

PANORAMAS SETORIAIS

Mudanças climáticas

PAPEL E CELULOSE

André Barros da Hora
Luciane Melo*

* Respectivamente, gerente do Departamento de Indústria de Base Florestal Plantada da Área de Insumos Básicos do BNDES e gerente do Departamento de Pesquisas e Operações da Área de Pesquisa e Acompanhamento Econômico do BNDES.

Introdução

A indústria brasileira de papel e celulose é bastante competitiva, fruto principalmente da alta produtividade da atividade florestal, derivada de décadas de investimentos intensivos em pesquisa e desenvolvimento, assim como das condições edafoclimáticas do Brasil. No período 1970-2013, a produção brasileira de celulose cresceu a taxas médias de 7,1% ao ano, e a produção de papel acompanhou esse movimento, a uma taxa de 5,4% ao ano, o que coloca o Brasil como o quarto maior produtor de celulose e o nono maior produtor de papéis do mundo (IBÁ, 2015). A avaliação é de que há significativo potencial de ampliação dessa indústria no país, induzido tanto pelo mercado externo, no caso da celulose e dos papéis para embalagens, quanto pela demanda interna, uma vez que o consumo nacional de papéis ainda é 15% inferior à média mundial.

Dois atividades distintas compõem o setor de papel e celulose: florestal e industrial, com impactos diversos sobre as emissões de gases de efeito estufa (GEE). O segmento florestal, que atende integralmente à demanda da indústria,¹ é responsável pela fixação de carbono e, considerando-se a expansão anual das áreas de florestas, seu impacto sobre as emissões é positivo. Segundo especialistas, o cálculo das emissões e remoções de carbono aplicado às duas atividades mostraria esse segmento com um balanço positivo. De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), as florestas plantadas para fins industriais no Brasil absorveram, em 2014, 1,69 bilhão de toneladas de CO₂ da atmosfera, no processo de fotossíntese, o que equivale a um ano das emissões nacionais (IBÁ, 2015).

O setor de papel e celulose é intensivo em energia, com uma participação de 4,3% no consumo total no Brasil em 2014 (EPE, 2015). Embora energético-intensivo, a maior parte da energia consumida pelo setor é gerada a partir de fontes renováveis, subprodutos de seus processos produtivos. Em 2014 (EPE, 2015), 71% da energia consumida pelo setor foi proveniente de fontes renováveis, destacando-se a participação de 63% de energia térmica e elétrica gerada a partir de biomassa e licor negro (que são zero GEE pelo Greenhouse Gas Protocol), o que faz com que a emissão de GEE da atividade industrial seja mais baixa do que, a princípio, o consumo de energia indicaria. A introdução da atividade florestal nessa análise torna os resultados do setor ainda mais favoráveis: de acordo com informações da empresa CMPC,² estima-se que a formação de base florestal sequestre cerca de oito a dez vezes mais CO₂ do que se emite nas plantas industriais.

¹ Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa), 100% da madeira utilizada na fabricação de celulose tem origem em florestas plantadas de eucalipto e pinus (BRACELPA, 2013).

² Informação fornecida, via e-mail, pela empresa.

A elaboração de inventários de gases de efeito estufa não é prática usual no segmento de papel, mas é relativamente bem desenvolvida em celulose. Apesar de o assunto ainda ter baixo nível de conhecimento geral, os principais líderes do setor já o incorporaram a suas práticas corporativas. Na Fibria, por exemplo, há inventários periódicos de balanço de carbono (sequestros/emissões) e indicadores de desempenho ambiental, reportados em métricas internas que compõem a remuneração variável dos funcionários. Além disso, há iniciativas voluntárias como o Carbon Disclosure Project (CDP) e reportes em relatorias anuais com base no Global Reporting Initiative (GRI) e Dow Jones Sustainability Index (FIBRIA, 2015).

Para o setor de celulose e papel existem ações pontuais de inventários preparados pela Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP). A IBÁ também está desenvolvendo indicadores nesse sentido, porém o trabalho ainda não está concluído, nem divulgado parcialmente.

Alternativas para a mitigação das emissões no setor de papel e celulose

A celulose é um composto químico natural fibroso presente nos vegetais, cuja extração pode ser realizada por meio de processos mecânicos ou químicos. O objetivo desses processos é dissolver a lignina, substância que liga as fibras da madeira, de modo a obter a celulose. Segundo informações da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO), no Brasil, em 2013, mais de 90% da celulose foi produzida por processos químicos, com predominância do processo *kraft*.³

De forma bastante simplificada, a produção do papel envolve a formação de uma massa a partir da celulose, que é depositada para formar a folha, a qual, em seguida, é seca e uniformizada. A secagem é a etapa que mais consome energia, utilizada para retirar água da folha de papel por meio de processos mecânicos e do uso de calor.

A queima de combustíveis para geração de calor e vapor utilizados no processo de produção de celulose e papel é a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa nessa indústria.⁴ O setor, ao longo dos últimos anos, vem reduzindo o uso de combustíveis fósseis como fonte de energia. No período 2005-2010, o setor de papel e celulose reduziu as suas emissões, em valores absolutos, em 6,8%, enquanto a produção aumentou 28%.⁵

³ Informações obtidas na base de dados da FAO Statistics, da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO).

⁴ Não são emitidos gases de efeito estufa pelas reações químicas que ocorrem durante o processo produtivo (ABDI, 2012).

⁵ ABDI (2012).

De acordo com informações disponíveis, a intensidade média das emissões no Brasil é significativamente inferior à média mundial (BRACELPA, 2013; ICFPA, 2015).⁶

Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mostram que a energia térmica na indústria de papel e celulose é obtida principalmente pela queima de gás natural, lenha (resíduos de madeira) e lixívia (licor negro). A participação dos combustíveis fósseis nas fontes energéticas do setor, que no período 1970-1979 foi de 53% em média, caiu para 26% nos dez anos seguintes. A partir de 1990 as reduções foram marginais, observando-se uma participação média de 14% no período 2010-2014. Além disso, entre as fontes não renováveis utilizadas para geração de calor, verificou-se uma ampliação do uso de gás natural, menos carbono-intensivo que o óleo combustível. As fontes renováveis, como já apontado, tiveram sua participação elevada, atingindo participação de 71% em 2014, notadamente lenha e lixívia, que em conjunto responderam por 63% da energia consumida (EPE, 2015).

As oportunidades para mitigação das emissões de GEE na indústria de papel e celulose, apresentadas de forma sintética no Quadro 1 a seguir, foram levantadas a partir de ABDI (2012). Como esperado, entre as opções de mitigação do setor, estão relacionadas a implantação de medidas de eficiência energética, a ampliação do uso de fontes renováveis e não renováveis de menor intensidade carbônica e a cogeração. Foram incluídas, adicionalmente, algumas tecnologias emergentes tanto para a produção de papel quanto para a de celulose.

Para a produção de celulose, foram identificadas duas tecnologias inovadoras: a caustificação eletrolítica direta e a gaseificação da lixívia. A caustificação eletrolítica tem como resultado esperado principal a simplificação do processo produtivo. A gaseificação da lixívia tem como resultado o aumento da eficiência energética, com impacto relevante sobre as emissões. Para a produção de papel, foram incluídas três inovações aplicáveis à etapa de secagem: a secagem mecânica em correia condensadora; a formação de folha seca; e a secagem por impulso. As três inovações para a produção de papel são interessantes do ponto de vista da redução das emissões de GEE e, de formas diferentes, procuram tornar o processo de secagem mais eficiente por meio da redução do consumo de energia.⁷

De modo geral, ainda há obstáculos para aplicação das tecnologias emergentes apresentadas, como a falta de produção de bens de capital em escala industrial, o elevado custo de capital para implantação e, principalmente, a ausência de comprovação dos benefícios gerados pela sua utilização (ABDI, 2012).

⁶ Segundo a Bracelpa (2013), o fator de emissões do setor no Brasil é de 0,35 tCO₂eq/t, enquanto a média mundial é de 0,65 tCO₂eq/t. Para os membros do The International Council of Forest & Paper Associations (ICFPA, 2015), em 2012-2013, esse indicador era de 0,57 tCO₂eq/t produzida.

⁷ CGEE (2013) e ABDI (2012) descrevem essas inovações.

A cogeração de energia também se constitui em oportunidade para o setor que já vem sendo utilizada, mas pode ser ampliada.⁸ A reciclagem de papel é outra alternativa para redução do uso de energia, pois o consumo na produção de polpa de celulose virgem é superior ao da reciclagem, o que gera um balanço final positivo a favor do reaproveitamento do papel. O impacto nas emissões, contudo, não é claro, pois depende principalmente dos combustíveis utilizados nas unidades de reciclagem em comparação com as unidades que produzem a polpa de celulose virgem (ABDI, 2012).

O Quadro 1, apresentado a seguir, sintetiza as principais oportunidades para redução de emissões na indústria de papel e celulose.

Quadro 1: Medidas para mitigação das emissões de gases de efeito estufa

OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE EMISSÕES			PONTOS FRACOS	PONTOS FORTES
Novas tecnologias	Aplicadas à produção de celulose	Caustificação eletrolítica direta	<ul style="list-style-type: none"> » Não há ainda viabilidade técnica para adoção em larga escala; » Baixo impacto sobre consumo de energia e sobre emissões 	<ul style="list-style-type: none"> » Redução da necessidade de capital; » Simplificação do controle do processo; » Melhoria da qualidade do produto
		Gaseificação da lixívia	<ul style="list-style-type: none"> » Elevados custos de capital; » Falta de comprovação dos resultados 	<ul style="list-style-type: none"> » Redução significativa do consumo de energia; » Ampliação da segurança do processo produtivo
	Aplicadas à produção de papel	Secagem mecânica em correia condensadora	<ul style="list-style-type: none"> » Tecnologia ainda não comprovada para vários tipos de papel 	<ul style="list-style-type: none"> » Redução significativa do consumo de energia; » Impacto positivo sobre a qualidade e produtividade
		Formação a seco de folha	<ul style="list-style-type: none"> » Redução da velocidade de produção 	<ul style="list-style-type: none"> » Redução significativa do consumo de energia; » Redução da necessidade de capital
		Secagem por impulso	<ul style="list-style-type: none"> » Tecnologia não demonstrada em escala industrial 	<ul style="list-style-type: none"> » Redução significativa do consumo de energia; » Redução da necessidade de capital; » Aumento da velocidade de produção
Associadas à geração e ao uso de energia	Aplicadas à energia térmica	Substituir fontes não renováveis por fontes renováveis ou não renováveis de menor intensidade carbônica, como o gás natural	<ul style="list-style-type: none"> » Disponibilidade de biomassa e gás natural; » Parte da substituição foi realizada, movimento adicional deve ser apenas marginal 	<ul style="list-style-type: none"> » Uso de fontes renováveis é bastante disseminado
	Aplicadas à energia elétrica	Ampliação do uso da cogeração	<ul style="list-style-type: none"> » Investimento elevado necessário para instalação do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> » Tecnologia disponível e disseminada
Reciclagem			<ul style="list-style-type: none"> » Complexidade logística; » Possibilidade de impacto negativo sobre as emissões de GEE 	<ul style="list-style-type: none"> » Redução do consumo de energia

Fonte: ABDI (2012) e Martin *et al.* (2000).

⁸ A cogeração pode ser definida como a produção simultânea e sequenciada de energia térmica e elétrica a partir de um mesmo combustível, possibilitando maior eficiência energética do sistema como um todo em comparação com a produção independente das duas formas de energia (ABDI, 2012).

Das oportunidades de redução de emissões mapeadas para o segmento de papel e celulose, e consolidadas no Quadro 1, aquelas associadas à geração e uso de energia já foram implantadas por todas as grandes empresas brasileiras de celulose.

As produtoras de celulose de mercado (Fibria e Eldorado, por exemplo), celulose vendida para os fabricantes de papéis não integrados, no Brasil e no exterior, possuem base florestal própria, fabricam a celulose a partir da madeira plantada e produzem a própria energia, vendendo o excedente no mercado. Tanto as oportunidades de redução de emissões por meio da substituição de fontes não renováveis por fontes renováveis quanto as aplicadas à energia elétrica (ampliação do uso da cogeração) já são uma realidade na indústria há algum tempo. Essas empresas têm balanço negativo de emissões em sua cadeia de produção (conforme informado em seus relatórios de sustentabilidade), e há muito pouco espaço para reduções adicionais significativas de GEE.

No que se refere às empresas do segmento de papel, há que se fazer uma distinção. Existem empresas integradas que, assim como as de celulose de mercado, possuem base florestal própria, fabricam a celulose a partir da madeira plantada, mas utilizam essa celulose para fabricar o produto final, papéis (Suzano e Klabin, por exemplo). Nesse caso, as oportunidades de redução de emissões mapeadas no Quadro 1, tanto aquelas voltadas à produção de celulose quanto à fabricação de papel, podem ser aplicadas. Entretanto, como a produção é integrada, já há uma sinergia bastante significativa no uso da energia excedente do processo de fabricação de celulose, sendo transferido para utilização no processo de fabricação do papel.

Já as empresas produtoras de papéis não integradas, energo-intensivas sem geração própria de energia, são normalmente de pequeno e médio portes, sem condições financeiras de realizar investimentos que não tragam resultados diretos e, de preferência, no curto prazo. Nesse segmento há mais oportunidades para redução das emissões. Para esse grupo de empresas, medidas de eficiência energética, tais como a recuperação de vapor, a otimização do processo de combustão e o uso de máquinas e equipamentos mais modernos e eficientes, apresentam potencial para reduções significativas de emissões de carbono.

Na linha de utilização de fontes renováveis para geração de energia térmica, parece haver consenso na indústria de que em novas tecnologias o biodesenvolvimento a partir do uso energético da lignina merece atenção e pode no médio prazo vir a ser fonte viável de redução de carbono, dentro do conhecido conceito de *best available technology (BAT)*. Porém, ainda é necessário passar pela curva de aprendizado dessa implantação para melhor avaliar e ponderar sobre oportunidades e barreiras existentes. São consideradas aplicações inovadoras para conversão de resíduos industriais

orgânicos tanto aquelas que promovem a redução de geração de metano em aterros industriais como as que permitem o aproveitamento energético de resíduos em geral, como plásticos, papéis, sobras de madeira de construção etc. Tais aplicações, entretanto, na opinião de empresas do setor,⁹ ainda estariam sujeitas à análise custo benefício.

Perspectivas para as emissões do setor

A expectativa para o setor, em termos da emissão de gases de efeito estufa, é a continuidade da redução gradual das emissões. Conforme apontado, o maior desafio está na atualização tecnológica das pequenas e médias empresas produtoras de papel.

As empresas produtoras de celulose ou produtoras de papel integradas são eficientes e atualizadas tecnologicamente. Há, entretanto, empresas produtoras de papel de pequeno e médio porte defasadas, que utilizam maquinário com alta idade tecnológica e elevado consumo de energia. Essas empresas poderiam se beneficiar da atualização tecnológica e da implantação de medidas de eficiência energética.

A fábrica de celulose é, atualmente, uma unidade produtiva que, a partir da biomassa da madeira, produz energia (calor e energia elétrica), celulose, e, no caso de empresas integradas, papel. Com o desenvolvimento de novas tecnologias, será possível utilizar de modo mais eficiente a biomassa disponível para a produção adicional de artigos de maior valor agregado, tais como químicos, bioprodutos e biocombustíveis, ou para a geração de maior volume de energia. Esse aproveitamento da biomassa deverá ter como efeito uma redução da emissão de carbono, uma vez que produtos obtidos atualmente por meio de fontes não renováveis podem passar a ser produzidos a partir de biomassa, com impacto positivo sobre as emissões.

Referências

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. *Subsídios para a elaboração de uma estratégia industrial brasileira para a economia de baixo carbono*: caderno 2: nota técnica papel e celulose. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/caderno%2002%20-%20Papel%20e%20celulose.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. *Mudanças climáticas: ações globais precisam ser efetivas*. Folha da Bracelpa, fev./mar. 2013.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. *Eficiência energética: recomendações de ações de CT&I em segmentos da indústria selecionados: celulose*

⁹ Informação fornecida, via e-mail, por duas empresas do setor entrevistadas.

e papel. *Série Documentos Técnicos*, Brasília, n. 20, set. 2013. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/atividades/redirect/8625>>. Acesso em: 22 out. 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. *Balanço energético nacional 2015: ano base 2014*. Rio de Janeiro, 2015.

FIBRIA. *Novo olhar para o futuro: relatório 2014*. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://fibria.infoinvest.com.br/ptb/6124/relatorio2014-novo-olhar-para-o-futuro-pt.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. *Relatório IBÁ 2015*. Brasília, 2015.

INTERNATIONAL COUNCIL OF FOREST & PAPER ASSOCIATIONS – ICFPA. *2015 ICFPA sustainability progress report*. [S.l.], 2015.

MARTIN, N. *et al. Emerging energy efficient industrial technologies*. Berkeley: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2000. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/5jr2m969>>. Acesso em: 3 nov. 2015.