



Otimização da seqüência de branqueamento d/ceded do pinus

Beatriz Vera Pozzi Redko

1. Conceito de otimização

Produção celulose sulfato branqueada de **Pinus caribaea var. hondurensis** com viscosidade 900 cm³/g, alvura >90 ISO, sujeira < 2 mm²/m², reversão de alvura máxima 2.5

Homogênea - custo mínimo

2. Pinus caribaea var. hondurensis e a CFMD-Jari

2.1 Histórico

Os terrenos mais apropriados para a plantação da **Gmelina arborea** situam-se em locais de difícil exploração na estação chuvosa. Para a CFMD é mais econômico efetuar o corte da madeira ao longo de todo o ano.

Em 1980, foi programado aproveitar populações já existentes de **Pinus caribaea var. hondurensis** na fabricação de celulose. Foram feitos ensaios de laboratório simulando as condições de processo.

Idade da madeira - 12-13 anos
Comprimento de fibras médio - 4.6 mm

Largura da fibra - 42 micra
Espessura da parede - 8-9 micra
Parâmetros escolhidos-

Kappa objetivo - 31-33
Viscosidade massa marrom - 1100 cm³/g

Temperatura - 166-168°C
Tempo de impregnação - 90 minutos
Fator H - 1200

Branqueamento
Alvura D/C - 36-38 ISO
Alvura D1 - 74-76 ISO

Alvura D2 90-91 ISO

Após os ajustes no equipamento e no processo devido as características da nova matéria-prima chegamos a viscosidade 900 cm³/g, tração cerca de 10.000 m e fator de rasgo 180 a 45°SR.

Começou-se, então, a alternar a produção de celulose de gmelina com a de celulose de pinho nos períodos mais chuvosos do ano (janeiro a junho). Mais tarde, com a introdução da celulose de eucalipto, as produções das três celuloses passaram a se alternar durante o ano.

Os doze anos de pesquisa e produção de celulose sulfato branqueada de **Pinus caribaea var. hondurensis** têm sido um contínuo aprendizado.

Este é um resumo dos principais problemas que enfrentamos para otimizar a produção da celulose de pinho branqueada.

A otimização da produção da celulose sulfato branqueada de pinho começa com escolha da semente e do terreno para plantio.

A madeira processada deve ser homogênea, procurando-se evitar variações decorrentes de diferenças de procedência de semente e de localização de sítio. No nosso caso, aos onze anos, a madeira que cresce no Pará tende a apresentar menor densidade que à que cresce no

Amapá, devido à diferença na natureza do terreno. Essa diferença pode ser minimizada com mudança de espaçamento ou seleção clonal.

Até o 11.º ano de vida, a densidade da madeira de pinho e o comprimento médio da fibra tendem a aumentar a cada ano. Para a obtenção de celulose homogênea árvores da mesma idade devem ser processadas simultaneamente.

O clima da região, temperatura elevada e alternância de seis meses de chuva e seis meses de seca, favorecem o ataque de microorganismos a madeira. Para prevenir esse problema:

- o tempo de estocagem da madeira deve ser minimizado;
- a madeira deve ser estocada com casca;
- deve-se evitar excessivo manuseio das toras;
- o local de estocagem deve ser adequado.

Madeiras de PCH de densidades diferentes têm diferentes respostas ao cozimento e ao branqueamento. Tivemos melhores resultados quando passamos a planejar nossas produções por classes de densidade.

Processamos a madeira de pinho em nosso picador separando-as em pilhas por:

- tempo de corte (madeira seca separada de madeira úmida);
- proveniência (área de plantio, idade);
- classe de densidade.

Segregando dessa maneira o controle de processo é mais eficiente.

A madeira é picada e empilhada de acordo com essa separação. O sistema de picagem é regulado para minimizar a formação de oversize e de finos, que causam muitos problemas no cozimento e no branqueamento. A estocagem na pilha deve ser minimizada, evitando-se a degradação dos cavacos.

2.2 Cozimento

Verificamos que a nossa celulose de pinho perde de 180 a 200 cm³/g de viscosidade no branqueamento. Como nosso objetivo é viscosidade 900 cm³/g na celulose final, a nossa celulose marrom deve ter viscosidade inicial de 1100 cm³/g ou devemos mudar o sistema de branqueamento, perdendo menos viscosidade.

Problemas solucionados:

1. Oscilação do número Kappa de ± 5 pontos, devido à grande variação no peso seco da madeira. O branqueamento tinha controle muito difícil. Solução: segregar a madeira por tempo de corte e peso seco.

2. A impregnação da madeira seca do pinus de densidade elevada é difícil, mesmo com tempos longos de impregnação. Para evitar a formação de shives precisa-se operar em condições agressivas, que comprometem a qualidade final do produto. Solução: passou-se a evitar o uso de madeira seca, procurando-se trabalhar sempre com madeira recém-cortada, especialmente na estação seca.

3. Devido às características de nosso sistema de peneiragem e depuração, números Kappa maiores do que 30 causam uma formação excessiva de shives. Como a parede da fibra de **Pinus caribaea var. hondurensis** é relativamente espessa, esses shives eram de difícil eliminação no D/C, levando a perda da viscosidade da celulose final. Solução: abaixar o Kappa objetivo do branqueamento para 29 ± 1 .

4. Uma maior relação lixívia/ ma-

deira favorece o arraste da lignina através da parede espessa da fibra de pinho, especialmente nos casos de madeira de densidade mais alta. Procura-se trabalhar com a maior relação lixívia/madeira que garanta a produção diária programada (limitação de espaço no digestor).

6. Fatores para o aumento da viscosidade da massa marrom:

- sulfidez elevada;
- menor tempo de impregnação (depende do peso seco inicial);
- temperatura de cozimento mínima exequível;
- álcali efetivo baixo;
- fator H mínimo.

Nossa planta química produz no máximo 24 t de dióxido de cloro por dia.

Isto nos obriga a estocar dióxido de cloro antes da produção de pinho e limita a relação a 50/50 no D/C, quando a fábrica trabalha a ritmo de 950 t/dia.

A partir de 1990, passamos a ter como relação padrão no D/C 40/60 e múltiplo de cloro 0.17. Em setembro de 1990, foram instaladas as bombas de média consistência no branqueamento e os sistemas de controle Kajaani e Cormec.

As características do branqueamento e da celulose final se modificaram:

- consumo de cloro total 1015% menor, dependendo do Kappa inicial;
- o aumento da contribuição de dióxido de cloro na relação D/C impediu a quantificação de diminuição de consumo do reagente após a instalação do equipamento;
- maior homogeneidade na alvura dos vários estágios;
- menos oscilação no consumo de reagentes nos vários estágios;
- menor perda de viscosidade entre os estágios;
- a perda média de viscosidade durante o branqueamento era 220 cm³/g. Após a instalação;
- a reversão da alvura da celulose ficou mais constante do que antes da instalação do equipamento, mas a reversão média subiu para um patamar mais elevado, como ilustra a figura seguinte.

Antes da instalação das bombas de média consistência o dióxido de



cloro, dissolvido homogeneamente na lixívia de branqueamento, entra em contato com a superfície das fibras antes do que o cloro, porque este se encontrava em suspensão gasosa na lixívia. O dióxido de cloro se difundia pela parede celular antes do cloro, protegendo a cadeia celulósica de degradação.

Com a instalação das bombas de média consistência a dissolução do cloro na lixívia de branqueamento tornou-se mais eficiente e ele passou a atingir a parede das fibras ao mesmo tempo que o dióxido de cloro.

A velocidade de difusão do cloro no interior da parede é maior do que a velocidade de difusão do dióxido de cloro e ele reage indiferentemente com a lignina e com a celulose, quebrando a cadeia celulósica e dando origem a radicais carbonila e carboxila.

Quando o cloro reage com a lignina, a lignina clorada formada apresenta maior volume que a lignina inicial e fecha os poros, dificultando a penetração do dióxido de cloro. O dióxido de cloro também reage com menos eficiência com a lignina clorada do que com a lignina proveniente do cozimento sulfato.

É possível que após a instalação das bombas de média consistência as reações do cloro no D/C passaram a ser predominantes, aumentando a formação de radicais carbonila e carboxilas na estrutura da celulose.

Os demais estágios do branqueamento não tendem a diminuir estas estruturas, que irão aumentar a reversão da alvura da celulose final.

Compostos de ferro que se encontrarem no circuito de água serão absorvidos pelas carboxilas, colaborando para o aumento da reversão de alvura.

Solução: adicionar o dióxido de cloro antes do cloro no D/C, que está em estágio de implementação.

No branqueamento do **Pinus caribaea var. hondurensis** pela sequência D/C-E1-D1-E2-D2, usada anteriormente pela CFMD, como o cloro reagia com a lignina antes do dióxido de cloro, havia sub-cloração trabalhando-se com múltiplo de cloro 0.17. Formam-se cromóforos que não são facilmente removíveis, havendo necessidade de uso de excesso de dióxido de cloro no D1 para destruí-los.

Como consequência, a viscosidade final geralmente era maior usando-se um múltiplo de cloro maior no D/C, que evita a formação de cromóforos indesejáveis e a degradação no D1.

A introdução do EO parece remover esses cromóforos indesejáveis. Com a introdução do EO verifica-se uma economia de 20% de dióxido de clo-

ro no D1 para atingir o mesmo grau de alvura da situação anterior.

2.3 Otimização do processo de branqueamento

Outros parâmetros de branqueamento que contribuem para a diminuição da perda de viscosidade no branqueamento:

- aumento da contribuição do dióxido de cloro na relação D/C;
- otimização do pH no D1 e no D2;
- minimização do dióxido de cloro no D1.

O pH do D/C possivelmente é inversamente proporcional ao teor de sujeira. O pH do D2 parece ser diretamente proporcional a alvura final da celulose.

Na primeira produção de celulose de **Pinus caribaea var. hondurensis**, após a introdução do EO, os fatores que mais colaboraram para a obtenção de viscosidade elevada na celulose final foram:

- sulfidez elevada (aumenta viscosidade da celulose marrom e torna a estrutura da celulose resistente ao ataque);
- alcali efetivo baixo (degrada menos a celulose);
- aumento no dióxido na relação D/C (protege os carboidratos).

Na minimização da sujeira foi importante o pH do D/C ao redor de 2 empregado.

A alvura da celulose final foi beneficiada por maiores relações lixívia/madeira e pela elevação dos pHs do D/C e do D2.

A otimização de um processo é contínua. Vamos continuar aprendendo e melhorando nosso equipamento.

Esperamos um novo progresso a cada produção.

*Beatriz Vera Pozzi Redko
Cia. Florestal Monte Dourado
Jari*

