

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

NATANIEL ZAIKOWSKI DA SILVA

**MELHORIA DA FORMAÇÃO DO PAPEL PLANO ATRAVÉS DA MIGRAÇÃO DE
TELA FORMADORA DUPLA E MEIA PARA TELA TRIPLA EM MÁQUINA
FOURDRINIER**

São Paulo

2012

NATANIEL ZAIKOWSKI DA SILVA

**MELHORIA DA FORMAÇÃO DO PAPEL PLANO ATRAVÉS DA MIGRAÇÃO DE
TELA FORMADORA DUPLA E MEIA PARA TELA TRIPLA EM MÁQUINA
FOURDRINIER**

Monografia de Conclusão de Curso apresentada ao Programa de Pós-graduação Lato Sensu da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista em Tecnologia em Celulose e Papel.

ORIENTADORA: Prof. Dra. Élide Jacomini Nunes

São Paulo

2012

À minha família como um todo, pessoas que esperam tão gentilmente com carinho enquanto ausento-me na busca por conhecimento e desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus filhos que inspiram-me diariamente, à minha esposa que acompanha-me a tantos anos e dedica sua vida a cuidar da minha, aos professores formais e informais que convivi ao longo da minha jornada pessoal e profissional, aos meus amigos e a tantas outras pessoas que conheci e que dedicaram parte de seu tempo contribuindo para o meu desenvolvimento.

RESUMO

Este trabalho apresenta um caso real de substituição de uma tela de dupla e meia camada por uma tela de tripla camadas em máquina Fourdrinier e evidencia os benefícios desta mudança no que tange à qualidade na formação da folha em papel monolúcido.

Antes do caso real, o trabalho apresenta a definição de telas formadoras e suas funções. As etapas de produção das telas formadoras foram exploradas e ilustradas de maneira a propiciar um bom entendimento de seu processo produtivo evitando entrar muito profundamente em cada etapa.

Os cuidados operacionais que devem ser seguidos para um bom desempenho da tela também foram relacionados.

Palavras-chave: Tela Formadora, Dupla e Meia Camada, Tripla Camada, Fourdrinier.

ABSTRACT

This thesis is based on a real case in replacing one double and half layer wire by other triple layer wire in a Fourdrinier paper machine and it's going to evidence the outcomes of this change, concerning profits to the quality as much as feature on forming of monolucid paper sheet.

In the beginning, before coming up with the main idea, this essay also describes some concepts and definitions regarding forming wire and its roles. The steps in manufacturing of forming wires have been illustrated, in order to get an outstanding understanding about its productive process, as well as getting rid of several manufacturing details.

In attempting to enhance the content of this material, it has been added some points to be pursued about operational cares, inasmuch as good performance is inescapable.

Keywords: Forming Wire, Half and Double Layer, Triple Layer, Fourdrinier.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Preparação à tecelagem: Urdição.	14
Figura 2 – Passagem em execução.	15
Figura 3 – Modelo de tear simples.	16
Figura 4 - Termofixação dos fios de urdume (longitudinal) e trama (transversal).	17
Figura 5 – Termofixação em andamento.	17
Figura 6 – Junção em processo manual.	18
Figura 7 – Junção em processo automático.	19
Figura 8 – Refile e fusão das bordas por ultra-som.	20
Figura 9 – Processo de embalagem.	20
Figura 10 – Desenhos de telas com simples camadas.	22
Figura 11 – Desenho e imagem microscópica da superfície típica de uma tela simples camada.	22
Figura 12 – Desenhos de telas com duplas camadas.	23
Figura 13 – Desenho e imagem microscópica da superfície típica de uma tela de dupla e meia camadas.	24
Figura 14 – Desenhos de telas com tripla camada.	25
Figura 15 – Desenho e imagem microscópica da superfície típica de uma tela tripla camada.	25
Figura 16 – Alinhamentos de elementos da mesa plana e sua influência sobre a tela formadora.	29
Figura 17 – Tensiômetro Manual.	32
Figura 18 – Abraçamento do rolo regulador.	32
Figura 19 – Imagem da formação do papel de 18g/m ² com tela de dupla e meia camadas.	36
Figura 20 – Imagem da formação do papel de 18g/m ² com tela de tripla camadas.	36
Figura 21 – Histograma: imagens da formação da folha do papel de 18g/m ² com tela de dupla e meia camadas.	37
Figura 22 – Histograma: imagens da formação da folha do papel de 18g/m ² com tela de tripla camadas.	38
Figura 23 – Comparação de drenagem entre as telas de dupla e meia e tripla camadas.	40
Figura 24 – Comparação de drenagem entre as telas de dupla e meia e tripla camadas.	41
Figura 25 – Comparação da consistência na mesa plana entre as telas de dupla e meia e tripla camadas.	42
Figura 26 – Imagens da formação da folha na mesa plana com a tela tripla camada (parte 1/2).	44
Figura 27 – Imagens da formação da folha na mesa plana com a tela tripla camada (parte 2/2).	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Terminologias em telas formadoras.....	12
Tabela 2: Dados comparativos entre as duas telas.	39
Tabela 3: Comparação dos resultados no produto final.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	12
3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TELAS FORMADORAS	13
3.1 TIPOS DE FIOS	13
3.2 URDIÇÃO	14
3.4 TECELAGEM	15
3.5 TERMOFIXAÇÃO	17
3.6 JUNÇÃO	18
3.7 ACABAMENTO FINAL	19
4 DESENHOS	21
4.1 NÚMERO DE CAMADAS (OU LAJES) E NÚMERO DE QUADROS	21
4.1.1 Simples Camada (ou Laje Simples)	21
4.1.2 Dupla Camada (ou Laje Dupla)	23
4.1.3 Tripla Camada (ou Laje Tripla)	24
5 FUNÇÕES DE UMA TELA FORMADORA	26
5.1 ESTABILIDADE DIMENSIONAL	26
5.2 RETENÇÃO DE SÓLIDOS	26
5.3 DRENAGEM	26
5.4 FORMAÇÃO E SUPORTE	27
5.5 VIDA ÚTIL	27
5.6 TRANSPORTE	28
6 OPERAÇÃO	28

	10
6.1 CUIDADOS OPERACIONAIS	28
6.2 INSTALAÇÃO.....	31
6.3 TENSIONAMENTO	31
6.4 LIMPEZA MECÂNICA DOS CHUVEIROS	33
6.5 LIMPEZA QUÍMICA.....	33
7 APRESENTAÇÃO DO CASO REAL.....	35
8 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho vai transitar pelo processo de fabricação de uma tela formadora e apresentar as principais etapas deste processo sem entrar profundamente em cada uma delas. A proposta desta passagem é conceituar uma tela formadora e suas principais características de desempenho de forma a permitir que o leitor tenha uma base inicial de conhecimento sobre este tema.

Na sequência serão listados os principais cuidados operacionais que devem ser tomados durante os processos de instalação e conservação da tela ao longo de sua vida útil para obter-se o melhor desempenho possível em máquina.

Por fim são apresentados os resultados da substituição de uma tela de dupla e meia camada por uma tela de tripla camadas em uma máquina Fourdrinier que produz atualmente papel plano para aplicações diversas.

Pode-se então, definir o objetivo deste trabalho como sendo resumir o processo de fabricação de uma tela formadora e demonstrar se existem vantagens ou não na estrutura física do papel a partir da substituição de uma tela dupla e meia por uma tela de tripla camada.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Uma tela formadora é uma estrutura tecida de monofilamentos usada na área de formação de folha da máquina de papel. Uma tela formadora tem três funções bem definidas: drenagem, onde um grande volume de água passa em um curto espaço de tempo; sustentação das fibras em sua superfície para a formação do papel e finalmente, transportar a folha formada desde a caixa de entrada até a seção de prensagem.

A tabela abaixo vai mostrar algumas das principais terminologias aplicadas às telas formadoras que cedo ou tarde você irá se deparar.

Tabela 1 – Terminologias em Telas Formadoras

TERMINOLOGIA	DESCRIÇÃO
Permeabilidade – (CFM)	Volume de ar (pés cúbicos/min) por pé quadrado de tela a um diferencial de 0,5 polegadas de água.
Espessura – (mm)	Espessura da tela formadora quando nova.
Espessura crítica – (mm)	Espessura da tela após desgaste.
Malha (mesh)	Número de fios longitudinais por cm. (Fios de urdume no tear).
Batida (count)	Número de fios transversais por cm. (Fios de trama no tear).
Lado de formação	Lado da tela onde a folha é formada.
Lado de desgaste	Lado da tela em contato com os elementos desaguadores.
Monofilamento	Fio de poliéster ou poliamida como matéria prima na fabricação de tela formadora.
Diferença de plano	Diferença de altura entre os fios longitudinais e transversais da tela.
Quadro	Descreve o número mínimo de quadros para a repetição do desenho.
Área aberta	É a área aberta ao fluxo a um ponto da espessura.
Volume vazio	Medida do volume da tela não ocupado pelos fios.
Módulo	Tensão em KN/M necessária para alongar 1% no comprimento.

3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TELAS FORMADORAS

3.1 TIPOS DE FIOS

Para a fabricação de telas formadoras são utilizados monofilamentos poliméricos em função da sua rigidez e de sua menor retenção de impurezas.

Utilizam-se normalmente a combinação de dois polímeros sintéticos:

- 1) Poliéster: por apresentar excelente estabilidade dimensional e mínima retenção de umidade.
- 2) Poliamida (nylon): por ser higroscópico (reter água), proporcionando à tela formadora uma maior resistência à abrasão.

O tipo de material e diâmetros dos fios são importantes ferramentas para o projeto de telas formadoras. Uma tela com a mesma concentração de fios longitudinais, transversais e desenho de tecido pode ter propriedades muito diferentes, pois a tela depende muito do tipo de material.

O monofilamento de poliéster é o material mais usado no projeto de telas formadoras porque suas características atendem as exigências de desempenho, além de ser um produto estável e resistente aos produtos químicos usados no processo de fabricação de papel. Embora o poliéster seja o material predominante, outros polímeros estão sendo utilizados e explorados. Pode-se incorporar aos monofilamentos algumas características visando melhorar suas propriedades (aumentar a resistência, a estabilidade, a elasticidade, a resistência aos jatos de água e ao desgaste, a não contaminação, a maciez, o encolhimento e a cor).

O resultado da utilização de dois materiais é uma tela com mais estabilidade e maior resistência ao desgaste.

Os métodos de processamento usados na produção de telas formadoras também são importantes. Etapas do processo como o manuseio do material, o processo de tecelagem, a emenda da tela, a estabilização por calor (termofixação) afetarão muito a qualidade e a consistência das propriedades da tela formadora.

3.2 URDIÇÃO

É o início do processo de fabricação de uma tela. A urdição consiste na transferência dos fios das bobinas de matéria prima, para os anéis que compõem o rolo de urdume. Nesta operação os fios são enrolados sob uma mesma tensão com o objetivo de garantir a estabilidade do fio e uma performance mais regular na tecelagem.

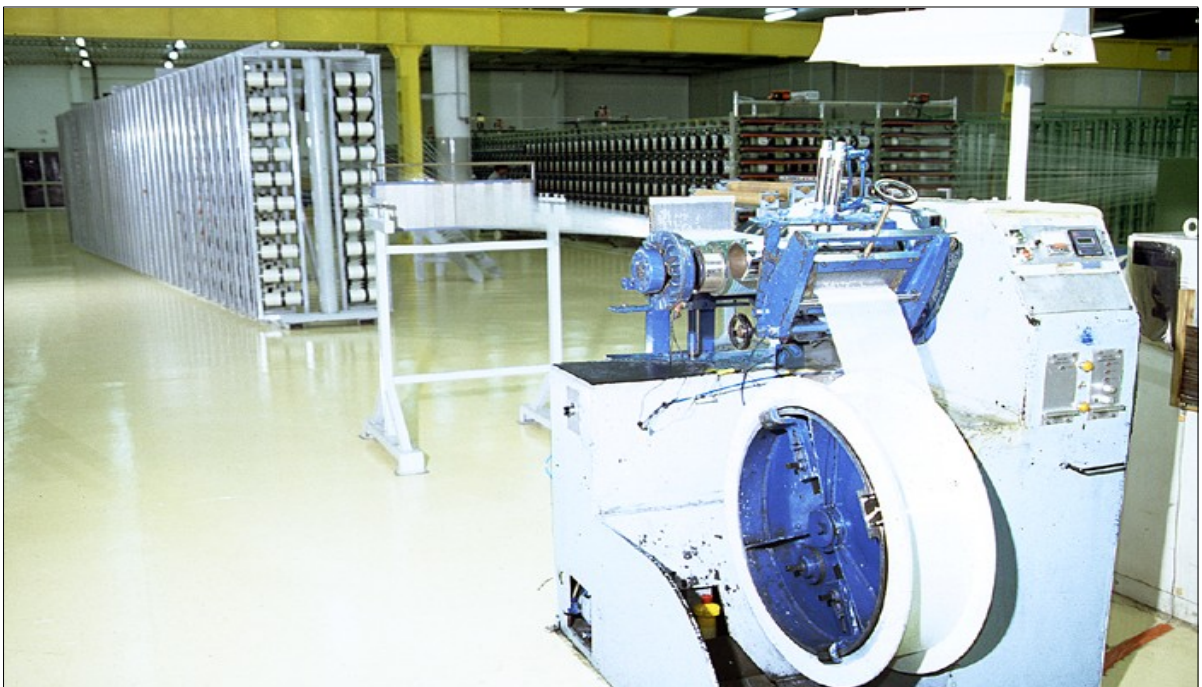


Figura 1 – Preparação à tecelagem: Urdição. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

3.3 PASSAGEM (REMETEÇÃO)

Esta etapa de fabricação compreende a passagem dos fios do rolo de urdume pelos liços e pelo pente que compõem o tear. Este processo é manual, o que exige muita aplicação dos operadores e consome um longo tempo de parada do tear.



Figura 2 – Passagem em execução. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

3.4 TECELAGEM

A tecelagem é o processo de entrelaçamento dos fios de urdume (fios longitudinais) com os fios trama (fios transversais), posicionados com o auxílio da lançadeira.

Este entrelaçamento é variado pelo movimento dos quadros de liços, o que define o desenho do tecido que está sendo fabricado.

Os fios transversais são posicionados no tecido pelo movimento do pente.

Um tear é composto basicamente por:

- Cilindro de urdume: conjunto de anéis com os fios longitudinais.

- Liços: são como agulhas onde os fios são passados. Um conjunto de liços forma o quadro de liços.
- Pente: dispositivo que mantém separados os fios numa determinada densidade ou malha (número de fios/cm).
- Lançadeira: dispositivo que entrelaça os fios trama conduzindo-os da direita para a esquerda e vice-versa.

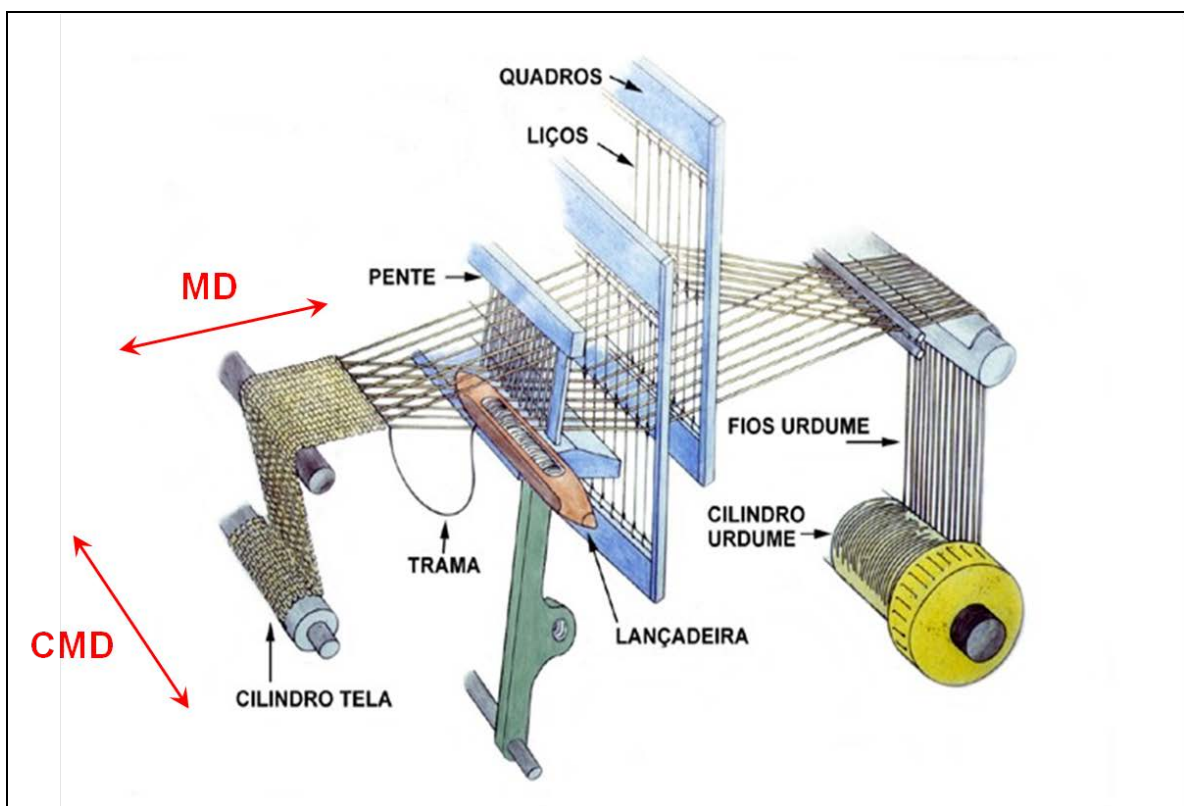


Figura 3 – Modelo de tear simples. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

3.5 TERMOFIXAÇÃO

É o processo que estabiliza o tecido através da aplicação de temperatura e tensão. Forma-se a crimpagem dos fios (figura 4), momento em que o fio assume o formato em que está alocado na tela. O tempo de permanência da tela no processo de termofixação (figura 5) é variado sendo que ela continuará neste processo até garantir a planicidade do tecido e da junção.

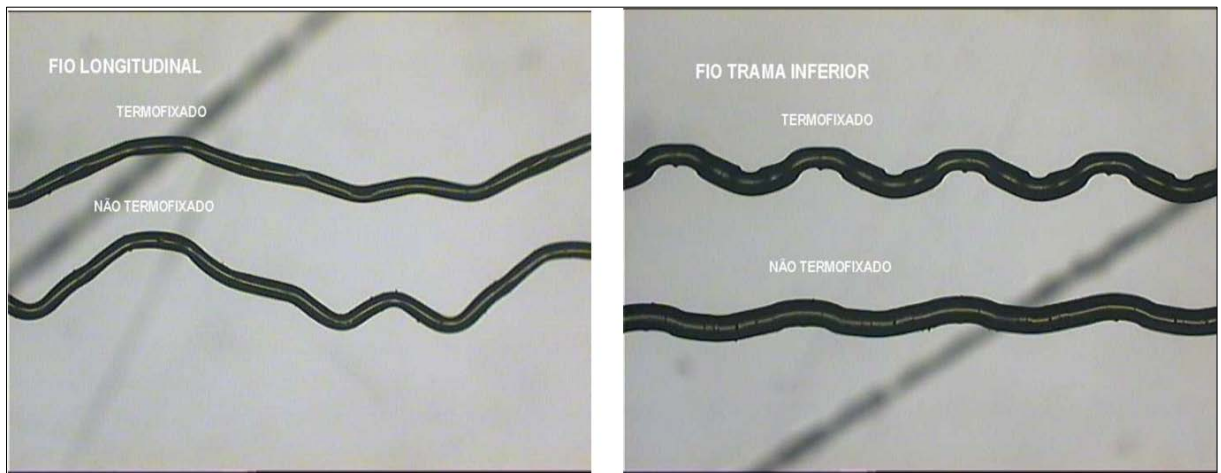


Figura 4 - Termofixação dos fios de urdume (longitudinal) e trama (transversal). Fonte: Xerium Technologies, Inc.



Figura 5 – Termofixação em andamento. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

3.6 JUNÇÃO

É o processo em que é feita a emenda da tela formadora, região em que são aproximadas as pontas de um mesmo fio longitudinal e uma perfeita crimpagem garante a resistência da faixa da junção.

Procede-se o lixamento das pontas excedentes dos fios, ficando idênticas ao restante do tecido da tela. As emendas podem ser executadas em processos manuais (figura 6), semi-automáticos e totalmente automatizados (figura 7).

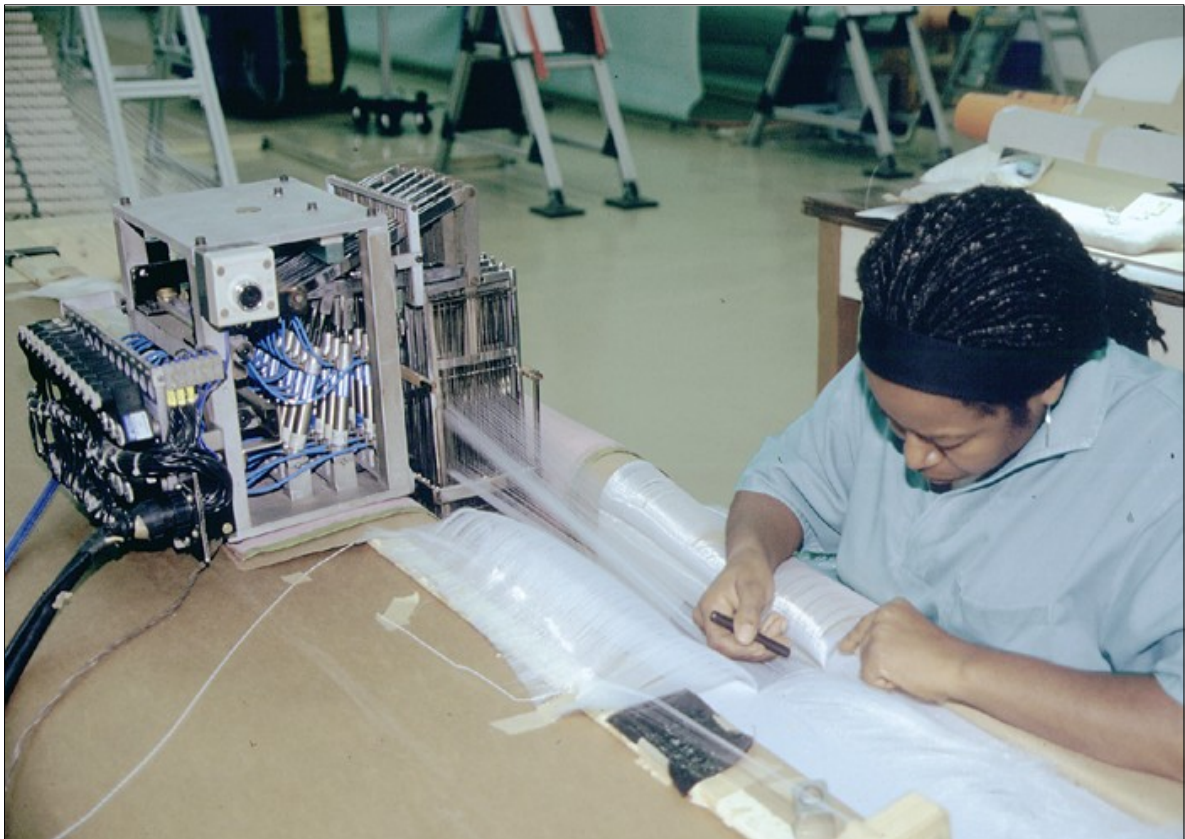


Figura 6 – Junção em processo manual. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

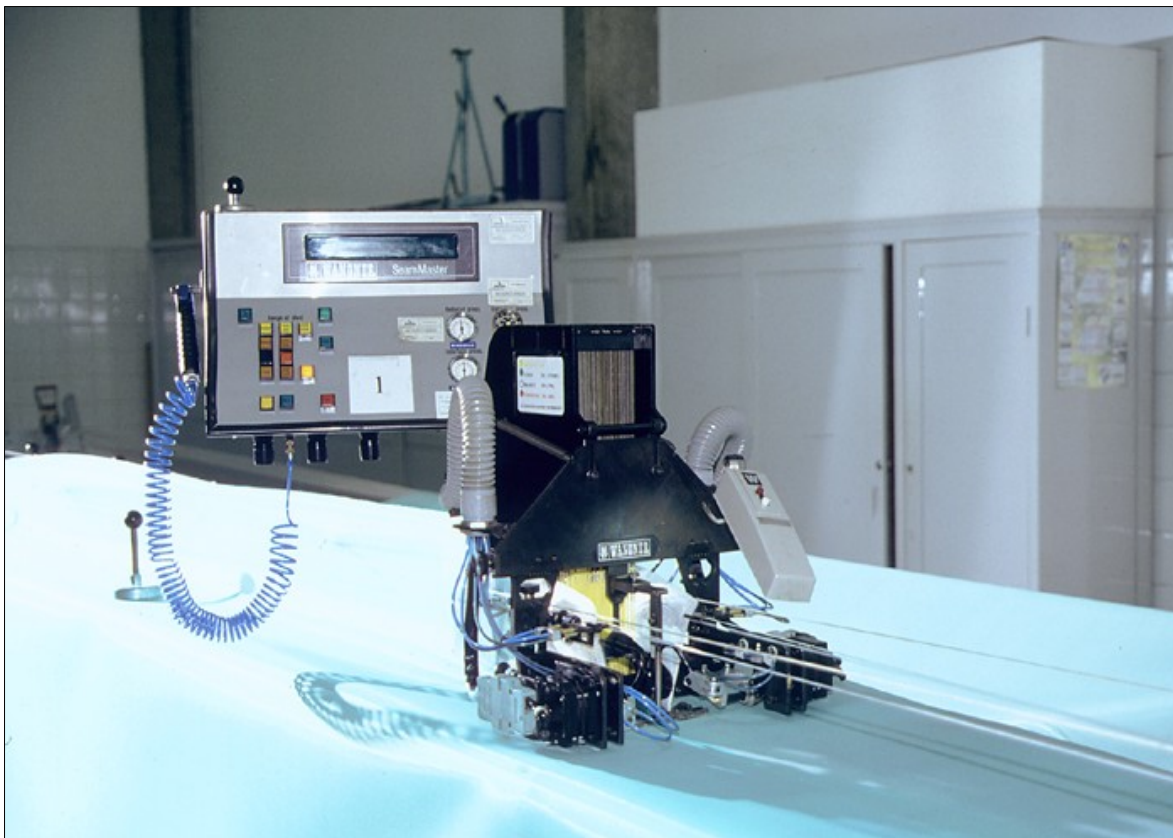


Figura 7 – Junção em processo automático. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

3.7 ACABAMENTO FINAL

Normalmente a tela formadora é enrolada com o auxílio de três tubos, estes são cintados, sendo posteriormente protegidos por plástico ou papel Kraft e finalmente acondicionada em caixa de madeira ou em um tubo de papelão (figura 9) para ser transportada até o cliente final.

Os refis laterais são feitos na largura solicitada pelo cliente com auxílio de ultra-som (figura 8) e depois são feitas outras marcações padrão como a pintura do sentido de giro, número de fabricação, barra guia e outras conforme a necessidade de cada aplicação.

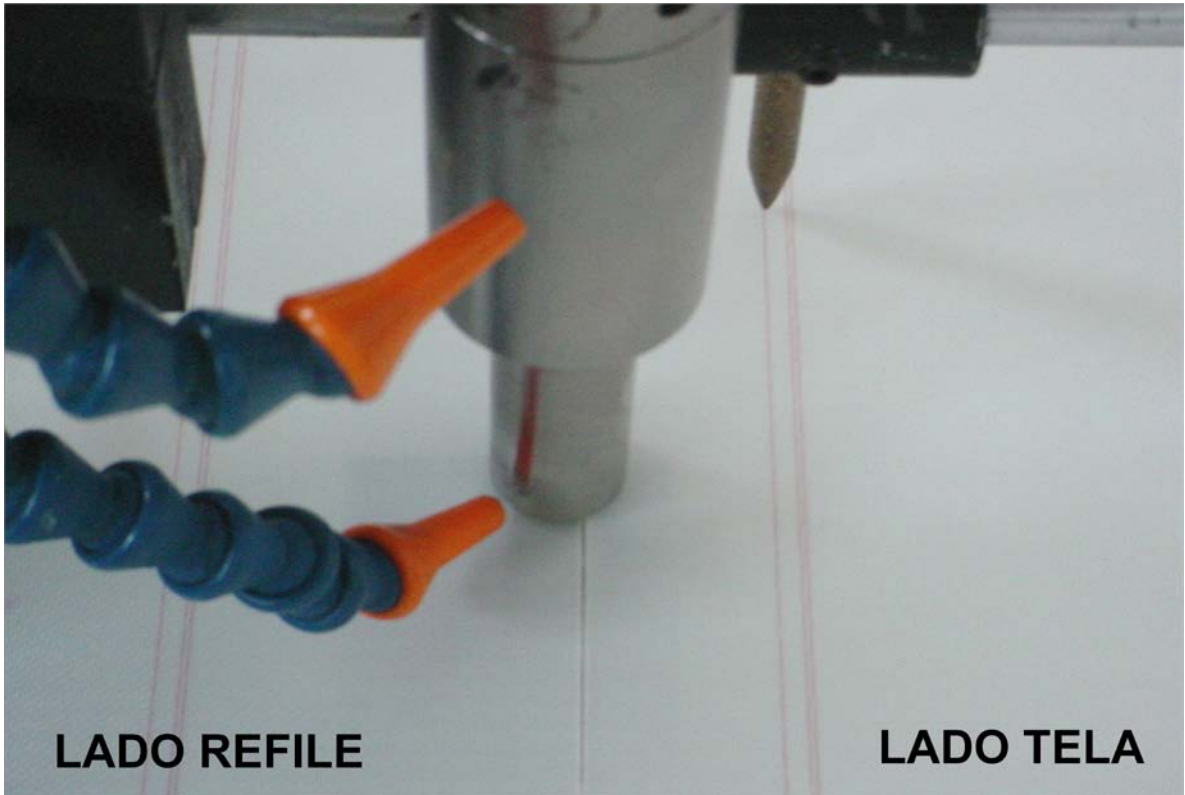


Figura 8 – Refile e fusão das bordas por ultra-som. Fonte: Xerium Technologies, Inc.



Figura 9 – Processo de embalagem. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

4 DESENHOS

4.1 NÚMERO DE CAMADAS (OU LAJES) E NÚMERO DE QUADROS

As telas formadoras são classificadas conforme o número de camadas de fios transversais. Assim temos:

- Simples camada: um conjunto de fios transversais.
- Dupla camada: dois conjuntos de fios transversais sobrepostos.
- Dupla e meia camada: dois conjuntos de fios transversais sobrepostos, sendo que a densidade (número de fios/cm) da camada superior é o dobro da densidade da camada inferior.
- Tripla camada: conjunto de duas telas simples sobrepostas e unidas por fios transversais ou longitudinais.

O número de quadros representa o tipo de entrelaçamento entre os fios transversais e longitudinais e está interligado com os quadros de liços do tear.

4.1.1 Simples Camada (ou Laje Simples)

Uma tela de simples camada é a menos complexa da categoria de desenho do tecido. Em geral, uma tela de simples camada tem um sistema de fios longitudinal e um transversal. Uma exceção é a simples camada que utiliza um fio transversal adicional geralmente de diâmetro menor para suporte adicional das fibras, chamada de uma camada e meia.

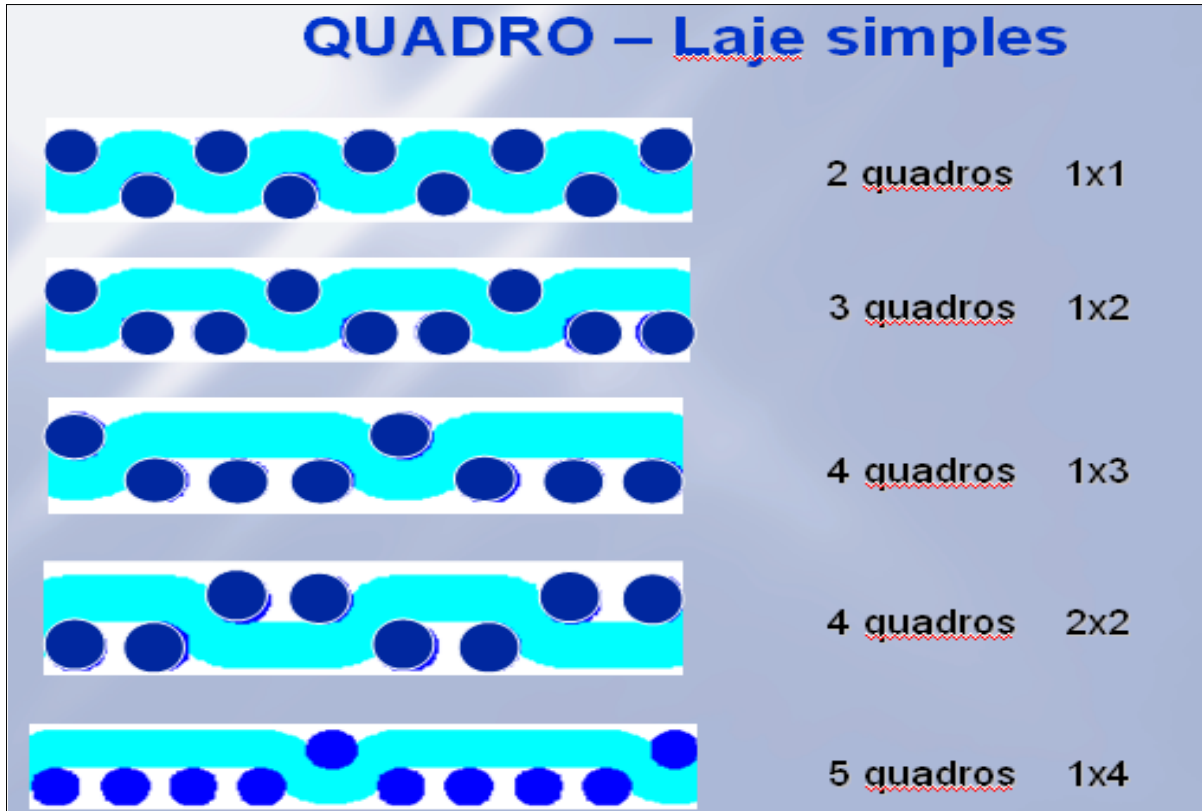


Figura 10 – Desenhos de telas com simples camadas. Fonte: Albany International Tecidos Técnicos.

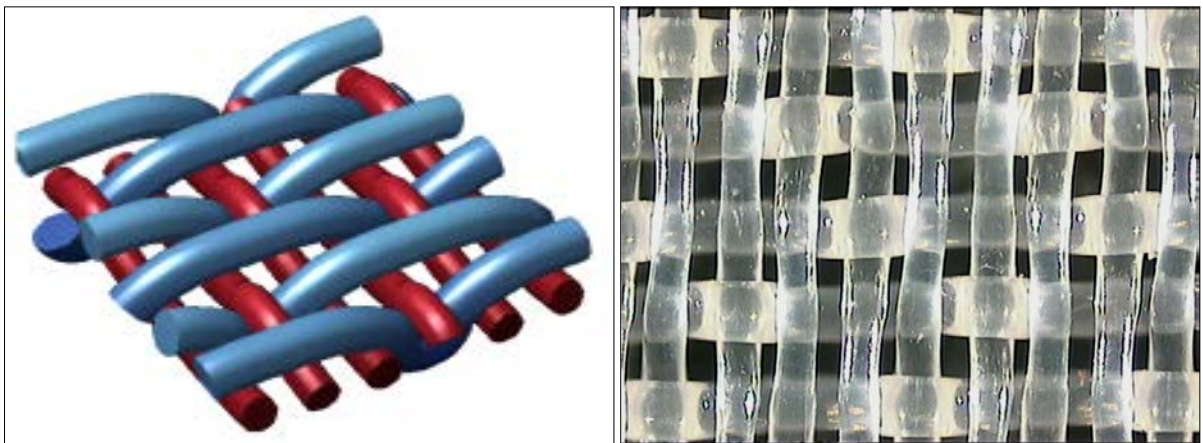


Figura 11 – Desenho e imagem microscópica da superfície típica de uma tela simples camada. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

4.1.2 Dupla Camada (ou Laje Dupla)

Uma tela de dupla camada é definida com uma tela integrada com sistema de fios longitudinais simples e transversais múltiplos.

O objetivo do desenvolvimento de telas de dupla camada em relação às telas simples era melhorar as características de formação da folha e aprimorar as funções de transporte sem comprometer a capacidade de drenagem.

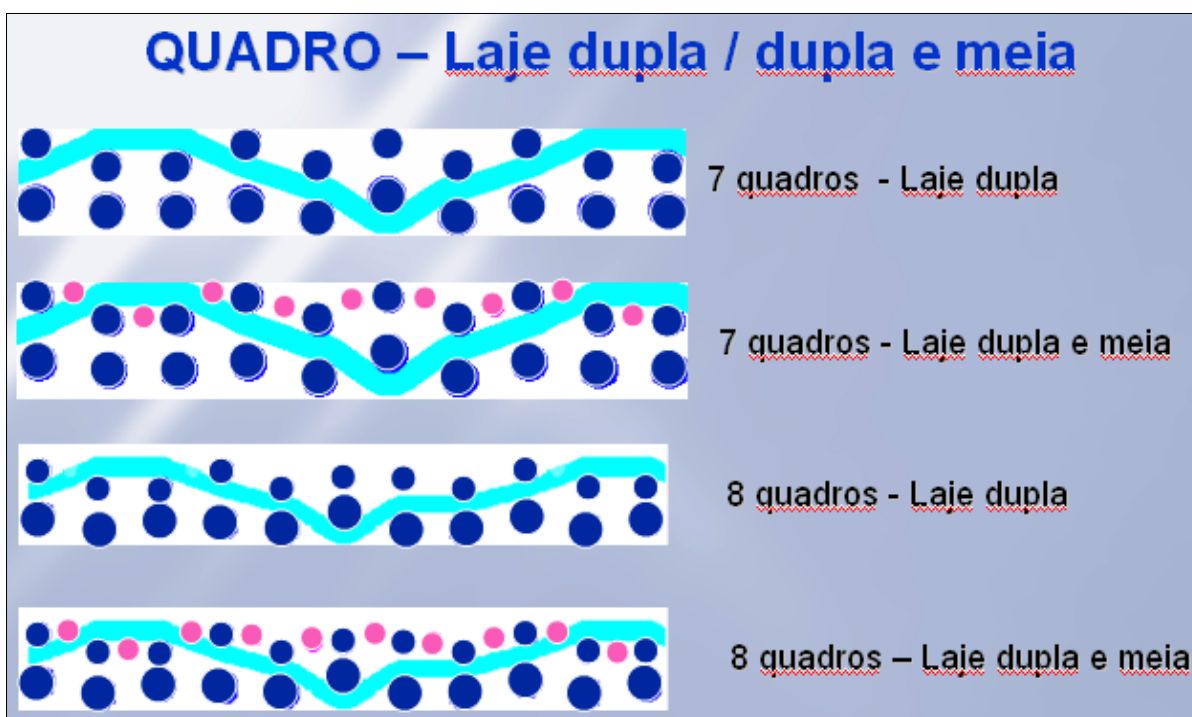


Figura 12 – Desenhos de telas com dupla camada. Fonte: Albany International Tecidos Técnicos.

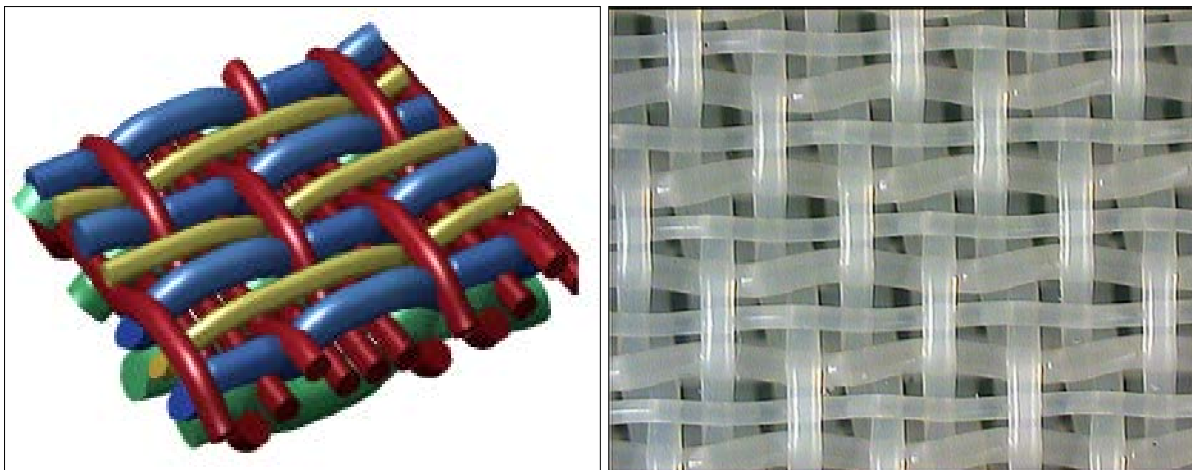


Figura 13 – Desenho e imagem microscópica da superfície típica de uma tela de dupla e meia camada. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

4.1.3 Tripla Camada (ou Laje Tripla)

Uma tela de tripla camada é formada por duas telas de laje simples, unidas por um terceiro sistema de fios conhecido como “*binder*”, o qual integra as duas lajes independentes e pode ser orientado tanto no sentido longitudinal quanto transversal, além de possuir várias configurações diferentes.

Este tipo de tela é recomendado para máquinas de alta velocidade (acima de 1200 metros/min.), máquinas com deficiências de chuveiros e para papéis de alta qualidade.

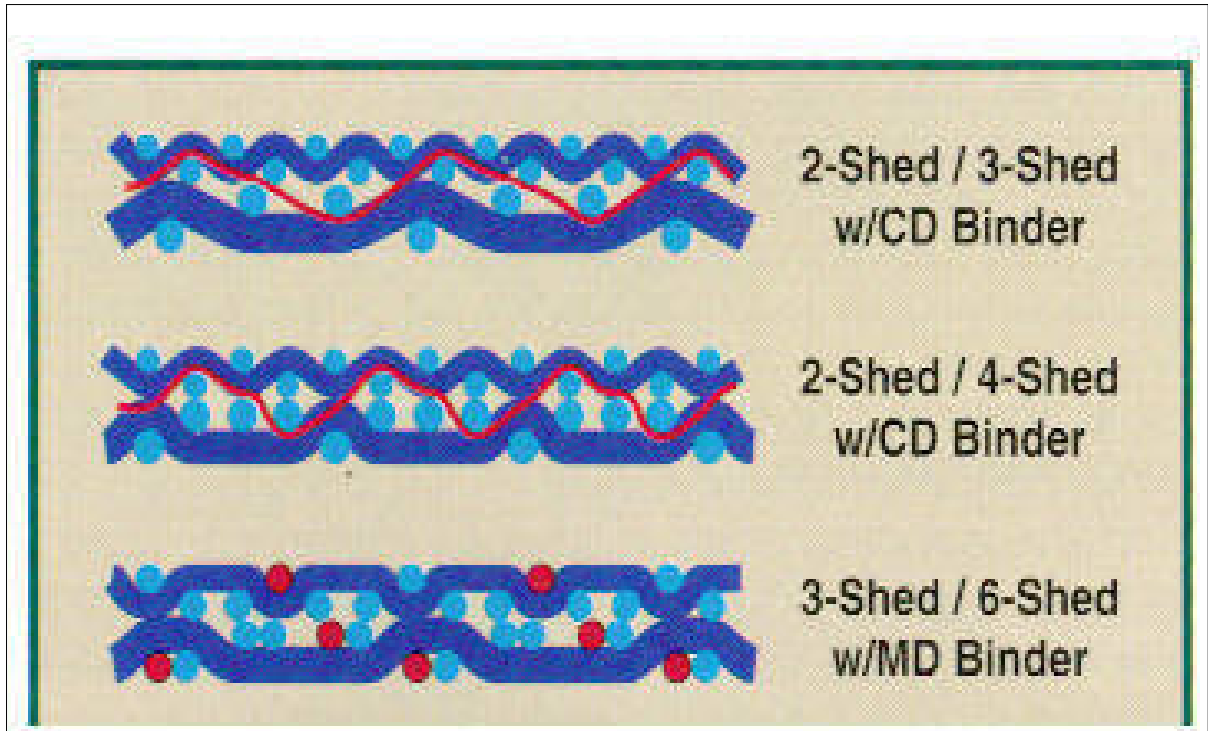


Figura 14 – Desenhos de telas com triplas camadas (Shed = Quadros). Fonte: Albany International Tecidos Técnicos.

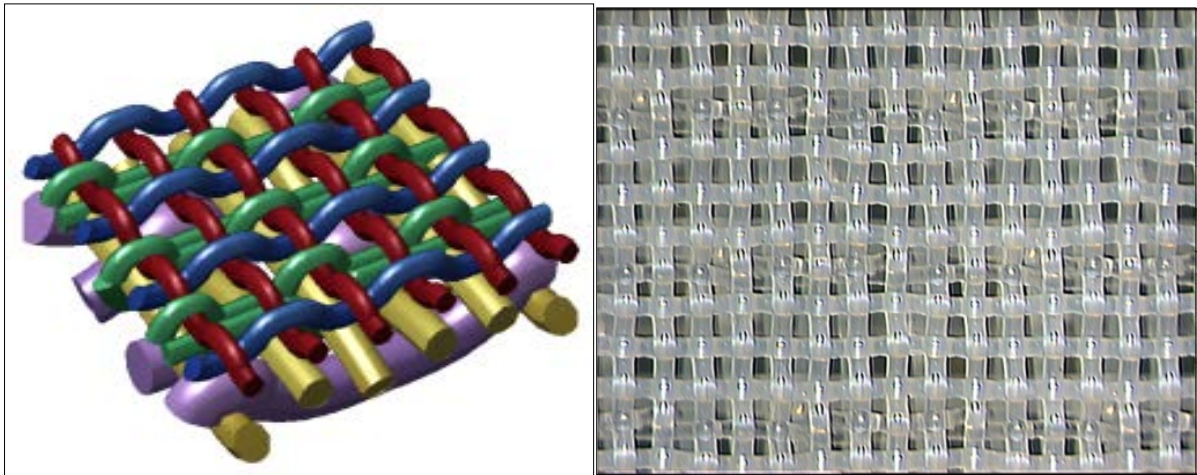


Figura 15 – Desenho e imagem microscópica da superfície típica de uma tela tripla camada. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

5 FUNÇÕES DE UMA TELA FORMADORA

5.1 ESTABILIDADE DIMENSIONAL

Uma tela formadora deve inicialmente apresentar estabilidade dimensional porque funciona como uma correia transmissora de potência. Deve-se portanto, operar tensionada adequadamente.

A tensão de trabalho da tela formadora é função do consumo de energia da área de formação, isto é, depende da amperagem dos motores de acionamento da mesa plana.

5.2 RETENÇÃO DE SÓLIDOS

A tela formadora deve apresentar um Índice de Suporte de Fibras adequado ao tipo de papel que está sendo fabricado na máquina. Geralmente, quanto menor a gramatura do papel fabricado, maior deverá ser o suporte oferecido pela tela para os sólidos (fibras e cargas).

5.3 DRENAGEM

Quando a folha é formada na máquina de papel, ela começa em geral, com mais de 99% de água e menos de 1% de fibras. Drenar, significa remover este grande volume de água em curtos espaços de tempo.

A tela formadora é um elemento filtrante, devendo apresentar uma permeabilidade ao ar (CFM) e à água, adequados ao tipo de papel que está sendo fabricado.

5.4 FORMAÇÃO E SUPORTE

A tela formadora precisa apresentar uma superfície adequada para cada tipo de papel de forma a contribuir com a interligação mecânica das fibras.

Os grandes volumes de água removidos na mesa de formação requerem que a tela formadora dê sustentação às fibras em sua superfície para formar a folha. A esta característica é dado o nome de suporte e ela diretamente em formação, maciez, propriedades de impressão e resistência do papel. Um elevado suporte também ajuda a evitar que as fibras provoquem o entupimento da tela, ao mesmo tempo em que ajudam a reter finos, cargas e produtos químicos.

5.5 VIDA ÚTIL

Uma tela formadora em condições de uso normais deve apresentar a maior resistência possível à abrasão. Sua vida útil normalmente é proporcional à quantidade de material disponível para desgaste no lado máquina da mesma e da abrasividade do meio em que opera. O tempo de vida útil geralmente encontrado em máquinas Fourdrinier é de até sete meses.

5.6 TRANSPORTE

O transporte é a habilidade da tela de transferir a folha para a seção de prensagem da máquina de papel, como resultado de suas propriedades mecânicas, que incluem a estabilidade, rigidez, resistência a danos e desgaste e a habilidade de guiar e acionar da tela. A rigidez da tela melhora sua habilidade de guiamento na máquina, mantém o perfil transversal e ajuda a prevenir a formação de vincos, marcas e forças de cisalhamento, que podem distorcer a tela e provocar o aparecimento de marcas no papel.

Todas essas propriedades mecânicas afetam diretamente a produtividade da máquina de papel.

6 OPERAÇÃO

6.1 CUIDADOS OPERACIONAIS

Para que o desempenho da tela formadora não seja prejudicado durante a operação, alguns cuidados operacionais devem ser observados.

Durante uma parada visando à instalação de uma tela formadora, é essencial que uma verificação completa na mesa plana e em seus componentes seja realizada. Tecidos flexíveis como a tela, reagem negativamente ao desalinhamento da máquina. O grau de sucesso inicial após a instalação da vestimenta é diretamente proporcional ao rigor da inspeção e alinhamento da mesa plana. Não há atalhos para este procedimento. A figura a seguir mostra alinhamentos de elementos da mesa plana em três situações diferentes. Os tecidos B e C sofrerão torções que causarão o deslocamento da tela em direção às laterais da máquina.

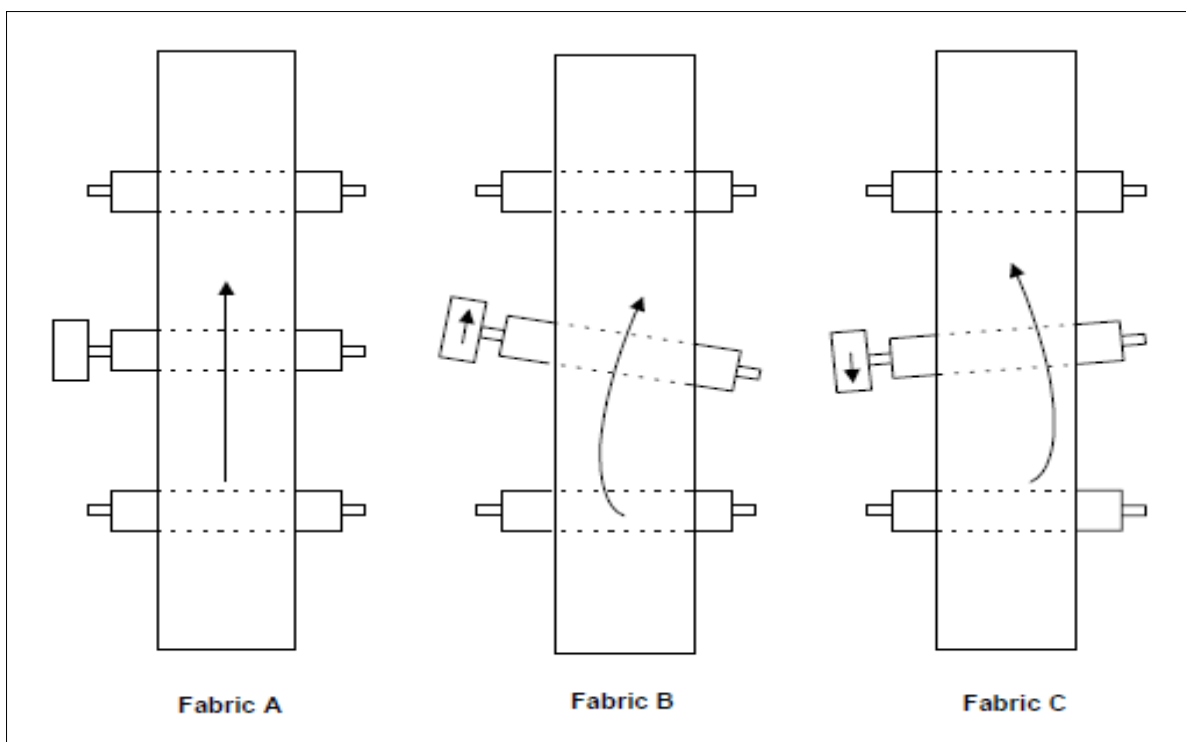


Figura 16 – Alinhamentos de elementos da mesa plana e sua influência sobre a tela formadora.
Fonte: Xerium Technologies, Inc.

Condições existentes na tela velha podem ajudar a identificar problemas como desalinhamento, acúmulo de fibras e desgastes localizados.

À seguir estão listadas algumas condições de máquina que devem ser observadas:

- O Forming Board deve possuir uma estrutura rígida para não vibrar, deve estar nivelado e alinhado com os demais elementos de formação e drenagem. Suas lâminas devem estar retificadas e livres de incrustações. Deve ser posicionado para que o jato incida parcialmente sobre a régua de formação.
- As lâminas (foils) dos hidrafoils devem estar sempre retificadas, a altura das mesmas deve ser igual estando todo o equipamento alinhado e nivelado. Os ângulos dos foils normalmente estão em ordem crescente por hidrafoils, promovendo esforços de drenagem também crescentes. Deve-se evitar qualquer formação de

depósitos nos foils, o que normalmente ocorre na região de seu “nip” na parte traseira.

- Os vacufoils devem estar nivelados e alinhados. Seus castelos de vedação não deverão apresentar saliências, o que promoverá desgaste localizado na tela formadora. Deve-se evitar o acúmulo de depósitos nas lâminas dos mesmos. Deve-se sempre lembrar que os vácuos aplicados nos vacufoils devem ser crescentes em direção ao rolo de sucção, bem como, o maior vácuo aplicado deve estar relacionado com a altura da perna barométrica desta unidade de drenagem.

- As caixas de sucção devem estar alinhadas e niveladas, suas tampas preferencialmente com rasgos transversais devem estar retificadas e sempre livres de incrustações. O vácuo aplicado deve ser crescente e o posicionamento dos castelos de vedação deve estar correto.

- Observe que os furos do rolo de sucção estejam desobstruídos, a superfície do rolo esteja devidamente polida, plana e livre de qualquer tipo de faixa longitudinal.

- Mantenha atenção ao posicionamento dos castelos de vedação da zona de vácuo e à lubrificação interna dos mesmos (vedação).

- Os rolos devem estar planos e retificados, com a superfície polida, devem estar livres de incrustações. Seus mancais não podem apresentar temperaturas elevadas.

- As raspas devem apresentar ângulo de ataque adequado ao rolo, sendo lubrificadas com o auxílio de chuveiros.

- Os chuveiros deverão estar com todos os bicos desobstruídos, com a máquina parada, verificar abraçadeiras, mangueiras, suportes ou outros sobressalentes que sofrem deterioração.

- A tela formadora deve trabalhar plana e paralela, não deve apresentar qualquer tipo de deformação (canal/ondulação).

6.2 INSTALAÇÃO

A tela formadora deve ser cuidadosamente removida da embalagem, seguindo todas as instruções de segurança pré-determinadas. Seu desenrolamento deve ser efetuado em piso limpo e protegido por papel ou pela tela usada.

Quando de sua transferência para dentro da máquina, deve-se cuidar para não enrugarem as laterais da mesma para evitar a formação de fichas posteriores no papel.

6.3 TENSIONAMENTO

Após o reposicionamento de todos os rolos, raspas, chuveiros, apalpadores e demais equipamentos de apoio, procede-se o tensionamento da tela sempre acompanhado por medições com tensiômetro manual (figura 17).

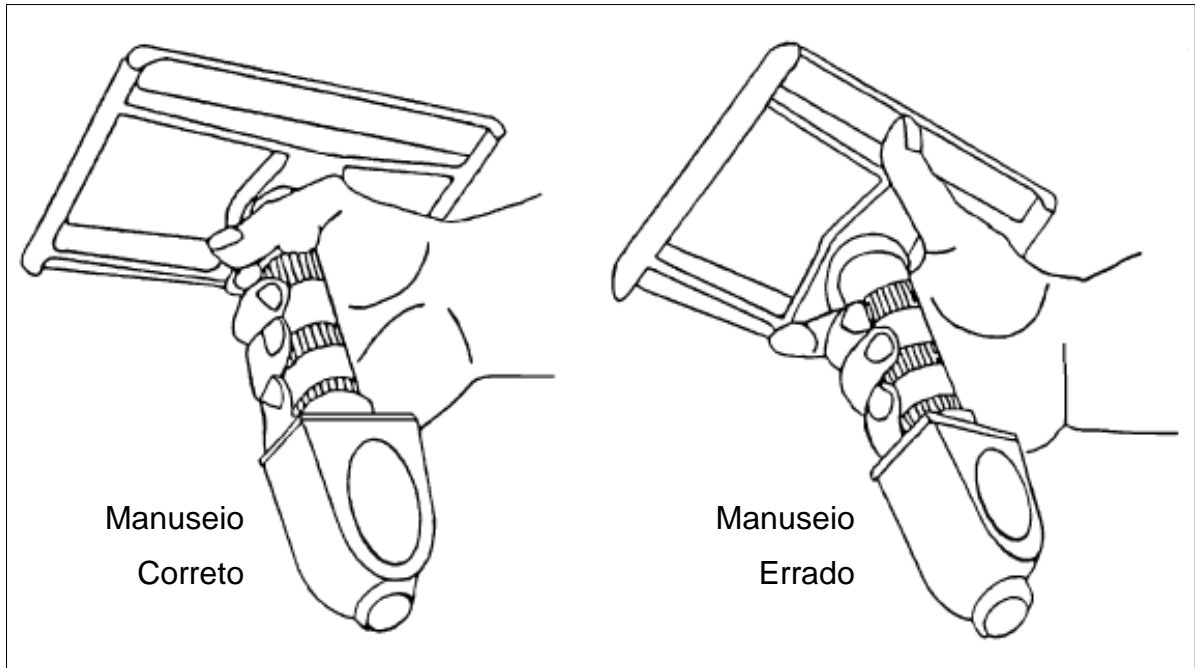


Figura 17 – Tensiômetro Manual. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

É fundamental verificar o comprimento da tela quando instalada e a posição dos rolos esticadores (final de curso), solicitando ao fornecedor para que sejam efetuados ajustes se necessário.

Para um perfeito guiamento da tela formadora, é recomendado um ângulo de abraçamento do rolo regulador de um mínimo de 25° (figura 18).

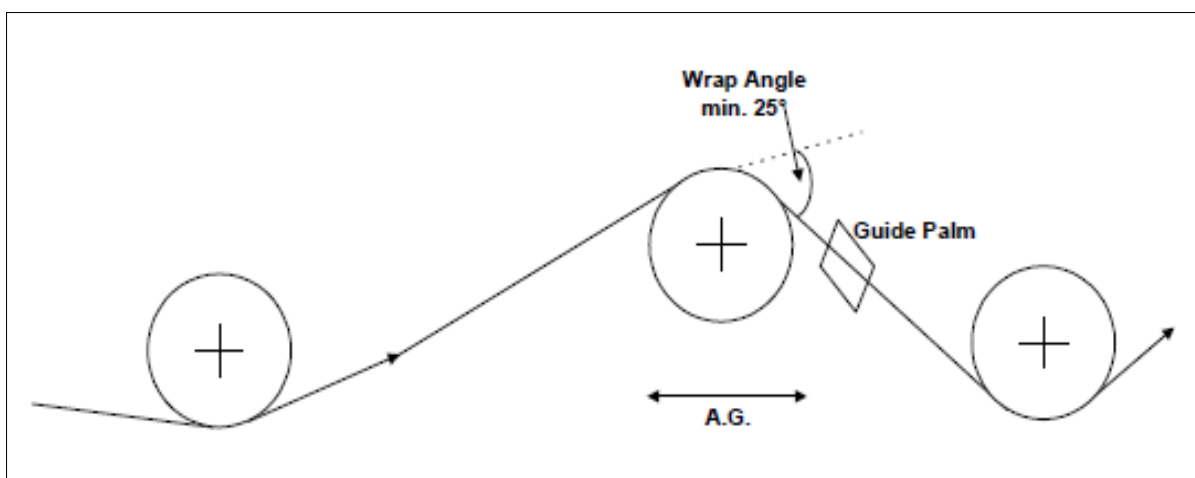


Figura 18 – Abraçamento do rolo regulador. Fonte: Xerium Technologies, Inc.

6.4 LIMPEZA MECÂNICA DOS CHUVEIROS

Durante o processo, é preciso manter os bicos dos chuveiros sempre desobstruídos. Este procedimento evitará a formação de faixas longitudinais entupidadas na vestimenta o que afetará o perfil transversal da folha, podendo inclusive comprometer o tempo de vida útil da tela formadora.

Existem variados tipos de chuveiros, alguns modelos possuem uma escova interna que favorece a desobstrução dos bicos e outros necessitam da intervenção direta do operador no local do entupimento, o que nem sempre é fácil dependendo da largura da máquina e da posição do bico.

O chuveiro de alta pressão pode trabalhar com até 25Kgf/cm^2 na face do papel, sendo que sua oscilação deve ser uniforme. A pressão deve ser apenas a suficiente para uma limpeza homogênea da tela, o excesso de pressão pode causar danos na vestimenta.

Os chuveiros tem importante função na manutenção das condições de drenagem e formação da folha sobre a tela, são eles que garantem esta performance de maneira regular por toda a permanência da vestimenta na máquina.

6.5 LIMPEZA QUÍMICA

Sendo a tela formadora constituída por poliéster e poliamida, produtos químicos com pH abaixo de 4 e acima de 10, tendem a auxiliar na degradação do tecido da mesma.

Para a realização de limpezas químicas são recomendadas soluções ácidas (HCl - ácido clorídrico) e soluções básicas (NaOH - soda cáustica), em concentrações de até 5%.

Para telas formadoras “lavagens de choque” com soluções alcalinas ou ácidas, propiciam resultados positivos:

- Soluções alcalinas - eliminam impregnações indesejáveis de materiais orgânicos como fibras e resinas. A concentração usual da solução de NaOH é de 3 à 5 %, mas pode-se aumentar a concentração em até no máximo 10% sem maiores riscos à tela.

- Soluções ácidas - eliminam impregnações indesejáveis de materiais inorgânicos como aditivos minerais e sais. A concentração usual da solução de HCl é de 3%. Concentrações acima deste valor não são recomendáveis devido ao aumento da corrosão dos equipamentos. Soluções de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) também são usadas em baixas concentrações porém podem originar sais insolúveis principalmente quando em presença de água com elevada dureza.

Para ambas as soluções deve-se garantir uma distribuição uniforme em toda a largura da vestimenta por um tempo de atuação variando de 15 à 20 minutos, seguido de enxágue posterior com água em abundância.

Para a remoção de graxas ou óleos, recomenda-se a utilização de solventes não inflamáveis como o querosene.

7 APRESENTAÇÃO DO CASO REAL

A proposta inicial deste trabalho foi a aplicação prática de uma tela de tripla camadas onde usualmente era aplicada uma tela dupla e meia camadas e avaliar quais os ganhos práticos que se poderia obter com esta mudança principalmente no que tange à qualidade da formação da folha no produto final.

Foram acionadas algumas empresas fabricantes de telas formadoras para analisarem as condições da máquina e realizarem um projeto que obtivesse como resultado principal uma qualidade superior na formação da folha, e com isso quem sabe, obter um possível efeito secundário como ganhos nas resistências e nas trações dos produtos (longitudinal e transversal).

O primeiro projeto foi viabilizado por uma empresa japonesa e sua tela foi colocada em máquina em fevereiro de 2012.

Às figuras a seguir mostram a formação da folha com a tela usual e depois com a tela tripla camadas. Pouca diferença pode ser percebida.



Figura 19 – Imagem da formação do papel de 18g/m² com tela de dupla e meia camadas. Fonte: Filcon Fabrics.



Figura 20 – Imagem da formação do papel de 18g/m² com tela de tripla camadas. Fonte: Filcon Fabrics.

As figuras adiante (21 e 22) mostram histogramas construídos a partir da coleta de imagens da formação da folha por um equipamento especial realizada pela empresa japonesa durante a coleta de dados e posterior acompanhamento da sua tela em máquina.

O histograma mostra o brilho resultante da formação da folha oriunda da tela usual e depois da tela de tripla camadas. Maior brilho significa melhor regularidade da superfície da folha. Não foram percebidas alterações significativas quando comparados os resultados de brilho (média, pico, desvio padrão, índice de formação, ponto mínimo e ponto máximo).

HISTGRAM (SHOW-THROUGH FORMATION PICTURE)

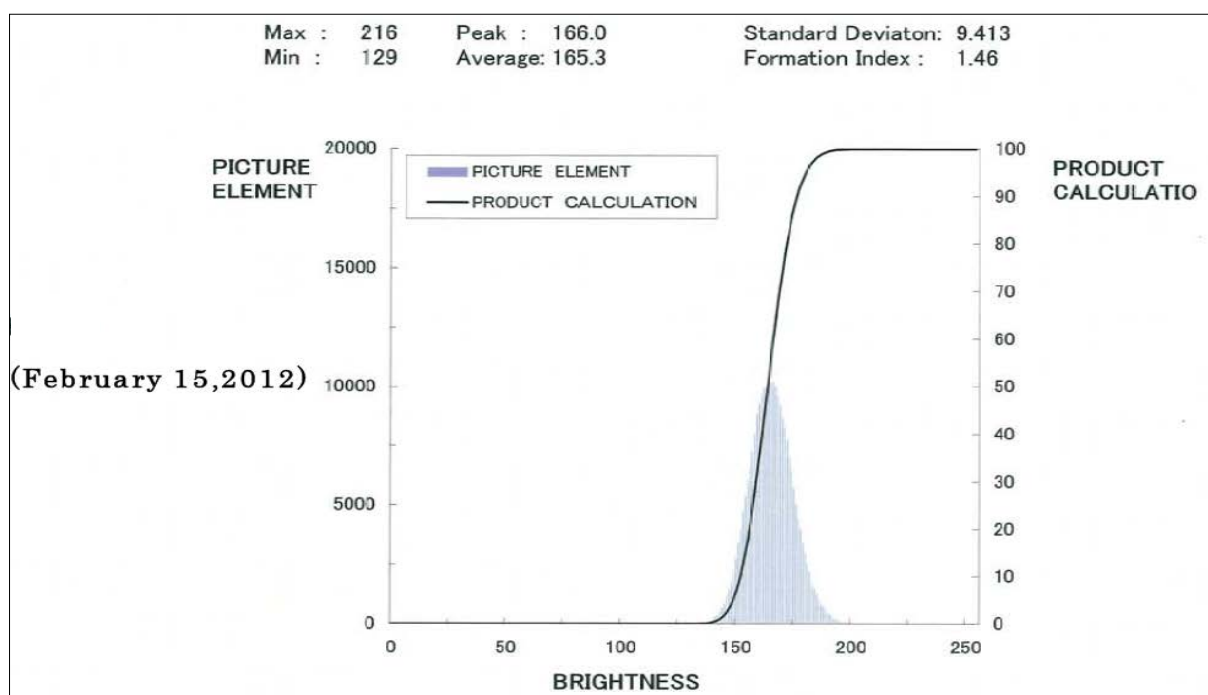


Figura 21 – Histograma: imagens da formação da folha do papel de 18g/m² com tela de dupla e meia camadas. Fonte: Filcon Fabrics.

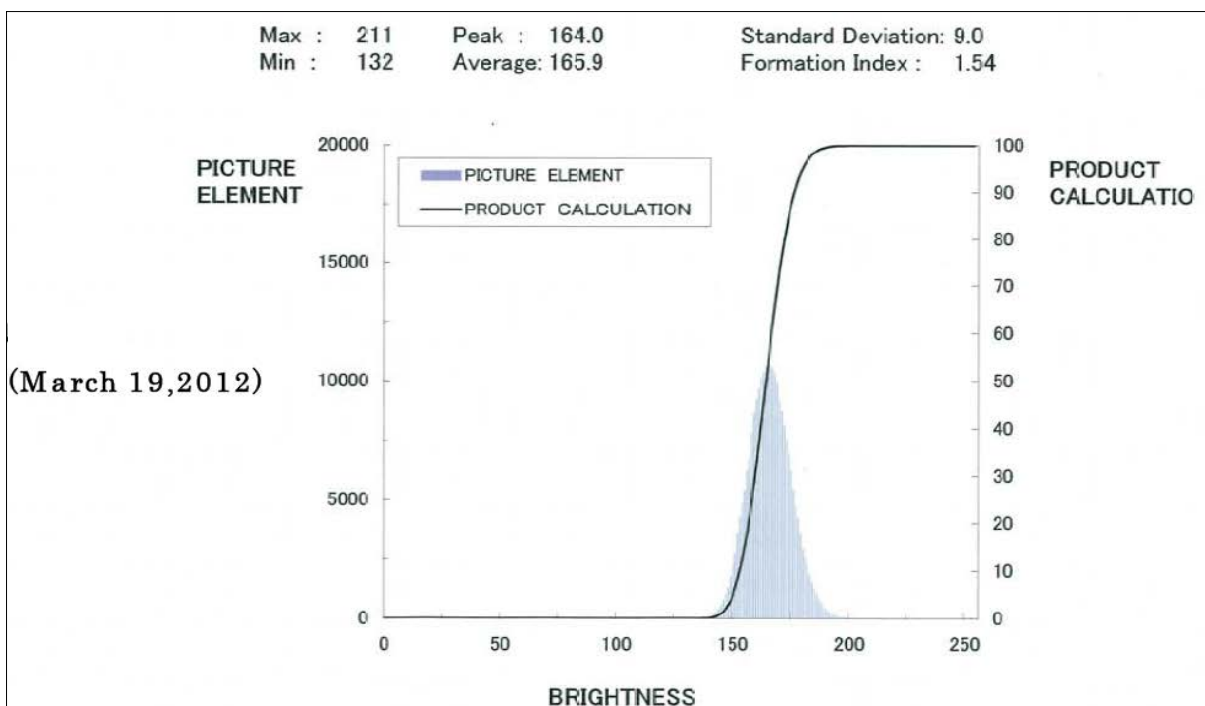


Figura 22 – Histograma: imagens da formação da folha do papel de 18g/m² com tela de tripla camadas. Fonte: Filcon Fabrics.

Observando os dados da Tabela 2 logo abaixo, percebeu-se que as variáveis que apresentaram as alterações mais significativas ao processo foram às retenções de primeira passagem e a retenção total. A consistência da água branca residual apresentou uma redução puxada em parte pela maior retenção na tela, mas também, pela consistência de entrada na tela que estava mais baixa quando comparada com a primeira situação (de 0,265% para 0,256%). A menor consistência da folha na saída da tela (6,94%) também está associada à menor consistência de entrada.

A velocidade da máquina estava 15m/min mais baixa em relação à primeira situação, mas não tem relação com a troca da tela e sim com uma condição operacional adversa durante a execução deste trabalho. A umidade menor (de 4,4% para 3,8%) esta diretamente relacionada com a velocidade da máquina.

Tabela 2: Dados comparativos entre as duas telas. Fonte: Filcon Fabrics.

Tipo de tela	Dupla e meia	Tripla
Data da análise	15/09/11	19/03/12
Gramatura base	18 g/m ²	18 g/m ²
CFM da tela	420	414
Velocidade de operação (m/min)	340	325
Umidade do papel na saída da máquina (%)	4,4	3,8
Consistência na caixa de entrada (%)	0,265	0,256
Temperatura do material na caixa de entrada (°C)	35	35
°SR	60	60
Cinzas (%)	1	1
Teor de cargas (%)	1,5	1,5
Consistência da água branca residual (%)	0,059	0,015
Consistência na saída da tela (%)	7,54	6,92
Retenção de primeira passagem (%)	77,54	94,14
Retenção Total (%)	77,56	86,64

Os gráficos apresentados abaixo (figuras 23 e 24) mostram uma comparação das condições de drenagem entre as duas telas formadoras. Percebeu-se na figura 23 pouca variação no volume de material (água e fibras) em cada ponto de drenagem. Este resultado está associado ao fato de termos mantidas estáveis as demais condições de operação (velocidade da máquina, gramatura do papel, níveis de vácuo, quantidade de foils na mesa plana, abertura do lábio da caixa de entrada).

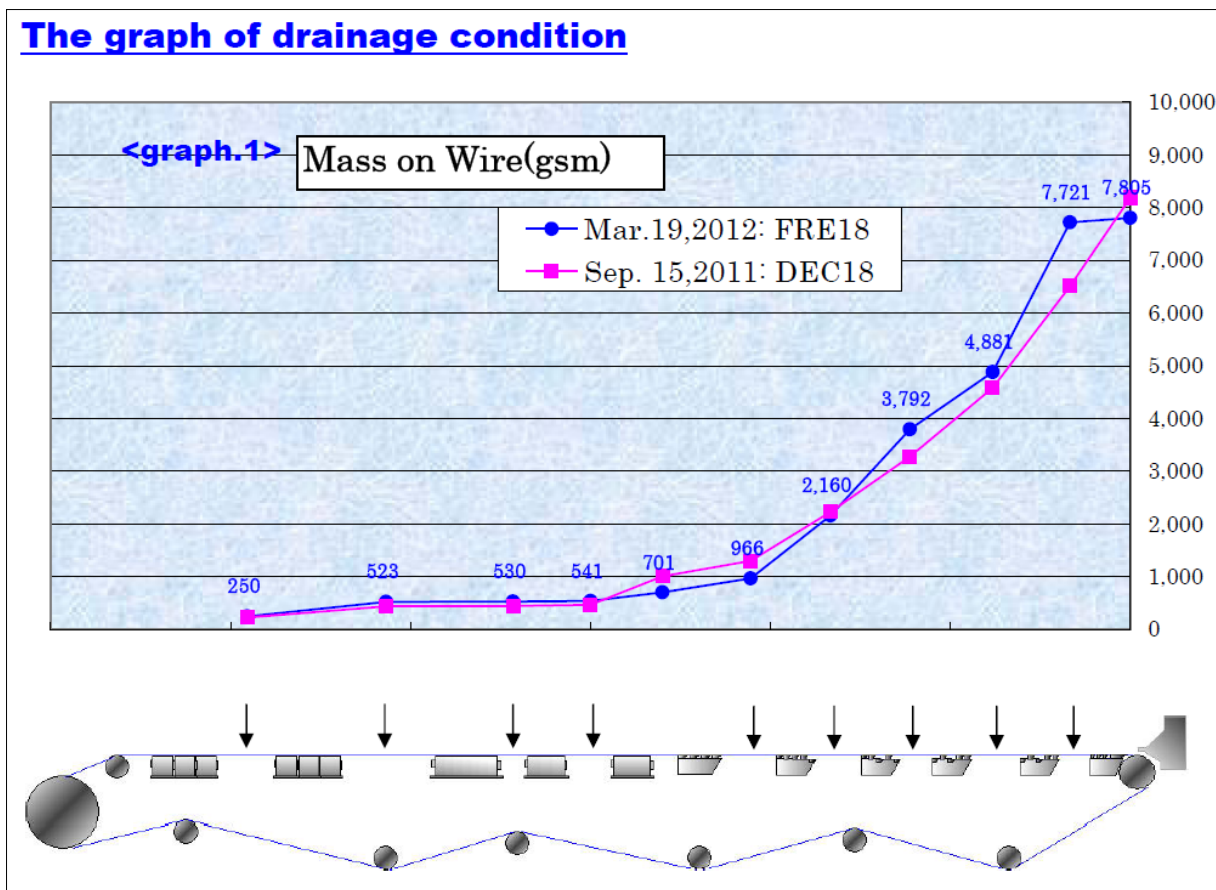


Figura 23 – Comparação de drenagem entre as telas de dupla e meia e tripla camadas. Fonte: Filcon Fabrics.

A Figura 24 mostra uma maior drenagem da tela tripla (azul) ao longo da mesa plana. Tal fenômeno ocorreu porque foram retiradas algumas régua foils já na saída do forming board devido ao desempenho superior obtido na drenagem desta tela, fazendo com que um maior volume de água fosse arrastado para os elementos seguintes. Este gráfico também mostrou que as últimas três estações de drenagem (2nd.L.S.B., 3rd. L.S.B., 3rd. S.B.) não apresentavam uma curva adequada de drenagem (decréscante). Tal fenômeno acarreta a chegada de maior volume de água na última caixa de vácuo, diminui a capacidade de drenagem e pode ainda causar a aparição de furos de agulha na formação da folha. Esta condição de trabalho foi checada com a operação da máquina que apresentou certa

resistência para alinhar a curva de drenagem sugerindo que a condição atual é a que oferece maior estabilidade ao processo.

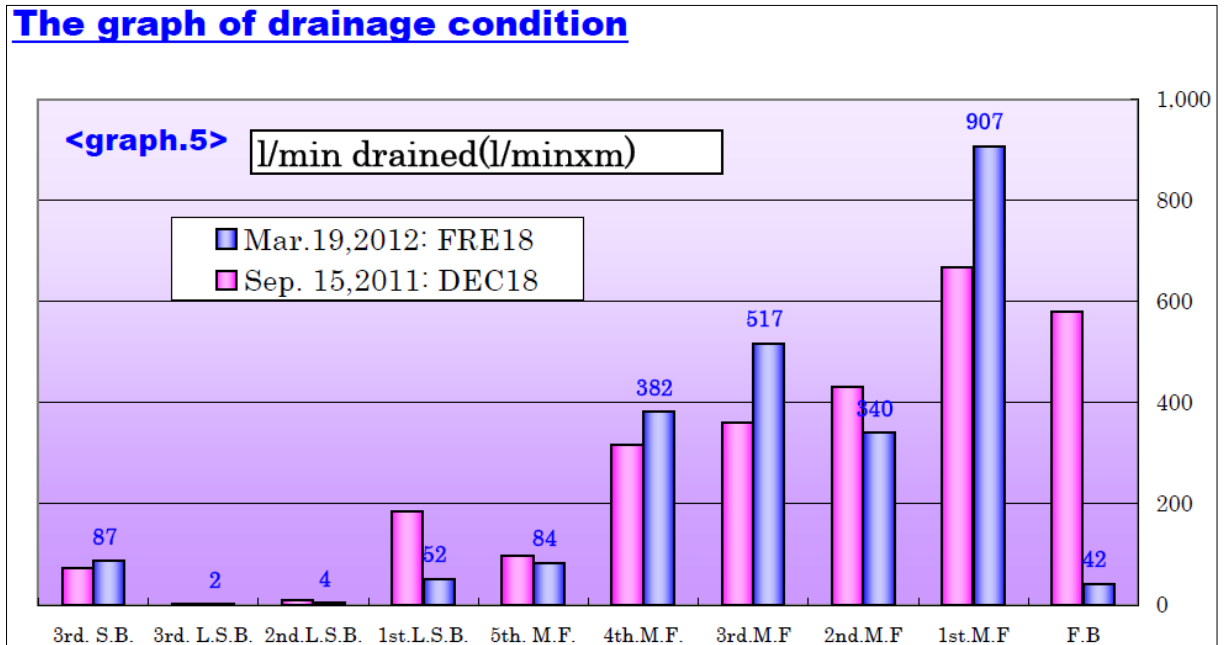


Figura 24 – Comparação de drenagem entre as telas de dupla e meia e tripla camadas. Fonte: Filcon Fabrics.

A Figura 25, mostra a evolução da consistência da folha ao longo da mesa plana. As duas telas apresentaram um resultado bastante semelhante sendo que a tela tripla chegou com a consistência mais baixa devido à menor consistência de entrada da solução na mesa plana conforme mostrado na Tabela 2.

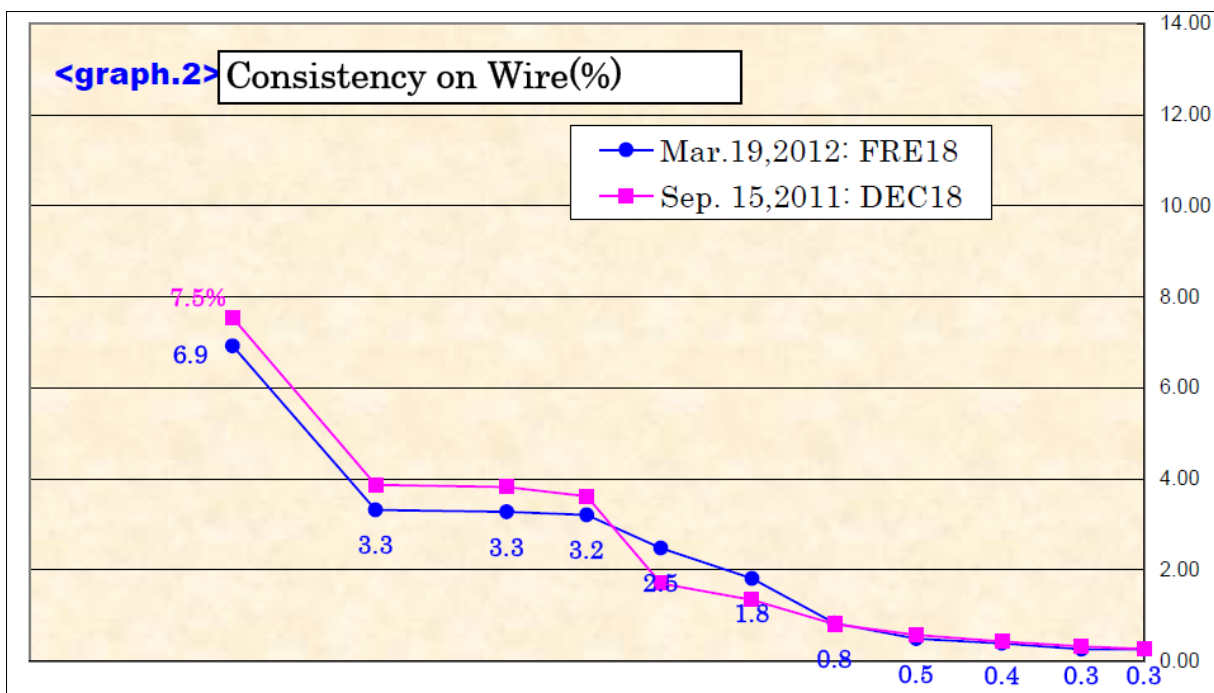


Figura 25 – Comparação da consistência na mesa plana entre as telas de dupla e meia e tripla camadas. Fonte: Filcon Fabrics.

A Tabela 3 compara os resultados médios obtidos no produto final durante a primeira semana de produção de cada tela, buscando evidenciar se ocorreram ganhos no produto a partir do aumento na retenção total proporcionado pela tela tripla. As análises de retenções realizadas internamente na fábrica, não evidenciaram a mesma evolução na retenção total sugerida pelo fabricante da tela, mas serão mantidas na Tabela 3 por tratarem-se de dados reais da planta e que servirão para futuras discussões a respeito do desempenho das telas.

A escolha da primeira semana de vida de cada tela para a comparação dos resultados busca reduzir distorções na análise que possam ser provocadas por quaisquer fatores de máquina que interfiram no desempenho da tela com o passar do tempo de operação.

Tabela 3: Comparação dos resultados no produto final. Fonte: dados internos da planta.

Item avaliado	Unidade	Tela dupla e meia	Tela Tripla	Consideração
Gramatura	g/m ²	17,72	17,82	-
Resistência à tração longitudinal	Kgf/15mm	1,41	1,50	Melhorou.
Resistência à tração transversal	Kgf/15mm	0,80	0,86	Melhorou.
Retenção Total	%	81,30	81,35	Manteve-se.
°Shopper Riegler	°SR	61,81	57,92	Melhorou.
Resistência ar Gurley	s/100ml	3,51	4,97	Melhorou.
Resistência ao rasgo longitudinal	gf	10,93	10,05	Piorou.
Resistência ao rasgo transversal	gf	14,73	13,30	Piorou.

De um modo geral, ocorreram evoluções nos resultados físicos do produto final e esta melhora sugere que a retenção total realmente manteve-se e/ou melhorou conforme análises realizadas pela equipe operacional da planta (de 81,3% para 81,35%) e pelas análises do fornecedor da tela (de 77,56% para 86,54%).

A melhora na resistência das trações, na resistência a passagem de ar (Gurley) e a redução do grau Shopper Riegler (°SR) estão interligadas com a melhora na retenção de fibras. Todas estas variáveis relacionam-se com as interligações mecânicas e com o tamanho das fibras a partir da refinação (geração de finos).

As reduções nas resistências ao rasgo sugerem que a distribuição de fibras longitudinal e transversal sobre a mesa plana sofreram alterações significativas. A redução no °SR neste caso, pode estar influenciando negativamente.

As imagens adiante tem foco meramente ilustrativo a respeito da análise de drenagem que foi realizada pela empresa japonesa durante o levantamento de informações que ajudaram a construir este trabalho. É possível perceber boa atividade na mesa de formação (Fotos C,D,E e F na figura 26) e esta atividade é importante para um melhor arranjo das fibras na formação da folha.

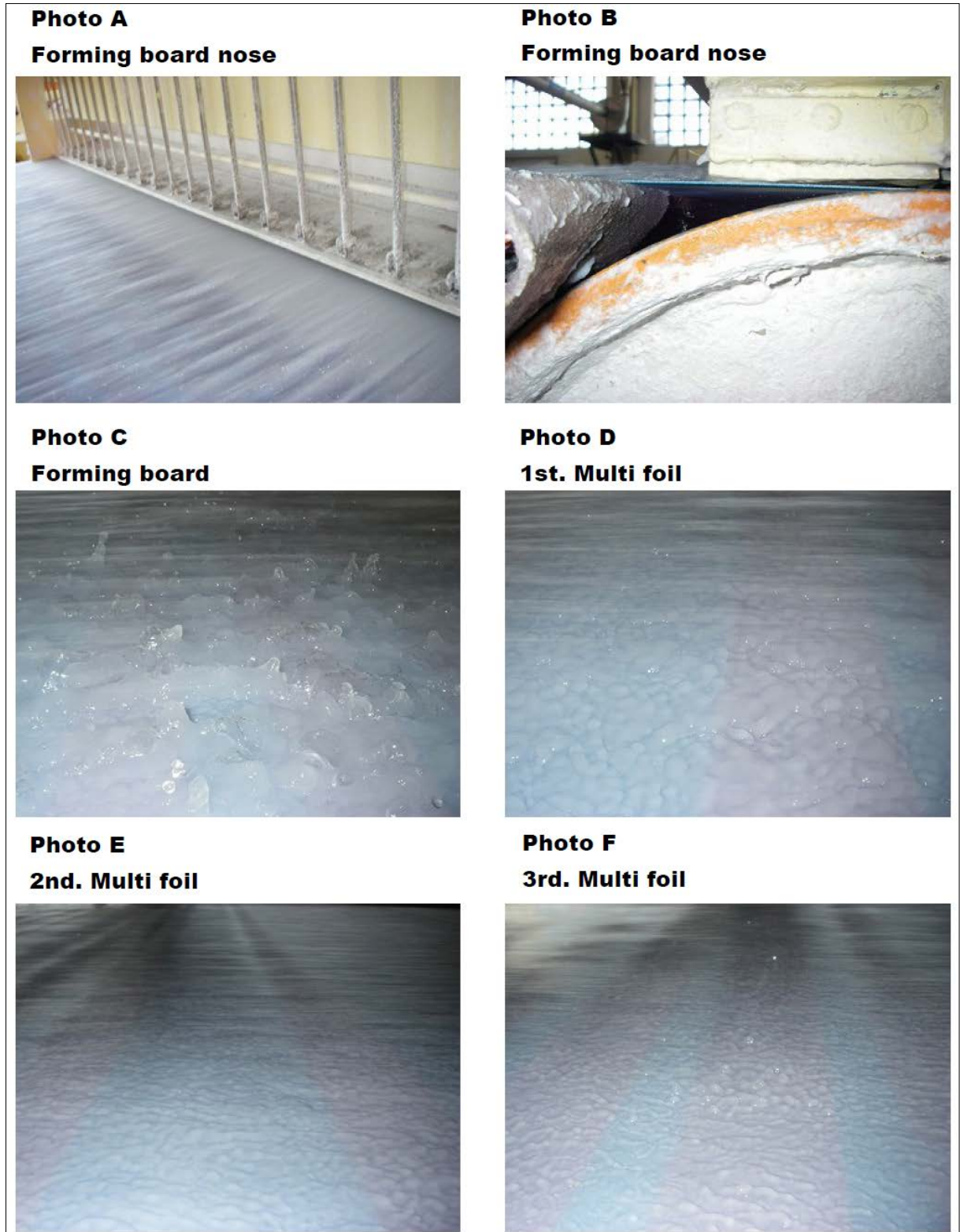


Figura 26 – Imagens da formação da folha na mesa plana com a tela tripla camada (parte 1/2). Fonte: Filcon Fabrics.

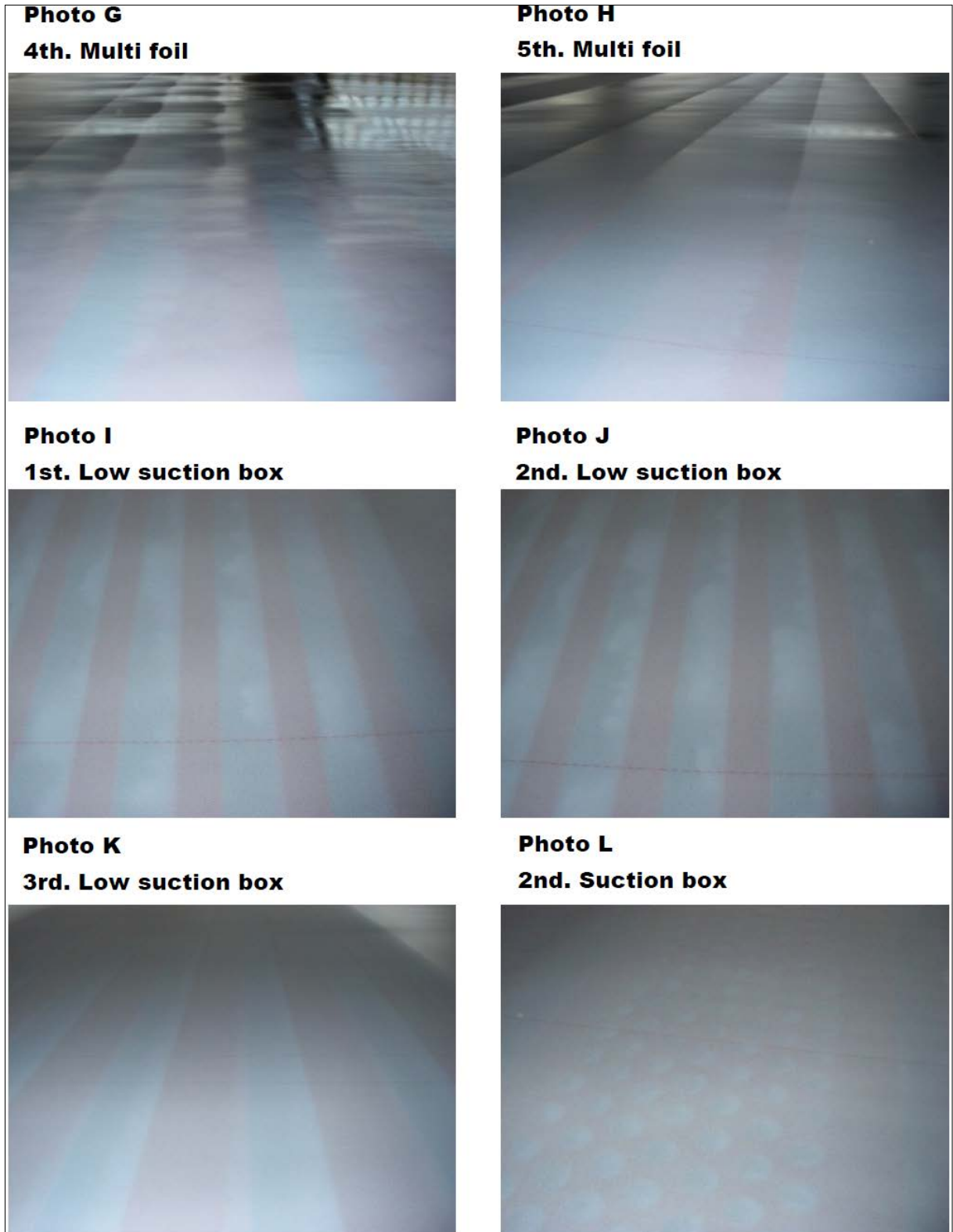


Figura 27 – Imagens da formação da folha na mesa plana com a tela tripla camada (parte 2/2). Fonte: Filcon Fabrics.

8 CONCLUSÕES

O trabalho realizado em máquina mostrou alguns avanços no produto final com a entrada da tela tripla camada. O objetivo inicial deste trabalho que visava buscar uma melhor formação na folha do produto final e quem sabe obter algumas melhorias nas trações e resistências mecânicas foi atingido parcialmente.

A formação é um atributo que acaba sendo avaliado na maioria das vezes visualmente, e não foi percebida uma grande mudança neste aspecto. Já as resistências mecânicas apresentaram uma evolução positiva e este avanço foi atribuído à melhora na retenção de fibras sobre a mesa plana, aspecto que por sinal, ainda está sendo discutido já que os resultados medidos pelas equipes operacionais e pelo fornecedor da tela mostram evoluções diferentes na retenção.

A redução no grau Shopper Riegler ($^{\circ}$ SR) permitiu ganhos em energia elétrica, não apresentados aqui por não tratar do foco inicial, proporcionando uma redução entre 2% e 3% na energia necessária ao processo de refinação mantendo as mesmas características físicas esperadas no produto.

Um atributo positivo evidenciado na mesa plana foi a existência de boa atividade na formação da folha. Esta característica é muito favorável para a distribuição e entrelaçamento das fibras e é fundamental para o aspecto visual da formação. Por outro lado, uma característica que precisa ser melhorada é a adequação da curva de drenagem visto que as últimas três estações podem ser distribuídas de maneira mais linear.

Os gráficos de condições de drenagem mostraram que os resultados das duas telas são muito semelhantes para esta variável, mantenha-se ressalva para a tela tripla que apresentou uma capacidade de drenagem mais elevada.

Quando avaliado o produto final ocorreram melhorias em algumas propriedades físicas como nas trações e resistências mecânicas e na resistência a passagem de ar que é uma característica encontrada em papéis mais fechados onde a distribuição de fibras é mais regular.

A leitura final que se pode tirar da troca de uma tela dupla e meia camadas por outra de tripla camadas pela ótica específica deste trabalho foi satisfatória.

REFERÊNCIAS

ALBANY INTERNATIONAL, Limpeza de Telas Formadoras, Boletim Mecânico /Hidráulico, nºCL2200-43, Appleton – EUA, [S.d.]

BERAN, R. L., A Evolução e Seleção de Telas Formadoras, Jornal TAPPI, Nº62, [S.I.], 1979.

BONGERS, C. R., Estabilidade e Resistência Química das Telas Formadoras a Condições de Limpeza na Parte Úmida, Jornal TAPPI, nº 43, [S.I.] – Abr. 1995.

Forming Fabric Design and Optimization, TAPPI Wet End Operations Short Course, [S.I.] – 1998.

BUCK, R. J., Telas de Laje Dupla Melhoram a Formação da Folha, Drenagem e Desempenho, Revista Celulose & Papel, nº[?] [S.I.] – Nov. 1982.

COLE, S., GILES, A., Identifying the Specific Causes of Forming Fabric Wear on a Paper Machine, Bulletin #082288, WEAVEXX, a Xerium company, [s.l.], [s.d.].

CHIU, K. F., Um Exame Crítico das Características da Tela que Afetam a Drenagem e a Formação, Reimpressão TAPPI, Jornal distribuído na Conferência TAPPI de Fabricantes de Papel, [S.I.], 1978.

FILCON FABRICS, Drainage Analysis Report, Issued: April 6, 2012.

FILCON FABRICS, Drainage Analysis Report, Issued: September 20, 2011.

FLISS, T. A., Fundamentações do Projeto de Telas Formadoras, Notas de Curso TAPPI, Jornal entregue ao Final do Curso Rápido TAPPI de Operações na Parte Úmida, [S.I.], 1989.

GARCIA, D.A., A Influência da Formação nas Características Físicas e Mecânicas do Papel, Nortelas. [s.l.], [s.d.]

JOHNSON, D. B., Retenção e Drenagem de Telas de Lajes Múltiplas, Revista Celulose & Papel Canadá, nº 87 p. 5, Canadá, 1986.

KÄÄPÄ, O. MÄENPÄÄ, J., The Optimization of Sheet Transfer from the Forming Section into the Dryers. Information for papermakers, TASK INFO/41GB - 10 05 Heimbach, [s.l.] [s.d.]

KUMPULAINEN, Heikki, Quick ROI at Norske Canadá Crofton, Automation Magazine, Nº3 – p.18-21 - EUA - Mar. 2003

MIYANISHI, Takanori; MOTEGI, Shigeru. O efeito do fechamento de circuito de água da fábrica sobre a floculação de várias substâncias químicas auxiliares na retenção. TAPPI Journal/O Papel, São Paulo - SP, Outubro, p.22-35, Out. 2000.

NALCO. Teoria da Retenção, São Paulo - SP, 1991, p. 1-12.

NEIMO, L., Papermaking Science and Technology, Papermaking chemistry, book 4, pp. 43-76, Fapet Oy, Helsinki, Finlândia, 1999.

ÖSTERBERG, L., Superfície e Volume Vazio de Telas Formadoras, Esboço de Pré-impressão – Albany Nordiskafilt, Halmstad, Suécia, Fev. 1993.

PEIRCE, F.T., The Geometry of Cloth Structure, The Journal of the Textile Institute, Nº28, p.45,96, [S.I.] 1987

PORTELA, N., Inovações tecnológicas – formação da folha, notas de curso ABTCP-CBTI, [s.l.], 2004.

REDDIOUGH, F., HEINEN, A., Sheet formation and dewatering in the single Fourdrinier machine. Information for papermakers, Forming section 1, TASK Heimbach, [s.l.] [s.d.]

STOWE, B. A., Considerações sobre Telas Formadoras, Revista Celulose & Papel, nº[?] - [S.I.] – Out. 1981

_____, Tela Formadora de Laje Simples com Trama de Suporte Substitui Projetos de Lajes Simples Convencionais, A Era do Papel, nº[?] - [S.I.] – Jan. 1996

TAPPI, Special Report - Forming the best sheet - Journal Pulper And Paper International, – n.45, p. 25 – EUA - Dez. 2005

_____, Special Report – Cleanning of Forming Fabrics – Journal Pulper And Paper International - n.9, p. 21 – EUA - Set. 1987

_____, Special Report – Triple-Layer Forming Fabrics on Fourdrinier and Twin-Wire positions – Journal Pulper And Paper International - n.70, p. 9 – EUA – Set. 1987

WAHLSTROM, Borje, Developments in paper technology in a global perspective. Revista Svensk Papperstidning, Nº 18 pp. 32-39, Suécia, Dez. 1981.

WEAVEXX, a Xerium company, Forming Fabric Training Manual.

UENO, P.Y.. A Drenagem da Mesa Plana, Hoje. Trabalho apresentado no 24º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP – São Paulo, Nov. 1991.