

Benchmarking dos processos em fábricas de celulose

Benchmarking of pulp mill processes

Autor/Author*: Dorian L. Bachmann

Introdução

A indústria brasileira de celulose apresenta competitividade mundial, principalmente devido às condições favoráveis de clima e disponibilidade de terras para o plantio das florestas. Nos aspectos fabris, entretanto, as empresas brasileiras contam com os mesmos equipamentos e sistemas disponíveis no exterior. Como a tecnologia é quase uma *commodity*, com poucos fornecedores a atender os fabricantes em todo o mundo, na atividade industrial a vantagem competitiva se desloca para aquelas organizações que conseguem usar melhor as instalações e os recursos existentes. Uma boa gestão exige a comparação com os resultados que estão sendo obtidos pela concorrência em sistemas produtivos semelhantes. Pode-se ter esse tipo de informação, de forma segura e ética, por meio de processos de *benchmarking*.

O Projeto Indicadores ABTCP viabiliza tais comparações por levantamentos periódicos relativos a desempenho, fazendo uso de métricas padronizadas e avalizadas pelas comissões técnicas da ABTCP – para garantir a comparabilidade – e com a preservação do sigilo das organizações participantes. A descrição completa da metodologia de cálculo dos indicadores já padronizados, inclusive os não descritos neste trabalho, pode ser encontrada nos sites da ABTCP e da Bachmann & Associados.

Principais indicadores ABTCP de Processos de Celulose

- Consumo Específico de Madeira
- Sólidos Secos Gerados no Cozimento
- Sólidos Secos Queimados na Caldeira de Recuperação
- Consumo Específico de Cloro Ativo

Para exemplificar, seguem alguns resultados retirados do levantamento-piloto, com dados de 2007 referentes a 14 fábricas de celulose, conduzido pela ABTCP e pela Bachmann & Associados. Do mesmo modo que nos relatórios fornecidos às empresas participantes e demais interessados, os nomes das fábricas foram codificados, para preservar o sigilo.

Consumo específico de madeira

Este indicador mede o consumo de madeira, com a finalidade de avaliar o aproveitamento da matéria-prima no processo de produção de celulose. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Introduction

The Brazilian pulp industry presents worldwide competitiveness, mainly due to the favourable climate conditions and availability of land for forest planting. As to the industrial aspects, however, Brazilian companies rely on the same equipment and systems available abroad. As technology is almost a *commodity*, with just a few suppliers meeting manufacturers' requirements all over the world, in the industrial activity the competitive advantage shifts towards those organizations succeeding in using better the facilities and resources available. A good management requires a comparison to the results being achieved by competition in similar production systems. This kind of information can be safely and ethically obtained by means of benchmarking processes.

The ABTCP Indicator Project makes such comparisons viable through periodical surveys of performance indicators, by making use of metrical systems standardised and vouched for by the technical commissions of ABTCP – in order to guarantee comparability – and by preserving secrecy of the participating organizations. The complete description of the methodology for calculating the already standardised indicators, including those not described in the present work, can be found by accessing ABTCP and Bachmann & Associados sites.

Main ABTCP Indicators of Pulp Processes

- Specific Wood Consumption
- Dry Solids Generated in the Cooking Process
- Dry Solids Burned in the Recovery Boiler
- Specific Consumption of Active Chlorine

To exemplify, some results taken from the pilot survey, containing data of 2007 on 14 pulp mills, conducted by ABTCP and Bachmann & Associados, are indicated in the following. In the same way as in the reports supplied to the participating companies and remaining parties concerned, the names of the mills were coded, in order to preserve secrecy.

Specific wood consumption

This indicator measures wood consumption, with the purpose of assessing the reuse of raw material in the pulp production process. Thus, lower values indicate better results.

*Referências do Autor / Author's references:

Bachmann & Associados Ltda. – Rua Desembargador Motta, 1.499 – conj. 501 – Batel – 80420-190 – Curitiba (PR)
Bachmann & Associados Ltda. – Rua Desembargador Motta, 1499 – conj. 501 – Batel – 80420-190 – Curitiba (PR)
Site: www.bachmann.com.br – E-mail: bachmann@bachmann.com.br

Embora todas as fábricas de celulose acompanhem este indicador, a forma de cálculo varia bastante. Algumas consideram a madeira com casca, enquanto outras se baseiam na madeira sem casca. Também é comum o uso do estéreo (volume total, incluindo os vazios), em vez do metro cúbico sólido. Algumas empresas descontam a umidade da madeira, enquanto outras tomam o valor medido na balança. Assim, para viabilizar a comparação, os valores da Tabela 1 foram calculados conforme a metodologia padronizada (ver box).

Consumo Específico de Madeira (CMAD)

$$\text{CMAD} = \frac{\text{Madeira consumida}}{\text{Celulose produzida}}$$

Onde:

Madeira consumida – volume de madeira, sem casca, alimentada no processo de fabricação de celulose no período considerado, em metros cúbicos sólidos, medido na entrada da fábrica.

Celulose produzida – quantidade de celulose produzida no digestor, no período considerado, em tsa.

O Consumo Específico de Madeira das fábricas da amostra apresentou uma variação significativa, de 3,5 a 11,1 m³ sólido/tsa. A média das fábricas que processam fibras longas (2 unidades) foi de 9,1 m³ sólido/tsa, enquanto a das que usam fibras curtas (7) ficou em 4,8 m³ sólido/tsa. As demais processam os dois tipos de fibras, em proporção que não foi possível identificar. Apesar de a amostra incluir fábricas com processo kraft e sulfito, gerando celulose branqueada e não

Although all pulp mills follow this indicator, the form of calculation varies considerably. Some of them consider wood with bark, while others adopt debarked wood. Also common is to use the stère (total volume, including the empty spaces), instead of the solid cubic meter. Some companies deduct the wood moisture, while others take the value measured on the weighing scale. Thus, to make the comparison viable, the values shown in Table 1 were calculated according to the standardised methodology (see box).

Specific Wood Consumption (CMAD)

$$\text{CMAD} = \frac{\text{Wood consumed}}{\text{Pulp produced}}$$

Where:

Wood consumed – volume of debarked wood, fed into the pulp manufacturing process in the period of time considered, in solid cubic meters, measured when entering the mill.

Pulp produced – amount of pulp produced in the digester in the period of time considered, in adt.

The Specific Wood Consumption of the sampled mills presented a significant variation, from 3.5 to 11.1 solid m³/adt. The mills processing long fibres (2 units) averaged 9.1 solid m³/adt, while those using short fibres (7 units) averaged 4.8 solid m³/adt. The remaining ones process both types of fibres, in a proportion it was not possible to determine. Although the sampled universe included mills using kraft and sulphite processes, generating both

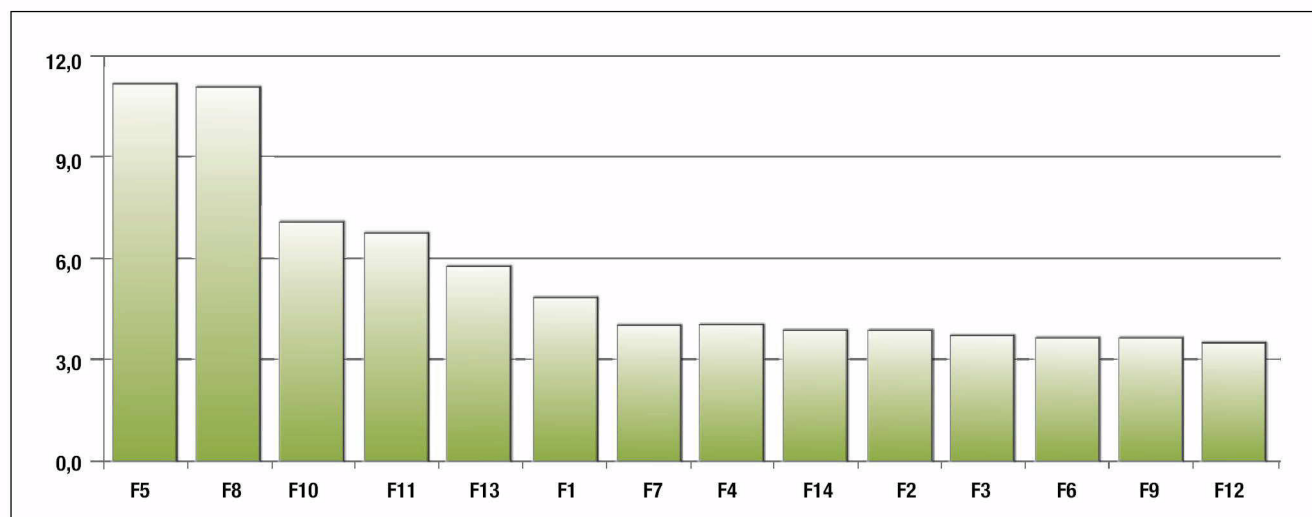


Figura 1 – Consumo específico de madeira, m³ sólido/tsa / **Figure 1.** Specific wood consumption, solid m³/adt

Tabela 1 – Consumo específico de madeira (CMAD), m³ sólido/tsa / **Table 1.** Specific wood consumption (CMAD), solid m³/adt

Fábricas	F1	F10	F11	F9	F5	F3	F6	F14	F7	F4	F8	F2	F12	F13
CMAD	4,8	7,1	6,8	3,5	11,1	3,7	3,6	3,9	4,1	4,0	11,0	3,9	3,5	5,8
Tipo de fibra	Longa/curta	Longa	–	Curta	Curta	Curta	Curta	Curta	Curta	Curta	Longa	Curta	Longa/curta	Longa/curta

Tabela 2 – Consumo específico de madeira (CMAD), m³ sólido/tsa / **Table 2.** Specific wood consumption (CMAD), solid m³/adt

Fábricas	F9	F5	F3	F6	F14	F7	F4	Média	Média 20%
CMAD	3,5	11,1	3,7	3,6	3,9	4,1	4,0	4,8	3,6

Nota: Apenas fábricas de celulose branqueada a partir de fibra curta. / Note: Only mills manufacturing bleached pulp from short fibre

branqueada, não foi possível obter qualquer correlação entre o Consumo Específico de Madeira e essas variáveis. Também é importante levar em conta que os diferentes sistemas de medição adotados pelas fábricas podem ter influenciado os resultados. Afirmar-se que os sistemas eletrônicos oferecem margem de erro inferior a 1%, ao passo que os manuais apresentam imprecisões de até 10%¹. O Consumo Específico de Madeira também pode ser bastante alterado pelo uso de aditivos no cozimento e pela qualidade do produto final.

Os resultados da Tabela 2 sugerem que as fábricas de celulose branqueada que processam fibras curtas podem tomar como referência, para estabelecer suas metas, um Consumo Específico de Madeira de 3,6 m³ sólido/tsa (média dos 20% melhores resultados).

Sólidos secos gerados no processo de cozimento

Este indicador mede a quantidade de sólidos secos “virgens” gerados com a finalidade de complementar a avaliação do rendimento do processo de cozimento. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Sólidos Secos Gerados no Processo de Cozimento (tSS)

$$tSS = \frac{\text{sólidos secos gerados}}{\text{celulose produzida}}$$

Onde:

Sólidos secos gerados – quantidade de sólidos secos “virgens” (orgânicos e inorgânicos) gerados para queima na caldeira de recuperação, em toneladas.

Celulose produzida – quantidade de celulose produzida no digestor, no período considerado, em tsa.

bleached and unbleached pulp, it was not possible to obtain any correlation between Specific Wood Consumption and these variables. It is also important to take into account that the different measuring systems adopted by the mills might have influenced the results. Electronic systems are said to offer a margin of error below 1%, while the manual system would present an error of up to 10%¹. The Specific Wood Consumption may be also considerably altered by the use of additives in the cooking process, as well as by the quality of the final product.

The results shown in Table 2 suggest that mills producing bleached pulp from short fibres can take as reference a Specific Wood Consumption of 3.6 solid m³/adt (average of the 20% best results), in order to set their goals.

Dry solids generated in the cooking process

This indicator measures the amount of “virgin” dry solids generated, with the purpose of supplementing the evaluation of the cooking process yield. Thus, lower values indicate better results.

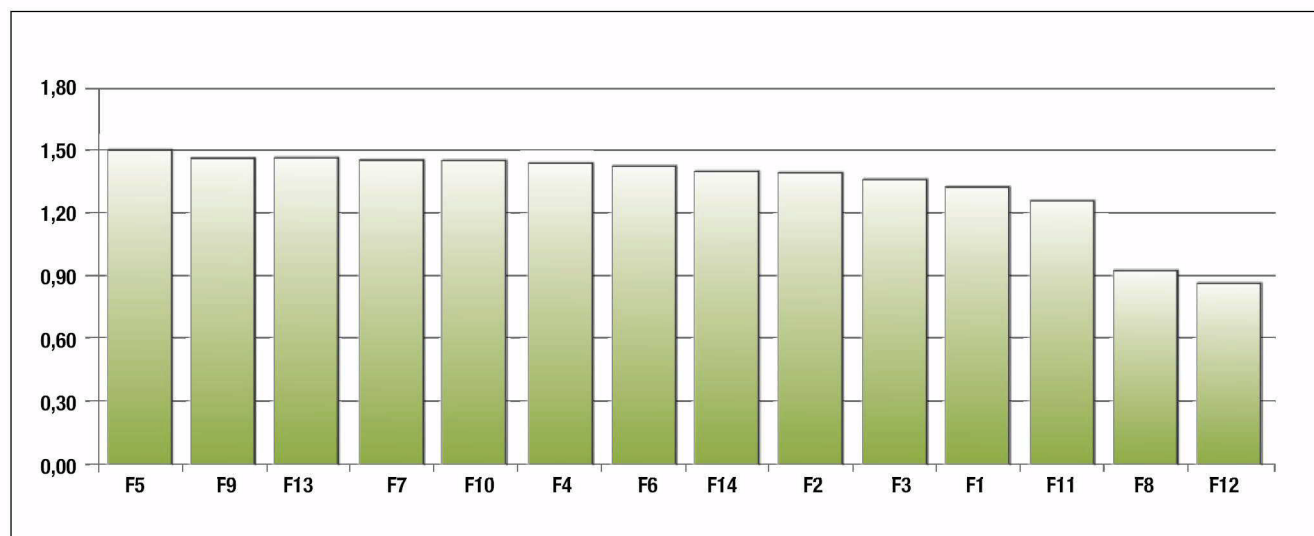
Dry Solids Generated in the Cooking Process (tSS)

$$tSS = \frac{\text{dry solids generated}}{\text{pulp produced}}$$

Where:

Dry solids generated – amount of “virgin” dry solids (organic and inorganic) generated for burning in the recovery boiler, in tons.

Pulp produced – amount of pulp produced in the digester, in the period of time considered, in adt.

**Figura 2** – Sólidos secos gerados no cozimento, tSS/tsa / **Figure 2.** Dry solids generated in the cooking process, tSS/adt

1 - Revista O Papel, out./2003, pp. 38-39. / 1 - "O Papel" Magazine, oct/2003, pp. 38-39.

Tabela 3 – Sólidos secos gerados no cozimento, tSS/tsa / Table 3. Dry solids generated in the cooking process, tSS/adt

Fábricas	F4	F7	F9	F6	F1	F3	F5	F14	F8	F12	F13	F11	F10	F2	Média	Média 20%
tSS	1,43	1,45	1,47	1,42	1,32	1,36	1,50	1,40	0,92	0,86	1,47	1,25	1,45	1,39	1,34	0,99

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra / Note: The “20% average” corresponds to the average of the 20% best results of the sample

No conjunto das 14 fábricas avaliadas, o volume de Sólidos Secos Gerados no Processo de Cozimento variou entre 0,86 e 1,50 tSS/tsa, com a média ficando em 1,34 tSS/tsa. As diferenças entre as unidades que processam fibra curta (média 1,4 tSS/tsa) e as que utilizam fibras longas (1,2 tSS/tsa) não são representativas, dado o pequeno tamanho da amostra.

Consumo específico de cloro ativo

Este indicador mede o consumo de agentes oxidantes no branqueamento de celulose, com a finalidade de avaliar a utilização desses produtos. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Consumo Específico de Cloro Ativo (CECAT)

$$\text{CECAT} = \frac{\text{Oxidante} * \text{Coxidante} * \text{Razão}}{100 * \text{Celulose produzida}}$$

Onde:

Oxidante – quantidade de solução oxidante (dióxido de cloro, hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio, etc.) utilizada no período considerado, em kg.

Coxidante – concentração do oxidante na solução usada no branqueamento, expresso em percentual (% peso).

Razão – razão entre o equivalente de oxidação do cloro molecular (35,5) e o equivalente de oxidação do agente de branqueamento considerado (OXE).

Celulose produzida – quantidade de celulose produzida, no período considerado, em tsa.

Considering all 14 mills evaluated, the volume of Dry Solids Generated in the Cooking Process ranged from 0.86 to 1.50 tSS/adt, with 1.34 tSS/adt on average. The differences between short fibre processing units (1.4 tSS/adt on average) and those using long fibres (1.2 tSS/adt) are not representative, given the narrow scope of the sampled universe.

Specific consumption of active chlorine

This indicator measures the consumption of oxidizing agents in pulp bleaching, with the purpose of assessing the utilization of these products. Thus, lower values indicate better results.

Specific Consumption of Active Chlorine (CECAT)

$$\text{CECAT} = \frac{\text{Oxidant} * \text{Coxidant} * \text{Ratio}}{100 * \text{Pulp produced}}$$

Where:

Oxidant – amount of oxidizing solution (chlorine dioxide, sodium hypochlorite, hydrogen peroxide, etc.) used in the period of time considered, in kg.

Coxidant – concentration of oxidant in the solution used in the bleaching process, expressed in percentage (weight %).

Ratio – ratio between the oxidation equivalent of the molecular chlorine (35.5) and the oxidation equivalent of the bleaching agent considered (OXE).

Pulp produced – Amount of pulp produced in the period of time considered, in adt.

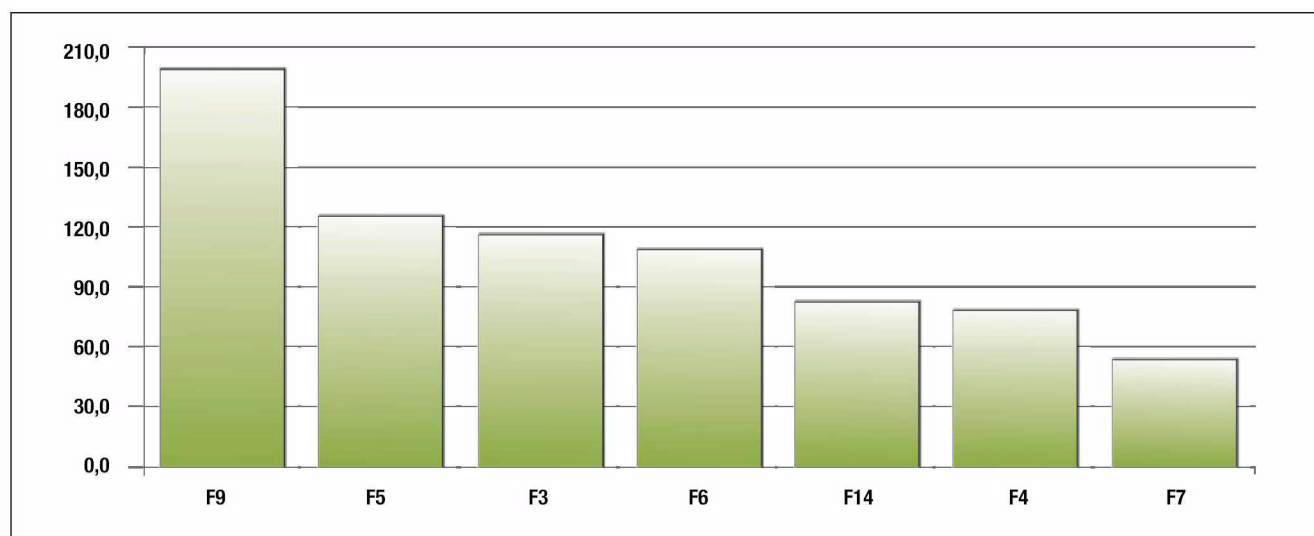


Figura 3 – Consumo específico de cloro ativo (CECAT), kg/tsa / Figure 3. Specific consumption of active chlorine (CECAT), kg/adt

Tabela 4 – Consumo específico de cloro ativo (CECAT), kg/tsa / Table 4. Specific consumption of active chlorine (CECAT), kg/adt

Fábricas	F9	F5	F3	F6	F14	F4	F7	Média	Média 20%
CECAT	198,5	125,3	116,2	108,7	81,9	78,3	53,3	108,9	60,4

Nota: Apenas fábricas que produzem celulose branqueada a partir de fibra curta. / Note: Only mills manufacturing bleached pulp from short fibre.

Este indicador aplica-se apenas às fábricas que usam produtos químicos para branqueamento. Assim, além das três fábricas que fazem celulose não branqueada, as unidades que produzem celulose semibranqueada ou que têm apenas parte da produção branqueada foram excluídas da análise. Devido às características do processo com sulfito, a celulose gerada apresenta maior facilidade de branqueamento quando comparada à resultante do processo kraft. A única fábrica com processo sulfito da amostra apresentou um Consumo Específico de Cloro Ativo equivalente de apenas 1,1 kg/tsa, razão pela qual também foi ignorada. Ainda assim, a variação no Consumo Específico de Cloro Ativo das fábricas restantes é grande, variando de 53,3 a 198,5 kg/tsa. Isso se pode explicar, em parte, por:

- diferenças no grau de branqueamento (alvura ISO) do produto final;
- tipo de fibra (as folhosas possuem menor teor de lignina e, por isso, são mais facilmente branqueadas);
- tipo de processo (redução => oxidação ou oxidação => redução) e
- o uso ou não de quelantes e enzimas².

Com base na Tabela 4, as fábricas de celulose branqueada que processam fibras curtas podem tomar como referência, para estabelecer suas metas, um Consumo Específico de Cloro Ativo de 60,4 kg/tsa (média dos 20% melhores resultados).

Considerações finais

Os processos de *benchmarking*, realizados periodicamente pela ABTCP e pela Bachmann & Associados, permitem que as fábricas de celulose se comparem, de forma segura e sigilosa, com empresas concorrentes. Essa comparação facilita a identificação de oportunidades para melhoria, visando ao aumento da competitividade e da lucratividade.

Apesar do pequeno tamanho da amostra (apenas 14 fábricas) e da necessidade de dar tratamento diferenciado para as fábricas de celulose e integradas, foi possível levantar um retrato do ambiente competitivo. Lembrando que os dados se referem a 2007 e que alguma coisa pode ter mudado, as principais conclusões do trabalho são:

- O Consumo Específico de Madeira médio das fábricas alimentadas com fibras longas foi de 9,1 m³ sólido/tsa, enquanto o das que processam fibras curtas ficou em 4,7 m³ sólido/tsa.
- A média dos 20% melhores resultados do Consumo Específico de Cloro Ativo das fábricas de celulose branqueada que processam fibras curtas foi de 60,4 kg/tsa. ▲

This indicator only applies to the mills using chemical products for bleaching. Thus, besides the three mills manufacturing unbleached pulp, the mills producing semibleached pulp, or having only a part of their production submitted to bleaching, were excluded from the analysis. Due to the characteristics of the sulphite process, the generated pulp presents more ease of bleaching, as compared to that resulting from the kraft process. The only sampled mill using sulphite process presented a Specific Consumption of Equivalent Active Chlorine of just 1.1 kg/adt, for which reason it was also ignored. For all that, the remaining mills present wide variation in Specific Consumption of Active Chlorine, ranging from 53.3 to 198.5 kg/adt, which may be partially explained by the following:

- *difference in the degree of bleaching (ISO brightness) of the final product;*
- *type of fibre (hardwoods have a lower lignin content, for which reason it is easier to bleach them);*
- *type of process (reduction => oxidation, or oxidation => reduction) and*
- *whether chelating agents and enzymes are used or not.*

Based on Table 4, mills manufacturing bleached pulp from short fibres can take as reference a Specific Consumption of Active Chlorine of 60.4 kg/adt (average of the 20% best results), in order to establish their targets.

Final considerations

The benchmarking processes, periodically carried out by ABTCP and Bachmann & Associados, allow pulp mills to compare safely and secretly to competing companies. This comparison facilitates the identification of opportunities for improvement, aiming to increase competitiveness and profitability.

In spite of the narrow scope of the sampled universe (encompassing only 14 mills) and the need for differentiated treatment for the pulp and integrated mills, it was possible to build up a picture of the competitive environment. Reminding that the data refer to 2007, so that something may have changed in the meantime, the main conclusions of this work are as follows:

- *The mean Specific Wood Consumption presented by the mills fed with long fibres was 9.1 solid m³/adt, while that of short fibre processing mills was 4.7 solid m³/adt.*
- *The average of the 20% best results in terms of Specific Consumption of Active Chlorine of the mills producing bleached pulp from short fibres was 60.4 kg/adt. ▲*

2 - Faleiros, Marina. *Químicos aliam-se à ecoeficiência do setor*. O PAPEL, ano LXIX, nº 04, p 32, abril de 2008.

2 - Faleiros, Marina. *Chemicals come to an alliance with the sector eco-efficiency*. O PAPEL, year LXIX, No. 04, p 36, April 2008.