

Benchmarking Energético na Indústria de Celulose e Papel

Energy Benchmarking in the Pulp and Paper Industry

Autor/Author*: Dorian L. Bachmann

Introdução

A indústria sempre deu importância ao consumo energético dos processos devido à sua relevância como componente de custo. Recentemente, a questão da energia passou a ser vista também pelo seu aspecto ambiental. Por essa razão, a gestão energética atual tem buscado tanto o menor custo quanto o uso de insumos e tecnologias que causem os menores impactos sociais ou ambientais. Tal prática exige o conhecimento das características dos combustíveis disponibilizados para a produção, além do entendimento de toda a cadeia produtiva. Só assim é possível afirmar que não há desrespeito a questões sociais, como o uso de carvão obtido com mão-de-obra infantil ou escrava, ou de lenha retirada de florestas nativas. É importante, ainda, a minimização da geração de gases do efeito estufa por meio do uso intensivo das chamadas energias renováveis.

O Projeto Indicadores ABTCP colabora nesse processo pelo levantamento periódico de indicadores de desempenho que permitem a comparação de resultados, inclusive energéticos e ambientais, e a identificação de pontos para melhoria. O conhecimento, por exemplo, de que outra empresa consegue produzir quantidade semelhante de celulose com um consumo significativamente menor de energia elétrica serve de incentivo para a busca de tecnologias e soluções capazes de reproduzir os bons resultados do concorrente. Para viabilizar as comparações, os levantamentos são feitos com a aplicação de métricas padronizadas e avaliadas pelas comissões técnicas da ABTCP. Embora criados para *benchmarking*, os indicadores ABTCP estão sendo adotados por algumas empresas do setor em seus processos internos de gestão. 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 energia

- Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC)
- Consumo Específico de Vapor na Secadora (CEVS)
- Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação
- Eficiência na Evaporação do Licor Preto
- Consumo Específico de Energia Elétrica (CEEE).

Introduction

The industry has always given importance to the energy consumption of processes, due to its relevance as a cost component. Recently, energy began also being analyzed for its environmental aspect. For this reason, current energy management has pursued not only the lowest cost but also the utilization of raw materials that cause lower social and environmental impacts. Such practice requires knowing the characteristics of fuels available for production, since this is the only way to state that social matters are not being disrespected, such as the use of carbon obtained from infant or slave labor, or the use of wood removed from native forests. It is also important to minimize the greenhouse effect gases through the intensive use of renewable energies.

The ABTCP Indicators Project helps in this process through the periodic gathering of performance indicators that allow comparing results, including those relative to energy and the environment, and identify areas for improvements. By knowing, for example, that another company is able to produce a similar quantity of pulp with a significantly less energy serves as an incentive to seek technologies and solutions that allow reproducing the good results obtained by the competitor. In order to allow for comparisons, studies are carried out by applying standardized metrics and approved by ABTCP's technical commissions. Although created for benchmarking purposes, ABTCP's indicators are being adopted by some companies in the sector in their internal management processes. The complete description of the calculation methodology of these already standardized indicators, including those not described in this paper, can be found in the ABTCP and Bachmann & Associados websites.

ABTCP key energy indicators

- Specific Consumption of Steam in Cooking (CEVC)
- Specific Consumption of Steam in the Dryer (CEVS)
- Specific Generation of Steam in the Recovery Boiler
- Black Liquor Evaporation Efficiency
- Specific Consumption of Electric Energy (CEEE)

*Referências do Autor / Author's references:

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

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

Consumo Específico de Vapor no Cozimento

O Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC) da celulose tem o propósito de avaliar a eficiência energética dessa etapa do processo. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC)

$$CEVC = \frac{\Sigma (\text{Vapor} \times \text{Fator})}{\text{Celulose}}$$

Onde:

Vapor – quantidade de vapor, de determinada classe de pressão, alimentada no digestor durante o período considerado, em toneladas.

Fator – equivalência energética do vapor correspondente, em GJ/t de vapor.

Celulose – quantidade de celulose produzida, medida na descarga do digestor, durante o período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar.

A medida do consumo de vapor, expressa em Joules, facilita a comparação entre plantas que usam vapor em diferentes pressões e temperaturas, além de ser uma prática consagrada no exterior.

No levantamento, para o qual foram comparados os resultados de 2007 de 14 fábricas, o CEVC variou de 1,5 a 6,8 GJ/tsa, com a mediana em 2,9 GJ/tsa (Figura 1). Naturalmente, esses resultados são bastante influenciados pela tecnologia usada (RDH, Enerbatch, Super-Batch, Lo-Solids, Compact Cooking, ITC e Convencional, entre outras) e pela existência ou não de sistema de recuperação de condensados. O con-

As example, provided below are some results for 2007 obtained from the pilot study with 14 pulp mills, conducted by ABTCP and Bachmann & Associados. As in the reports furnished to the participating companies and other interested parties, the names of mills were codified in order to maintain confidentiality.

Specific Consumption of Steam in Cooking

The specific consumption of steam in pulp cooking aims to assess the energy efficiency in this stage of the process. As such, lower values indicate better results.

Specific Consumption of Steam in Cooking (CEVC)

$$CEVC = \frac{\Sigma (\text{Steam} \times \text{Factor})}{\text{Pulp}}$$

Where:

Steam – amount of steam, of a given pressure class, fed into the digester during the period under analysis, in tons.

Factor – energy equivalence of corresponding steam, in GJ/t of steam.

Pulp – amount of pulp produced, measured through the discharge from the digester, in tons of air-dried pulp.

The steam consumption measure, expressed in Joules, facilitates comparisons among mills that utilize steam with different pressures and temperatures, in addition to being a standard practice abroad.

In the study, in which the results of 14 mills in 2007 were compared, the specific consumption of steam in cooking varied between 1.5 and 6.8 GJ/adt, with a mean of 2.9 GJ/adt (figure 1). Naturally, these results are highly influenced by the technology employed (RDH, Enerbatch, Super-Batch, Lo-Solids, Compact Cooking, ITC, Conventional, etc.) and the existence or not of a con-

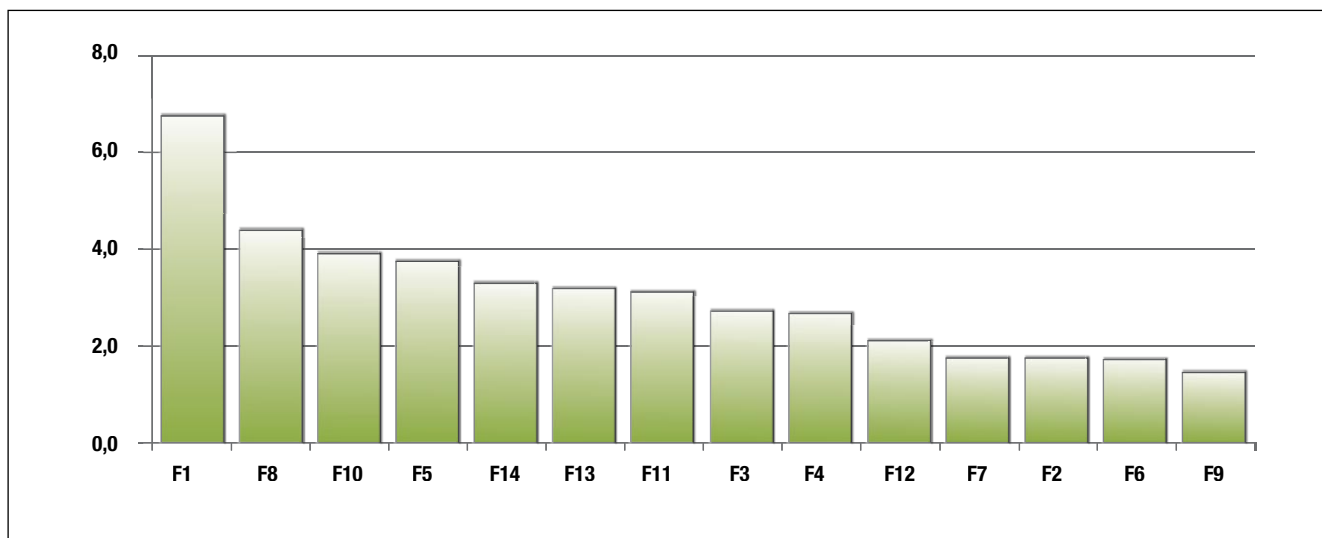


Figura 1 – Consumo Específico de Vapor no Cozimento, GJ/tsa / **Figure 1** – Specific Consumption of Steam in Cooking, GJ/adt

Tabela 1 – Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC), GJ/tsa / Table 1 - Specific Consumption of Steam in Cooking (CEVC), GJ/adt

Fábricas Mills	F8	F5	F14	F3	F4	F7	F6	F9	F1	F10	F11	F13	F12	F2	Média Average	Média 20% 20% Average
CEVC	4,4	3,7	3,3	2,7	2,7	1,8	1,7	1,5	6,8	3,9	3,1	3,2	2,1	1,7	3,0	1,6
Fibra Fiber	Longa Long	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta/longa Short/long	Longa Longa	-	Curta /longa Short/long	Curta/longa Short/long	-		

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 in the sample

sumo específico de vapor no cozimento médio das fábricas com processo kraft ficou em 2,8 GJ/tsa, e o das fábricas que processam exclusivamente fibras curtas foi de 2,5 GJ/tsa. Esses valores são significativamente superiores à média dos 20% melhores resultados (1,6 GJ/tsa), uma primeira referência para *benchmarking* (Tabela 1).

Consumo Específico de Vapor na Secadora

O indicador Consumo Específico de Vapor na Secadora (CEVS) mede o consumo específico de vapor usado na secadora de celulose, com o propósito de avaliar a eficiência energética na secagem. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Consumo Específico de Vapor na Secadora (CEVS)

$$CEVS = \frac{\text{Vapor}}{\text{Celulose}}$$

Onde:

Vapor – quantidade de vapor de baixa pressão (4 kgf/cm² man.) alimentada na secadora de celulose, no período considerado, em toneladas.

Celulose – quantidade de celulose produzida, medida na descarga da secadora de celulose, no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar.

O Consumo Específico de Vapor na Secadora das fábricas de celulose que processam fibras curtas é bastante uniforme (Tabela 2), com uma média de 0,96 t/tsa. Porém, duas fábricas (F1 e F3) apresentaram valores mais baixos, de apenas 0,64 t/tsa (Figura 2). O levantamento não considerou o tipo de celulose produzida nem as características da secadora.

denser recovery system. The average specific consumption of steam at mills with kraft process was 2.8 GJ/adt, while that of mills that exclusively process short fibers was 2.5 GJ/adt. These values are significantly higher to the average of the 20% best results (1.6 GJ/adt), which is the first reference for benchmarking (Table 1).

Specific Consumption of Steam in the Dryer

The Specific Consumption of Steam in the Dryer (CEVS) indicator measures the specific consumption of steam used in the pulp dryer, for purposes of assessing the energy efficiency in the drying process. As such, lower values indicate better results.

Specific Consumption of Steam in the Dryer (CEVS)

$$CEVS = \frac{\text{Steam}}{\text{Pulp}}$$

Where:

Steam – quantity of low pressure steam (4 kgf/cm² man.) fed into the pulp dryer during the period under analysis, in tons.

Pulp – amount of pulp produced, measured through the discharge from the pulp dryer, during the period under analysis, in tons of air-dried pulp.

The Specific Consumption of Steam in the Dryer at pulp mills that process short fibers is quite uniform (table 2), with an average of 0.96 t/adt. However, two mills (F1 and F3) presented lower values, of just 0.64 t/adt (figure 2). This study did not take into account the type of pulp produced or the characteristics of the dryer.

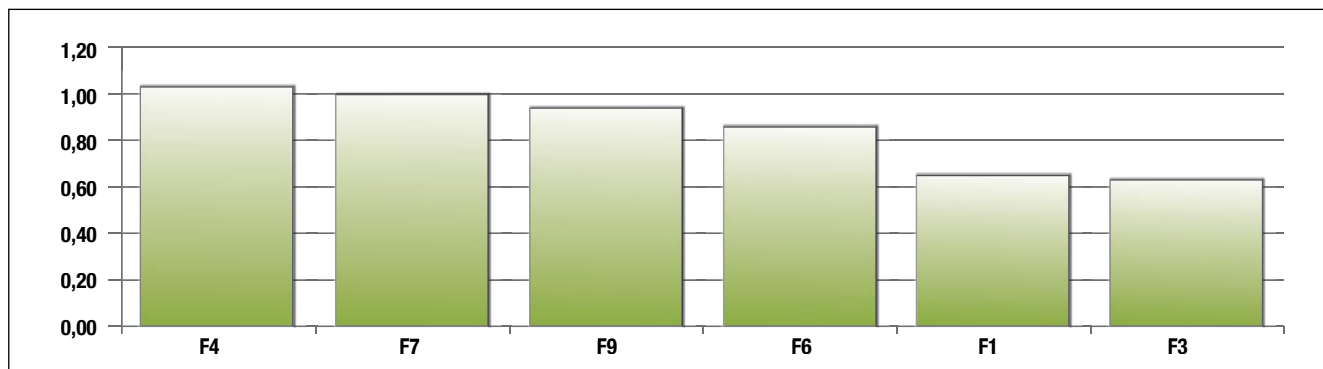


Figura 2 – Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm² man.) na Secadora, t/tsa

Figure 2 – Specific Consumption of Steam (4 kgf/cm² man.) in the Dryer, t/adt

Tabela 2 – Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm² man.) na Secadora, t/tsa

Table 2 - Specific Consumption of Steam (4 kgf/cm² man.) in the Dryer, t/adt

Fábrica / Mill	F4	F7	F9	F6	Média / Average
CEVS / CEVS	1,02	0,99	0,95	0,86	0,96

Nota: apenas fábricas de celulose que processam fibra curta / Note: Only pulp mills that process short fiber

Consumo Específico de Energia Elétrica

Este indicador mede o consumo específico de energia elétrica na produção de celulose e papel, com a finalidade de avaliar a eficiência energética do processo. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Consumo Específico de Energia Elétrica (CEEE)

$$CEEE = \frac{\text{Energia consumida}}{\text{Celulose} + \text{Papel}}$$

Onde:

Energia consumida – quantidade total de energia elétrica consumida na fábrica (comprada + produzida internamente – vendida) no período considerado, em kWh.

Celulose – quantidade total de celulose para venda, produzida no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar.

Papel – quantidade total de papel para venda, produzida no período considerado, em toneladas.

O Consumo Específico de Energia Elétrica nas fábricas de celulose variou entre 439,9 e 937,5 kWh/tsa, com média de 686,7 kWh/tsa. Nas fábricas integradas, o indicador variou em uma faixa mais ampla: de 212,9 a 1556,2 kWh/t, com média de 778,0 kWh/t (Tabela 3). Na amostra disponível, não foi possível correlacionar o Consumo Específico de Energia Elétrica com a escala de produção. Embora o indicador possa ser calculado tanto para fábricas de celulose quanto para de papel e integradas, a comparação só deve ser feita entre instalações semelhantes. No caso das fábricas integradas, a

Specific Consumption of Electric Energy

This indicator measures the specific consumption of electric energy in the production of pulp and paper, for purposes of assessing the energy efficiency of the process. As such, lower values indicate better results.

Specific Consumption of Electric Energy (CEEE)

$$CEEE = \frac{\text{Energy consumed}}{\text{Pulp} + \text{Paper}}$$

Where:

Energy consumed – amount of electric energy consumed at the mill (purchased + produced internally - sold) during the period under analysis, in kWh.

Pulp – Total amount of pulp for sale, produced during the period under analysis, in tons of air-dried pulp.

Paper – Total amount of paper for sale, produced during the period under analysis, in tons.

The Specific Consumption of Electric Energy at pulp mills varied between 439.9 and 937.5 kWh/adt, the average being 686.7 kWh/adt. In integrated mills, the indicator registered a greater variation, between 212.9 and 1,556.2 kWh/t, the average being 778.0 kWh/t (table 3). In the sample available, it wasn't possible to correlate the Specific Consumption of Electric Energy with the production scale. Although the indicator can be calculated both for pulp mills and integrated pulp and paper mills, comparisons should only be made among similar installations. In the case of

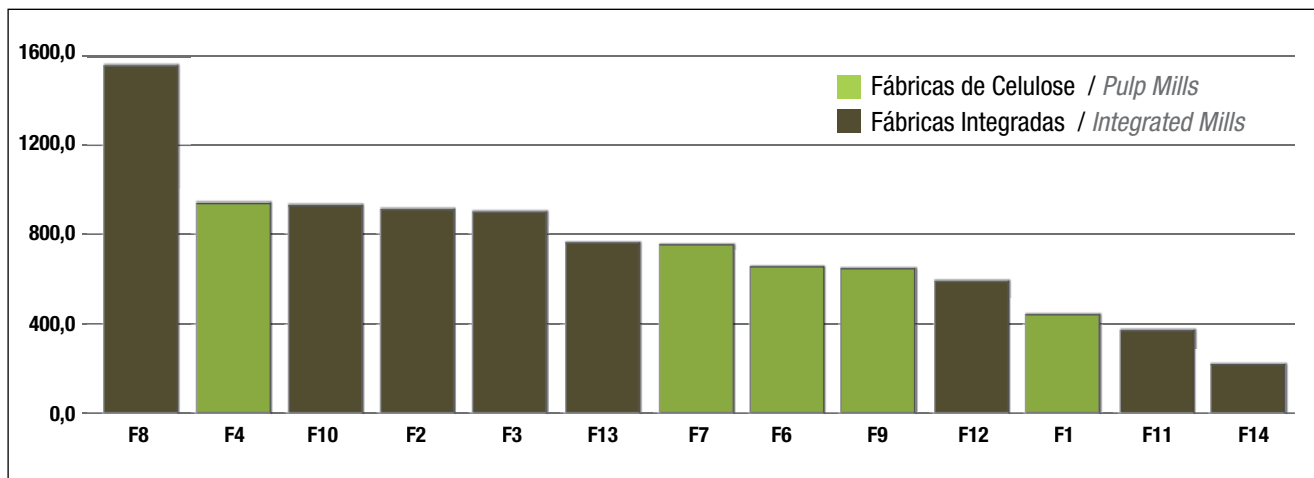


Figura 3 – Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t / Figure 3 – Specific Consumption of Electric Energy, kWh/t

Tabela 3 – Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t / Table 3 – Specific Consumption of Electric Energy, kWh/t

Fábricas / Mills	F4	F7	F9	F6	F1	F3	F14	F8	F12	F13	F11	F10	F2	Média Average
Celulose / Pulp	937,5	755,6	643,8	656,8	439,9	-	-	-	-	-	-	-	-	686,7
Integrada / Integrated	-	-	-	-	-	899,9	212,9	1556,2	587,0	760,0	372,2	926,8	909,3	778,0

Nota: este indicador foi calculado em kWh/tsa para as fábricas de celulose e em kWh/t (t de papel + tsa de celulose) para as integradas
 Note: This indicator was calculated in kWh/adt for the pulp mills and in kWh/t (t of paper + adt of pulp) for the integrated plants

comparação ainda é prejudicada porque algumas delas usam apenas uma parte da celulose para fabricar papel.

Considerações finais

Os levantamentos de *benchmarks* realizados periodicamente pela ABTCP, em parceria com a Bachmann & Associados, permitem que as fábricas de celulose e de papel comparem, de forma segura e sigilosa, seu desempenho com empresas concorrentes. Essa comparação facilita a identificação de pontos para melhoria e mobiliza as equipes na busca das melhores práticas, visando ao aumento da competitividade e da lucratividade.

No aspecto específico da gestão energética, a razoável dispersão dos resultados encontrados no levantamento-piloto, ainda que parcialmente explicada pelas diferenças tecnológicas, aponta oportunidades de ganhos para boa parte das empresas. A medida do efetivo aproveitamento dessas oportunidades poderá ser observada nos resultados dos levantamentos que serão feitos nos próximos anos.

integrated mills, the comparison is still hindered because some of them use only a part of the pulp to produce paper.

Final considerations

The benchmarking studies carried out periodically by ABTCP, in partnership with Bachmann & Associados, allow pulp and paper mills to compare, in a safe and confidential manner, their performance against competing companies. This comparison facilitates the identification of areas for improvement and mobilizes teams in their pursuit of better practices for purposes of boosting competitiveness and profitability.

With regards to energy management aspects, the reasonable dispersion of results obtained in the pilot study point to gain opportunities for most companies. The measurement of these opportunities being effectively tapped will be able to be observed in studies that will be carried out in the following years.

REVISTA **O PAPEL**. QUEM VÊ O SEU ANÚNCIO AQUI NÃO ESQUECE

A revista **O Papel** é o periódico mais importante do mercado de celulose e papel. Trabalhos técnicos, entrevistas, reportagens sobre o setor, novas tecnologias... Tudo passa por suas páginas. São mais de 16 mil leitores atingidos diretamente. Pessoas que fazem o dia-a-dia do mercado e que não podem ficar de fora da estratégia de comunicação da sua empresa. Revista **O Papel**. A informação que você precisa, e o produto que você procura, você só encontra aqui.



Entre em contato com a ABTCP, por email: relacionamento@abtcp.org.br ou telefone (11) 3874-2738.