

# O SETOR INDUSTRIAL E A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA: o caso do setor industrial de papel e celulose

*Karen Juliana do Amaral<sup>1</sup> & José Paulo Soares de Azevedo<sup>2</sup>*

**RESUMO** – Este trabalho apresenta uma contribuição para a caracterização do uso da água no setor industrial de papel e celulose, decorevendo brevemente o processo de produção de papel e celulose sulfato, enumerando os usos da água dentro de uma planta integrada e qualidade do efluente produzido. Como estudo de caso é feito um cálculo do valor a ser arrecadado com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, considerando a produção e os dados coletados no ano de 2005 em uma indústria de papel e celulose integrada, localizada às margens do rio Tibagi, cidade de Telêmaco Borba, Paraná. Práticas de reúso neste setor se restringem à qualidade exigida em cada parte do processo de produção e às características do produto final. Diversas técnicas para tratamento de efluentes disponíveis, suas eficiências, bem como a qualidade da água exigida para cada parte do processo são apresentadas. Como contribuição são realizadas algumas propostas, entre elas a adoção da compensação para o setor industrial, a qual aliada à cobrança pode incentivar práticas de reúso e investimentos em tecnologias dentro da produção, levando a um menor consumo de matéria-prima e a uma diminuição das emissões ao meio ambiente.

**ABSTRACT** – The present study presents a contribution for the characterization of the water use in the pulp and paper industry, with a short description of the sulfate process, the water uses in a pulp and paper plant and the quality of their effluents. A case study of the charges with data from an integrated pulp and paper industry, located at Tibagi river, Telêmaco Borba, state of Paraná is presented. The water reuse depends on the required quality of the water along the production process and on the final product quality. Available techniques, efficiencies and the water quality for each part of the process are shown. Some suggestions for the future are made, one of them is the compensation politic in the industrial sector, that could support the reuse and the investments in new technologies, in order to consume less resources and reduce environment emissions.

**Palavras-chave:** indústria de papel e celulose, cobrança, reúso

---

1) Doutoranda, bolsista do CNPq Brasil, coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, COPPE, Programa de Engenharia Civil, Área de Recursos Hídricos. E-mail: karen@coc.ufrj.br

2) Professor Adjunto, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, COPPE, Programa de Engenharia Civil, Área de Recursos Hídricos. Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala 206, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: zepaulo@hidro.ufrj.br

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os vários setores usuários de água, o setor industrial é o segundo maior consumidor de água (Mancuso *et al.* (2002)). Para este setor específico, a água é um insumo essencial para a realização de quase todos os processos.

A gestão de Recursos Hídricos em articulação com a gestão Ambiental deve incentivar uma revisão da gestão dos sistemas industriais de água e efluentes, com o objetivo de diminuir o consumo de água bruta e produção de efluente, além de controlar os lançamentos em corpos d'água superficiais.

Um importante instrumento previsto na Lei 9433/97 é a cobrança pelo uso da água (artigo 5º, parágrafo IV), que a partir da sua implementação leva a uma oneração direta do setor industrial.

Este trabalho tem seu foco no setor industrial de papel e celulose, que possui um importante papel na economia do país, ocupando o Brasil a 6º posição entre os maiores produtores do mundo. No território nacional encontram-se 220 empresas localizadas em 450 municípios, em 16 Estados (BRACELPA (2006)). No Estado do Paraná, cidade de Telêmaco Borba às margens do rio Tibagi, está situada a unidade de Monte Alegre, pertencente ao grupo Klabin S.A., uma das maiores indústrias de papel e celulose da América do Sul. Os produtos finais são papel para imprensa e papel para embalagens, cuja produção demanda uma vazão diária de 80000 m<sup>3</sup>, com devolução de aproximadamente 72000 m<sup>3</sup> ao rio, constituindo o usuário de maior vazão outorgada dentro da Bacia do rio Tibagi, depois da companhia de abastecimento de água e esgotamento sanitário da cidade de Londrina, que possui aproximadamente 500000 habitantes (IBGE - Censo Demográfico de 2000).

Este trabalho apresenta uma contribuição para a caracterização deste tipo de uso da água, decrevendo brevemente o processo de produção de papel e celulose sulfato, enumerando os usos da água dentro de uma planta integrada e caracterizando o efluente produzido. Como estudo de caso é feito um cálculo do valor a ser arrecadado, considerando a produção e os dados coletados no ano de 2005 para a Klabin S.A.

Práticas de reúso no setor industrial são limitadas à qualidade exigida em cada parte do processo de produção e às características do produto final. Diversas técnicas para tratamento de efluentes disponíveis, suas eficiências, bem como a qualidade da água exigida para cada parte do processo são apresentadas.

Como contribuição para o futuro são feitas algumas propostas para a adoção da compensação para o setor industrial, a qual aliada à cobrança pode incentivar práticas de reúso e investimentos em tecnologias dentro da produção, levando a um menor consumo de matéria-prima e à diminuição das emissões ao Meio Ambiente.

## 2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL E CELULOSE

O fluxograma apresentado abaixo apresenta de forma simplificada o processo de produção de papel e celulose.

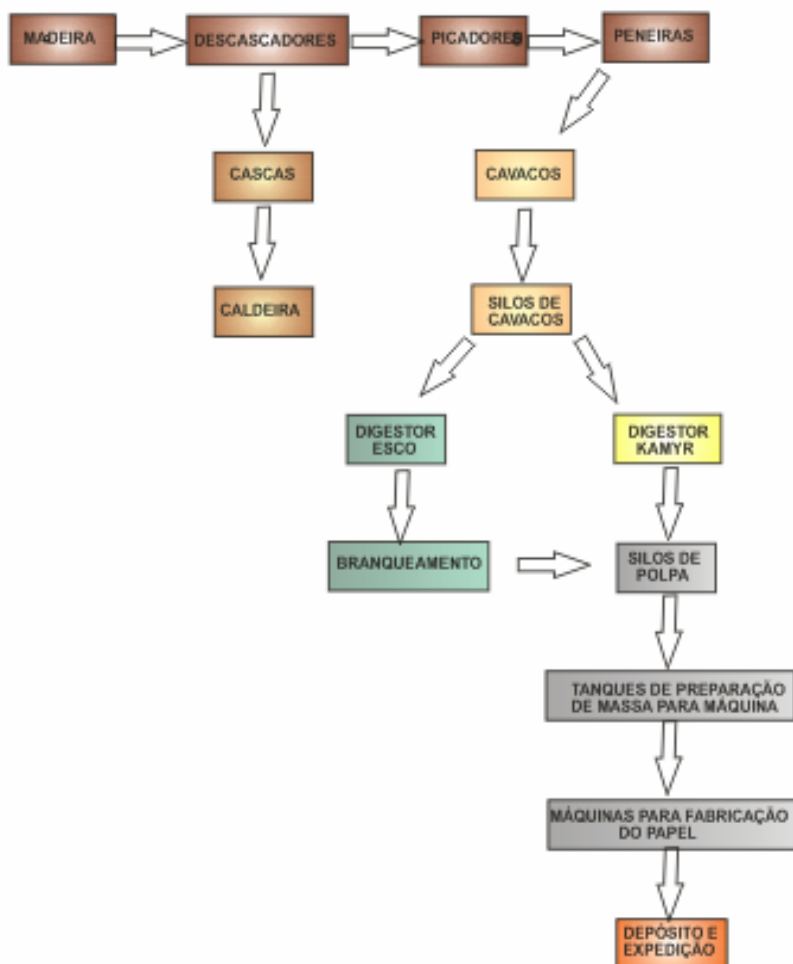


Figura 1 – Fluxograma simplificado da produção de papel e celulose

A madeira, matéria-prima para produção das fibras, é inicialmente descascada e picada em pedaços relativamente uniformes, os cavacos. As cascas são aproveitadas como fonte de energia para abastecimento das caldeiras, enquanto os cavacos seguem para armazenamento em silos e daí para o cozimento nos digestores. No processo sulfato, esse licor é constituído principalmente de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) e de sulfeto de sódio (Na<sub>2</sub>S). Após o cozimento, uma parte das fibras passa por um processo de branqueamento antes do armazenamento nos silos de polpa e daí para os tanques de preparação da massa para abastecimento das máquinas de papel. O papel, produto final, é embalado, cortado e armazenado em depósitos.

### 3 USOS DA ÁGUA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO

#### 3.1 Pontos de captação de água bruta

A captação de água para abastecimento da fábrica e do conjunto residencial de Harmonia é feita em duas fontes, ambas pertencentes à Bacia do rio Tibagi. Uma delas localiza-se no rio Tibagi, a 651,46 m de altitude, com uma capacidade instalada de 4200 m<sup>3</sup>/h e a outra consiste numa barragem, denominada Harmonia, a 715m de altitude, com capacidade instalada de 5300 m<sup>3</sup>/h. A capacidade nominal da estação de tratamento é de 5000 m<sup>3</sup>/h.

Dentre os dois pontos de captação, a Barragem Harmonia com uma capacidade de armazenamento de 5290 milhões de m<sup>3</sup> de água bruta e profundidade máxima da represa de 15 m, apresenta uma capacidade suficiente para suprir a demanda da fábrica e do conjunto residencial. A prioridade do uso da água proveniente desse ponto de captação se deve à qualidade da água superior, que apresenta uma turbidez e cor inferiores ao da água proveniente do rio Tibagi, levando a uma economia de produtos químicos no tratamento. Além disso, o ponto de captação da Barragem Harmonia tem uma localização privilegiada, que leva a um gasto inferior para o bombeamento da água até a ETA.

De acordo com Nordell (1961), Shereve e Brink Jr (1980), Nalco (1988), Silva e Simões (1999) *apud* Mierzwa e Hespanhol (2005), a água na indústria pode ser destinada aos seguintes usos:

- Matéria-prima: quando é incorporada no produto final, como por exemplo, em uma indústria de bebidas ou quando é utilizada para gerar outros produtos, como exemplo o hidrogênio.
- Fluido auxiliar: preparo de suspensões e soluções, reagentes químicos, lavagem ou como veículo.
- Geração de energia: transformação de energia cinética, potencial ou térmica acumulada na água inicialmente em energia mecânica e posteriormente em energia elétrica.
- Fluido de aquecimento e/ou resfriamento: neste caso o aquecimento normalmente se dá na forma de vapor e o resfriamento é exigido devido à geração de calor ou às condições de operação estabelecidas, pois a elevação de temperatura pode comprometer o desempenho do sistema e danificar equipamentos.
- Transporte e assimilação de contaminantes: neste uso ficam incluídas as instalações sanitárias, lavagem de equipamentos e instalações, incorporação de subprodutos sólidos, líquidos ou gasosos gerados pelo processo.

A Figura 2 mostra uma combinação das áreas consumidoras de água bruta dentro da produção integrada de papel e celulose, suas respectivas vazões e uma visão dos usos potenciais, representados pela respectiva porcentagem sob a vazão total de água bruta captada.

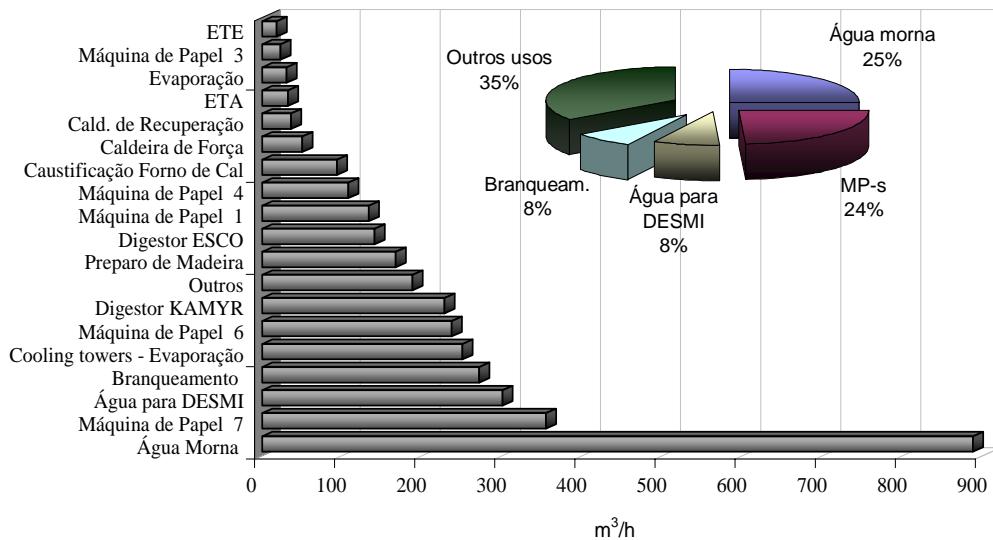


Figura 2 – Consumos de água bruta por área da produção

O maior consumo se dá para fornecimento de água morna para a produção e posteriormente para o conjunto das máquinas, totalizando aproximadamente 50% da vazão de água bruta consumida. Na planta de desmineralização (DESMI) há o tratamento da água destinada à produção de vapor para abastecer as caldeiras. O branqueamento é o quarto maior consumidor, explicado pela impossibilidade do fechamento total dos circuitos pela falta ainda de tecnologias adequadas (European Commission (2001)). Os consumos externos compreendem os laboratórios, cozinha, restaurante, chuveiros, toaletes e as perdas advindas de problemas em equipamentos e tubulações.

### 3.2 Produção de efluentes

A Figura 3 e a Figura 4 mostram as fases do processo de produção de celulose e a circulação de água na máquina de papel, respectivamente.

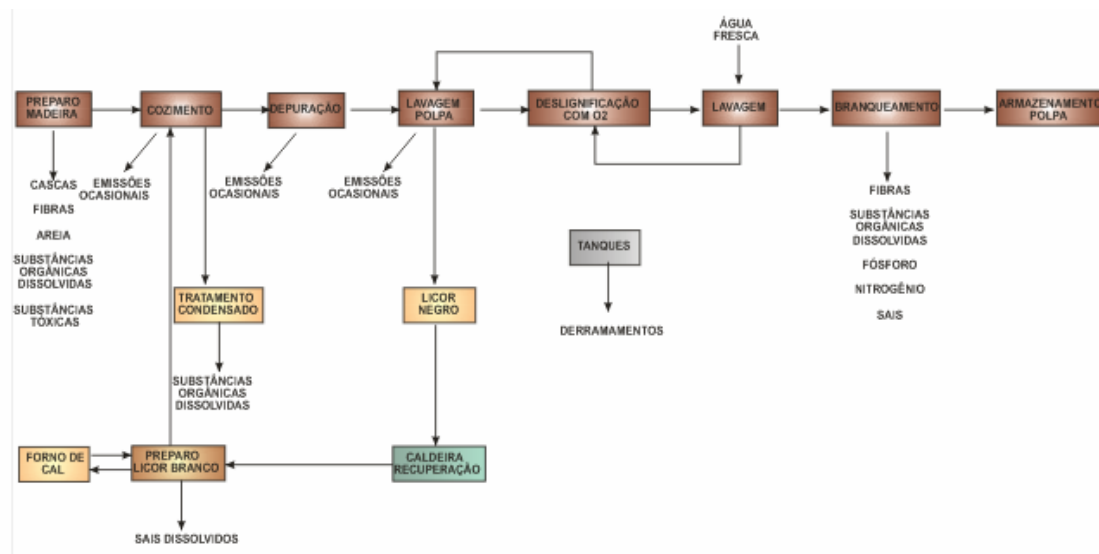


Figura 3 – Usos da água na produção da celulose e componentes dos efluentes gerados

Fonte: Adaptado de European Commission (2001)

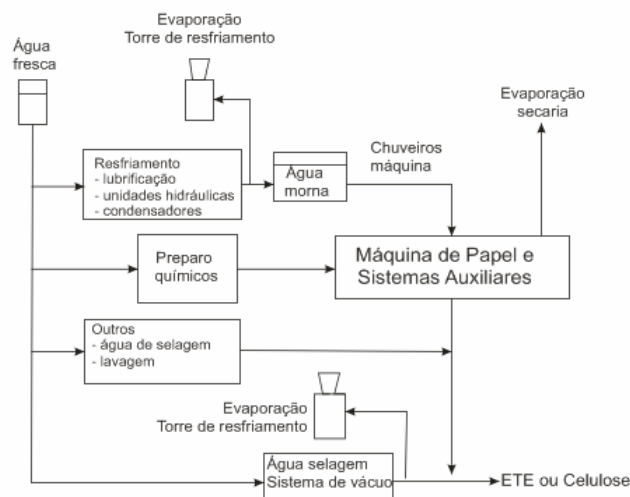


Figura 4 – Esquema da circulação de água na máquina de papel e origem dos efluentes

Fonte: European Commission (2001)

Os efluentes hídricos gerados pela indústria de papel e celulose podem acarretar poluição de origem química, física, biológica e físico-química.

A poluição química (orgânica e inorgânica) é a responsável pela maior carga de emissões. Dentre as áreas geradoras desse tipo de poluição encontra-se: evaporação de licor negro; purga contínua das caldeiras; extração ácida e alcalina do branqueamento; efluente da máquina de papel; lavadores de gases; decantadores da ETA; efluente das máquinas de papéis; boil-out de máquinas; drenagem e limpeza de tanques de químicos; regenerações da desmineralização.

A poluição física é gerada pelas altas temperaturas dos efluentes, emitidos principalmente nas unidades de branqueamento e nas purgas das caldeiras.

A poluição físico-química é gerada quando efluentes com valores altos ou baixos de pH são lançados na rede de efluentes. Exemplos de fontes deste tipo de poluição são a regeneração de um filtro de resina ou lavagem e a purga de um tanque destinado a preparo de químicos para abastecimento de uma máquina de papel. Os sólidos em suspensão também geram poluição físico-química, através da alteração da turbidez dos efluentes.

A poluição biológica pode ser gerada quando da limpeza das máquinas, tanto da máquina de secagem como da máquina de papel. Também os efluentes sanitários, que são tratados juntamente com os efluentes industriais, podem ser geradores de poluição biológica.

### 3.3 Diluição de efluentes

O descarte no corpo hídrico se dá após o tratamento secundário na planta de tratamento de efluentes, representada na Figura 5.

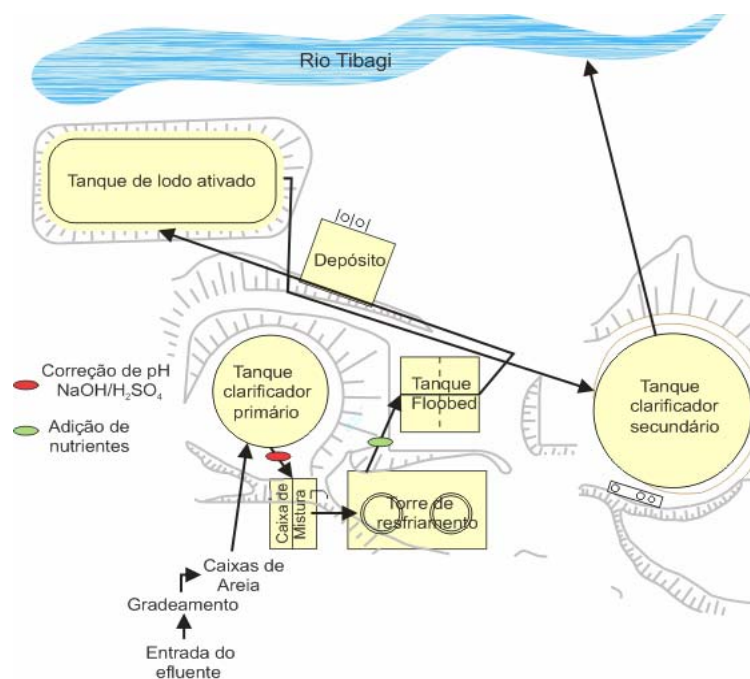


Figura 5 – Estação de Tratamento de Efluentes (Stand 2005)

O corpo hídrico utilizado para a diluição dos efluentes é o rio Tibagi, integrante da Bacia do Tibagi que está localizada inteiramente no estado do Paraná, possuindo uma área de drenagem de 24712 km<sup>2</sup>, sendo considerada uma das maiores bacias hidrográficas do estado e a segunda maior bacia em importância econômica e social (Brannstrom (2001)).

A

Tabela 1 lista as outorgas fornecidas no rio Tibagi pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), órgão gestor de Recursos Hídricos no Estado do Paraná.



Tabela 1 – Lista de usuários cadastrados e respectiva vazão outorgada (SUDERHSA (2005))

Rio	Atividade específica	Município	Uso	Vazão (m <sup>3</sup> /h)
Rio Tibagi	Abastecimento de água e esgotamento sanitário	Londrina	Saneamento	8828
Rio Tibagi	Celulose e papel	Telêmaco Borba	Indústria	4200
Rio Tibagi	Fabricação e engarrafamento de cervejas e chopes	Ponta Grossa	Indústria	741
Rio Tibagi	Abastecimento de água e esgotamento sanitário	Telêmaco Borba	Saneamento	720
Rio Tibagi	Abastecimento de água e esgotamento sanitário	Jataizinho	Saneamento	180
Rio Tibagi	Abastecimento de água e esgotamento sanitário	Tibagi	Saneamento	110
Rio Tibagi	-	Jataizinho	Indústria	60
Rio Tibagi	-	Ibiporã	Indústria	10
Rio Tibagi	-	Ponta Grossa	Indústria	10
Rio Tibagi	-	Ponta Grossa	Indústria	5
Rio Tibagi	Exploração de areia	Ortigueira	Indústria	5

A unidade de Monte Alegre representa o segundo maior usuário localizado na bacia, possuindo dois pontos de captação de água bruta (ver item 3.1) e um ponto de diluição localizado no rio Tibagi, representados na Figura 6.



Figura 6 – Mapa de localização dos principais rios e pontos de captação/lançamento da fábrica

## **4 A POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO PARANÁ**

A Política de Recursos no Estado do Paraná foi instituída através da Lei Estadual Nº12726 de 26/11/1999, responsável pela criação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Atualmente, o órgão gestor de Recursos Hídricos é a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), criado pela Lei Estadual Nº11352/96.

No período de 2000 a 2002 foram elaborados vários Decretos Regulamentadores, com objetivo de estabelecer um modelo institucional (Conselho, Comitês de Bacia, Unidade Executivas Descentralizadas e Poder Público outorgante) e os instrumentos do sistema de gerenciamento de recursos hídricos (procedimentos de outorga, Fundo Estadual de Recursos Hídricos e cobrança pelo Direito de uso da Água) (Roorda (2005)).

A implementação da Política de Recursos Hídricos no estado apresenta duas fases bem distintas. A primeira que vai de 1999 até 2003, na qual o Governo do Estado apresenta o papel de indutor do processo com presença no Conselho Estadual de Recursos Hídricos e participação nos Comitês de Bacia Hidrográfica. Nesta fase foi criada a primeira Agência de Bacia, através do Contrato de Gestão entre o Governo e a Associação de Usuários de Recursos Hídricos das Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira (ROORDA, 2005).

A partir de 2003, com a mudança do representante do Governo Estadual, houve uma forte mudança na filosofia de gestão, que entende que a gestão deve ser de domínio público (Cheida (2003) *apud* Roorda (2005)).

Através do Decreto Nº 1651/03 o governo atribui à Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA a função de Agência de Bacia e o Decreto Nº 3.619 de 14 de setembro de 2004 aprova o regulamento da mesma.

Segundo Roorda (2005), o Projeto de Lei Nº 343/05 tramita na Assembléia e prevê a modificação da Lei 12726/99, que prevê a SUDERHSA como único órgão apto a exercer as funções de Agência de Bacia.

### **4.1 Classificação do rio Tibagi e limites de lançamento**

O enquadramento de corpos d'água é previsto na Lei 9433/97 (Art. 5º *caput* II ) como um instrumento da Política de Recursos Hídricos e está ligado à qualidade compatível com o uso mais exigente a que é destinado o corpo d'água. Condições e padrões de lançamento de efluentes são determinados pela Resolução Nº 357 Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Condições especiais de lançamento ou parâmetros adicionais para indústrias instaladas no estado do PR aparecem na Licença de Operação fornecida pelo órgão ambiental estadual responsável.

O Capítulo IV da Resolução Nº 357, *DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES*, artigos 24 e 25, deixa claro a obrigação da empresa de cumprir as exigências tanto da dessa Resolução, como da Licença de Operação.

A Portaria SUREHMA (Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente) Nº003/91 de 21 de março de 1991 enquadra os cursos d'água da Bacia do rio Tibagi, baseada na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) Nº 20 de 18 de junho de 1986, recentemente substituída pela Resolução Nº 357, de 17 de maio de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

De acordo com o Artigo 1 dessa mesma Portaria todos os cursos d'água da Bacia do rio Tibagi pertencem à classe 2. O Artigo 2 enumera as exceções ao enquadramento do Artigo 1, no qual consta o rio Harmonia e seus afluentes, contribuintes da margem direita do rio Tibagi, município de Telêmaco Borba, até a barragem que pertence à Indústria Klabin Papéis Monte Alegre, que pertencem à classe 1.

Os requisitos que se encontram detalhados na Licença de Operação fornecida pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) à KLABIN S.A. - Unidade Monte Alegre, com validade até 13 de maio de 2008, e aqueles condicionantes que constam na Licença Prévia concedida em 18 de agosto de 1996 e que não são mencionados no documento atual, mas que permanecem válidos, são descritos a seguir:

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as seguintes condições:

- a) pH entre 5 e 9
- b) temperatura inferior a 40°C, sendo que a elevação da temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C
- c) materiais sedimentáveis: até 1ml/litro em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor;
- e) óleos e graxas
  - óleos minerais até 20mg/l
  - óleos vegetais e gorduras animais até 50mg/l
- f) ausência de materiais flutuantes
- g) DBO inferior a 50mg/l ou 3600 kg DBO/dia.
- h) DQO inferior a 263,8mg/l ou 19000kgDQO/dia, deverá atingir o valor de 15000 kg/dia, num prazo de 3 anos a contar da data da Licença Prévia

i) Características de toxicidade aguda<sup>3</sup>

Tabela 2 – Toxicidade aguda

Organismo	Faixa de Toxicidade	Método de Teste
Brachydanio rerio (peixe)**	Fator de diluição* para peixes (FDp) = 1 a 2	IAP, segundo DIN 38412 parte 30
Daphnia magna (microcrustáceo)**	Fator de diluição* para Daphnia (FDp) = 2 a 4	IAP, adaptada segundo DIN 38412 parte 2

\* Fator de diluição: primeira diluição (dentre uma série) que não causa morte ou imobilidade dos organismos nas condições de teste

\*\* Fator considerado razoável, tendo em vista, os valores obtidos nos testes de toxicidade, realizados pelo Laboratório de Ecotoxicidade do IAP, para efluente final da Klabin Papéis Monte Alegre

Além dos padrões acima citados, no § 5º do Art. 34 da Resolução CONAMA 357 ainda aparecem outros padrões de lançamento inorgânicos e orgânicos de efluentes.

#### 4.2 A cobrança pelo direito de uso

A regulamentação da cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos no estado do Paraná foi feita através do Decreto N° 5361 de 26 de fevereiro de 2002.

Atualmente há um convênio entre a Agência Nacional de Águas e a SUDERHSA para realização do projeto intitulado “Implementação da Gestão de Recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas do Alto Iguaçu/Afluentes do Alto Ribeira e Rio Tibagi” (SUDERHSA (2005)). De acordo com o projeto, a escolha dessas três bacias para o início da implementação da cobrança se deve ao fato da Região Metropolitana de Curitiba situar-se nas cabeceiras das bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira e pela Bacia do Rio Tibagi constituir-se na segunda bacia mais importante do Estado do Paraná, com uma forte concentração industrial no Alto Tibagi (cidade de Ponta Grossa) e no Baixo Tibagi (cidade de Londrina).

O rio Tibagi foi um dos primeiros a possuir um Comitê de Bacia constituído contemplando os requisitos e membros exigidos pela legislação hídrica através do Decreto n° 5790 de 13/06/2002, retificado pelo Decreto N° 2855 de 22/04/2004, no entanto, não possui até hoje (JUN/2007) a cobrança pelo uso da água implementada.

Em parte, esse atraso na instalação da cobrança se deve à grande mudança na configuração da política imposta pelo governo, que exigiu uma reestruturação da SUDERHSA, sendo o seu regulamento aprovado através do Decreto N° 3619 de 14/09/2004.

<sup>3</sup> O teste de Toxicidade Aguda estima a manifestação de um efeito letal ou outro efeito produzido em curto espaço de tempo. O efeito agudo é uma resposta severa e rápida dos organismos aquáticos à exposição dos poluentes.

### 4.3 Avaliação dos custos com a cobrança pelo uso da água na KLABIN S.A. - Unidade Monte Alegre

Segundo o Decreto Nº 5361, artigo 19, o cálculo dos valores a serem cobrados deverá obedecer a fórmulas especificadas para os diferentes tipos de usos conforme discriminados no art. 13 de Lei Estadual Nº 12726/99.


Um cálculo simplificado foi utilizado para a avaliação do valor a ser pago pela unidade de Monte Alegre, sendo utilizados os valores de preço unitários contidos na tabela a seguir.

Tabela 3 – Valores de cobrança propostos (Roorda (2005))

(valores em reais/set. 2001)

USOS		USUÁRIOS				
		Doméstico	Urbano Não-Industrial	Industrial / Mineração	Geração de Energia Hidrelétrica (5)	Agropecuária (3)
Derivações / Captações / Extrações	Volume Captado Superficial (R\$/m <sup>3</sup> )	0,010	0,050	0,080	X	
	Volume Consumido (R\$/m <sup>3</sup> )	0,020	0,100	0,150	X	
	Volume Derivado (R\$/m <sup>3</sup> )				0,002	
	Volume Extraído (R\$/m <sup>3</sup> )	0,020	0,100	0,150	X	
Lançamentos	DBO (R\$/kg)	0,100	0,250	0,300	X	
	Sólidos Suspensos (R\$/kg)	0,150	0,350	0,450	X	
	Diferença entre DQO e DBO (R\$/kg)	0,200	0,500	0,600	X	
	Parâmetros Adicionais (4)	-	-	-	X	
Aproveitamento de Potenciais Hidrelétricos	(2)	X	X	X		X

X Não se aplica

 Usos / Usuários Isentos de Cobrança

A Tabela 4 mostra os gastos calculados para a produção do ano de 2004:

Tabela 4 – Valores para gasto mensal e anual - Unidade Klabin S.A. de Monte Alegre

Gasto total com o direito do uso da água (R\$)		
Origem	Gasto Mensal	Gasto Anual
Captação superficial	R\$ 196.987,99	R\$ 2.363.855,92
Uso consuntivo	R\$ 56.148,35	R\$ 673.780,14
DQO-DBO industrial	R\$ 62.477,12	R\$ 749.725,44
Sólidos Suspensos industriais	R\$ 126.091,14	R\$ 1.513.093,65
DBO industrial	R\$ 72.658,50	R\$ 871.902,02
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 514.363,10</b>	<b>R\$ 6.172.357,17</b>

O gráfico abaixo mostra as contribuições, em porcentagem, de cada variável considerada para a cobrança.

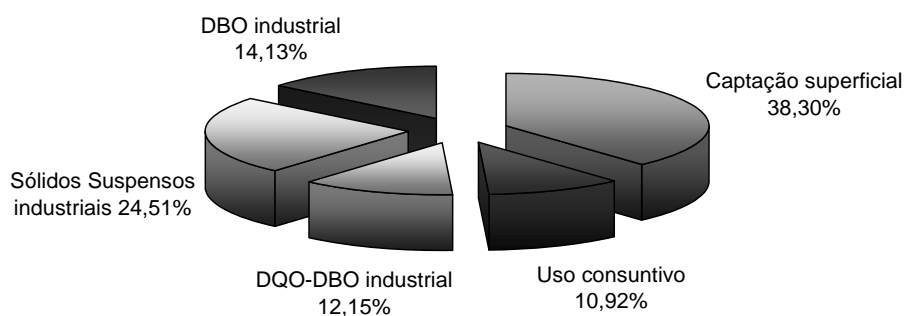


Figura 7 – Parcelas de contribuição no pagamento pelo uso da água

Como se pode observar, a maior parcela da contribuição advém da captação de água superficial, seguido dos sólidos suspensos e da DBO. Isso mostra que medidas para a racionalização do uso de água bruta e diminuição da carga poluidora lançada ao rio podem ser vantajosas para a empresa.

Um forma de incentivar políticas de reúso e medidas para diminuir as emissões ao corpo hídrico dentro do setor industrial seria a adoção de uma política de compensação aliada à cobrança. Um exemplo prático é o sistema de compensação adotado na República Federativa da Alemanha, regulamentado pela Lei da Cobrança pelo Lançamento de Efluentes (*Abwasserabgabegesetz - AbwAG*) no § 10 Parágrafo 3. O princípio de compensação funciona de forma que a quantia a ser paga pela emissão de efluentes pode ser investida para melhoramentos da performance da planta de tratamento de efluentes ou implantação de sistemas de tratamento dentro do processo para o reúso. Esse valor corresponde ao total pago durante no máximo 3 anos anteriores à entrada em funcionamento do sistema de tratamento ou, se o planejamento anual for apresentado ao órgão responsável, é possível obter diretamente uma isenção do pagamento da taxa, podendo esse dinheiro ser diretamente investido.

A indústria tem, por outro lado, que cumprir exigências mínimas de qualidade alcançada com a medida adotada, que neste exemplo é 20% de melhora em pelo menos um parâmetro taxado e uma corrente de efluentes tratada, assim como uma minimização da carga de poluentes total. Isso pode ser aplicado não somente para o efluente total gerado, como também para correntes individuais.

## 5 REÚSO EM INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE

De acordo com European Commission (2001), o consumo de água para os diversos usos nas indústrias de papel na Europa varia consideravelmente, ficando entre 15 e 100m<sup>3</sup>/t. Normalmente nos casos em que o consumo fica em torno de 50 m<sup>3</sup> há utilização de água bruta para resfriamento (*clean cooling water*). A diminuição do consumo de água bruta no processo Kraft pode ser feito, por exemplo, mudando o processo de descascamento úmido para seco, substituindo equipamentos de lavagem da polpa, a fim de se utilizar o filtrado alcalino do branqueamento, utilização do condensado da evaporação e outros.

### 5.1 Limites para o reúso

Na produção de papel e celulose existem alguns parâmetros que devem ser controlados quando há o interesse em reúso, principalmente para a garantia da qualidade do produto final e manutenção do bom funcionamento dos equipamentos.

As fibras como matéria-prima são o componente principal do produto final (celulose ou papel). Estas estão sempre presentes tanto no efluente da produção de celulose como da máquina de papel, pois ainda existe um limite tecnológico que impede 100% do aproveitamento.

A Figura 8 mostra as diferentes tecnologias que podem ser utilizadas para o tratamento de efluentes gerados e seus respectivos efeitos na eliminação de parâmetros importantes dentro do processo.

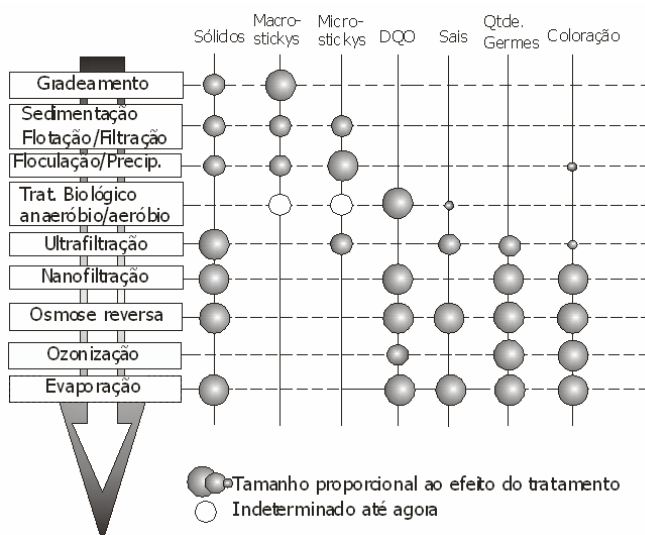









Figura 8 – Diferentes tipos de tratamento para efluente de indústria de papel e celulose e suas eficiências relacionadas a diferentes parâmetros (adaptado de Kappen (2006))

A escolha para investimento em uma determinada tecnologia ou de uma sequência de tecnologias deve estar baseada na eficiência que esta fornece, de acordo com o fim a que é destinada a água de reúso. A Tabela 5 relaciona as áreas com maior potencial para abastecimento com água de reúso dentro da indústria de papel e celulose e alguns parâmetros relevantes.

Tabela 5 – Exigências de qualidade de água para diferentes área consumidoras na indústria de papel e celulose (adaptado de de Pauly e Simstich (2006))

	Chuveiros 	Bombas de vácuo 	Água de selagem 	Preparo de químicos 	Água de resfriamento 	Diluição / Pulper 	Limpeza 
Sólidos							
Tamanho das partículas							
pH							
Scaling (Ca)							
Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>							
Condutividade							
Presença de microorganismos							
Temperatura							
Coloração							
Substâncias indesejáveis							
	Reúso possível						
	Reúso tolerável, porém no limite						
	Reúso crítico						

De acordo com a tabela acima observa-se que existem restrições quanto à determinados parâmetros em determinadas áreas ou equipamentos de produção, impostos por limites de funcionamento do equipamento e objetivo final do processo (produto).

## 6 CONCLUSÕES

Diante da variedade de atividades industriais existentes, fica clara a necessidade da fixação de limites de lançamento e parâmetros adicionais, de acordo com o setor industrial e condições do corpo hídrico em questão.

Além do controle da carga diária direcionada ao corpo d'água, uma relação entre a quantidade de carga produzida por unidade de produto final obtido expressa de forma simples e clara a magnitude da emissão, permitindo a comparação entre emissões de diferentes setores.



Devido à grande variedade entre os tamanhos de plantas e capacidades de produção, é coerente estipular limites de lançamento em concentrações e em cargas. No entanto, para um controle coerente de concentrações é necessário verificar a ocorrência de diluições que podem acontecer na planta antes do direcionamento para o corpo d'água. Esse controle pode somente ser feito através de medições de cada corrente específica e de uma medição pós mistura, o que exige um alto investimento em campanhas de medições.

Uma medida interna importante seria a construção de um arquivo técnico contendo a descrição de todos os produtos químicos utilizados na produção. Qualquer mudança ou nova aquisição de produtos químicos deve ser antes encaminhada para análise feita por um responsável especializado, que pode evitar a aquisição de produtos que contenham substâncias de difícil degradação ou altamente prejudiciais ao meio ambiente.

Materiais sedimentáveis engloba areia, fibras, cascas e outros materiais de alta densidade e deve ser considerado um parâmetro importante para o controle de emissões da produção de papel e celulose. Um alto valor de materiais sedimentáveis após o tratamento biológico pode estar ligado a um curto tempo de retenção na planta de tratamento de efluentes, causado geralmente pelo desequilíbrio entre a produção e a capacidade de tratamento da planta, problemas na sedimentação do lodo ou por algum tipo de problema ocorrido dentro do processo. Uma baixa performance no reaproveitamento das fibras dentro da produção pode também ser a causa da presença de materiais sedimentáveis.

O parâmetro sólidos suspensos, apesar de não aparecer na legislação brasileira, é utilizado em muitos países para o controle da qualidade do efluente descartado, inclusive em indústria de papel. De acordo com Baden Württemberg (2005) esse parâmetro é considerado de grande importância ambiental pois abrange também substâncias que não aparecem na soma da DQO, como por exemplo, aquelas advindas do uso de aditivos.

A indústria de papel e celulose branqueados, quando não utiliza o branqueamento TCF (*Totally Chlorine Free*), se concretiza como uma fonte de emissão de substâncias cloradas, altamente prejudiciais ao meio ambiente. Para um maior controle dessas emissões é aconselhável a implantação de um parâmetro extra de controle em certos ramos industriais, denominado AOX (haleto orgânicos adsorvíveis). Esse parâmetro é pouco difundido no Brasil, porém está presente nas leis de Recursos Hídricos da República Federativa da Alemanha desde 1985 e representa, no caso do ramo de papel e celulose, um indicador da presença de substâncias orgânicas cloradas e consequentemente, da quantidade de cloro utilizada na produção.

O setor industrial deve ser considerado um usuário em potencial de práticas de reúso. Para tanto, é preciso que a Política de Recursos Hídricos incentive tais práticas, através de políticas

auxiliares, como por exemplo, a possibilidade da compensação por investimentos em medidas para diminuição das emissões em corpos d'água.

## BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (2006). *Desempenho do Setor em 2006 e Projeção para 2007*. Disponível em URL:

[http://www.bracelpa.org.br/br/anual/desempenho\\_setor\\_2006\\_projecao\\_2007.pdf](http://www.bracelpa.org.br/br/anual/desempenho_setor_2006_projecao_2007.pdf) (acesso 28 de maio de 2007)

BADEN WÜRTTEMBERG. *Hinweise und Erläuterungen zu Anhang 28*. Herstellung von Papier und Papp - der Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer vom 19. Mai 2005, BAnz. Nr. 92, S. 17.

BRANNSTROM, C. (2002). “A *Bacia do Rio Tibagi, Paraná*”. In: Projeto Marca D'Água Relatórios Preliminares, Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas, Brasília, DF.

BRASIL. *Lei 9.433 de 08/01/1997 DOU 09/01/1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o Inciso XIX do ART.21 da Constituição Federal, e altera o ART.1 da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. *Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente, e dá outras providências.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND. *Abwasserabgabengesetz (AbwAG)*. Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer. Fassung vom 3. November 1994, Bundesgesetzblatt (BGBl) Teil I, Seite 3370; zuletzt geändert 2005 S. 2331.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND. *Abwasserverordnung (AbwV)*. Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer. Vom 21. März 1997, Bundesgesetzblatt (BGBl.) Teil I, Seite 568, 1997.

EUROPEAN COMMISSION (2001). *Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU) - Referenzdokument über die Besten Verfügbaren Techniken in der Zellstoff- und Papierindustrie mit ausgewählten Kapiteln in deutscher Übersetzung*. Umweltbundesamt, Deutschland. Disponível em URL: <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/zellstoffundpapierindustrie.pdf> (acesso em 8 de agosto de 2005)

KAPPEN, S. (2006). “*Störstoffe und Kreislaufwasser*” in Münchner Papier-Seminare, München, Setembro 2006.

- MANCUSO, P. C. S., SANTOS, H. F. (editores) (2002). *Reúso de Água*. 1ed. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental.
- MIERZWA, J. C., HESPANHOL, I. (2005). *Água na Indústria Uso Racional e Reúso*. 1ed. Oficina de Textos, São Paulo.
- PAULY, D., SIMSTICH, B. (2006). „Wirtschaftliche Konzepte zur Konzentratbehandlung bei Einsatz der Membrantechnologie zur Prozess- und Abwasserreinigung in Papierfabriken“. Relatório Final de Pesquisa Paper Technology Specialists (PTS). Disponível em URL: [http://www.ptspaper.de/live//dokukategorien/dokumanagement/psfile/file/17/AiF\\_1391344747cace445f.pdf](http://www.ptspaper.de/live//dokukategorien/dokumanagement/psfile/file/17/AiF_1391344747cace445f.pdf) (acesso em 18 de julho de 2006)
- ROORDA, M. (2005). *A Construção da Lei de Recursos Hídricos do Estado do Paraná e sua Implementação*. Monografia Curso de Especialização em Gerenciamento Municipal de Recursos Hídricos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. *Licença de Operação N° 4855, concedida a KLABIN S/A*, de 13 de maio de 2004.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. *Licença Prévia N° 453, concedida a Klabin Fabricadora de Papéis e Celulose S/A – Divisão Paraná*, de 18 de agosto de 1996.