



Tecnologias eficientes da indústria de celulose e papel



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL

OFICINA

Tecnologias Eficientes na Indústria de Papel e Celulose: Biorrefinaria



**Tecnologias eficientes da indústria de
celulose e papel**

As Biorrefinarias e o Setor Brasileiro de Celulose e Papel

Celso Foelkel

www.celso-foelkel.com.br
www.eucalyptus.com.br



Biorrefinarias – o que são, afinal?

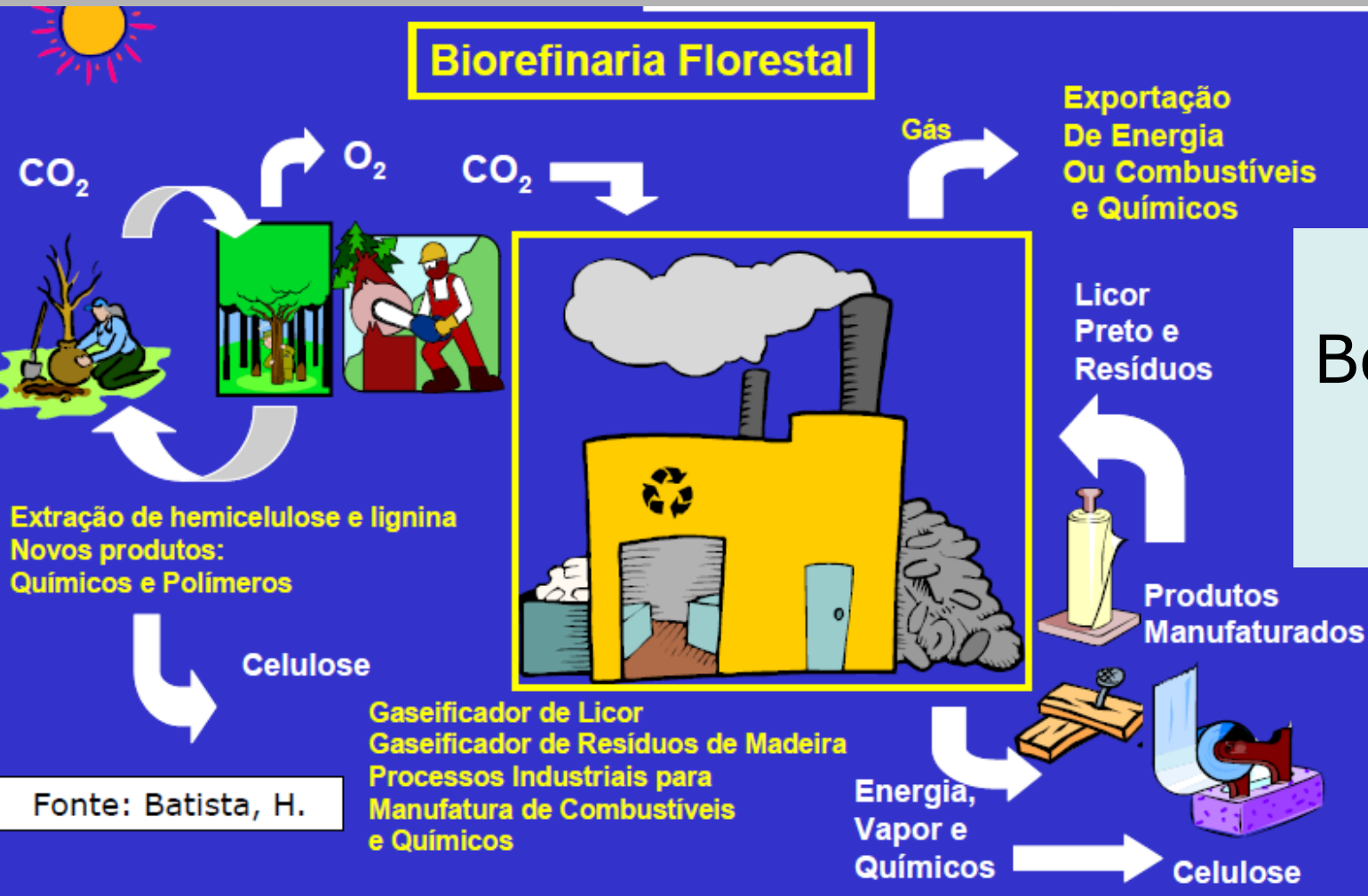
"Uma biorrefinaria de base florestal envolve a fabricação em uma mesma unidade industrial de um ou dois produtos tradicionais deste ramo industrial - celulose e papel - além de outros produtos derivados da biomassa florestal incluindo energia elétrica, biocombustíveis e produtos químicos para outros ramos industriais.

Novos produtos das biorrefinarias de base florestal estão em processo acelerado de desenvolvimento em vários países, e estarão em breve disponíveis nos mercados consumidores, seja como fonte adicional de bioenergia ou como novos insumos químicos".



Biorrefinarias

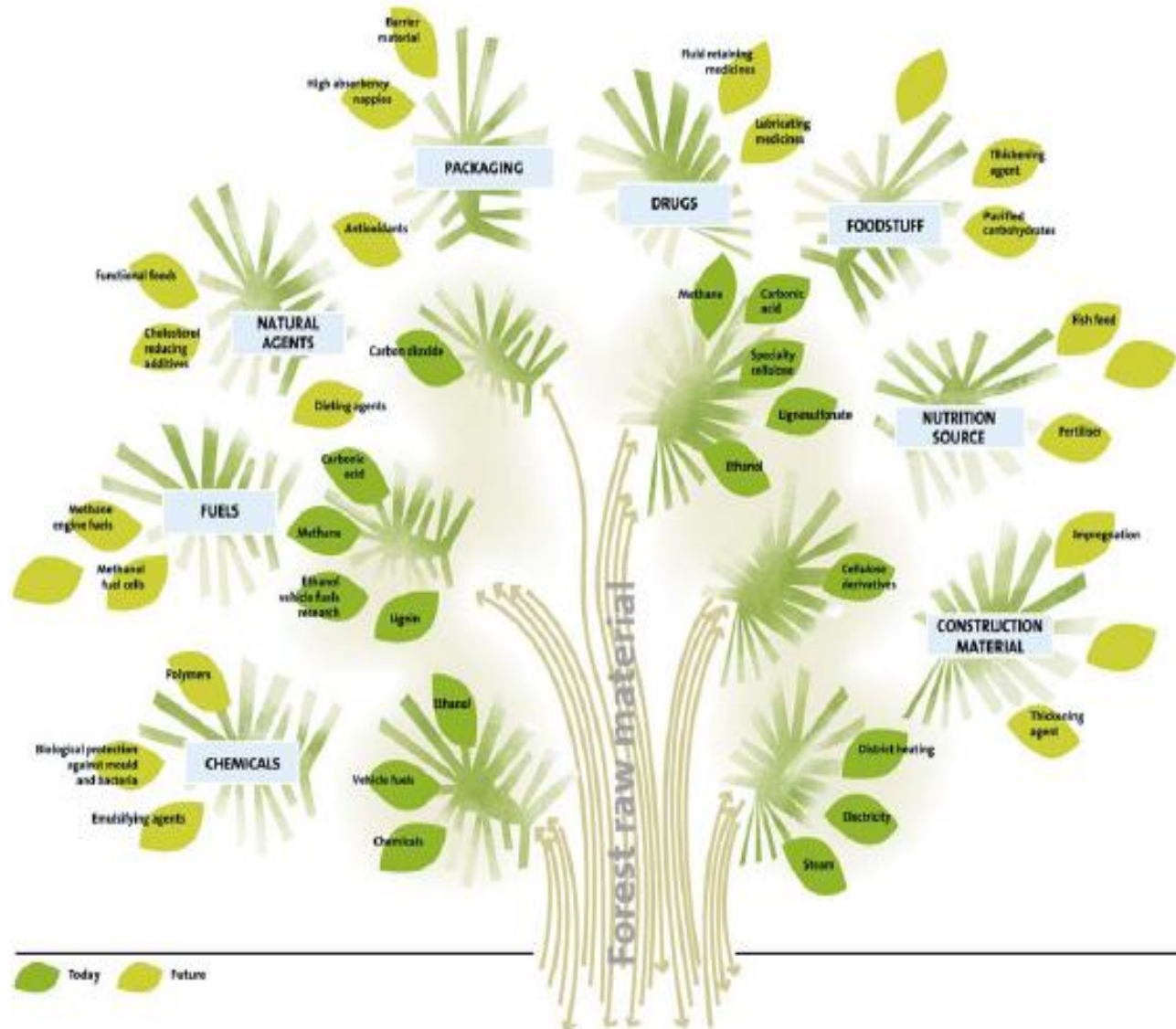
Termo novo e charmoso no setor...
...Conceito antigo para o processo sulfito





Biorrefinarias

Conceito
Domsjö





Biorefinarias

- **Toda biorefinaria visa quebrar a biomassa em unidades químicas menores e que possam ser úteis ao ser humano.**
- **Existem centenas de oportunidades para biorefinarias, desde um simples biodigestor de esterco de porco até sofisticadas unidades de extração, fermentação e purificação de químicos e combustíveis.**



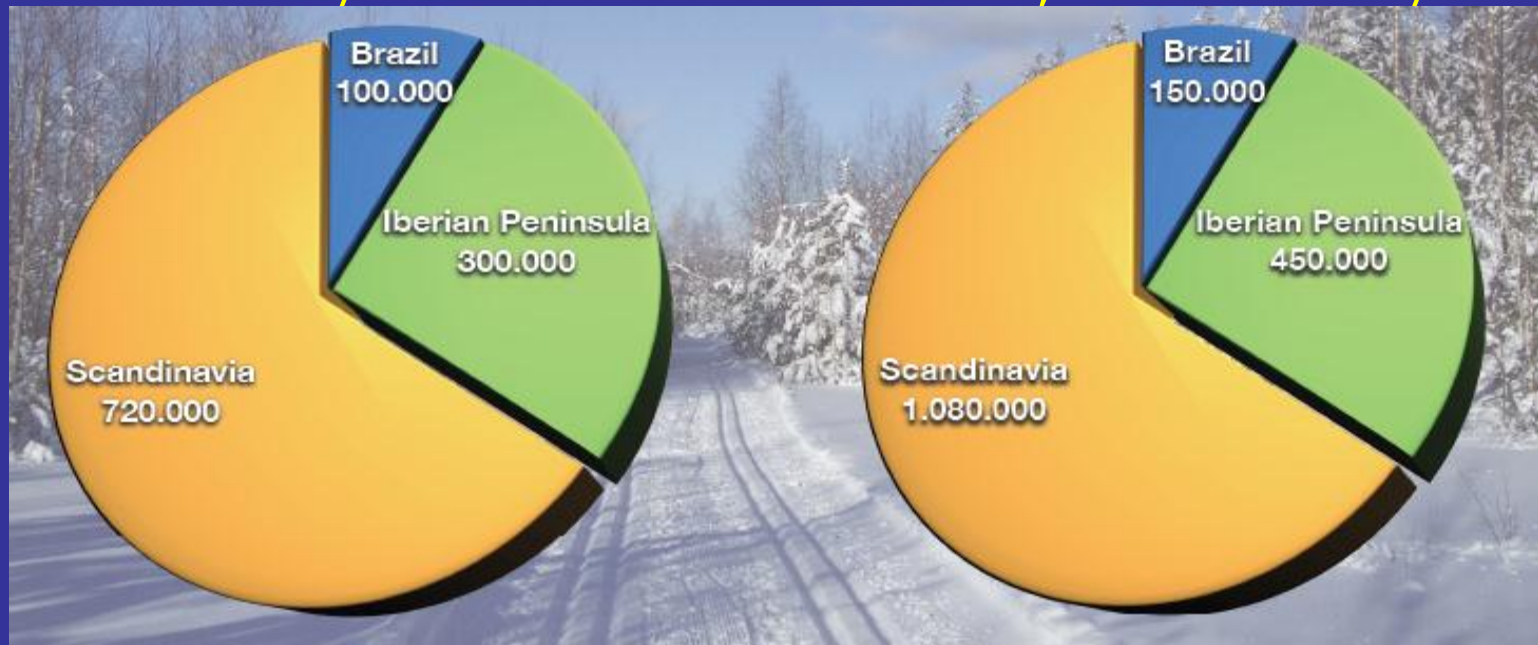
Processo kraft ou sulfato

- Dominante e gigantesco
- Altamente competitivo no hemisfério sul devido à disponibilidade de terras e à produtividade florestal

Capacidade produtiva fábrica celulose

1 Milhão adt/ano

1,5 Milhões adt/ano



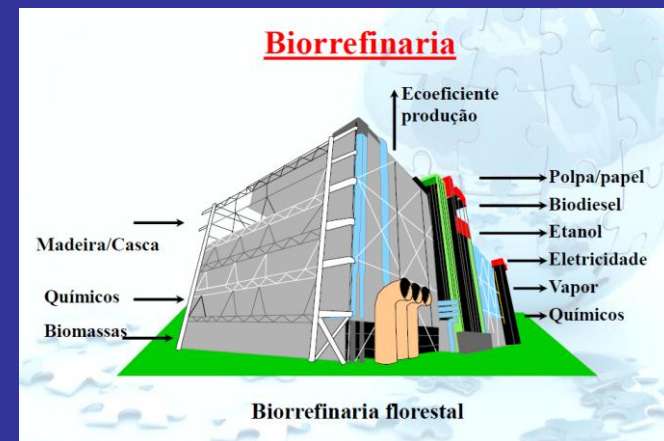
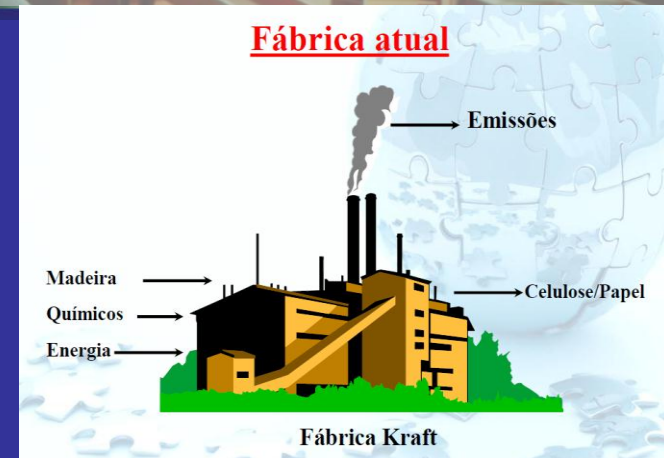
Área florestal necessária - Fonte: Poyry



Situação presente

Hemisfério Norte – Celulose Pouco competitivo

- Fábricas mais antigas
- Fábricas de menor capacidade
- Falta de escala de produção competitiva
- Falta de terras para novas florestas
- Custos elevados
- Intensa competição pelo uso da madeira
- Dependência de combustíveis fósseis
- Restrições ambientais sérias



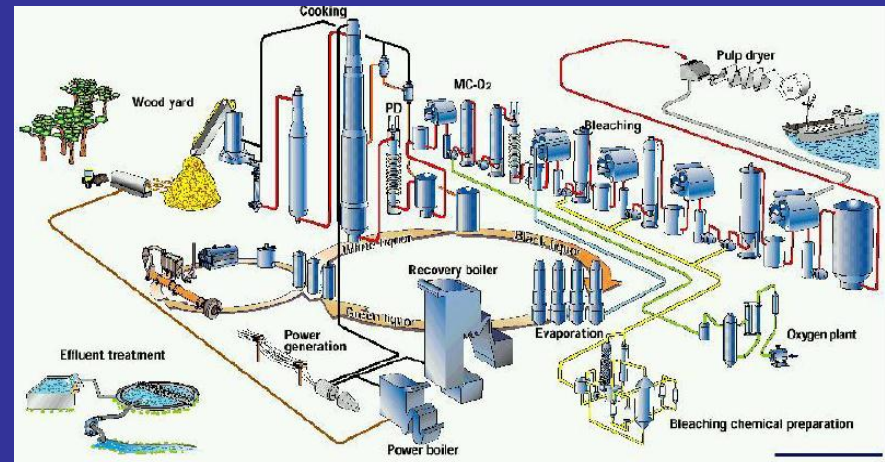
Resultado: Mudanças nas bases do negócio florestal



Situação presente

Hemisfério Sul – Celulose - Altamente competitivo

- Fábricas modernas e estado-da-arte
- “As maiores e mais ecoeficientes do planeta”
- Escala de produção entre 1 a 1,5 milhões toneladas/ano
- Disponibilidade de terras
- Custos operacionais e de produção baixos
- Grande potencial para geração de biomassa



Resultado: Fortalecimento da base do negócio florestal



Situação presente

Brasil – Altamente competitivo - Vantagens anteriores e mais ainda...

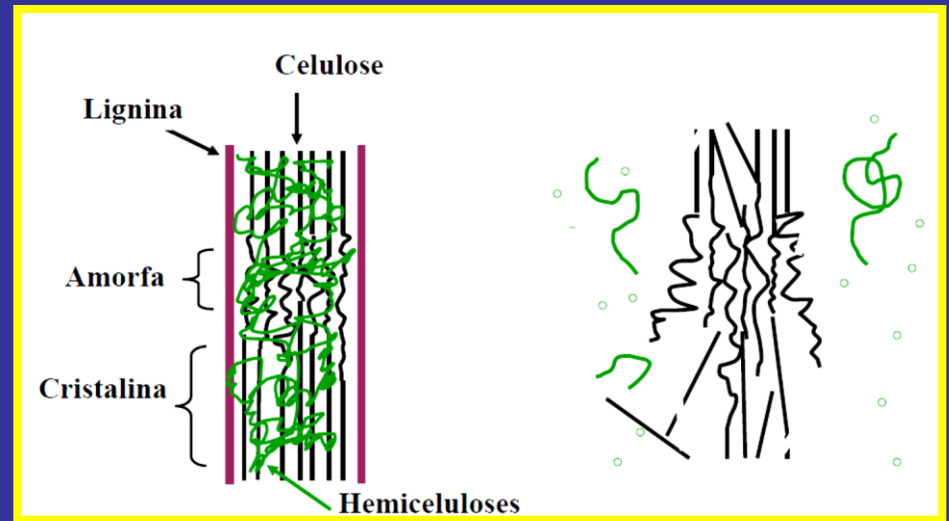
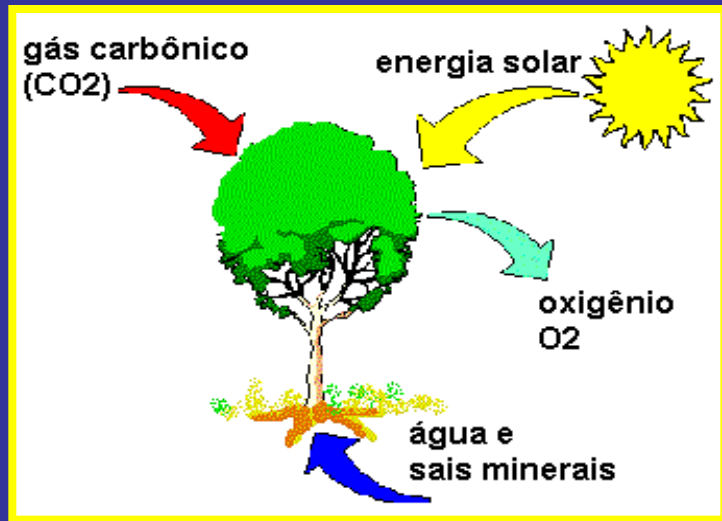
- Fábricas de celulose de mercado autossuficientes em energia elétrica, mas ainda demandando combustíveis fósseis
- Venda de eletricidade excedente (0,2 a 0,5 MWh/adt)
- Instalação de agregados produtivos locais com fábrica-âncora de celulose de mercado
- Busca de maior ecoeficiência e sustentabilidade
- Necessidade de aumentar margens com produtos de maior valor agregado
- Disponibilidade de biomassa madeira (plantações), resíduos florestais (casca)

Resultado: Diversas oportunidades interessantes para o fortalecimento da base do negócio florestal



Situação presente

Brasil – o que for bom para o hemisfério norte não precisa ser necessariamente aplicado aqui – as vantagens competitivas são bastante distintas



Porém: existem diversas bases tecnológicas em desenvolvimento que podem ser extremamente vantajosas para aumento da nossa competitividade



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas e novos produtos a partir da casca das árvores:

- Compostagem e geração de biogás;
- Extração de taninos, resinas, polifenóis, ceras, graxas, cortiça, etc.;
- Produção de etanol de primeira e segunda geração;
- Gaseificação, pirólise, torrefação e carbonização, com produção diversificada de gases, líquidos e sólidos;
- Obtenção de suberina para a indústria química;
- Densificação em briquetes ou péletes.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para resíduos orgânicos em decomposição anaeróbica:

- Compostagem e produção de biogás para uso interno como tal, ou enriquecido para venda a terceiros;
- Produção de hidrogênio a partir do biogás;
- Etc.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para as hemiceluloses extraídas da madeira ou biomassa:

- Hidrólise ácida para degradação das hemiceluloses seguida de purificação, separação do furfural e fermentação da xilose para produção de etanol;
- Fracionamento por peso molecular das moléculas de oligômeros de xilanas para retorno das maiores cadeias à celulose que esteja sendo produzida pelo processo kraft a fim de não prejudicar a qualidade da mesma (resistências e rendimentos);
- Produção de furfural pela continuação da reação de hidrólise ácida das pentoses;
- Separação da xilose (pentose monomérica) para comercialização;
- Produção de xilitol, ácido láctico, ácido acético, ácido urônico, furfural, etc.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para extração da lignina do licor preto kraft:

- Precipitação, lavagem e purificação da lignina removida do licor preto;
- Ultrafiltração do licor preto para extração da lignina conforme seu peso molecular e tamanho das moléculas;
- Produção de biocombustível de lignina com poder calorífico bem mais alto que o da madeira (entre 24 a 27 GJ/tonelada seca). Esse biocombustível pode ser vendido a terceiros ou ter adequação para ser queimado como fonte de energia no forno de cal da fábrica de celulose kraft (há muito interesse nisso).
- Purificação da lignina extraída para produção de resinas fenólicas, fibras de carbono, carvão ativo, dispersantes, emulsões asfálticas, etc.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para gaseificação do licor preto:

- Substituição parcial ou total da caldeira de recuperação kraft por utilização de processo de gaseificação do licor preto, gerando gás combustível para forno de cal ou gás de síntese para reações complementares para produção de biocombustíveis ou produtos químicos. Esse processo não inviabiliza a recuperação dos compostos inorgânicos presentes no licor preto.
- Conversão do gás de síntese em produtos tais como: metanol, dimetil-éter, hidrogênio, metano, hidrocarbonetos, biodiesel, etanol, etc.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para gaseificação de biomassa florestal residual:

- Produção de gás combustível ou de gás de síntese (preferencial) para ser usado em processos de síntese de diferentes tipos de biocombustíveis ou de produtos químicos.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para pirólise rápida de biomassa florestal residual:

- Produção de bioóleo, alcatrão, ácido pirolenhoso, piche de madeira, biodiesel, e briquetes combustíveis dos resíduos sólidos da pirólise;
- Purificação do bioóleo para produção de óleos leves, fenóis, furfural, aldeídos, ácido acético, cetonas, ésteres, etc.;
- Utilização do bioóleo como combustível para a própria fábrica de celulose.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para combustão de biomassa sólida em caldeiras de força para geração de eletricidade e calor (vapor):

- Cogeração com biomassa residual da fábrica de celulose para produção de excedente de bioeletricidade e vapor para venda a terceiros.
- Utilização de novos modelos de super-caldeiras, super-evaporadores, processos de maior rendimento na geração e transmissão da eletricidade e vapor.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para produção de etanol de segunda geração (ou etanol celulósico):

- Sacarificação da biomassa e fermentação enzimática de açúcares simples;
- Hidrólise ácida e/ou processos de polpação com solventes orgânicos para separar carboidratos e lignina dos materiais lignocelulósicos, facilitando assim as rotas de conversão bioquímicas;
- Purificação a biomassa para facilitar as rotas bioquímicas;
- Desenvolvimento de catalisadores para acelerar reações lentas e de baixos rendimentos;
- Desenvolvimento de enzimas e leveduras mais produtivas e eficientes;
- Desenvolvimento de parcerias com setor sucroalcooleiro para aceleração do desenvolvimento tecnológico.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para produção nano-cristais de celulose ou nano-celulose:

- Separação das regiões cristalinas da celulose através de processos de destruição seletiva das regiões amorfas da celulose, hemiceluloses, lignina, etc.;
- Processos de classificação dos nano-cristais e de modificação de suas superfícies para alteração de propriedades;
- Produção de insumos para a indústria química para a produção de espumas, espessantes, filmes barreira, superabsorventes, compósitos, cosméticos, meios filtrantes, etc.



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para adequações nas fábricas de celulose kraft em função das novas demandas operacionais das biorrefinarias:

- Conjugação adequada dos balanços energéticos e de materiais de forma a se ter produção contínua e estabilizada tanto na fábrica de celulose kraft como nas unidades da biorrefinaria;
- Desenvolvimento e integração de processos que permitam fechamento de circuitos de água, redução de poluentes sólidos, líquidos e gasosos e maiores eficiências energética e operacional;
- Necessidade de se adequarem escalas de produção crescentes na fabricação de celulose com escalas não tão significativas para os novos produtos das biorrefinarias;
- Recuperação da qualidade da polpa de celulose, que não pode ser afetada pela extração de materiais para a biorrefinaria;



Onde estão as oportunidades ?

Alternativas tecnológicas para adequações nas fábricas de celulose kraft em função das novas demandas operacionais das biorrefinarias:

- Adequações nas caldeiras de recuperação em função do menor poder calorífico e menores quantidades de licor preto kraft (resultantes da extração de lignina e/ou hemiceluloses ou da gaseificação do mesmo);
- Recuperação de rendimentos na conversão da madeira em celulose;
- Desenvolvimento de sinergias entre a fábrica de celulose e as unidades da biorrefinaria. Por exemplo: a remoção de parte das hemiceluloses dos cavacos facilita a polpação e a branqueabilidade da polpa kraft ou pré-hidrólise kraft.



Onde estão as barreiras?

- A indústria de celulose de mercado tem aversão ao risco, sendo que a crise financeira mundial desses anos recentes tem favorecido as decisões de curto prazo e prejudicado as estratégias de longo prazo;
- O crescimento do uso da biomassa pode tornar o preço proibitivo até mesmo para a fabricação de celulose de mercado, podendo se atingir situações de dificuldades de abastecimento;
- Os novos produtos da biorrefinaria podem passar a competir com a produção de celulose por terra, matérias-primas, espaço físico, logística e mercados;
- Muitas das tecnologias para as biorrefinarias não estão ainda industrialmente comprovadas ou otimizadas;
- Existe uma diferença muito grande entre as escalas de produção de uma fábrica de celulose e das unidades da biorrefinaria integrada, que fabricam produtos cujos mercados ainda precisam ser desenvolvidos ou conquistados;



Onde estão as barreiras?

- Existem muitas inquietudes e incertezas a nível tecnológico e mercadológico para diversas das alternativas das biorrefinarias;
- A identificação de parcerias não florestais para composição da estrutura dos negócios com biorrefinarias tem sido lenta ou inexistente, sendo poucas as chances de algumas ocorrerem no curto prazo, caso não sejam alavancadas por incentivos externos;
- Não existe no país uma clara política industrial e tecnológica estimulando mudanças na atual plataforma tecnológica do setor de papel e celulose;
- Não há no setor de fabricação e comercialização de celulose de mercado uma cultura de “diversificação de produtos e orientação a mercados”. A cultura empresarial nesse setor é mais do tipo “direcionamento para a produção” (“production-driven”) do que para o mercado (“market-oriented”). Nas fábricas de celulose de mercado isso é muito mais pronunciado do que nas fábricas integradas de papel.
- Os investimentos em biorrefinarias são enormes e adicionais aos projetados para o crescimento do setor;



Onde estão as barreiras?

- Acredita-se que os biocombustíveis só crescerão em consumo e preços em situações de preços elevados do petróleo. Nas situações de queda de preços, as biorrefinarias seriam deficitárias em resultados.
- Acredita-se que deva haver algo mais simples e barato de se produzir energia do que pela desconstrução e reconstrução da biomassa lignocelulósica;
- Não há claras evidências que vá existir biomassa suficiente para produção de biocombustíveis nas quantidades desejadas. Esse tipo de industrialização deveria ser suportado apenas pelas sobras de biomassa industrial e doméstica;
- A produção de larga escala de biomassa florestal para suprir as biorrefinarias passará a encontrar restrições legais e oposição por parte de entidades ambientalistas. Isso pode inclusive ser prejudicial às atuais plantações de florestas para suprimento das fábricas de celulose e papel.



Rotas tecnológicas mais prováveis para o Brasil no médio prazo?

- Gaseificação da biomassa para geração de combustível verde e renovável para alimentar o forno de cal, eliminando a dependência de óleo combustível de origem fóssil;
- Gaseificação de parte do licor preto kraft para aumentar a capacidade da fábrica sem ter que se investir em nova caldeira de recuperação;
- Extração de parte da lignina do licor preto para permitir aumento de capacidade na área de recuperação do licor. Essa lignina poderia ser usada como combustível no forno de cal, desde que não traga inconvenientes de aumento da poluição aérea pelo enxofre que possui, ou na qualidade da cal queimada (pela presença de sódio).
- Extração do metanol do licor preto e dos gases não condensáveis concentrados. Esse biocombustível também pode ter uso interno, até mesmo no forno de cal.
- Extração de terebintina e de "tall oil" nas fábricas de celulose kraft de coníferas (fibras longas a partir de madeiras resinosas);
- Produção de biogás pela digestão anaeróbica de resíduos orgânicos.



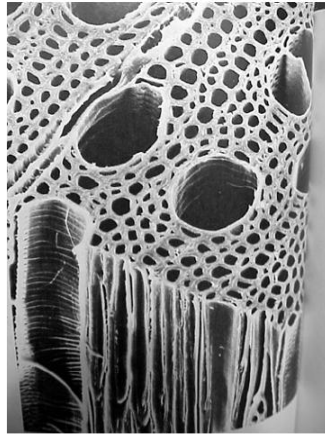
E então, como ficamos?

- As biorrefinarias oferecem oportunidades para aumentar as margens e os resultados nos negócios do setor;
- As biorrefinarias aumentam a dimensão do negócio, ampliando fronteiras e favorecendo parcerias na rede de negócios;
- As biorrefinarias podem permitir melhor ecoeficiência e utilização dos insumos, com redução dos desperdícios de biomassa e de energia;
- Existe muita ação governamental de incentivos às empresas para a prática da economia verde de baixo carbono, o que pode ser uma oportunidade para novas transformações na indústria como um todo. Isso pode ajudar a que as parcerias sejam estabelecidas com outros setores da economia, os quais conhecem o potencial de geração de biomassa renovável do setor de papel e celulose.



Obrigado pela atenção...

Mudanças fazem parte do processo industrial...



Riscos também... Mas sem eles não existiriam negócios...
Entretanto, a gestão da inovação e da P&D os minimizam e aumentam as chances de sucessos ao setor...



Obrigado pela atenção...

A futuro nos espera com surpresas – como sempre...



Frase do guru Tom Peters:
“No futuro, só teremos dois tipos de empreendedores:
os rápidos e os mortos”