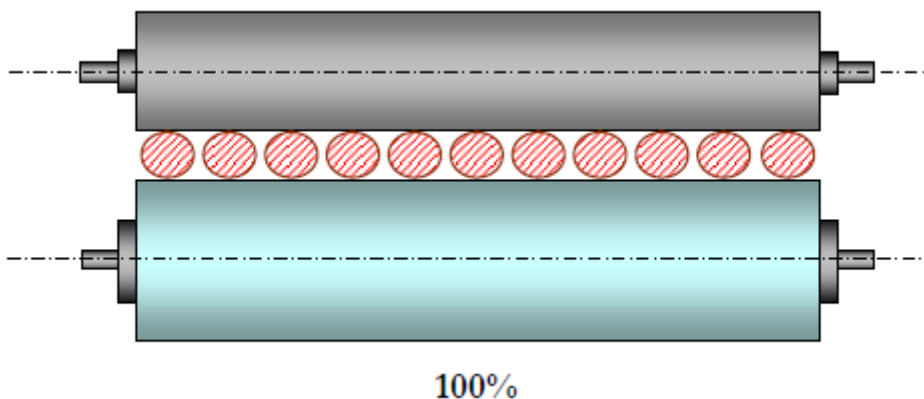
Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 49)

**Figura 131 – Densidade de 50%**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 49)

**Figura 132 – Densidade de 100%**



Empresa Jauense (manual de engomagem, pp. 49)

A densidade da caixa de goma, também é conhecida como fator de cobertura. Abaixo está a fórmula para calcular esse fator.

**Fórmula 4 – Fator de cobertura**

$$\text{FATOR DE COBERTURA} = \frac{0,1224 \times \text{total de fios de urdume}}{\sqrt{\text{Nm}} \times \text{largura (cm) do cilindro}} \times 100 = \%$$

**Tabela 4 – Densidade na caixa de goma com relação ao título do fio**

Título do fio - CD			Densidade na caixa de goma - fios/cm				
Nm	Tex	Ne	100%	80%	70%	60%	50%
10	100	6	25,0	20,0	17,5	15,0	12,5
15	67	9	30,7	24,5	21,5	18,4	15,3
20	50	12	35,4	28,3	24,8	21,2	17,7
28	36	16,5	41,9	33,5	29,3	25,1	20,9
34	29	20	46,2	36,9	32,3	27,7	23,1
40	25	24	50,1	40,0	35,0	30,0	25,0
50	20	29,5	56,0	44,8	39,2	33,6	28,0
60	17	35	61,3	49,0	42,9	36,8	30,7
70	14	41	66,2	53,0	46,4	39,7	33,1
80	12,5	47	70,8	56,6	49,6	42,5	35,4
100	10	59	79,2	63,3	55,4	47,5	39,6
130	7,5	77	90,2	72,2	63,2	54,1	45,1

Fonte: Empresa Jauense (manual de engomagem)

### 10.4.3 – Variáveis da zona de secagem

#### 10.4.3.1 – Varetas de separação a úmido

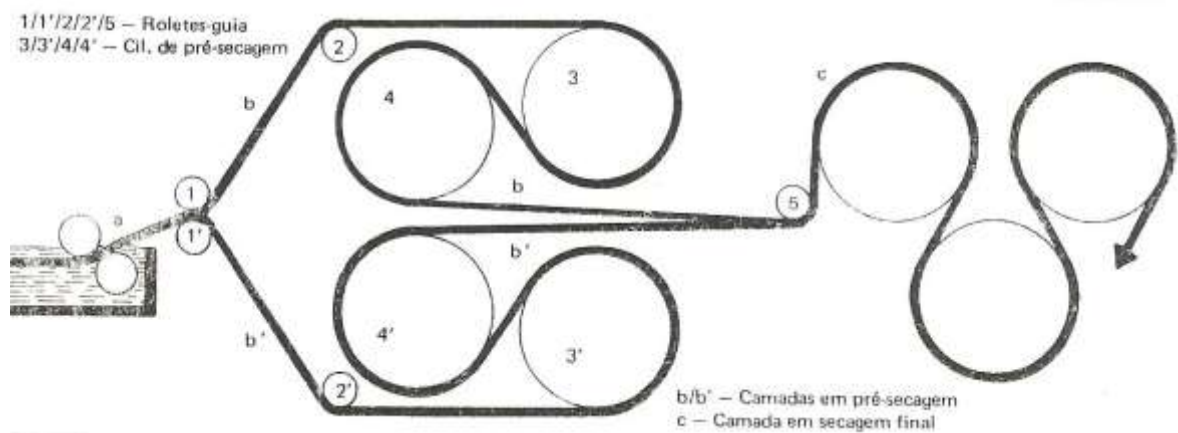
As varetas de separação a úmido só são aconselháveis usar no caso de roladas bem densas, pois elas auxiliam no descolamento dos fios após passarem na caixa de goma. Porém é mais um obstáculo para o fio, por isso em caso de roladas menos densas é melhor não fazer uso desse sistema.



### 10.4.3.2 – Pré-secagem em separado

Esse sistema é muito importante ser utilizado em roladas mais densas, porém também pode ser utilizada em roladas menos densas. A camada de fios ao sair da caixa de goma deverá ser separada em duas camadas, no caso de engomadeiras com duas caixas de goma, deve-se manter a separação dos fios iguais a separação na caixa de goma. Isso evitará que os fios sequem colados, pois estaremos reduzindo a densidade de fios nos cilindros secadores. Também evita o eriçamento das fibrilas na separação das camadas a seco e o rompimento do filme da goma.

**Figura 133 – Pré-secagem em separado**



Pessanha (apostila, pp. 202)

No teste que realizamos optamos por utilizar a pré-secagem e a secagem com os seguintes valores (rampa de secagem):

- Pré-secador: 140°C
- Secador: 145°C

#### **10.4.4 – Variáveis da zona de separação das camadas**

##### **10.4.4.1 – Varetas de separação a seco**

Quanto maior a distância entre as camadas de abertura, melhor para o resultado final, pois com as varas muito próximas umas das outras o fio é forçado com mais violência a abrir, o que pode causar mais rupturas principalmente nas engomadeiras que não possuem duas caixas de goma, varetas de separação a úmido e pré-secagem.

Também para o bom andamento da abertura é necessário uma tensão de enrolamento mais uniforme possível.

##### **10.4.4.2 – Passamento da cordinha**

O passamento da cordinha é muito importante para evitar ourelas altas, fios cruzados, a não uniformidade da tensão e ourelas coladas. Em caso de roladas com baixa qualidade, é aconselhável passar a cordinha mais de uma vez.

#### **10.4.4.3 – Pente extensível da engomadeira**

Teoricamente devemos passar um fio de cada rolo primário em uma pua do pente extensível. Porém na prática, quanto menos fios por pua melhor, por isso se seu pente for muito grosso para a quantidade de fios da sua rolada, é aconselhável que troque esse pente por um mais fino, ou seja, com mais puas por centímetro.

#### **10.4.4.4 – Tensão no campo seco**

A tensão do campo seco é a tensão entre a saída do secador e o rolo puxador da cabeceira. É muito importante controlar essa tensão, pois ela é quem determinará o bom andamento da separação das camadas após a secagem. Um campo seco muito tensionado ou pouco tensionado pode aumentar a quantidades de rupturas.

## **10.4.5 – Variáveis da cabeceira da máquina**

### **10.4.5.1 – Tensão de enrolamento do rolo de tear**

A tensão de enrolamento deve ser compatível a resistência do fio. Devemos manter a tensão uniforme em todo o comprimento da rolada e em toda a largura da flange, nunca ultrapassando o limite elástico do fio, ou seja, o limite de alongamento sem deformação.

### **10.4.5.2 – Dureza do rolo de tear**

De acordo com Pessanha (1989), a dureza do rolo de tear é conseguida através da pressão da balança em conjunto com a tensão do enrolamento, mas é a balança que deve desempenhar papel principal na dureza do rolo.

Essa dureza varia de acordo com o tecido a ser produzido, no caso da produção de sarja, esse rolo deve ser o mais duro possível.

### **10.4.5.3 – Umidade residual do rolo engomado**

A umidade do rolo engomado deve ser compatível com a umidade da sala de tear. O processo de secagem não pode ser excessivo, pois tornará o filme de goma quebradiço, causando o enfraquecimento dos fios e formando pó nas varetas de separação e no tear, mas também os fios não podem sair muito úmidos, pois causam a colagem das camadas umas nas outras e o emboloramento dos fios. Aconselhamos o mesmo valor que o *regain* da fibra.

### **10.4.5.4 – Velocidade**

A velocidade também é fator importante no resultado final do rolo engomado. Aconselhamos a trabalhar de 55 a 45 m/min. Por ser um artigo crítico para o processo de engomagem, utilizamos um valor abaixo do que normalmente utilizamos, para forçar menos o fio.

## 10.5 – Escolha dos produtos engomantes

A escolha dos produtos deve ser de acordo com a necessidade do produto a ser engomado e também de acordo com o custo benefício do mesmo.

Hoje em dia, com o crescente uso do corante sulfuroso, as empresas fabricantes de produtos engomantes, vêm investindo nas pesquisas de amido modificado.

Porém ainda falando em amidos naturais, o mais adequado para a engomagem do denim tinto com corante sulfuroso, é à base de mandioca.

Segundo Pessanha (1989), goma a base de amido de mandioca gera uma pasta fluída de cor clara e translúcida, coesiva e elástica. São normalmente um pouco mais viscosas do que as de milho e de batata inglesa, quase não retrogradam, possui boa adesividade e coesão.

Por causa de suas características pode-se trabalhar com uma baixa carga de goma, cerca de 10 a 35% menor, principalmente no caso de amido de mandioca modificado.

Com a carga de goma mais baixa, reduz-se o custo da receita de goma e facilita-se a remoção desta goma.

Principais vantagens técnicas para se utilizar a goma de amido de mandioca:

- É a que menos retrograda;
- Maior adesividade;
- Mantém viscosidade uniforme durante um maior período;
- Flui melhor entre a caixa de goma e a zona de secagem;
- Penetra melhor nos espaços existentes entre as fibras;
- Película mais lisa e transparente;
- Película menos quebradiça;

- Necessita de menos sólidos para um bom desempenho na tecelagem;
- Menor carga de goma;
- Maior facilidade de desengomar;
- Menor probabilidade de entupimento das tubulações;

Principais vantagens econômicas para se utilizar a goma de amido de mandioca:

- Economia na formulação da receita, pois necessita de menos sólidos;
- Economia na desengomagem, pois necessitará de menos produtos;
- Facilidade para desengomar.

O amido modificado a base de mandioca também é o mais eficiente na engomagem do denim.

## 11 – Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado em uma engomadeira Petersen Santa Clara com duas caixas de goma e secagem através de cilindros aquecidos, com pré-secagem. Utilizamos todos os conceitos citados acima para a otimização do processo.

O artigo que utilizamos neste estudo possui a seguinte composição de urdume:

- $\frac{1}{4}$  da rolada – Fios Ne 8,00 flamê convencional 100% CO;
- $\frac{3}{4}$  da rolada – Fios Ne 8,00 open end 100% CO.

O processo de tingimento desse urdume é feito em corda e com o corante preto sulfuroso.

É bom salientar que, o processo de engomagem é cíclico e contínuo, por isso não podemos descartar os valores utilizados na empresa anteriormente. Outro fator importante é que essas regulagens mudam de uma empresa para outra, por isso os dados apresentados abaixo servirão apenas para orientar, como um ponto de partida.

Todas as provas desse estudo foram realizadas com o mesmo artigo e comparadas entre amido e amido com modificação especial, ambos amido de mandioca, dentro da mesma rolada.



## 11.1 – Objetivo do estudo de caso

Este estudo de caso visa testar dois diferentes tipos de engomantes – fécula de mandioca e fécula de mandioca com modificação especial – na engomagem do denim preto sulfuroso e comparar seus resultados.

As regulagens da engomadeira será a mesma nos dois casos e os conceitos básicos de otimização foram aplicados.

## 11.2 – Regulagem da engomadeira

Cavalete:

- Pressão do freio – 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup>
- Pressão de trabalho – 1,0 Kgf/cm<sup>2</sup>

Caixas de goma:

- Tensão de entrada – 600 N
- Marcha lenta – 2,0 Kgf/cm<sup>2</sup>
- Marcha normal – 2,6 Kgf/cm<sup>2</sup>
- Temperatura – 85°C

Zona de secagem:

- Regulagem do Mahlo – 60
- Umidade – 9,0
- Pré-secagem 1 – 135°C
- Pré-secagem 2 – 140°C
- Secador – 145°C

Campo seco:

- Tensão – 2,8 Kgf/cm<sup>2</sup>

Cabeceira:

- Esticamento – 1,5%
- Tensão de enrolamento – 20 Kgf/cm<sup>2</sup>
- Pressão da balança – 20 Kgf/cm<sup>2</sup>
- Velocidade – 55 m/min

## 11.3 – Receita de goma

### 11.3.1 – Fécula de mandioca

Receita:

- 660 litros de água;
- 50 quilos de engomante de fécula de mandioca;
- 8 quilos de lubrificante;
- Volume total = 850 litros.

Processo (cozinhador aberto):

- 10 minutos até atingir a temperatura de 95°C (com adição de vapor);
- 15 minutos após atingir a temperatura de 95°C (sem vapor);
- Tempo total de cozimento = 25min.

Dados:

- Viscosidade: de 17 a 28 segundos (Copo Zahn 3);
- Refratômetro: de 7 a 9% de sólido.

### 11.3.2 – Fécula de mandioca com modificação especial

Receita:

- 730 litros de água;
- 50 quilos de engomante de fécula de mandioca com modificação especial.
- Volume total = 950 litros.

Processo (cozinhador aberto):

- 10 minutos até atingir a temperatura de 95°C (com adição de vapor);
- 15 minutos após atingir a temperatura de 95°C (sem vapor);
- Tempo total de cozimento = 25min.

Dados:

- Viscosidade: de 17 a 28 segundos (Copo Zahn 3);
- Refratômetro: de 7 a 9% de sólido.

## 11.4 – Custo das receitas

**Tabela 5 - Custo da receita de fécula de mandioca**

<b>Descrição</b>	<b>Unid</b>	<b>Preço/Kg (R\$)</b>	<b>Qtde</b>	<b>Total (R\$)</b>
Engomante fécula de mandioca	Kg	0,26	50	13,23
Lubrificante	Kg	0,48	8	3,87
<b>TOTAL</b>				<b>17,10</b>

**Tabela 6 - Custa da receita de fécula de mandioca com modificação especial**

<b>Descrição</b>	<b>Unid</b>	<b>Preço/Kg (R\$)</b>	<b>Qtde</b>	<b>Total (R\$)</b>
Engomante de fécula de mandioca com modificação especial	Kg	0,42	50	21,03
<b>TOTAL</b>				<b>21,03</b>

A receita de goma com fécula de mandioca com modificação especial é 22,98% mais caro que a receita com a fécula de mandioca.

## 11.6 – Comportamento da viscosidade

Gráfico 3 - Comportamento da viscosidade da fécula de mandioca

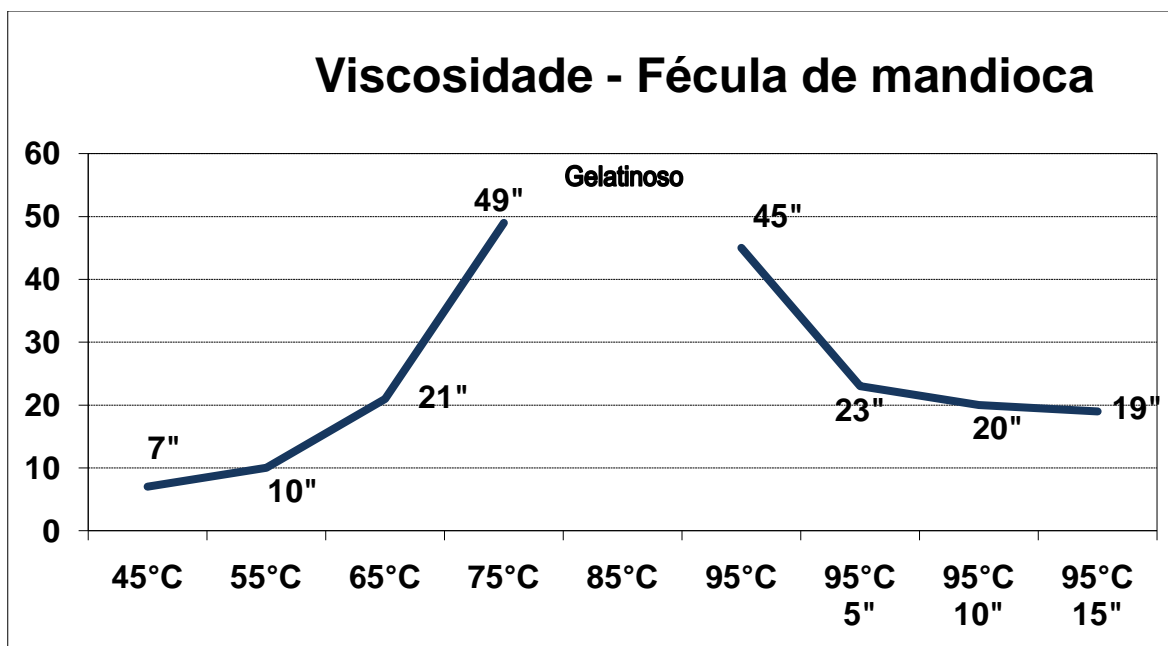
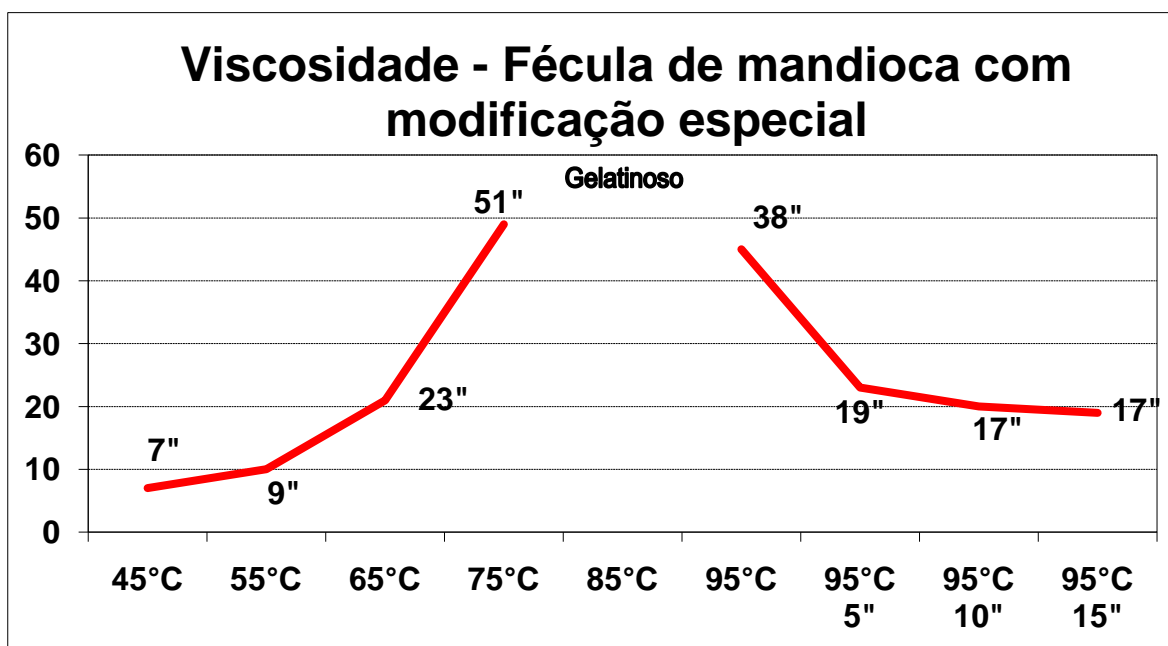


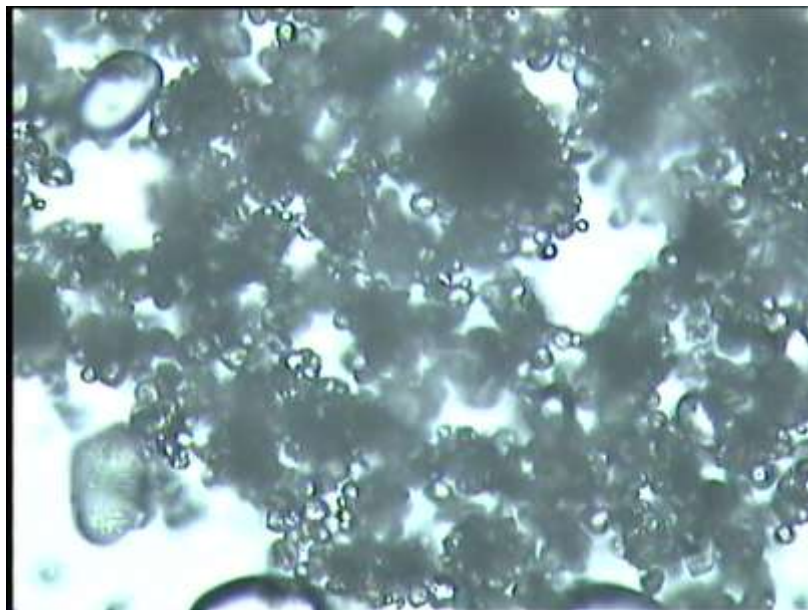
Gráfico 4 - Comportamento da viscosidade da fécula de mandioca com modificação especial



## 11.7 – Micrografia

### 11.7.1 – Goma com fécula de mandioca

**Figura 134 – Granulo da fécula de mandioca**



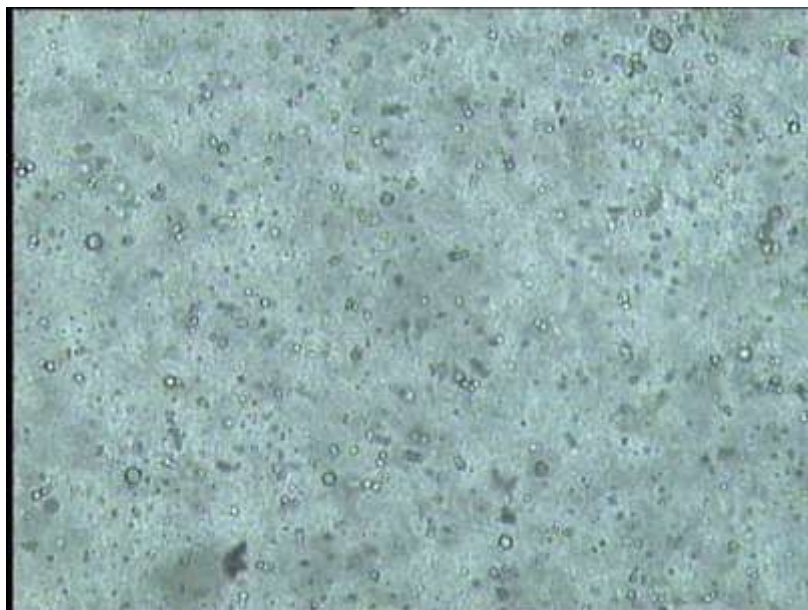
Ampliado em 400X

**Figura 135 – Goma com fécula de mandioca após 5 minutos de cozimento com 50°C**



Ampliado em 400X

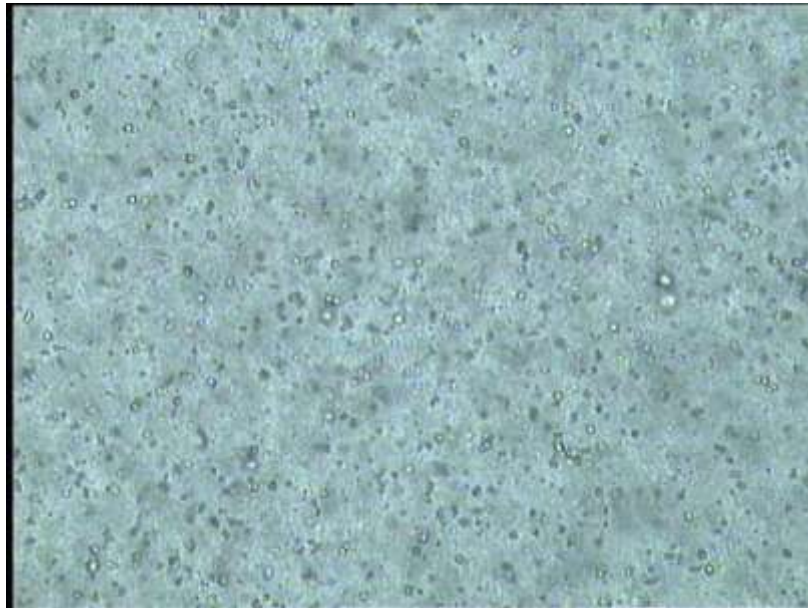
**Figura 136 – Goma com fécula de mandioca à 5 minutos do cozimento com 95°C**



Ampliado em 100X



**Figura 137 – Goma com fécula de mandioca 5 minutos após atingir 95°C**



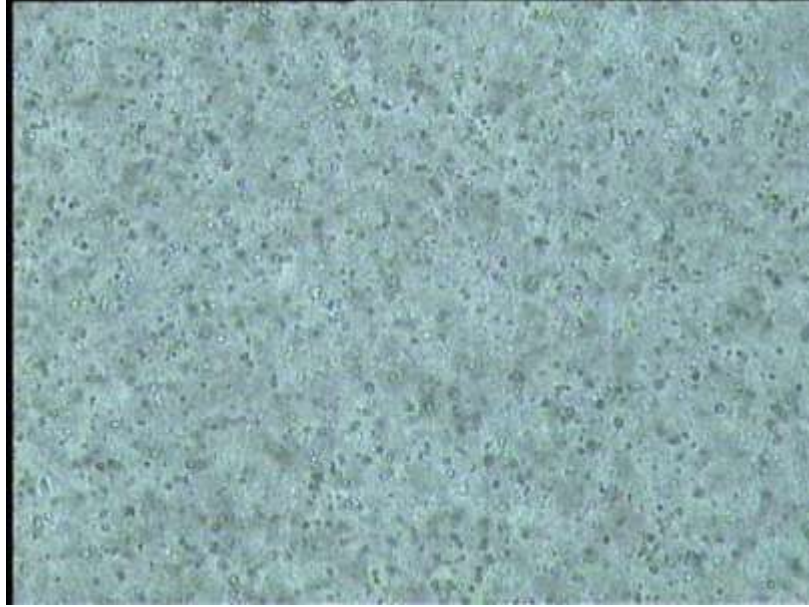
Ampliado em 100X

**Figura 138 – Goma com fécula de mandioca 10 minutos após atingir 95°C**



Ampliado em 100X

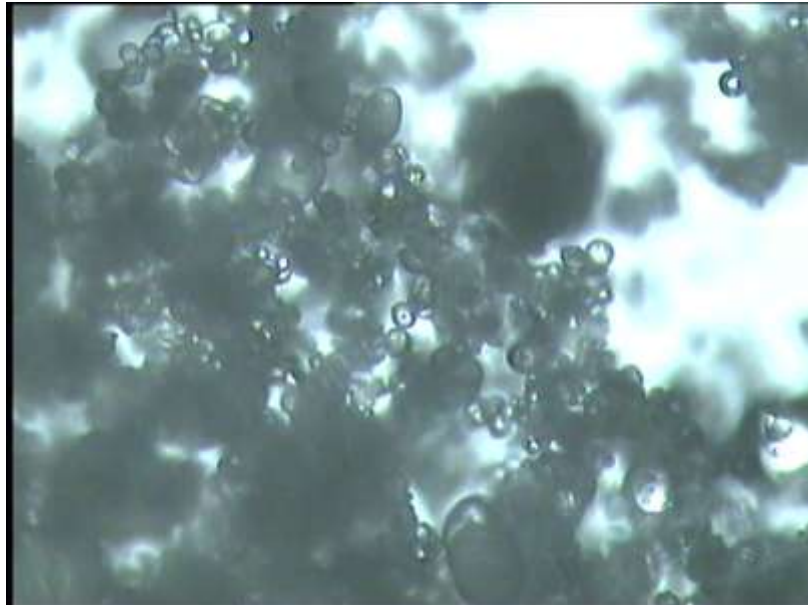
**Figura 139 – Goma com fécula de mandioca 15 minutos após atingir 95°C (goma pronta)**



Ampliado em 100X

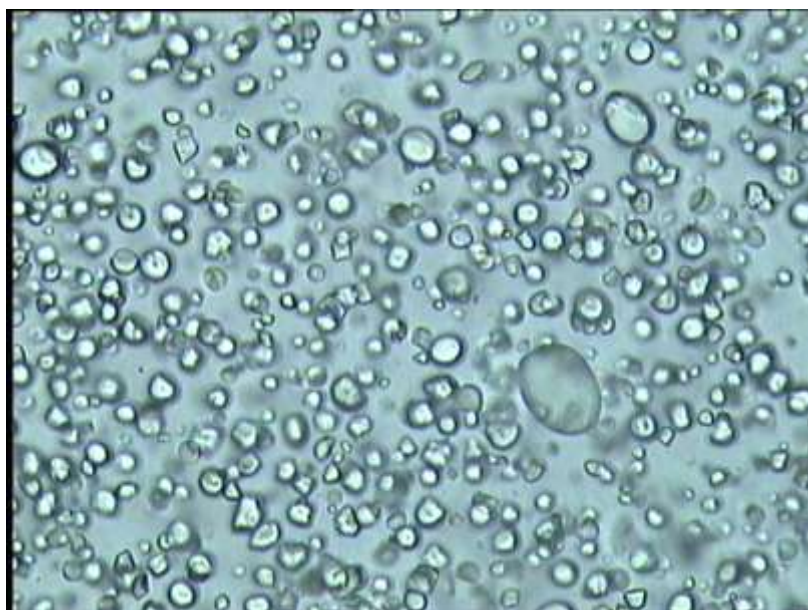
### 11.7.2 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial

**Figura 140 – Granulo da fécula de mandioca com modificação especial**



Ampliado em 400X

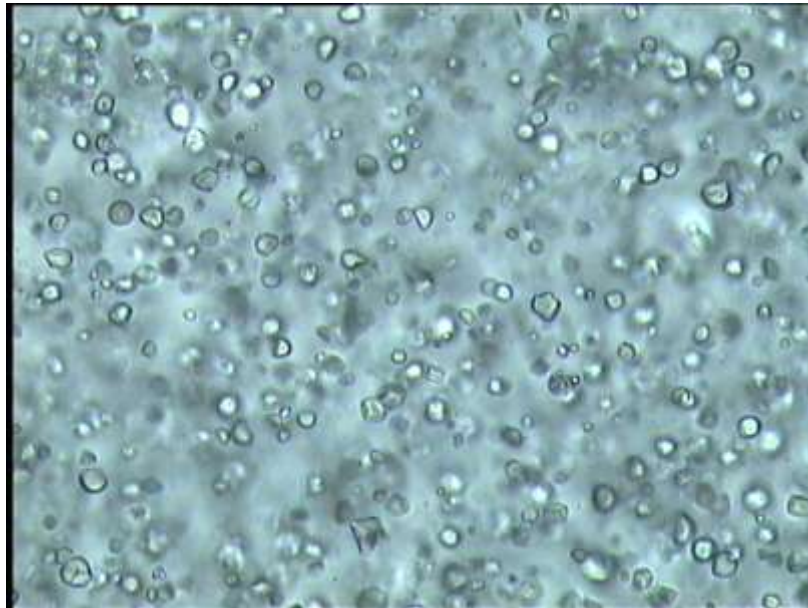
**Figura 141 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 38°C**



Ampliado em 400X

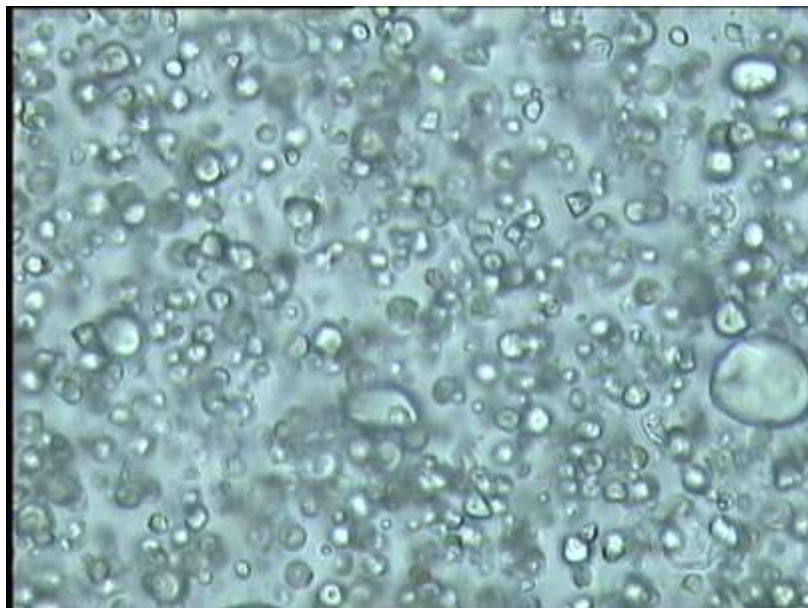


**Figura 142 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 45°C**



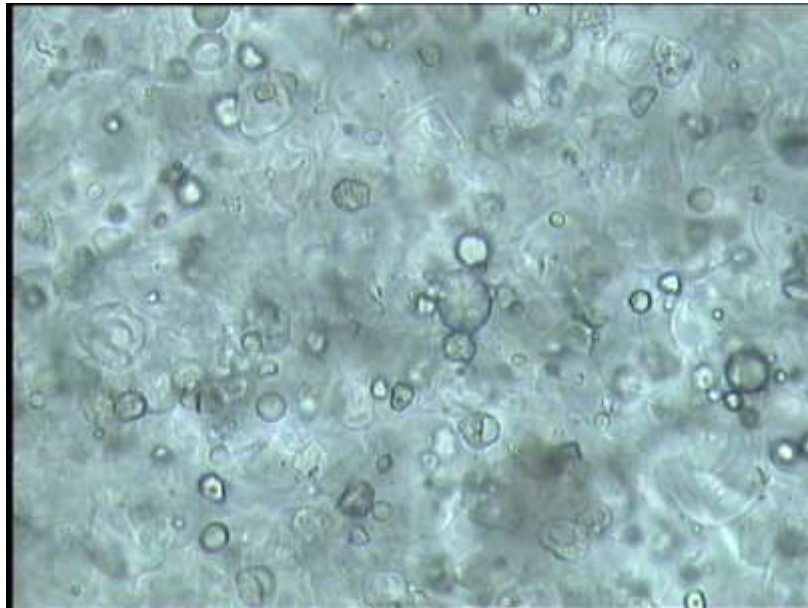
Ampliado em 400X

**Figura 143 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 55°C**



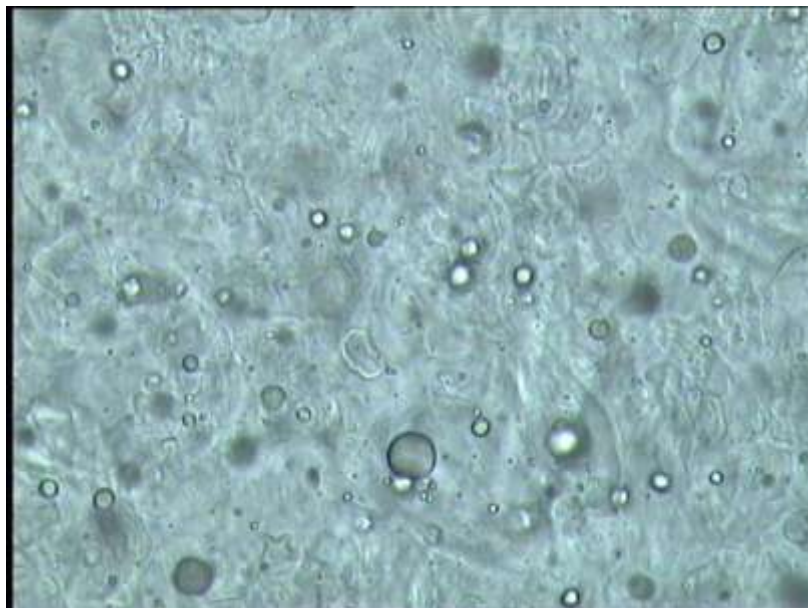
Ampliado em 400X

**Figura 144 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 65°C**



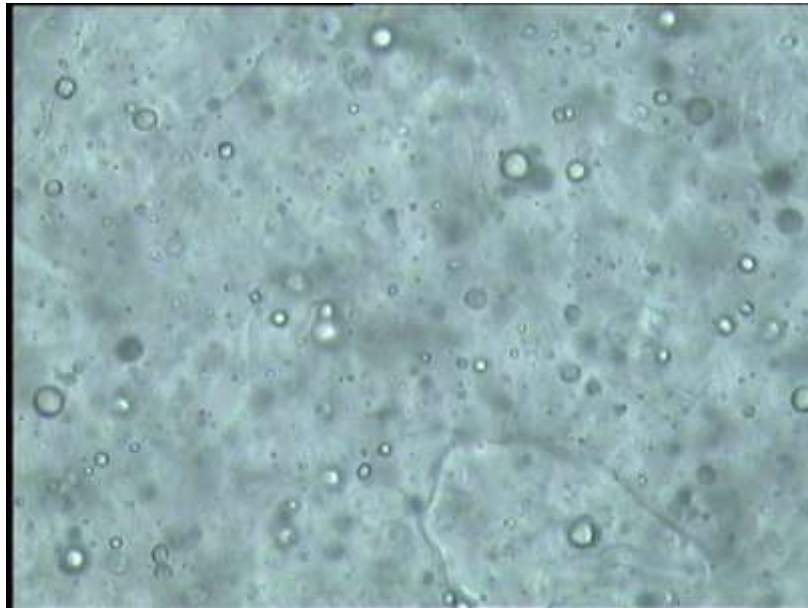
Ampliado em 400X

**Figura 145 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 75°C**



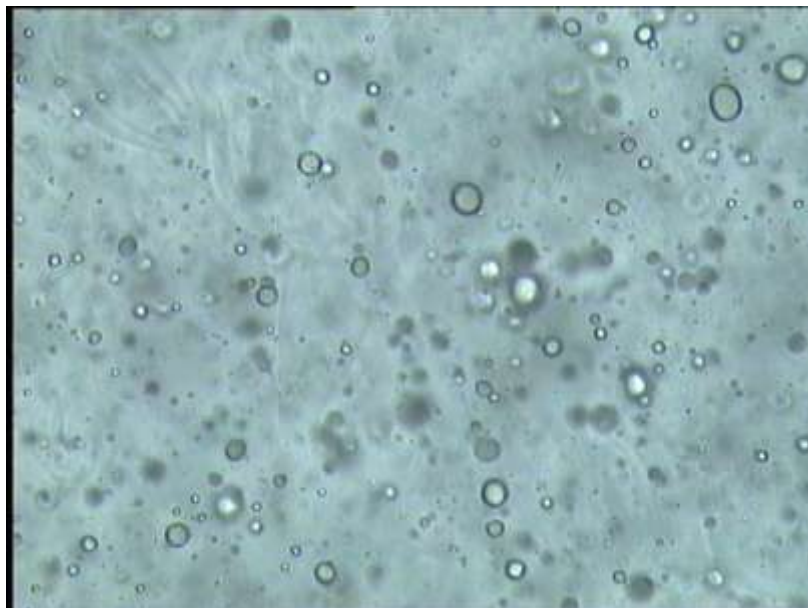
Ampliado em 400X

**Figura 146 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 85°C**



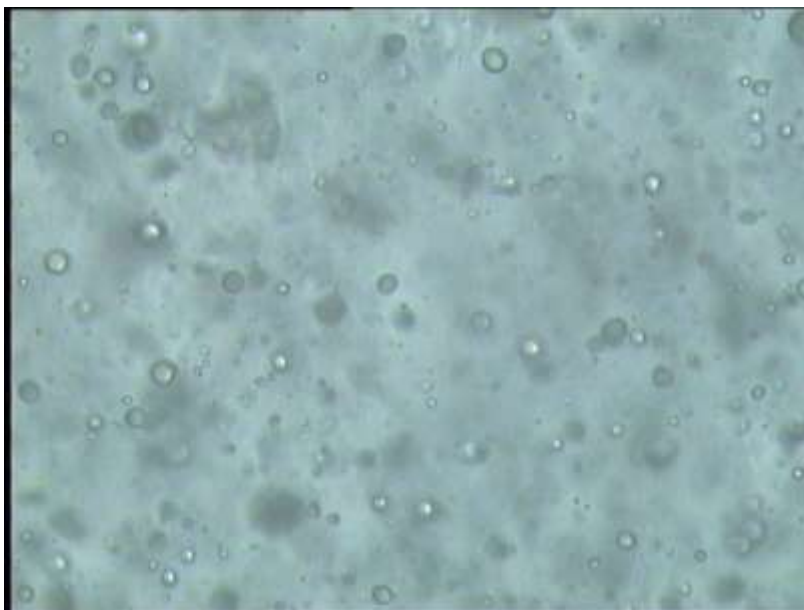
Ampliado em 100X

**Figura 147 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial a temperatura a 95°C**



Ampliado em 400X

**Figura 148 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial  
5 minutos após atingir 95°C**



Ampliado em 100X

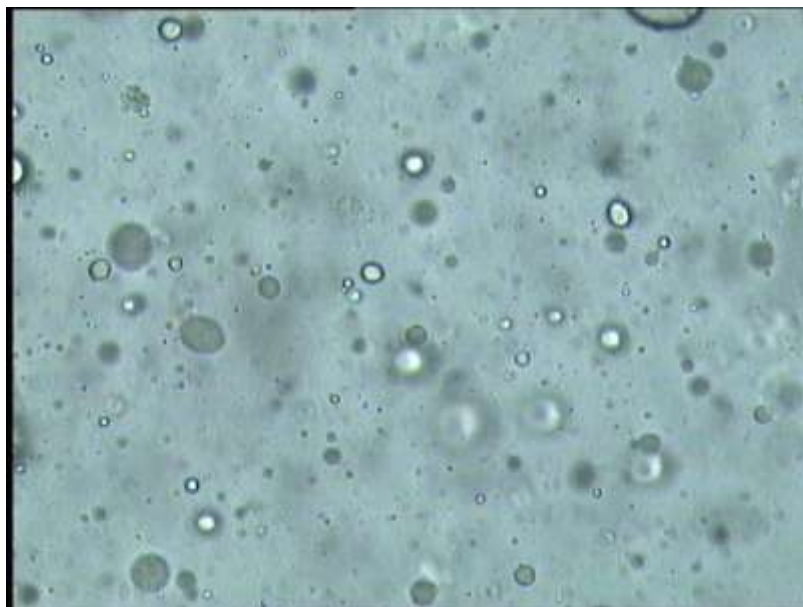
**Figura 149 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial  
10 minutos após atingir 95°C**



Ampliado em 400X



**Figura 150 – Goma com fécula de mandioca com modificação especial  
15 minutos após atingir 95°C (goma pronta)**



Ampliado em 400X

## 11.8 – Resultado

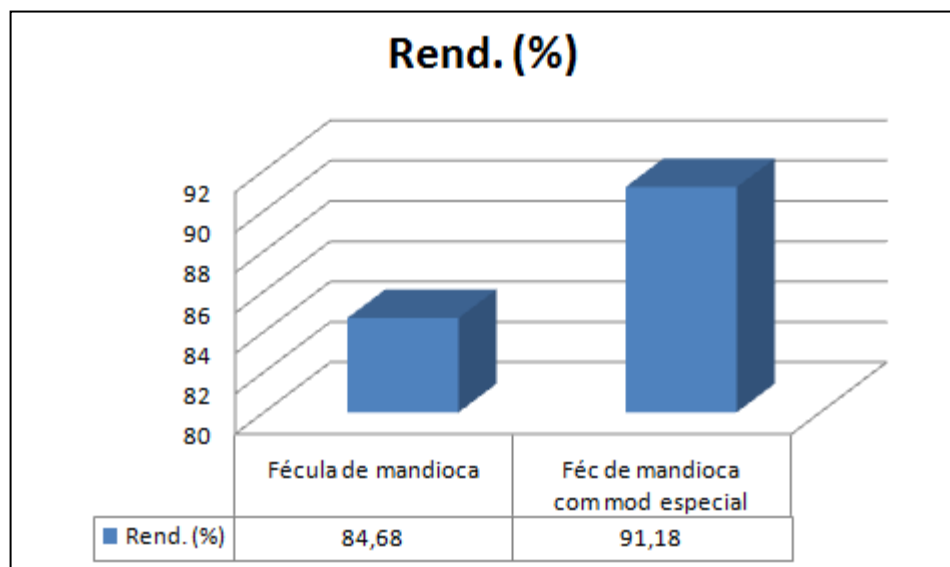
### 11.8.1 – Rendimento

**Tabela 7 - Rendimento dos teares**

Rendimento (%)		
Engomante	Fécula de mandioca	Féc de mandioca com modificação especial
Prova 1	86,85	91,33
Prova 2	76,3	94,84
Prova 3	87,9	90,35
Prova 4	82,5	88,4
Prova 5	89,85	90,97
<b>Média</b>	<b>84,68</b>	<b>91,18</b>



Gráfico 5 - Rend. %



Com a goma de amido modificado, obtivemos uma melhora no rendimento de **7,68%**, comparando na mesma rolada.

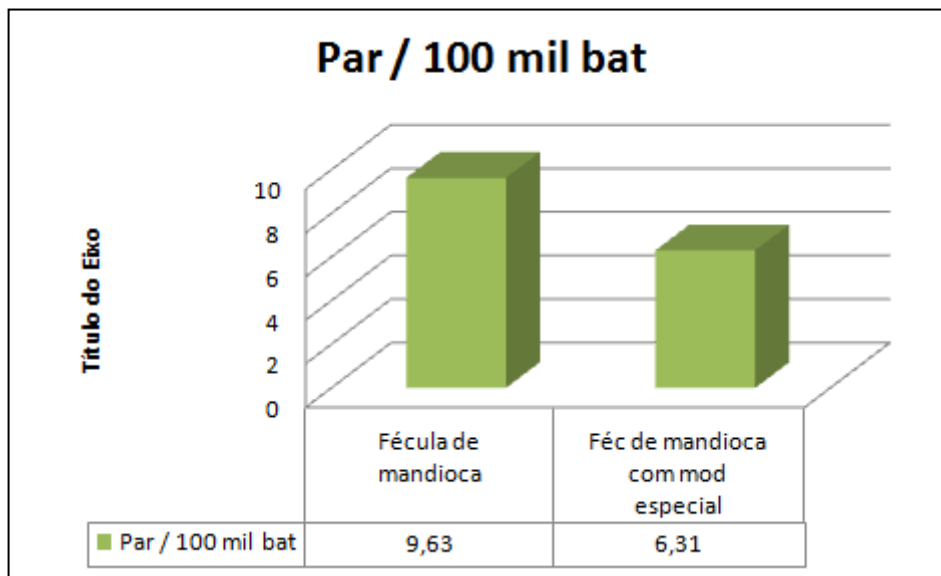
### 11.8.2 – Paradas / 100 mil batidas

Tabela 8 - Paradas / 100 mil batidas

Paradas / 100 mil batidas		
Engomante	Fécula de mandioca	Féc de mandioca com modificação especial
Prova 2	11,73	5,29
Prova 4	11,5	8,12
Prova 5	5,66	5,52
<b>Média</b>	<b>9,63</b>	<b>6,31</b>

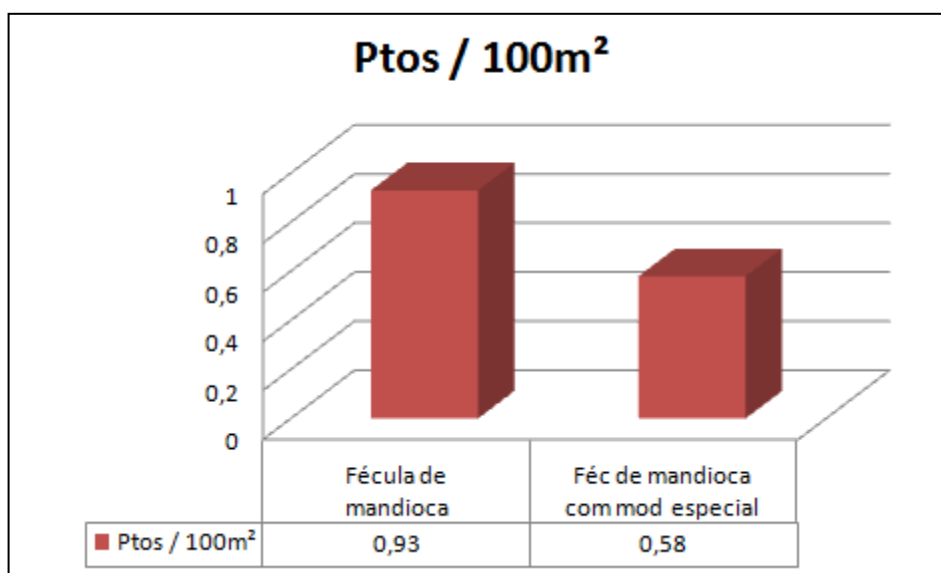
Com a goma de amido modificado, obtivemos uma redução do número de paradas por cem mil batidas de **34,48%**, comparando na mesma rolada.

Gráfico 6 - Par/100 mil batidas



## 11.8.3 – Defeito bolinha

Gráfico 7 - Defeito bolinha



Com a goma de amido modificado, obtivemos uma redução do número de bolinhas de **37,63%**, comparando na mesma rolada.

## 12 – Conclusão

A engomagem do denim tem a desvantagem de utilizar o urdume tinto, que possui menor qualidade comparado ao urdume cru. Isso ocorre porque o fio, nos processos anteriores, sofre estiramentos e agressões. Caso esses processos estejam deficientes, podem causar grandes influências no andamento e na qualidade da engomagem, e conseqüentemente no rendimento e nas rupturas da tecelagem e na qualidade final do tecido.

Outro fator que gera grande impacto na engomagem do denim é a utilização do corante sulfuroso, que agride e satura as fibras do algodão, dificultando a penetração da goma.

Concluo que para amenizar todos essas variantes do processo, e conseguir uma engomagem com qualidade, devemos ter cuidado com as regulagens da máquina, nos pormenores, pois alguns detalhes podem ser decisivos no resultado final, e também no desenvolvimento da receita de goma e na escolha do produto engomante. Ressaltando que não devemos descartar o histórico e os valores atuais utilizados pela empresa.

De acordo com a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo, a escolha do engomante de fécula de mandioca é uma excelente opção de custo-benefício para a engomagem do denim, pois o processo de retrogradação é mais lento, mantendo sua viscosidade mais estável, possui um filme mais elástico e uniforme, dando mais coesão às fibras e pela facilidade da desengomagem.

Também existe a opção do engomante de fécula de mandioca com modificação especial, que apesar de ter um custo um pouco mais elevado, apresentou nos dados levantados, uma significativa melhora no rendimento, nas rupturas e na qualidade em relação à fécula de mandioca. Porém para a utilização, em escala industrial, desse engomante modificado seria necessário um acompanhamento maior e uma alteração gradual do engomante utilizado atualmente pela empresa, para não correr riscos, pois trata-se de um processo muito delicado.

Concluo também que a engomagem do denim tinto com corante preto sulfuroso é mais crítica comparada a outros artigos. Caso a empresa consiga otimizar essa variante, poderá expandir as melhorias a todas as demais, melhorando o processo como um todo.

Sugiro, como próximo trabalho, um estudo mais profundo da receita de goma e nos tipos de engomantes, pois possuem grande significância no resultado final da engomagem.

## Referências bibliográficas

PESSANHA, D. R. *Tecnologia da Engomagem*. 1. ed. Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1989.

SANCHEZ, M. R. *Tinture de Fibras Textiles*. 3. ed. Barcelona: Manuel Marin, 1989.

COSTA, M. R. *Las Fibras textiles y su tintura*. 2. ed. Lima: Concytec, 1990.

CASTRO, E. M. M. *Manual de Engenharia Têxtil*. Vol. 1 e 2. Lisboa: Fundação Calouste Guibenkian, 1986.

GORINI, A. P. F. *O Segmento de Índigo*. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1009.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1009.pdf)>. Acesso em: 15/08/2010.

CORREIA, F. A; FRAGA JÚNIOR, C. G. *Tecnologia da Mandioca*. BRAGANTIA – Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisa do Instituto de Agrônomo. Vol. 5. Campinas, 1945, n. 5, p. 213-237.

ESTEVES, M. F. F. *Corantes Sulfurosos: Análise e Tingimento por Técnicas Electroquímicas*. Tese de doutorado em Química Têxtil – Departamento de Engenharia Têxtil. Braga: Universidade do Minho, 2000.

TRALLI, V. J. Apostila: *Engomagem um Processo Interativo*, sem data.

ANANIAS, M. M. Apresentação: *Engomagem*. Empresa Rudolf Size, sem data.

SALEM, V. *Tingimento Têxtil*. Apostila do Curso de Tingimento Têxtil, Golden Química do Brasil, mód. 1 e 2, 2000.

ANANIAS, M. M. Apresentação: *Controles na Engomagem*. Empresa Rudolf Soft, sem data.

SOUZA, R. C. R; ANDRADE, C. T. *Investigação dos Processos de gelatinização e extrusão de amido de milho*. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0104-14282000000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0104-14282000000100006&script=sci_arttext)>. Acesso em: 25/09/2010.

GONÇALVES, M. F. V; SARMENTO, S. B. S; DIAS, C. T. S; MARQUEZINI, N. *Tratamento Térmico do Amido de Batata-Doce (Ipomoea batatas L.) sob baixa Umidade em Micro-ondas*. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612009000200005&script=sci\\_arttext#f3](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612009000200005&script=sci_arttext#f3)>. Acesso em: 25/09/2010.

LEONEL, M; CEREDA, M. P. *Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca*. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0101-20612000000100023&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0101-20612000000100023&script=sci_arttext)>. Acesso em: 25/09/2010.

EMPRESA TAVEX CORPORATION. *Apresentação: Tecnologia Têxtil*. 2010.

EMPRESA JAUENSE. *Apostila: Manual de engomagem*, sem data.

REBELO, F. M. R. *Remoção de corantes têxteis usando resíduos industriais e absorventes naturais de baixo custo*. Tese de mestrado em Engenharia Ambiental – Departamento de Engenharia. Porto: Universidade do Porto, 2000.

ANANIAS, M. M. *Apresentação: Solubilidade*. Empresa Rudolf Size, sem data.

ESTEVES, M. F. F; AMORIM, M. T. P. *Tingimento com novos corantes sulfurosos: Contribuição para uma tecnologia mais limpa*. Departamento de Engenharia Têxtil. Braga: Universidade do Minho, sem data.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10324. *Equipamentos para urdimento e engomagem de fios, definição de lados*. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

OLIVEIRA, G. J. *Jeans, a Alquimia da Moda*. São Paulo: Edição Independente, 2008.

LIMA, F; FERREIRA, PAULO. *Apostila: Índigo (Tecnologia – Processos – Tingimento – Acabamento)*, sem data.