



---

## **Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Celulose e Papel 2009**

---

**Um produto Bachmann & Associados e  
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel - ABTCP**

**Curitiba, 14 de setembro de 2010.**

## Ficha Catalográfica

Bachmann & Associados e ABTCP

**Análise comparativa do desempenho de fábricas de  
celulose e papel 2009** / Bachmann & Associados e ABTCP.

--- Curitiba, 2010.

99 p.

1. Fabricação de celulose 3. Fabricação de papel.

3. *Benchmarking*. 4. Indicadores. 5. Desempenho. I. Título.

---

Tiragem:        exemplares.

© Direitos reservados: Não está previamente autorizada a reprodução, cópia ou transcrição, parcial ou total, em qualquer meio, para fins comerciais ou de recebimento de vantagens diretas ou indiretas, sem a prévia autorização por escrito da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel - ABTCP ou da Bachmann & Associados Ltda.

## Sumário Executivo

---

Este 4º *Benchmarking* de fábricas de Celulose e Papel, preparado pela Bachmann & Associados, em parceria com a ABTCP, oferece à indústria um retrato do ambiente competitivo, pelo acesso a parâmetros de desempenho de fábricas e sistemas que podem balizar o estabelecimento de metas e estratégias, visando ao aumento da competitividade.

O levantamento, realizado com a especial colaboração de 28 empresas, apresenta dados correspondentes, a 22 linhas de fibras, de 17 fábricas de celulose e a 55 máquinas de 31 fábricas de papel. Para proteção das empresas participantes, os dados fornecidos e os resultados são mostrados de forma codificada.

Para garantir a comparabilidade dos resultados, e facilitar o diálogo setorial, os métodos de cálculo dos indicadores foram padronizados em conjunto com as comissões técnicas da ABTCP ou com a Associação Brasileira de Recursos Humanos ABRH-PR, e colocados em domínio público. As métricas apresentadas permitem que o desempenho das fábricas e sistemas seja comparado com outros de tecnologia e porte semelhantes.

Os resultados dão uma visão geral dos aspectos relacionados ao desempenho das unidades e permitem que as empresas identifiquem *gaps* e favoreçam o estabelecimento de metas realistas que contribuam para o aumento da competitividade e da rentabilidade.

*Benchmarking* é a busca das melhores práticas que conduzem a um desempenho superior.

# Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Celulose e Papel 2009

## Conteúdo

<b>Sumário Executivo</b> .....	<b>4</b>
<b>Mensagem do Presidente</b> .....	<b>7</b>
<b>Objetivo</b> .....	<b>8</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>8</b>
<b>Benefícios</b> .....	<b>9</b>
<b>Sigilo das Informações</b> .....	<b>9</b>
Codificação .....	10
<b>Origem dos Dados</b> .....	<b>10</b>
<b>Metodologia</b> .....	<b>11</b>
Métricas.....	12
Limitações .....	12
<b>PARTE I – FÁBRICAS DE CELULOSE</b> .....	<b>13</b>
<b>Indicadores de Gestão</b> .....	<b>13</b>
Fator de Utilização – FUT .....	13
Produtividade das equipes .....	14
<b>Indicadores de Processo e Energia</b> .....	<b>15</b>
Consumo específico de madeira – CMAD .....	15
Sólidos secos gerados no cozimento – TSS.....	17
Sólidos secos queimados na caldeira – SSQ .....	18
Consumo específico de cloro ativo – CECAT .....	20
Consumo específico de vapor no cozimento – CEVC .....	22
Consumo específico de vapor no secador – CEVS .....	23
Consumo específico de energia elétrica – CEEE .....	25
Produção específica da máquina de secagem.....	26
<b>Indicadores de Meio Ambiente</b> .....	<b>27</b>
Consumo específico de água – CEAC.....	27
Volume específico de efluentes .....	29
Geração de resíduos sólidos – GRS .....	31
<b>Indicadores de Recursos Humanos</b> .....	<b>33</b>
Grau de escolaridade da equipe - ESCOL .....	33
Rotatividade da equipe – ROT .....	34
Índice de horas extras – IHE .....	36
<b>Indicadores de Segurança e Saúde</b> .....	<b>37</b>
Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento – TFCA .....	37
Taxa de Frequência de Acidentes sem Afastamento – TFSA.....	39
Taxa de Gravidade - TG .....	40
<b>Gargalos à produção</b> .....	<b>42</b>
<b>PARTE II – FÁBRICAS DE PAPEL</b> .....	<b>43</b>
<b>Comparações entre Fábricas de Papel</b> .....	<b>43</b>
Consumo Específico de Água – CEAP .....	43
Volume Específico de Efluentes .....	45
Índice de Horas Extras – IHE.....	47
Produtividade das equipes .....	49
Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento – TFCA .....	50

Taxa de Freqüência de Acidentes sem Afastamento – TFSA.....	51
<b>Indicadores de Máquinas .....</b>	<b>53</b>
Disponibilidade Operacional – Do .....	53
Eficiência de Tempo - $E_t$ .....	54
Eficiência de Produção - $E_p$ .....	55
Eficiência de Máquina - $E_m$ .....	56
Rendimento - $\eta$ .....	56
Eficiência Global - $E_{glob}$ .....	56
Produção Específica - $P_{esp}$ .....	57
Disponibilidade – DISP.....	58
Duração de Campanha – DCAMP .....	58
Número de Quebras - NQuebras.....	59
<b>Comparações entre Máquinas .....</b>	<b>60</b>
Papel de Imprimir .....	60
Papel para Embalagem.....	71
Papel Cartão .....	82
Papel de Escrever .....	83
Papel <i>Tissue</i> .....	83
Outros papéis .....	83
<b>Recomendações para Ação.....</b>	<b>84</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>86</b>
<b>Conceitos e Definições.....</b>	<b>89</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>91</b>
<b>Referências .....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo I - Identidade dos indicadores .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo II – Resumo Geral .....</b>	<b>95</b>
<b>Apêndice – Guia de Utilização .....</b>	<b>100</b>

## Mensagem do Presidente

---

### SUBSTITUIR

A ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – vem nestes últimos anos investindo em diversos projetos de alto valor agregado, a fim de proporcionar contrapartida em informações e em conhecimento técnico aos associados – profissionais e empresas – do setor de celulose e papel.

Esse resultado vem sendo gerado pela ABTCP paralelamente ao seu trabalho de promover a capacitação técnica – do nível básico à pós-graduação – dos profissionais do segmento papeleiro. São mais de mil associados integrados pela rede de relacionamento da Associação, com acesso a dados técnicos e de mercado na Era do Conhecimento.

Neste Relatório de *Benchmarking* sobre organizações e processos de celulose vemos o reflexo dessa atuação e a força da Rede de Relacionamento ABTCP, ao observar o elevado nível de escolaridade das equipes das empresas entrevistadas: 62,1% da força de trabalho com ensino médio completo e 5,3%, em média, com pós-graduação. Tal fato evidencia ainda os investimentos das empresas do Brasil em capacitação técnica e na absorção e no desenvolvimento de tecnologias.

Apesar disso, existe ainda grande variação entre os resultados comparativos de desempenho dos processos das empresas participantes deste estudo de *benchmarking*, bem como em tecnologias, que cada uma utiliza na produção.

Isso aponta para muitas oportunidades de melhoria dentro das organizações entrevistadas, para que o País possa se manter entre os mais competitivos na produção da celulose fibra curta de eucalipto.

Atualmente, a partir da mão-de-obra especializada, o Brasil alcança a 4º posição no ranking dos maiores produtores mundiais da commodity, deixando Suécia e Finlândia para trás nesta classificação.

Para o futuro, as metas são arrojadas: equiparar-se ao nível de produção da China, que hoje gera 19 milhões de toneladas/ano. Se este é o cenário almejado pelo setor de celulose, muito trabalho há de ser feito neste sentido, e a ABTCP está pronta para ajudar as empresas a conquistar este objetivo.

### **Idéias**

- Atendendo pedido das empresas, o relatório passou a ser anual e inclui tanto fábricas de celulose quanto de papel, oferecendo uma visão mais abrangente e completa do ambiente competitivo.

Lairton Oscar Goulart Leonardi  
Presidente da ABTCP

# Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Celulose e Papel 2009

## Objetivo

---

O objetivo deste levantamento é apresentar parâmetros de desempenho de fábricas de celulose e papel para permitir *benchmarking* e servir de referência na definição de metas, visando à melhoria dos processos e dos resultados. O relatório também dá sequência a uma série histórica que permitirá acompanhar a evolução das empresas do setor.

## Introdução

---

Uma das mais importantes atividades dos administradores é estabelecer metas que levem a organização a um nível superior de desempenho. Metas pouco audaciosas pouco contribuem para este propósito; por outro lado, metas inatingíveis tiram a credibilidade do processo gerencial e acabam desmotivando as equipes. Ao estabelecer metas para as variáveis importantes à competitividade do negócio, o gestor usa freqüentemente como referência os resultados alcançados anteriormente. O ideal, porém, é balizar as decisões com base nos melhores resultados de desempenho de outras organizações. Este tipo de informação pode ser obtido de forma segura e ética por meio do *benchmarking*.

*Benchmarking* é a atividade contínua de comparação dos próprios processos, produtos e serviços com a atividade similar mais conhecida, de modo que metas desafiadoras, porém factíveis, sejam estabelecidas e um curso de ação realista seja implementado, a fim de se tornar e continuar sendo eficientemente o melhor dos melhores em um prazo razoável.

Gerald Balm, 1995

Um levantamento feito pela *Bain & Company*<sup>1</sup> aponta o *benchmarking* como a ferramenta de gestão mais usada pelas organizações, sendo adotada por 76% das empresas. Conhecer o desempenho dos concorrentes serve de estímulo e baliza para a melhoria dos processos de produção e de negócio.

A prioridade foi selecionar um conjunto abrangente de indicadores que permitisse não só a comparação entre empresas brasileiras, mas também uma análise em termos globais. Para isso, foram usados indicadores validados pelas comissões técnicas da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP (Anexo I).

Os resultados deste trabalho servem de base para a busca de melhorias na performance individual dos sistemas analisados. As análises feitas objetivam fornecer uma referência gerencial e não são recomendações com respeito a quaisquer valores da organização tais como: forma de gestão, quadro de colaboradores ou outros.

---

<sup>1</sup> - Bain & Company. **Management Tools and Trends 2009**. Disponível em: [www.bain.com/bainweb/PDFs/cms/Public/Management\\_Tools\\_2009.pdf](http://www.bain.com/bainweb/PDFs/cms/Public/Management_Tools_2009.pdf).

É importante observar que os referenciais de excelência são apenas um elemento auxiliar para a gestão. A busca dos melhores resultados deve estar alinhada com a estratégia da organização e, ainda mais importante, com a busca de um clima organizacional favorável à obtenção de bons resultados.

A apresentação dos resultados foi dividida em duas partes. A Parte I abrange 22 linhas de fibras, de 17 fábricas de celulose. A Parte II corresponde aos resultados de 55 máquinas de 31 fábricas de papel. Para facilitar a consulta, a análise de cada indicador é independente das demais, o que em alguns casos levou à repetição de informações e sugestões.

A expectativa é que a repetição periódica do estudo, somada ao seu aprimoramento pela inclusão de novos e importantes indicadores, possa oferecer uma visão dinâmica do setor.

Metas nunca antes atingidas requerem que façamos coisas nunca antes feitas.  
Stephen Covey

## **Benefícios**

---

A série de estudos comparativos de desempenho, fazendo uso dos Indicadores ABTCP, pode ser uma das mais poderosas ferramentas disponíveis para os administradores de fábrica. Na medida em que mais organizações venham a participar dos levantamentos, tanto a validade quanto a utilidade do trabalho irão aumentar. A disponibilidade destes dados também é útil para as empresas que participam do Prêmio Nacional da Qualidade PNQ ou que usam seus critérios [1] como modelo de gestão, visto que o item 1.3 – Análise do Desempenho da Organização – exige referenciais para comparação que normalmente são difíceis de obter.

O uso de uma terceira parte para efetuar este tipo de estudo apresenta as seguintes vantagens:

- Acesso a informações sensíveis que de outro modo não seriam disponibilizadas.
- Padronização das informações fornecidas pelas diversas empresas, permitindo sua comparação de forma segura.
- Redução na mão-de-obra própria alocada para este tipo de trabalho.

## **Sigilo das Informações**

---

A proteção dos dados e informações das organizações participantes é uma característica básica deste tipo de estudo. Os dados recebidos são tratados como propriedade confidencial de cada empresa. Os resultados apresentados no relatório são codificados e não incluem parâmetros que possam servir para a

identificação de sua origem. Em resumo, nenhum dado específico de qualquer participante é revelado – de forma associada à organização – no relatório ou posteriormente.

## Codificação

Para preservar a confidencialidade, mas permitir que cada empresa possa facilmente localizar seus resultados nas tabelas, foi adotada uma codificação alfanumérica. Como algumas empresas divulgam seus indicadores de recursos humanos e de sustentabilidade nos relatórios anuais, adotamos outra codificação (alfabética) para estas métricas. Assim, reduzimos o risco de identificação das empresas participantes.

## Origem dos Dados

---

As empresas participantes deste estudo foram selecionadas pelo relacionamento com a ABTCP ou pela importância de sua produção e estão localizadas em diversos estados da federação. O trabalho também conta com os dados de duas empresas instaladas na Argentina.

As informações usadas neste trabalho foram fornecidas por empresas que fabricam diversos tipos de celulose, como:

- Celulose Kraft branqueada, fibra curta
- Celulose não Kraft não branqueada fibra longa
- Celulose semi-branqueada
- Pasta Mecânica Termoquímica - CTMP (apenas uma)

E diversos tipos de papel, além de fazerem uso de diferentes tipos de equipamentos. Esta diversidade dificulta a análise, dada a existência de poucos sistemas semelhantes em cada grupo homogêneo.

A fábrica de celulose mais antiga é de 1929 e as mais novas são da década passada, embora seis delas tenham sofrido reforma em 2007 ou depois. Três das fábricas têm 2 linhas de fibras, uma tem 3 linhas de fibras e as outras treze têm apenas uma. Onze fábricas têm planta química própria.

Para aumentar a comparabilidade, uma vez que muitas vezes as empresas têm indicadores com os mesmos nomes mas procedimentos de cálculo diferentes, foi solicitado às empresas que fornecessem os dados brutos por meio de um formulário eletrônico, pelo qual se efetuou de forma padronizada o cálculo dos indicadores.

Além dos parâmetros de desempenho, as empresas forneceram alguns dados como capacidade, data de *startup*, etc., para facilitar o agrupamento em conjuntos comparáveis. Os dados utilizados neste estudo são referentes ao ano de 2009.

A produção das empresas representadas no estudo totalizou 9.920.815 tsa (2009), o que corresponde a 73,5% da produção nacional total de celulose<sup>2</sup>; enquanto as fábricas de papel que participaram do levantamento produziram 3.622.755 t em 2009, o que corresponde a 38,7% da produção nacional [2].

## Metodologia

---

A realização do estudo obedeceu as seguintes etapas:

- Os dados recebidos foram revisados e as inconsistências foram verificadas junto às empresas.
- Na seqüência, as informações foram incorporadas a um banco de dados, para as análises comparativas; novamente, as inconsistências foram identificadas com o auxílio de ferramentas estatísticas e esclarecidas com os representantes das empresas.
- Foram calculados os índices médios de desempenho da totalidade dos participantes e dos grupos semelhantes.
- Finalmente, foram gerados os gráficos, calculados os índices de desempenho da totalidade dos participantes e dos grupos semelhantes e feita a consolidação neste relatório.

Uma descrição mais detalhada da metodologia pode ser encontrada no artigo "Análise Comparativa de Desempenho – uma nova ferramenta de gestão operacional para a indústria de celulose e papel" [3].

Os indicadores utilizados são apresentados na forma percentual ou específica, evitando-se valores absolutos. Além das tabelas numéricas, as informações também são apresentadas em formato gráfico, para facilitar a visualização das diferenças. O número ainda limitado de empresas participantes impediu o uso de ferramentas estatísticas mais sofisticadas, que poderiam trazer um maior volume de informações úteis.

Para viabilizar a comparação, os resultados foram agrupados separadamente para fábricas de celulose, fábricas de papel e fábricas integradas, isto é, fábricas de celulose e papel. Também foram consideradas as características das matérias primas (fibra curta e longa) e dos produtos (celulose branqueada ou não-branqueada, tipo de papel, etc.). Para empresas que disponibilizaram informações nos estudos anteriores, foi feita uma análise histórica a fim de identificar tendências.

Em alguns casos, os resultados foram separados em grupos de desempenho, como segue:

- Grupo A (20% de melhor desempenho da amostra)
- Grupo B (50% que apresenta desempenho intermediário)
- Grupo C (30% de pior desempenho da amostra)

---

<sup>2</sup> - Bracelpa. Relatório Estatístico Bracelpa 2007/2008.

Quando disponíveis, foram incluídas informações públicas fornecidas na literatura aberta. Nestes casos, a fonte está claramente informada e o leitor deve levar em conta que a metodologia de cálculo dos indicadores pode ser diferente dos padrões adotados neste relatório.

Em relação aos levantamentos anteriores [4] e [5], realizados com dados de 2007 e 2008, este relatório apresenta algumas novidades:

- A inclusão no mesmo documento, agora anual, dos resultados das fábricas de celulose e de papel, visto que um número relevante de fábricas são integradas.
- Suprimido o acompanhamento do Grau de Certificação PNQC [6], pois o programa tem sido pouco usado no setor.
- Aprimorado o processo de verificação dos dados fornecidos pelas empresas, resultando em maior confiabilidade.

### **Métricas**

Indicadores são variáveis que permitem a quantificação e a avaliação dos processos. A diversidade das fórmulas de cálculo usadas pelas empresas para os mesmos indicadores dificulta as comparações e pode levar a grandes diferenças de resultados, justificando a necessidade de padronização.

O método de cálculo de cada um dos indicadores usados neste trabalho (Anexo I) está descrito no item correspondente e têm o objetivo único de fornecer valores dentro de critérios claramente definidos e comparáveis, sem intuito de substituir as medidas usadas pelas empresas no seu dia-a-dia.

### **Limitações**

Como os dados usados para gerar os indicadores são fornecidos pelas empresas, a precisão dos números apresentados depende da qualidade dos dados fornecidos pelas participantes.

É importante destacar que as análises apresentadas se aplicam exclusivamente às unidades produtivas cujas informações foram apresentadas e não podem ser extrapoladas para outras fábricas ou empresas.

# PARTE I – FÁBRICAS DE CELULOSE

## Indicadores de Gestão

### Fator de Utilização – FUT

O indicador mede o percentual da capacidade instalada que foi efetivamente utilizada no período. Assim, valores maiores indicam resultados melhores.

#### Fator de Utilização – FUT

$$FUT = \frac{\text{Produção total}}{\text{Capacidade instalada}} \times 100$$

Onde:

*Produção* – quantidade total de celulose para venda (em tsa) ou papel acabado (em toneladas) produzida no período considerado.

*Capacidade instalada* – capacidade nominal de produção da planta, em toneladas.

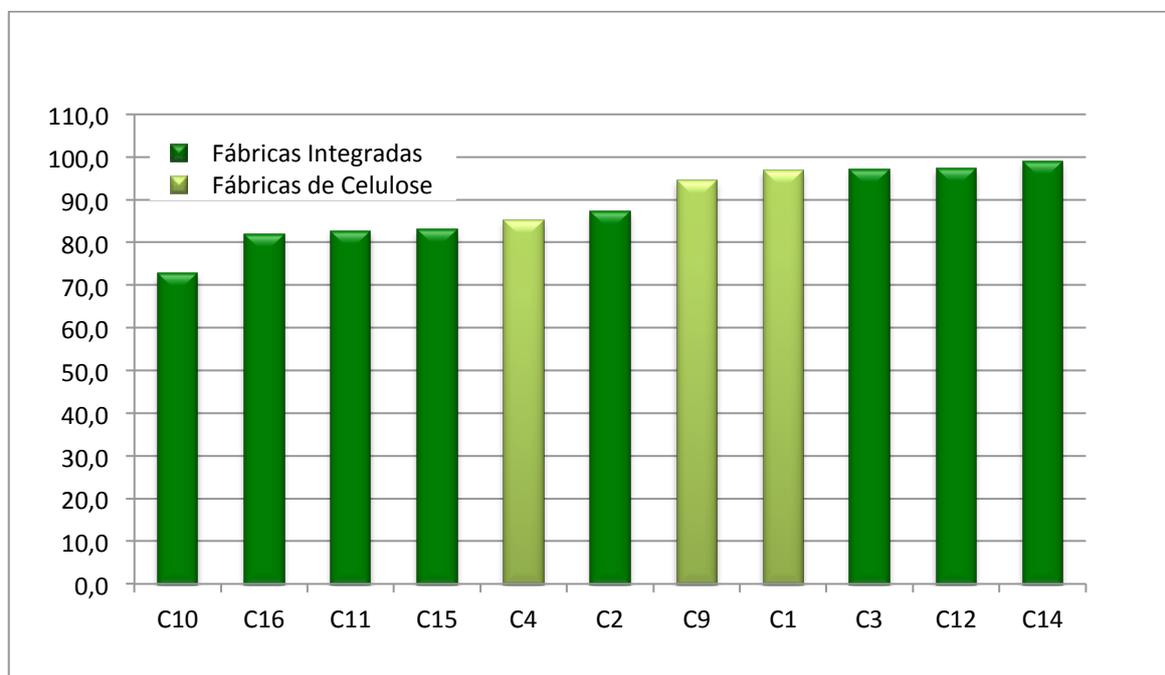


Figura 1 – Fator de Utilização – FUT, %

Para o cálculo do Fator de Utilização, foram usadas as produções e as capacidades nominais informadas pelas fábricas. Em alguns casos (fábricas C6, C7, C8 e C13) a produção foi superior a capacidade nominal informada e os resultados ignorados. É evidente a maior utilização média das fábricas de celulose (FUT=92,2%) em relação às integradas (FUT=87,6%). Também chama atenção a elevada dispersão dos resultados, com quatro fábricas integradas tendo Fator de Utilização inferior a 85%. Embora a baixa utilização possa, em alguns casos, ser

decorrência de questões de mercado, o impacto na lucratividade da planta continua a existir.

Tabela 1 – Fator de Utilização – FUT, %

<b>Fábricas</b>	<b>Celulose</b>	<b>Integrada</b>	<b>Total</b>
C1	96,9		96,9
C2		87,3	87,3
C3		97,0	97,0
C4	85,3		85,3
C9	94,6		94,6
C10		72,8	72,8
C11		82,7	82,7
C12		97,3	97,3
C14		99,0	99,0
C15		82,9	82,9
C16		81,7	81,7
Min.	85,3	72,8	72,8
Máx.	96,9	99,0	99,0
Média	92,2	87,6	88,9
Mediana	94,6	85,1	87,3
Média 20%	96,9	98,3	98,0

Nota: Nas fábricas C6, C7, C8 e C13 a produção foi superior a capacidade nominal informada.

#### Referência externa

A revista Mari ([www.maripapel.com](http://www.maripapel.com)) publica, anualmente, na edição de maio/junho um levantamento das 50 maiores empresas da América Latina com as capacidades e o fator de utilização.

#### **Produtividade das equipes**

Aproveitando a disponibilidade dos dados, foram levantadas as quantidades de celulose produzidas por empregado (figura 2). Assim, valores maiores indicam resultados melhores. A quantidade de celulose produzida por profissional variou de 176,9 a 4.580,3. Esta grande variação se deve às diferentes tecnologias empregadas, aos ganhos de escala, aos diferentes graus de automação e às diferentes políticas de terceirização. De qualquer modo, trata-se de uma referência útil para os administradores.

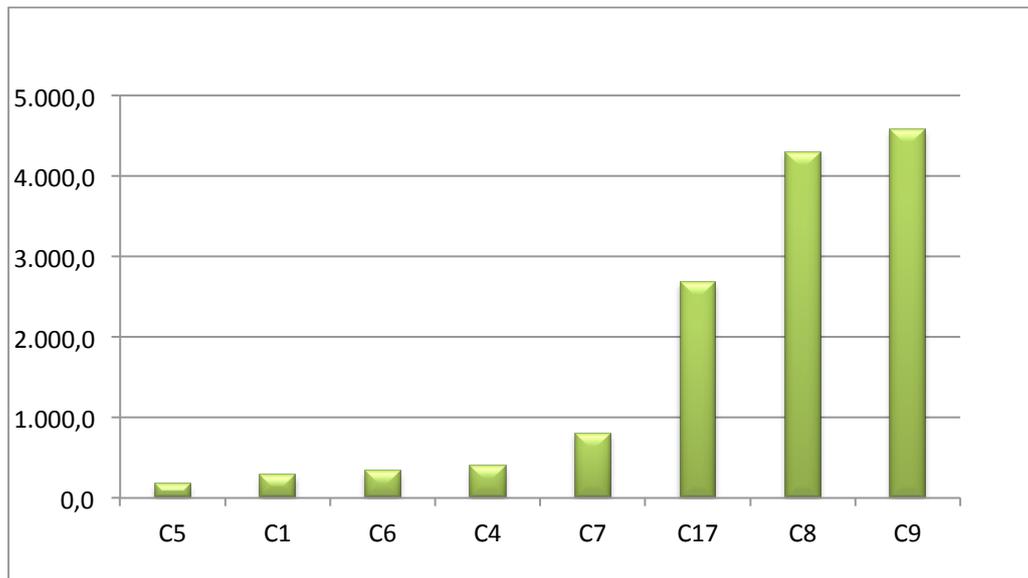


Figura 2 - Produtividade da equipe (celulose), t/empregado

Tabela 2 - Produtividade da equipe (celulose), t/empregado

Fábricas	C1	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C17	Média
Produtividade	284,5	399,2	176,9	340,0	803,9	4.289,0	4.580,3	2.678,8	1.694,1

## Indicadores de Processo e Energia

### Consumo específico de madeira – CMAD

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

#### Consumo Específico de Madeira – CMAD

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

Onde:

*Madeira consumida* – volume de madeira, sem casca, para fabricação de celulose no período considerado, em metro cúbico sólido, medido na entrada da fábrica.

*Celulose produzida* – quantidade de celulose produzida no digestor no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar (tsa).

Embora todas as fábricas de celulose acompanhem este indicador, a forma de cálculo varia bastante. Algumas consideram a madeira com casca, enquanto outras adotam a madeira sem casca. Também é comum o uso do estéreo (volume total, incluindo os vazios), ao invés do metro cúbico sólido. Algumas empresas descontam a umidade da madeira, enquanto outras tomam o valor

medido na balança. Para viabilizar a comparação, os valores das tabelas 3a e 3b foram calculados conforme a metodologia padronizada (ver *box*).

Ainda assim, o Consumo Específico de Madeira das fábricas da amostra apresentou uma variação significativa. Contudo, é importante levar em conta que os diferentes sistemas de medição adotados pelas fábricas podem ter alguma influência nos resultados. Sistemas eletrônicos oferecem margem de erro inferior a 1%, enquanto o sistema manual leva a erros de até 10%<sup>3</sup>. O Consumo Específico de Madeira também pode ser bastante alterado pelo uso de aditivos no cozimento e pela qualidade do produto final.

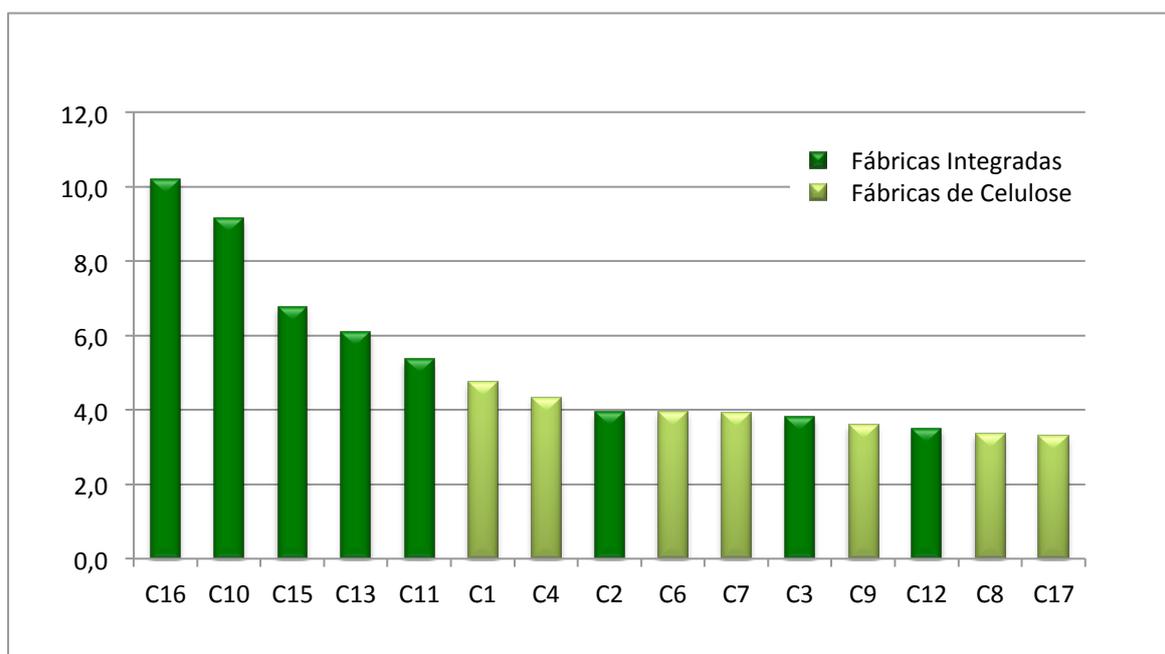


Figura 3 - Consumo Específico de Madeira, m<sup>3</sup> sólido/tsa

O Consumo Específico médio de Madeira das fábricas alimentadas com fibras curtas foi de 3,7 m<sup>3</sup> sólido/tsa, enquanto o das que processaram fibras longas foi de 7,1 m<sup>3</sup> sólido/tsa. Com base na tabela 3a, julgamos que as fábricas de celulose branqueada que processam fibras curtas podem tomar como referência para suas metas um Consumo Específico de Madeira de 3,3 m<sup>3</sup> sólido/tsa (média dos 20% melhores resultados). Para celulose não-branqueada de fibra longa, a média 20% foi 4,9 m<sup>3</sup> sólido/tsa.

Tabela 3a - Consumo Específico de Madeira - CMAD, m<sup>3</sup> sólido/tsa  
(Apenas fábricas de celulose branqueada, a partir de fibra curta)

Fábricas	C4	C7	C6	C17	C9	C8	C3	C2	C12	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
CMAD	4,3	3,9	4,0	3,3	3,6	3,4	3,8	4,0	3,5	3,3	4,3	3,7	3,8	3,3

<sup>3</sup> - Revista O Papel, out/03, pp. 38-39.

Tabela 3b - Consumo Específico de Madeira - CMAD, m<sup>3</sup> sólido/tsa  
(Apenas fábricas de celulose não-branqueada, a partir de fibra longa)

Fábricas	C1	C11	C10	C13	C16	C15	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
CMAD	4,7	5,4	9,2	6,1	10,2	6,8	4,7	10,2	7,1	6,4	4,9

#### Referência externa

- A fábrica de celulose branqueada de eucalipto Huelva, da ENCE, na Espanha, apresentou, em 2005, um consumo específico de madeira de apenas 2,97 m<sup>3</sup>/tsa<sup>4</sup>.

### Sólidos secos gerados no cozimento – TSS

Este indicador mede a quantidade de sólidos secos “virgens” gerados no cozimento, com a finalidade de complementar a avaliação do rendimento do processo de cozimento. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

#### Sólidos Secos Gerados no 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.

<sup>4</sup> - ENCE Huelva. Declaración Ambiental 2005. Disponível em [http://www.ence.es/pdfs/declaracion\\_ambiental\\_2005.pdf](http://www.ence.es/pdfs/declaracion_ambiental_2005.pdf). Acesso em 22.12.08.

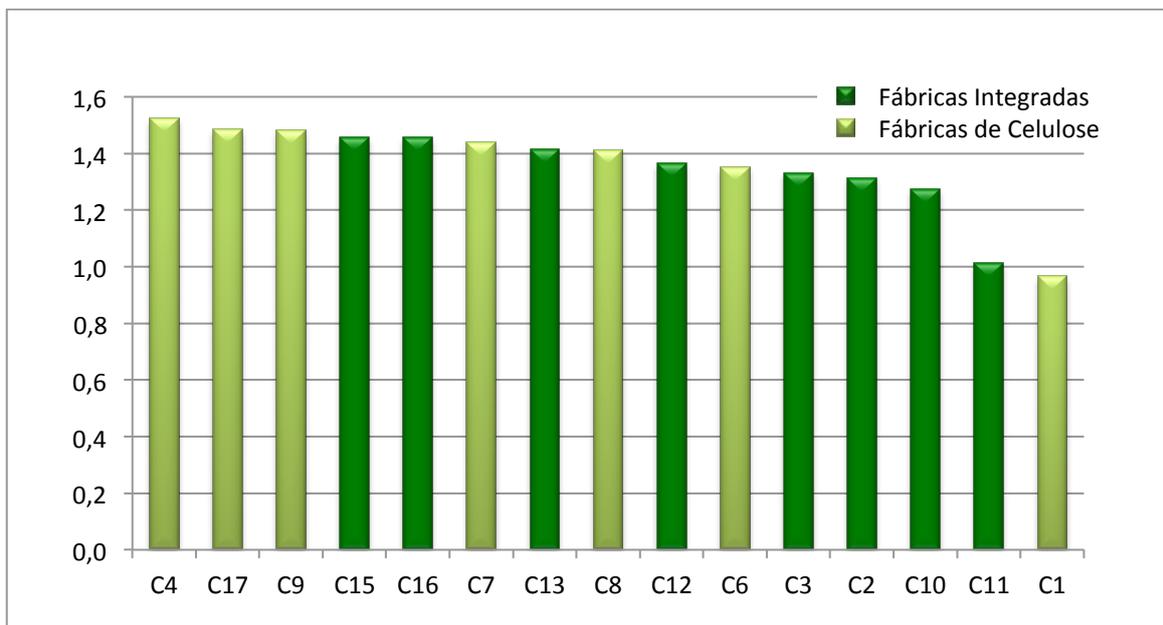


Figura 4 - Sólidos Secos Gerados no Cozimento, tSS/tSA

O volume de Sólidos Secos Gerados no Cozimento variou entre 1,0 e 1,5 tSS/tSA, com a média ficando em 1,4 tSS/tSA. As diferenças entre as unidades que processam fibra curta (média 1,4 tSS/tSA) e as que utilizam fibras longas (1,3 tSS/tSA) não são representativas, dado o pequeno tamanho da amostra.

Tabela 4a - Sólidos Secos Gerados no Cozimento (celulose branqueada, fibra curta), tSS/tSA

Fábricas	C4	C7	C6	C17	C9	C8	C3	C2	C12	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
tSS	1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,5	1,4	1,4	1,3

Nota: A "Média 20%" corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

Tabela 4b - Sólidos Secos Gerados no Cozimento (celulose não-branqueada, fibra longa), tSS/tSA

Fábricas	C1	C11	C10	C13	C16	C15	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
tSS	1,0	1,0	1,3	1,4	1,5	1,5	1,0	1,5	1,3	1,3	1,0

Nota: A "Média 20%" corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

### Sólidos secos queimados na caldeira – SSQ

Este indicador mede a quantidade de sólidos secos queimados nas caldeiras de recuperação. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Sólidos Secos Queimados na Caldeira - SSQ

SSQ= sólidos secos queimados

Celulose produzida

Onde

*Sólidos secos queimados* – quantidade de sólidos secos (orgânicos e inorgânicos) do licor negro, queimados (“*as fired*”) na caldeira de recuperação, em toneladas.

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

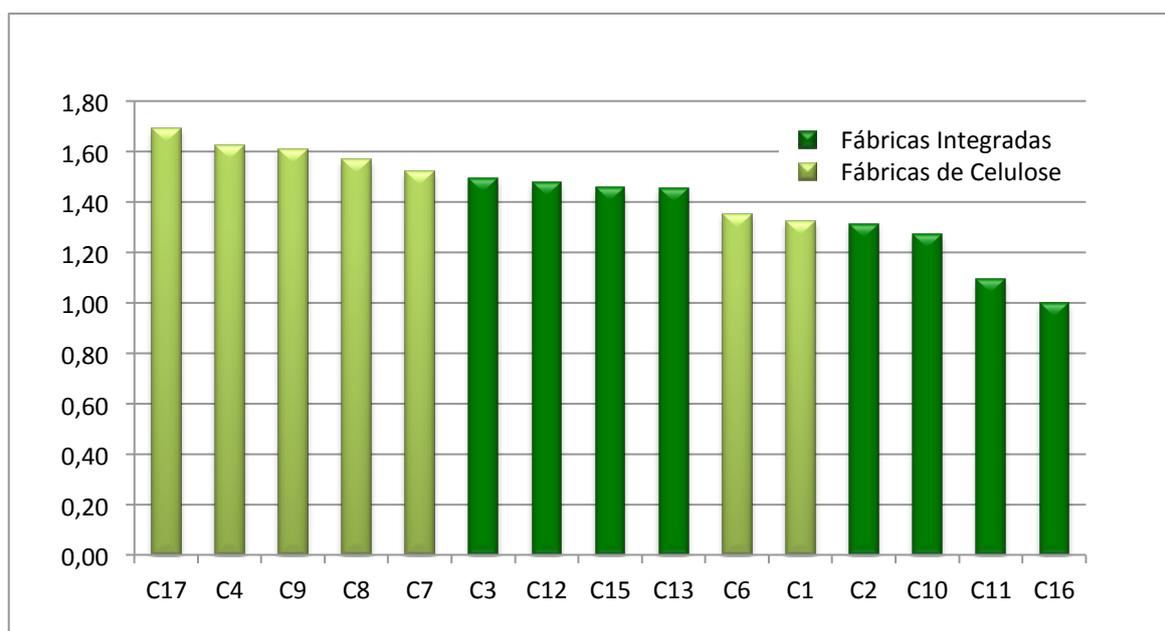


Figura 5 - Sólidos Secos Queimados na Caldeira, tSS/tsa

Conforme pode ser observado na tabela 5a, a quantidade de Sólidos Secos Queimados na Caldeira variou na faixa de 1,00 a 1,69 tSS/tsa. A média para as unidades que processam fibras curtas foi de 1,52 e nas alimentadas com fibras longas, de 1,27 tSS/tsa.

Tabela 5a - Sólidos Secos Queimados na Caldeira, tSS/tsa

<b>Fábricas</b>	<b>SSQ</b>
C1	1,32
C2	1,31
C3	1,49
C4	1,62
C6	1,35
C7	1,52
C8	1,57
C9	1,61
C10	1,27
C11	1,10
C12	1,48
C13	1,46
C15	1,46
C16	1,00

C17	1,69
Min.	1,00
Máx.	1,69
Média	1,42
Mediana	1,46
Média 20%	1,12

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

Algumas fábricas forneceram o mesmo valor para sólidos secos gerados no cozimento e sólidos secos queimados.

Tabela 5b - Sólidos Secos Queimados na Caldeira, em tSS/tsa, para fábricas de celulose branqueada a partir de fibra curta.

Fábricas	C4	C7	C6	C17	C9	C8	C3	C2	C12	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
SSQ	1,62	1,52	1,35	1,69	1,61	1,57	1,49	1,31	1,48	1,31	1,69	1,52	1,52	1,33

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

Tabela 5c - Sólidos Secos Queimados na Caldeira, em tSS/tsa, para fábricas de celulose não-branqueada a partir de fibra longa

Fábricas	C1	C11	C10	C13	C16	C15	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
SSQ	1,32	1,10	1,27	1,46	1,00	1,46	1,00	1,46	1,27	1,30	1,02

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

## Consumo específico de cloro ativo – CECAT

O indicador mede o consumo específico de agentes oxidantes no branqueamento de celulose, expresso como cloro ativo, com a finalidade de avaliar a eficiência na utilização destes produtos. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

### Consumo Específico de Cloro Ativo - CECAT

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

Onde:

*Qoxidante* – 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 toneladas de celulose seca ao ar (tsa).

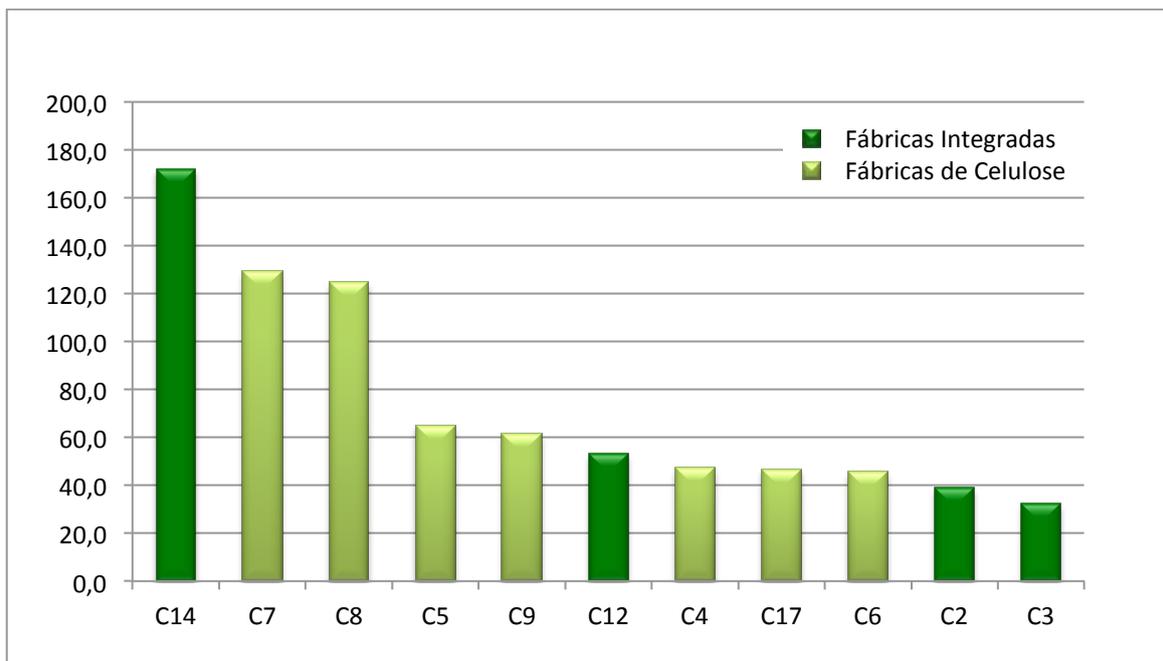


Figura 6 - Consumo Específico de Cloro Ativo – CECAT, kg/tsa

Este indicador aplica-se apenas às fábricas que usam produtos químicos para branqueamento. Assim, as seis fábricas que fazem celulose não-branqueada, não foram incluídas. A variação no Consumo Específico das fábricas é grande, indo de 32,2 a 171,8 kg/tsa, o que pode ser parcialmente explicado 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 deslignificadas e branqueadas);
- tipo de processo (redução => oxidação ou oxidação => redução); e
- o uso ou não de quelantes e enzimas<sup>5</sup>.

A única unidade que não efetua pré-branqueamento (C8) tem o segundo Consumo de Cloro Ativo mais alto da amostra. Com base na tabela 6, as fábricas de celulose branqueada que processam fibras curtas podem tomar como referência, para estabelecer suas metas, um Consumo Específico de Cloro Ativo de 35,5 kg/tsa (média dos 20% melhores resultados).

Tabela 6 - Consumo Específico de Cloro Ativo - CECAT, kg/tsa

Fábricas	C4	C7	C6	C17	C9	C8	C3	C2	C14	C12	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
CECAT	47,2	129,2	45,5	46,8	61,3	124,7	32,2	38,9	171,8	53,1	32,2	171,8	75,1	50,1	35,5
Efetua pré-branqueamento?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	-	-	-	-	-

Nota: Apenas fábricas que produzem celulose branqueada a partir de fibra curta.

A "Média 20%" corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

<sup>5</sup> - Faleiros, Marina. Químicos aliam-se à ecoeficiência do setor. O PAPEL, ano LXIX, nº 04, p 32, abril de 2008.

## Consumo específico de vapor no cozimento – CEVC

O indicador mede o consumo específico de vapor no cozimento da celulose, com o propósito de avaliar a eficiência energética do processo de cozimento. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

### Consumo Específico de Vapor no Cozimento – CEVC

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

Onde:

*Vapor* – quantidade de vapor, de determinada classe de pressão, alimentada no digestor, em toneladas.

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

*Celulose* – quantidade de celulose produzida, medida na descarga do digestor, no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar (tsa).

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

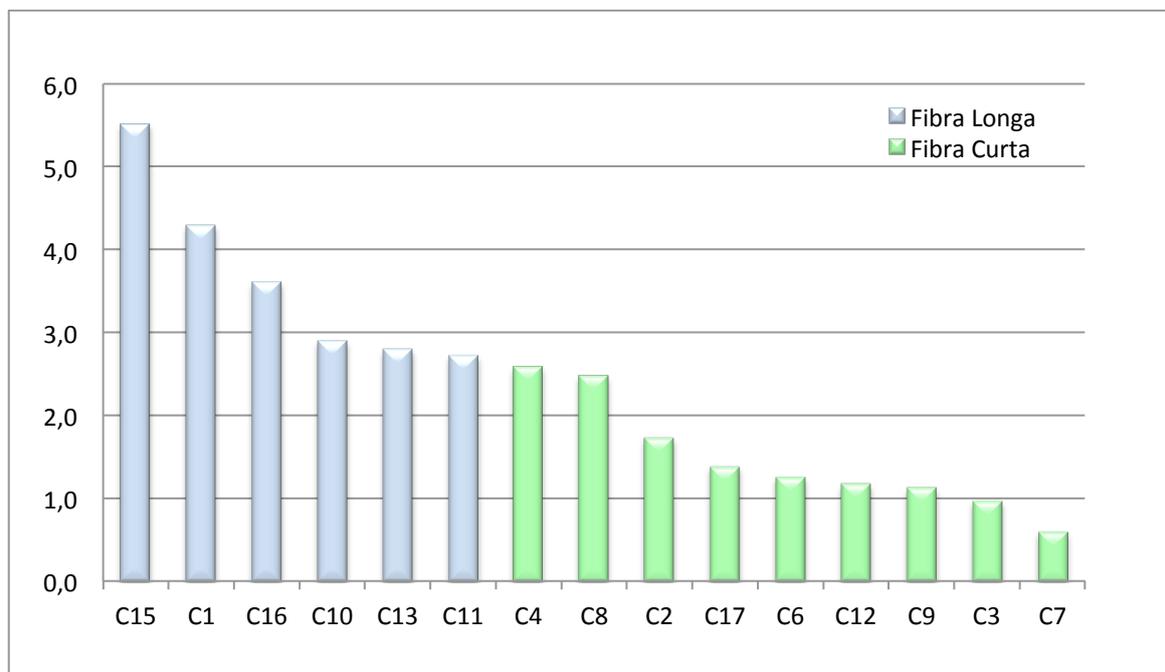


Figura 7 - Consumo Específico de Vapor no Cozimento, GJ/tsa

Nota: Excluída a fábrica C14, por apresentar valor atípico.

O Consumo Específico de Vapor no Cozimento médio das fábricas que processam exclusivamente fibras curtas foi de 1,5 GJ/tsa, enquanto nas que processam fibras longas foi significativamente maior, ficando em 3,6 GJ/tsa. As fábricas da amostra usam tecnologias como: Batch, *Lo-Solids*, *Compact Cooking*, MCC, Contínua convencional, entre outras. Esta diversidade contribui para explicar parte da

grande variação no Consumo Específico de Vapor no Cozimento, que foi de 0,6 a 5,5 GJ/tsa. A existência ou não de sistema de recuperação de condensados também explica parte das diferenças mas, infelizmente, esta informação não foi coletada neste levantamento.

Tabela 7a - Consumo Específico de Vapor no Cozimento – CEVC (celulose branqueada, de fibra curta), GJ/tsa

Fábricas	C4	C7	C6	C17	C9	C8	C3	C2	C12	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
CEVC	2,6	0,6	1,3	1,4	1,1	2,5	1,0	1,7	1,2	0,6	2,6	1,5	1,3	0,8

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

Excluída a fábrica C14, por apresentar valor atípico.

Tabela 7b - Consumo Específico de Vapor no Cozimento – CEVC (celulose não-branqueada, fibra longa), GJ/tsa

Fábricas	C1	C11	C10	C13	C15	C16	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
CEVC	4,3	2,7	2,9	2,8	5,5	3,6	2,7	5,5	3,6	3,3	2,7

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

#### Referência externa

Um estudo canadense [7] descreve um processo de cozimento kraft contínuo modificado (MCC) em um digestor Kamyr que, operando com uma meta de Kappa igual a 30 (*softwood*), apresenta um consumo de vapor de 1,7 GJ/tsa.

#### Consumo específico de vapor no secador – CEVS

O indicador mede o consumo específico de vapor usado no secador de celulose, com o propósito de avaliar a eficiência energética do processo de secagem. Valores menores indicam resultados melhores.

#### Consumo Específico de Vapor no Secador – CEVS

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

Onde:

*Vapor* – quantidade de vapor de baixa pressão (4 kgf/cm<sup>2</sup> man.) alimentada no secador de celulose, em toneladas.

Nota: No caso de vapor com outra pressão, ajustar para a quantidade energeticamente equivalente de vapor de 4 kgf/cm<sup>2</sup> man.

*Celulose* – quantidade de celulose produzida, medida na descarga do secador de celulose, no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar (tsa).

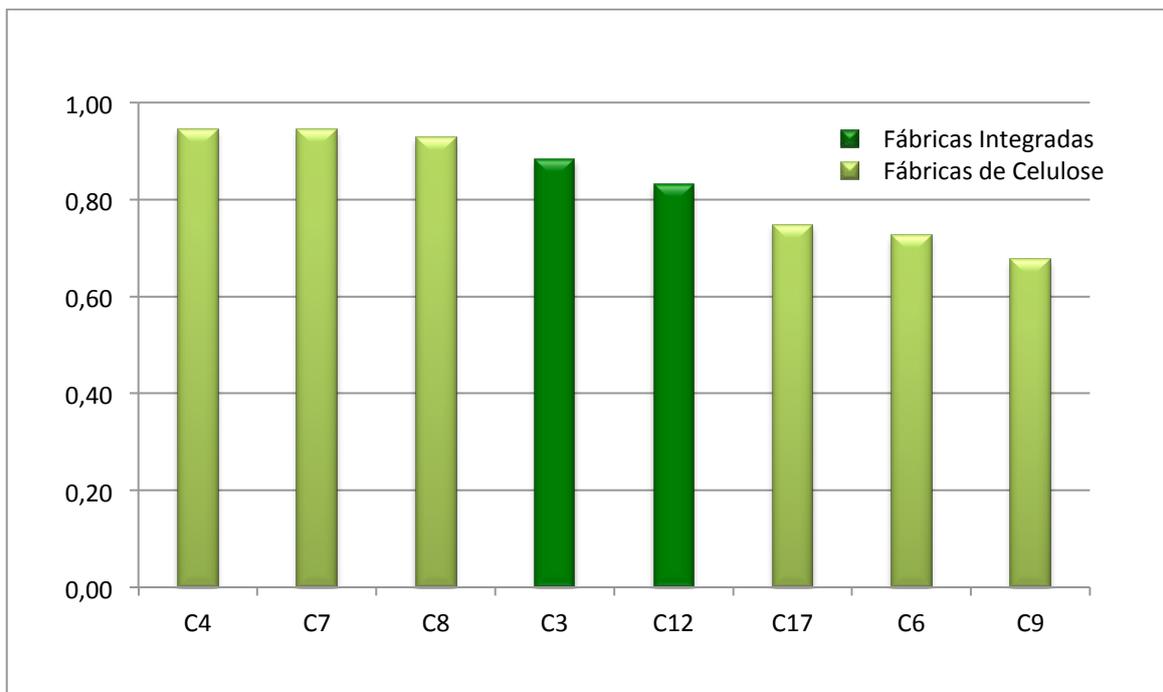


Figura 8 - Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm<sup>2</sup> man.) no Secador, t/tsa

O Consumo Específico de Vapor no Secador (CEVS) das fábricas de celulose que processam fibras curtas apresentou uma média de 0,84 t/tsa.

Tabela 8 - Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm<sup>2</sup> man.) no Secador, t/tsa

Fábricas	C3	C4	C6	C7	C8	C9	C12	C17	Média
CEVS	0,88	0,95	0,73	0,95	0,93	0,68	0,83	0,75	0,84

Notas: Apenas fábricas de celulose que processam fibra curta.

### Melhores práticas

Dentre as ações que as empresas têm executado para reduzir o consumo de energia no secador, destacamos:

- Instalação de variadores de velocidade
- Uso de QCS para controle automático da umidade, gerando economia de vapor no secador.

## Consumo específico de energia elétrica – CEEE

O 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

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

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 (tsa).

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

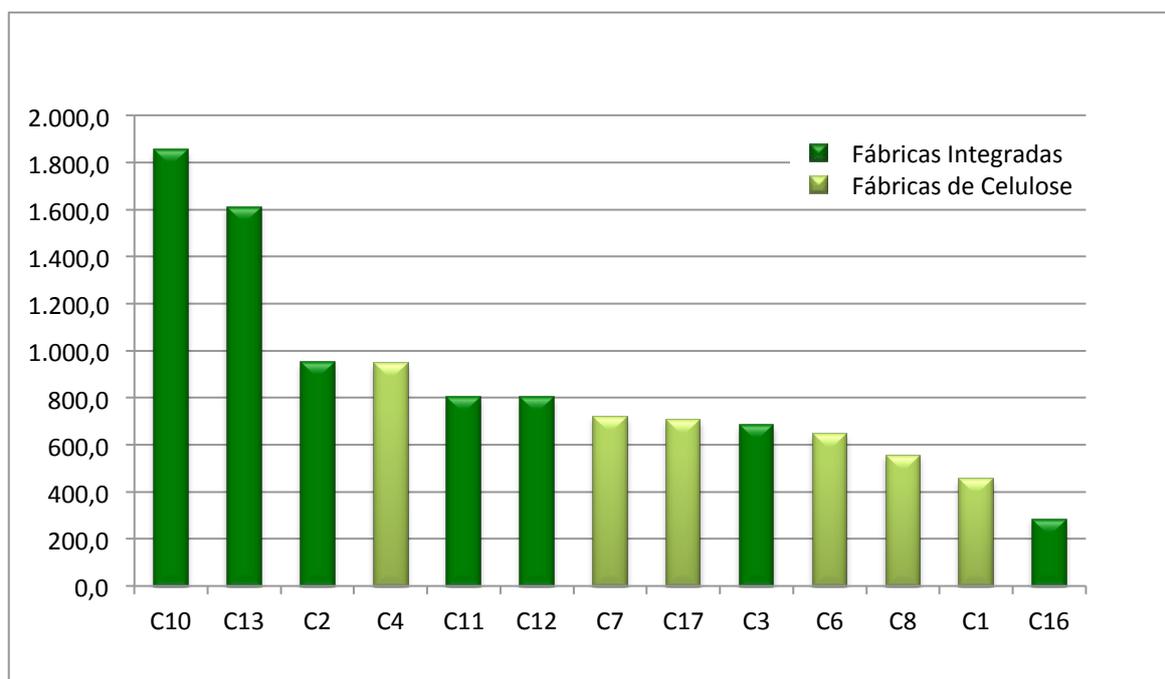


Figura 9 - Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t

O Consumo Específico de Energia Elétrica nas fábricas de celulose variou na faixa de 454,6 a 945,6 kWh/tsa, com média de 671,6 kWh/tsa. Nas fábricas integradas, o indicador variou em uma faixa mais ampla, de 284,6 a 1.856,6, com a média em 999,6 kWh/t.

A eficiência energética das fábricas integradas é melhor que os das fábricas de celulose de mercado e de papel que operam em separado. Segundo Celso Foelkel

[8], a integração resulta em ganhos de cerca de 8 a 10% no consumo de energia térmica e de cerca de 15% na energia elétrica, dependendo do tipo de produto e da grau de integração das unidades.

Embora o indicador possa ser calculado tanto para fábricas de celulose quanto para fábricas de papel e fábricas integradas, a comparação só deve ser feita entre instalações semelhantes. No caso das fábricas integradas, a comparação deve ser feita ainda com mais cuidado, pois algumas delas usam apenas uma parte da celulose para fabricar papel e outras complementam a alimentação das máquinas de papel com aparas.

Tabela 9 - Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t

<b>Fábricas</b>	<b>Celulose</b>	<b>Integrada</b>	<b>Total</b>
C1	454,6		454,6
C2		950,5	950,5
C3		684,7	684,7
C4	945,6		945,6
C6	647,7		647,7
C7	720,2		720,2
C8	554,0		554,0
C10		1.856,6	1.856,6
C11		805,1	805,1
C12		804,6	804,6
C13		1.611,4	1.611,4
C16		284,6	284,6
C17	707,2		707,2
<b>Min.</b>	454,6	284,6	284,6
<b>Máx.</b>	945,6	1856,6	1.856,6
<b>Média</b>	671,6	999,6	848,2
<b>Mediana</b>	677,5	805,1	720,2
<b>Média 20%</b>	471,2	398,9	412,2

Notas: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

Este indicador foi calculado em kWh/tsa para as fábricas de celulose e em kWh/(t de papel + tsa de celulose) para as fábricas integradas.

Excluídas das tabela duas fábricas (C9 e C15) que apresentaram valor muito baixo. A fábrica C14 não forneceu o dado .

### Referência externa

A fábrica de celulose branqueada de eucalipto Huelva, da ENCE, na Espanha, apresentou um consumo específico de energia elétrica de 582,59 kWh/tsa, em 2005<sup>6</sup>.

### **Produção específica da máquina de secagem**

Este indicador é particularmente útil para o acompanhamento histórico do desempenho da máquina de secagem analisada. Com algum cuidado, também serve para a comparação com unidades semelhantes. Valores maiores indicam resultados melhores.

<sup>6</sup> - ENCE Huelva. Declaración Ambiental 2005. Disponível em [http://www.ence.es/pdfs/declaracion\\_ambiental\\_2005.pdf](http://www.ence.es/pdfs/declaracion_ambiental_2005.pdf). Acesso em 22.12.08.

## Produção Específica

$$P_{esp} = C_{seca} / T_p / L_{max}$$

Onde:

C<sub>seca</sub> – Quantidade de celulose seca, em tsa.

T<sub>p</sub> – Tempo de operação da secadora, em horas.

L<sub>max</sub> – Largura máxima útil da secadora, em metros.

Para evitar a identificação, não foi possível associar as máquinas às fábricas correspondentes. Mas, o quadro 1 mostra a elevada variação de desempenho existente entre as máquinas da amostra, com uma Produção Específica média de 8,1 tsa/h/m.

**Quadro I - Produção Específica das máquinas de secagem, tsa/h/m**

Secadora	Produção específica, tsa/h/m
1	15,1
2	13,7
3	13,7
4	12,9
5	10,9
6	10,3
7	9,7
8	8,5
9	8,2
10	7,9
11	6,4
12	6,1
13	5,1
14	5,0
15	4,2
16	2,6
17	2,6
18	2,4
<b>Média</b>	<b>8,1</b>
<b>Média 20%</b>	<b>13,9</b>

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra.

## Indicadores de Meio Ambiente

### Consumo específico de água – CEAC

Este indicador mede o consumo específico de água na produção de celulose e papel, com o propósito de avaliar a eficiência na utilização de água no processo. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

## Consumo Específico de Água – CEAC

$$\text{CEAC} = \frac{\text{Volume de água}}{\text{Celulose + papel}}$$

Onde:

*Volume de água* – quantidade de água alimentada no processo, no período considerado, em m<sup>3</sup>.

*Celulose* – quantidade de celulose produzida, no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar (tsa).

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

A métrica usada inclui toda a água fresca alimentada na fábrica, inclusive na área de utilidades, com a finalidade de fornecer uma avaliação mais completa. O indicador foi calculado em m<sup>3</sup>/tsa para as fábricas de celulose e em m<sup>3</sup>/t (t de papel + tsa de celulose) para as fábricas integradas.

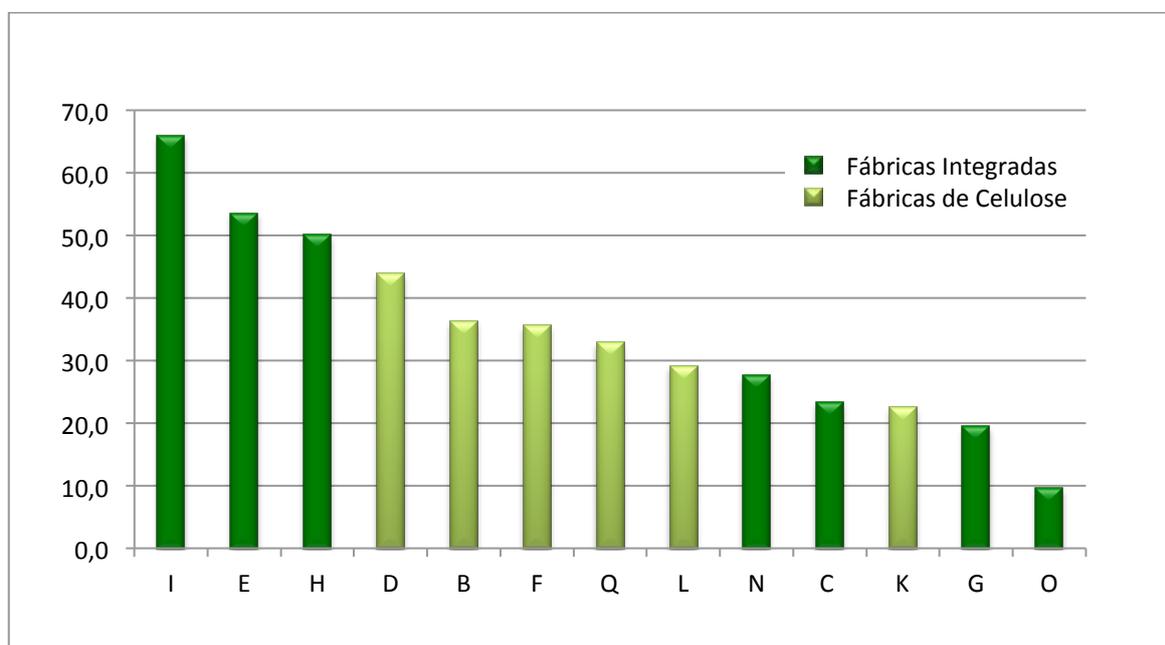


Figura 10 - Consumo Específico de Água (Celulose), m<sup>3</sup>/tsa

O Consumo Específico de Água para as fábricas de celulose variou entre 22,5 e 43,9 m<sup>3</sup>/tsa. A média ficou em 33,4 m<sup>3</sup>/tsa. Estes consumos estão bem situados em relação à faixa de 40 a 55 m<sup>3</sup>/tsa, apontada como correspondente às "Melhores Práticas" para unidades com o processo kraft<sup>7</sup>.

Nas fábricas integradas (tabela 10b), o indicador apresenta valores ligeiramente mais altos, com o maior atingindo 66,0 m<sup>3</sup>/t e a média ficando em 35,7 m<sup>3</sup>/t.

<sup>7</sup> - Revista IPW. Outubro de 2006. pg. 45.

Comparando com os resultados de outros levantamentos, é seguro afirmar que as fábricas integradas da amostra têm um consumo específico elevado.

Tabela 10a - Consumo Específico de Água (Celulose) - CEAC, m<sup>3</sup>/t<sub>sa</sub>

Fábricas	B	D	F	K	L	Q	Média
CEA	36,2	43,9	35,6	22,5	29,1	32,9	33,4

Nota: A fábrica M foi retirada da tabela por apresentar valor atípico.

Tabela 10b - Consumo Específico de Água (Integradas) - CEAC, m<sup>3</sup>/t

Fábricas	C	E	G	H	I	N	O	Média
CEA	23,4	53,6	19,5	50,2	66,0	27,6	9,7	35,7

O consumo de água pode ser reduzido pelo aumento da recirculação interna, pelo uso de equipamentos de lavagem mais eficientes e pela reutilização dos condensados, entre outras providências. Uma fonte de idéias para a redução no consumo de água é o relatório *Reducing water costs in paper and board mills* [9], que pode ser obtido gratuitamente por *download*. Outras boas práticas para redução no consumo de água podem ser encontradas em [10] e [11].

Segundo o *Environmental Technology Best Practice Programme* [12], o consumo de água é geralmente 1,5 a 3,0 m<sup>3</sup>/t superior ao volume de efluentes. Assim, reduzir o consumo de água também reduz o impacto ambiental e o custo do tratamento dos efluentes.

#### Referências externas

- A planta Valdivia<sup>8</sup>, da Arauco, apresenta um consumo de água de 32m<sup>3</sup>/t<sub>sa</sub> (de pinus) e de 29 m<sup>3</sup>/t<sub>sa</sub> (de eucalipto).
- Em 2009, a Unidade Papel da Celulose IRANI reutilizou 70% de um consumo total de 7.223.215 m<sup>3</sup> de água [13].

#### Volume específico de efluentes

O indicador mede o volume específico de efluentes líquidos gerados na produção de celulose, com o propósito de avaliar o impacto ambiental do processo. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

#### Volume Específico de Efluentes

$$\text{Efluente específico} = \frac{\text{Volume de efluente}}{\text{Celulose}}$$

Onde:

<sup>8</sup> - Paperi ja Puu - Paper and Timber. Arauco Valdivia produces eucalyptus and pine pulp. p. 376, jun/2005.

*Volume de efluente* – quantidade total de efluentes líquidos descartados pelo processo, no período considerado, em m<sup>3</sup>.

*Celulose* – quantidade de celulose especificada para venda, produzida no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar (tsa).

O indicador foi calculado em m<sup>3</sup>/tsa para as fábricas de celulose e em m<sup>3</sup>/t (t de papel + tsa de celulose) para as fábricas integradas.

O Volume Específico de Efluentes é sensível à sazonalidade das precipitações pluviométricas, mas como a comparação cobre os dados de um ano, este problema foi minimizado. Entretanto, as características climáticas regionais podem influenciar nos resultados, já que em muitas fábricas ainda não existe uma separação completa das águas de chuva das águas de processo. A métrica pode ser analisada em conjunto com a de consumo de água, para avaliar o percentual de “perdas na fábrica”.

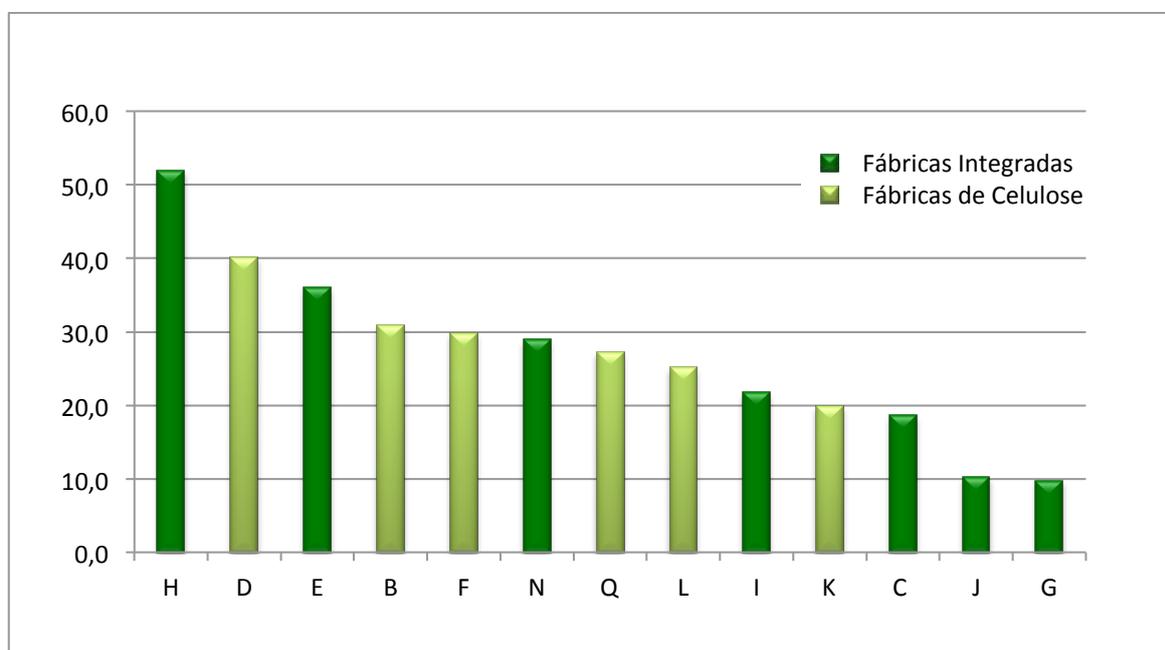


Figura 11 - Volume Específico de Efluentes, m<sup>3</sup>/t

A variação na geração de efluentes entre as fábricas de celulose da amostra (tabela 11a) é elevada, indo de 19,9 a 40,2 m<sup>3</sup>/tsa, com a média ficando em 28,9 m<sup>3</sup>/tsa. Nas fábricas integradas (tabela 11b) as diferenças também são grandes, indo de 9,8 a 52,0 m<sup>3</sup>/tsa, com a média ficando em 25,3 m<sup>3</sup>/t. Estes valores estão bem situados em relação a faixa de 30 a 50 m<sup>3</sup>/t, considerada compatível com as melhores práticas (BAT) pela Comissão Européia. Porém, algumas diferenças entre os volumes de água consumidos e de efluentes gerados deixa dúvidas sobre o balanço hídrico de várias fábricas.

Tabela 11a - Consumo Específico de Água e Volume Específico de Efluentes (Celulose),  
m<sup>3</sup>/tsa

Fábricas	B	D	F	K	L	Q	Média
CEA	36,2	43,9	35,6	22,5	29,1	32,9	33,4
VEE	30,9	40,2	29,9	19,9	25,1	27,3	28,9
Diferença	5,3	3,8	5,7	2,7	4,0	5,7	

Nota: A fábrica M foi retirada da tabela por apresentar valor atípico.

Tabela 11b - Consumo Específico de Água e Volume Específico de Efluentes (Integradas),  
m<sup>3</sup>/t

Fábricas	C	E	G	H	I	J	N	O	Média
CEA	23,4	53,6	19,5	50,2	66,0		27,6	9,7	35,7
VEE	18,6	36,0	9,8	52,0	21,7	10,2	29,0		25,3
Diferença	4,8	17,5	9,8	-1,8	44,2	-10,2	-1,4	9,7	

#### Referências externas

- Um trabalho produzido pela CETESB, com o apoio da ABTCP, fornece o volume de efluentes gerados nas diversas etapas de fabricação de celulose e pode ser uma referência útil para *benchmarking* [14].
- A SCA ÖSTRAND MILL registrou uma geração específica de efluentes líquidos (mistura dos processos Kraft e CTMP) de apenas 6-8 m<sup>3</sup>/tonelada de celulose<sup>9</sup>.

#### Geração de resíduos sólidos – GRS

O indicador mede a quantidade de resíduos sólidos gerados por tonelada de produto vendável, na produção de celulose e papel, com o propósito de avaliar o impacto ambiental. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

#### Geração de Resíduos Sólidos – GRS

$$GRS = \frac{\text{Resíduos sólidos}}{\text{Celulose + Papel}}$$

Onde:

*Resíduos sólidos* – quantidade total de resíduos sólidos gerados no processo industrial, no período considerado, em quilogramas (medido nas condições em que é enviado para aterro ou entregue a terceiros para tratamento ou descarte.).

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

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

<sup>9</sup> - PPI – Pulp and Paper International. The SCA mill's investments have made its effluent possibly the cleanest in Sweden, p. 13, agosto de 2007.

Um especialista do setor [15] afirma que “Conforme o processo industrial, a geração pode variar de 40 a 850 kg de resíduos (peso úmido tal qual) por tonelada de celulose ou papel produzido”. Nossa expectativa era que, devido à padronização do cálculo, tivéssemos uma faixa de resultados mais estreita. Entretanto, como pode ser observado na tabela 12, as quantidades de resíduos sólidos gerados nas fábricas variou muito. Além de eventuais problemas no cálculo, as peculiaridades das unidades também dificultam as comparações. Por exemplo, fábricas que fazem o descascamento no campo não incluem as cascas como resíduos. Assim, dada a inviabilidade do agrupamento dos dados em conjuntos comparáveis, optamos pela simples reprodução dos dados informados. Os resultados das fábricas A, I e E foram desconsiderados, por serem muito diferentes dos demais e não ter sido possível sua confirmação.

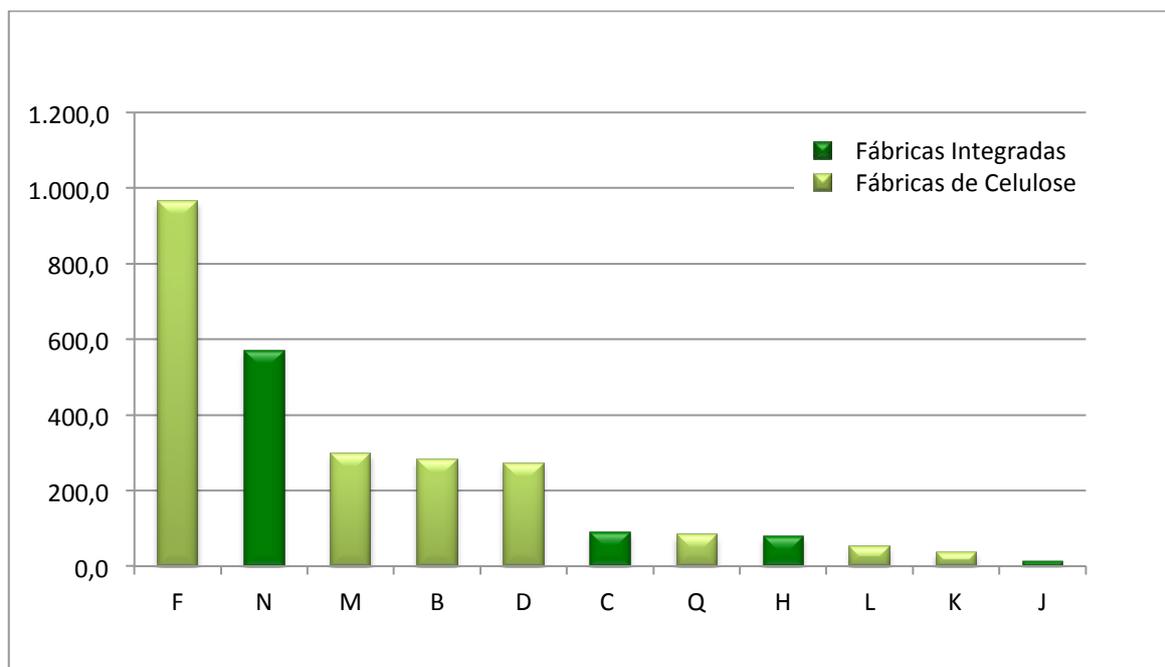


Figura 12 Geração de Resíduos Sólidos, kg/t

Tabela 12 Geração de Resíduos Sólidos, kg/t

<b>Fábricas</b>	<b>Celulose</b>	<b>Integrada</b>	<b>Total</b>
B	282,4		282,4
C		89,8	89,8
D	270,8		270,8
F	966,1		966,1
H		78,1	78,1
J		12,5	12,5
K	37,1		37,1
L	52,8		52,8
M	296,8		296,8
N		568,7	568,7
Q	82,9		82,9
<b>Min.</b>	37,1	12,5	12,5
<b>Máx.</b>	966,1	568,7	966,1
<b>Média</b>	284,1	187,3	248,9

Nota: As fábricas O, P, e G não forneceram o dado, enquanto as A, I e E apresentaram valores exageradamente baixos.

### Referências externas

- Segundo a CETESB [14], o volume estimado de geração de resíduos para as fábricas brasileiras está em torno de 150 kg/tonelada de produto, com um custo de disposição próximo de US\$ 2,00/tonelada. O mesmo documento oferece orientações visando a minimização da geração de efluentes e resíduos.
- A distribuição dos resíduos gerados em uma fábrica que produz celulose kraft branqueada de fibra curta [16] é apresentada no quadro a seguir:

Quadro II – Geração de resíduos sólidos (base seca)

Resíduos	kg/tsa
Lenhosos (casca de madeira e serragem)	254
Lodo biológico	11,8
Fibra do tratamento primário	8,2
Rejeito da depuração	6,3
Cinzas	5,1
<i>Dregs</i>	11,7
<i>Grits</i>	16,4
Lama de cal	13,7
Total	327

Fonte: Dissertação do Eng. Marcos Guerra. [16]

## Indicadores de Recursos Humanos<sup>10</sup>

### Grau de escolaridade da equipe - ESCOL

O indicador de escolaridade registra a relação percentual entre a quantidade de colaboradores com determinado grau de escolaridade e o número total de colaboradores. A escolaridade formal da equipe é um importante indicador da capacidade de entender instruções e de inovar.

#### Grau de Escolaridade

$$ESCOL_i = \frac{\text{Colaboradores com determinada escolaridade}}{\text{Total de colaboradores}} \times 100$$

Onde:

*Colaboradores com determinada escolaridade* – número total de colaboradores com determinado grau de escolaridade, no final do período.

<sup>10</sup> - Foram adotados os indicadores desenvolvidos pela Bachmann & Associados, em parceria com a Associação Brasileira de Recursos Humanos – ABRH-PR, com eventuais adaptações para o setor papeleiro.

*Total de colaboradores* – número total de colaboradores da organização, no final do período.

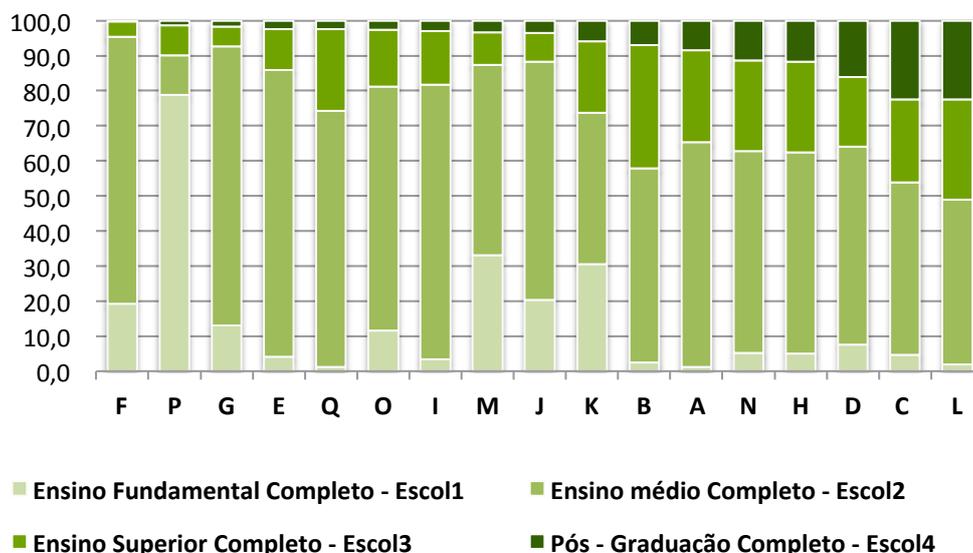


Figura 13 - Grau de Escolaridade, %

Como ocorre com diversos outros indicadores, a escolaridade das equipes variou bastante nas empresas da amostra (figura 13). O maior volume da força de trabalho (60,2%) tem o ensino médio completo e somente três, das 17 empresas da amostra, têm menos de 50% da equipe com o ensino médio completo. Oito fábricas têm mais de 20% da equipe com curso superior. Chama a atenção o elevado percentual de profissionais com pós-graduação (média de 7,4%), sinalizando que as empresas estão investindo na absorção e no desenvolvimento de tecnologias.

Tabela 13 - Grau de Escolaridade, %

Fábrica	M	D	K	Q	B	L	F	A	N	H	P	C	I	O	E	J	G	Média
Pós - Graduação	3,4	16,1	5,8	2,4	7,1	22,5	0,3	8,4	11,4	11,7	1,4	22,5	2,9	2,7	2,4	3,5	1,7	7,4
Ensino Superior	9,3	19,8	20,4	23,4	35,1	28,4	4,4	26,3	25,8	25,9	8,6	23,7	15,3	16,1	11,7	8,1	5,7	18,1
Ensino médio	54,2	56,6	43,1	72,9	55,3	47,1	76,2	64,2	57,7	57,4	11,2	49,2	78,5	69,6	81,8	68,0	79,6	60,2
Ensino Fundamental	33,1	7,5	30,6	1,2	2,5	2,0	19,2	1,1	5,2	5,0	78,8	4,6	3,3	11,6	4,1	20,4	13,1	14,3

### Rotatividade da equipe – ROT

O indicador Rotatividade, ou *turnover*, mede o percentual da equipe que se renova em um determinado período de tempo. No contexto das empresas, a Rotatividade normalmente se refere às demissões que exigem substituição. Assim, demissões afetadas por fatores econômicos mais amplos, como as reduções por fechamento de fábrica ou por corte de um turno de trabalho, não costumam ser consideradas.

$$\text{ROT} = \frac{(\text{Admitidos} + \text{Desligados})}{2 \times \text{Efetivo médio}} \times 100$$

Onde:

*Admitidos* – é o número total de colaboradores admitidos no período.

*Desligados* – é o número total de colaboradores desligados (tanto por iniciativa da organização como por iniciativa dos colaboradores) no período, incluindo as saídas por óbito e aposentadoria, apenas dos postos de trabalho que serão mantidos, isto é, nos quais haverá reposição.

*Efetivo médio* – é o número médio de colaboradores da empresa no período (média aritmética do número de colaboradores no primeiro e no último dia do ano).

Diferentemente de vários outros parâmetros, a rotatividade ótima deve se situar dentro de uma faixa, pois valores altos sinalizam problemas como clima organizacional inadequado ou política salarial defasada, enquanto uma rotatividade muito baixa aponta pouca oxigenação no corpo de colaboradores. Portanto, a Rotatividade ideal é aquela em que a organização consegue reter seu pessoal bem qualificado e substituir aqueles que apresentam deficiência no desempenho. A rigor, não há um número (meta) que defina esse número ideal, que dependerá da situação específica de cada organização e do mercado.

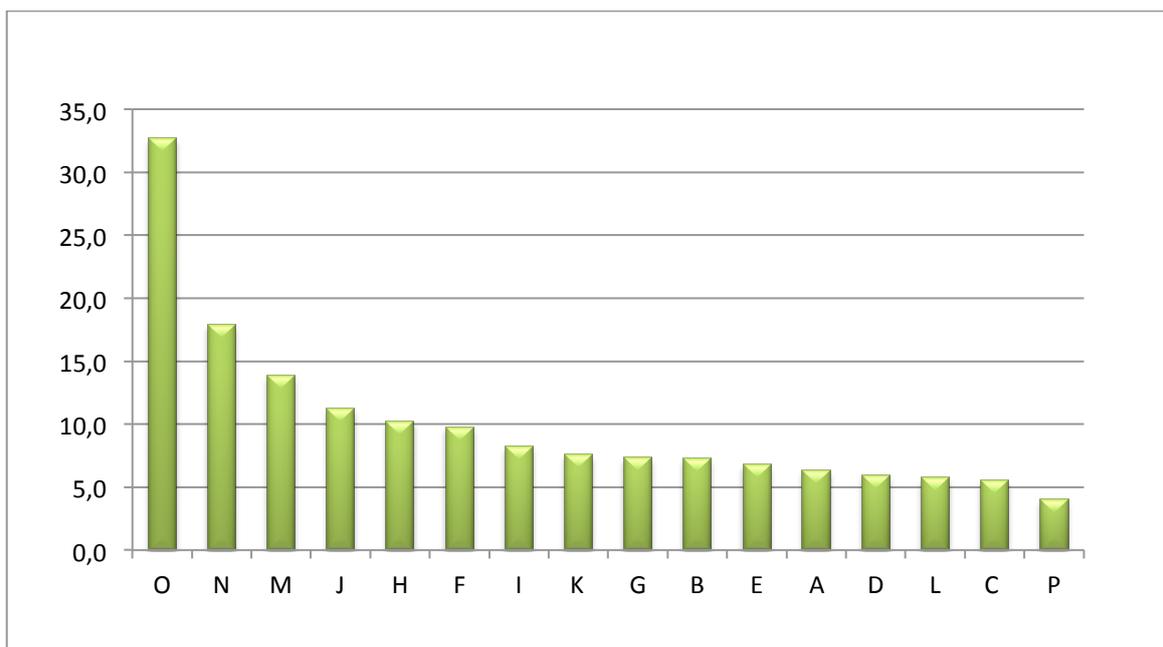


Figura 14 - Rotatividade (pessoal próprio), %

A Rotatividade do pessoal próprio, apresentada na tabela 14, variou entre 4,0 e 32,7%, com a média ficando em 10,0%. A maioria dos valores corresponde a rotatividades elevadas, sugerindo a necessidade de ações corretivas para prevenir as perdas de conhecimento e dos investimentos em capacitação. Esta situação é

particularmente grave se a alta rotatividade se estender aos gerentes e supervisores. Para enfatizar este ponto, registramos que levantamento realizado pela *Independent Project Analysis* - IPA, consultoria norte-americana especializada em *benchmarking* na área de gerenciamento de projetos, concluiu que, nos casos em que há substituição do líder do projeto, ocorre um atraso médio de 12% no cronograma, comparativamente a projetos similares em que o líder permanece [17].

Tabela 14 - Rotatividade (pessoal próprio), %

Fábricas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Média
Rotatividade	6,3	7,3	5,6	6,0	6,8	9,7	7,3	10,2	8,3	11,2	7,6	5,7	13,8	17,9	32,7	4,0	10,0

Nota: A fábrica Q foi excluída da tabela por apresentar situação atípica.

Estudos mostram que a rotatividade é influenciada por fatores culturais, regionais, pelo gênero, pela faixa etária e pela modalidade de contrato de trabalho (tempo integral ou parcial). As análises podem ser melhoradas pela associação com outras variáveis, permitindo ampliar o conhecimento sobre o ambiente organizacional. Por exemplo, através da correlação entre Rotatividade e Satisfação (Clima organizacional).

#### Referências externas

- A rotatividade média anual na área de manutenção foi de 2,4%, em 2007, segundo levantamento feito pela ABRAMAN<sup>11</sup>.

### Índice de horas extras – IHE

O indicador mede o número de horas extras, como percentual do número total de horas trabalhadas no período, com a finalidade de avaliar o dimensionamento da equipe de trabalho. Hora extra refere-se ao tempo trabalhado além do estabelecido como normal no contrato de trabalho. Este indicador é importante porque reflete desvios em relação ao planejado e porque as horas extras têm custo mais elevado. O excesso de horas extras também prejudica a eficiência da equipe. Assim, valores menores indicam, em princípio, resultados melhores, mas valores exageradamente baixos podem sinalizar que a equipe está superdimensionada.

#### Índice de horas extras - IHE

$$\text{IHE} = \frac{\text{Horas extras}}{\text{Horas apropriadas}} \times 100$$

Onde:

*Horas extras* – é o número total de horas extras realizadas pela equipe, independentemente de serem pagas ou não (banco de horas), no período considerado.

<sup>11</sup> - ABRAMAN. **Documento Nacional 2007**. Disponível em [www.abraman.org.br/docs/ResultadosDN2007\(site\).pdf](http://www.abraman.org.br/docs/ResultadosDN2007(site).pdf). Acesso em 10 dez 2008.

*Horas apropriadas* – é o número total de horas trabalhadas (horas normais + horas de treinamento + horas extras) pela equipe sujeita a controle de frequência, no período considerado.

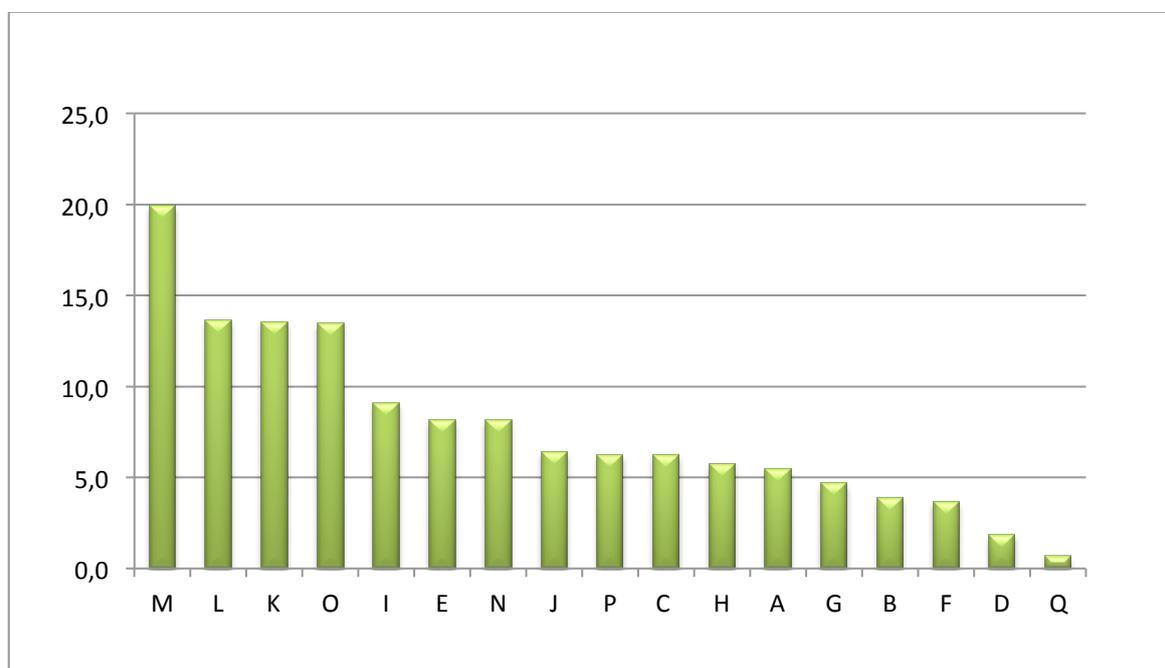


Figura 15 - Índice de Horas Extras (pessoal próprio), %

Os dados da tabela 15 evidenciam a grande variação na prática da hora extra nas empresas do setor, com a média atingindo 7,7% das horas trabalhadas. As empresas reconhecidas como de Classe Mundial apresentam um Índice de Horas Extras inferior a 2%, enquanto nas atividades de manutenção é comumente aceito como razoável um Índice de Horas Extras de, no máximo, 5% [18].

Tabela 15 - Índice de Horas Extras (pessoal próprio), %

Fábricas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Média
IHE	5,5	3,9	6,2	1,9	8,2	3,7	4,7	5,7	9,1	6,4	13,6	13,6	19,9	8,2	13,5	6,2	0,7	7,7

## Indicadores de Segurança e Saúde

### Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento – TFCA

O indicador mede o número de acidentados com afastamento do trabalho, por milhão de horas-homem de exposição ao risco, no período, com a finalidade de monitorar o grau de segurança do ambiente de trabalho. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

**Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento – TFCA**

$$TFCA = \frac{NACA}{\text{Horas-homem}} \times 1.000.000$$

Onde:

*NACA* – número de acidentados com afastamento, no período.

*Horas-homem* – total de horas-homem de trabalho ou exposição ao risco no período, em horas. Corresponde ao somatório das horas durante as quais os trabalhadores ficaram à disposição no período, incluindo as horas extraordinárias. Não inclui o repouso remunerado.

O cálculo deste indicador obedece às orientações da norma brasileira NBR 14.280 – Cadastro de Acidentes de Trabalho, que normaliza o resultado para um milhão de horas-homem de exposição ao risco, visando permitir a comparação entre organizações de diferentes portes. Os acidentes de trajeto não estão incluídos. Para permitir comparação, os dados das empresas norte-americanas, calculados pela metodologia da *Occupational Safety and Health Administration* OSHA, devem ser multiplicados por 5.

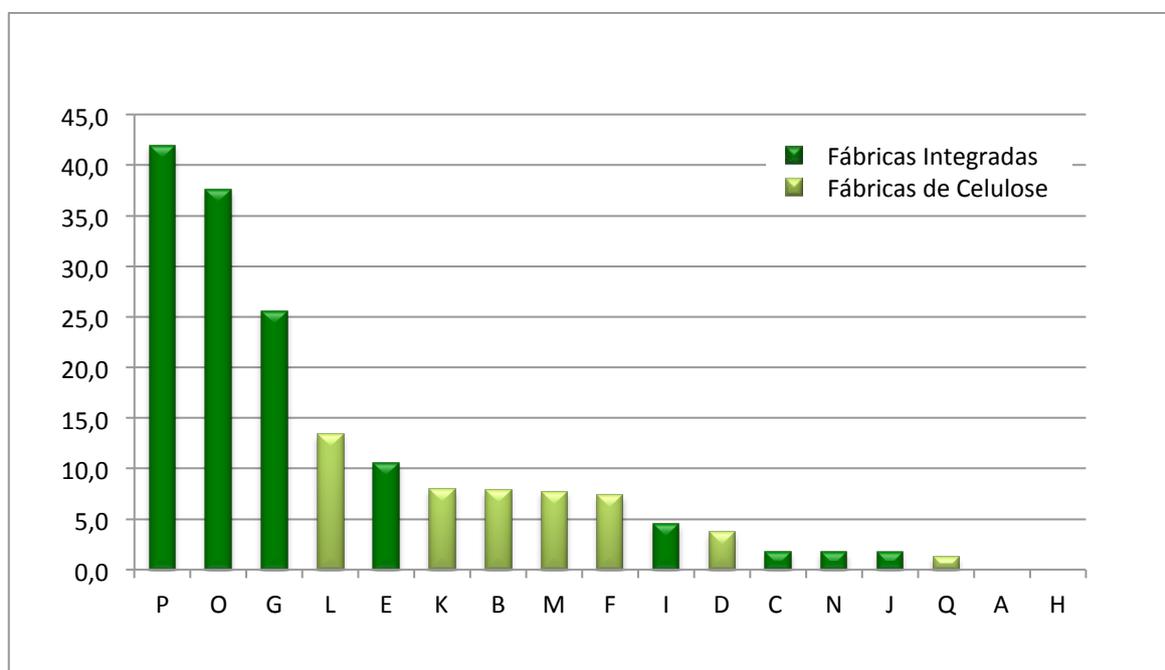


Figura 16 - TFCA (pessoal próprio), Número/milhão de horas

Como evidenciado na figura 16, as taxas de acidentes com afastamento foram, em algumas unidades, bastante elevadas, exigindo providências urgentes. Em um bom número de fábricas, os valores são semelhantes aos dos setores de construção civil e mineração, reconhecidamente campeões no número de acidentes. Os resultados médios indicam que o ambiente nas fábricas de celulose são mais seguros que o das fábricas integradas.

Tabela 16a - Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento - TFCA (pessoal próprio), Número/milhão de horas

Fábricas	M	D	K	Q	B	L	F	A	N	H	P	C	I	O	E	J	G	Média
Celulose	7,7	3,7	8,0	1,3	7,9	13,4	7,4	0,0										6,2



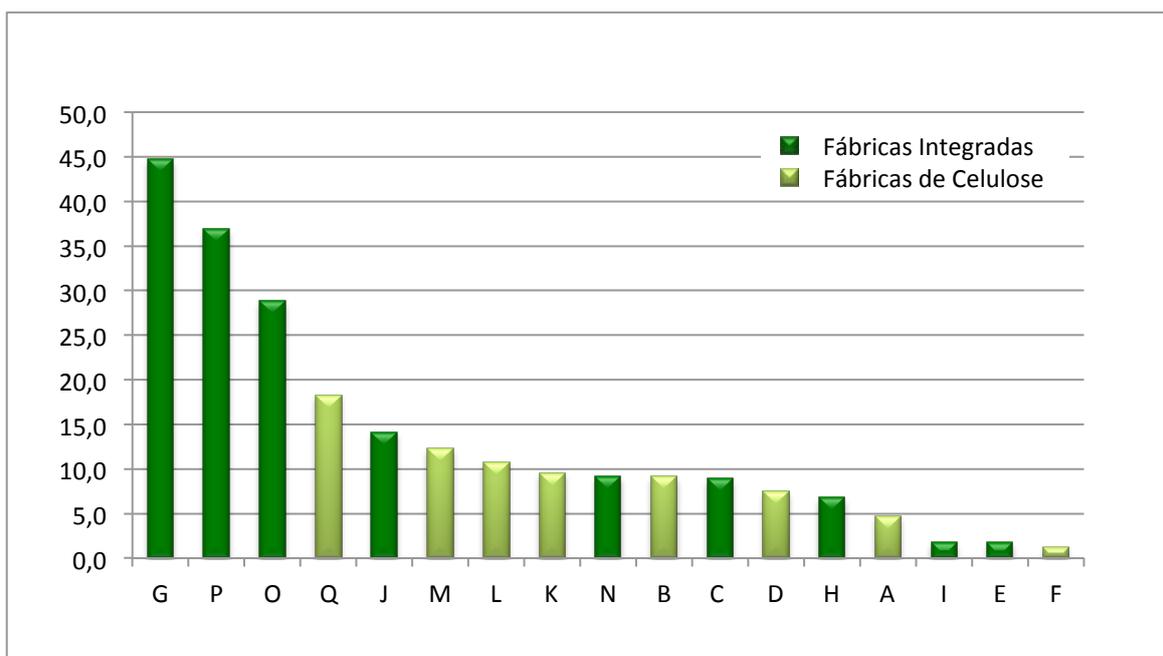


Figura 17 - TFSA (pessoal próprio), Número/milhão de horas

Os dados da tabela 17 sugerem que o nível de segurança das fábricas exclusivamente de celulose é maior que o das fábricas integradas. Das 17 empresas que forneceram dados de segurança, 6 apresentaram TFCA maior que o TFSA, o que sinaliza a existência de sub-notificação dos acidentes de menor gravidade [20]. Este problema é menos acentuado nas fábricas de celulose, onde apenas duas das 7 fábricas apresentou esta inversão.

Tabela 17 - Taxa de Freqüência de Acidentes sem Afastamento - TFSA (pessoal próprio), Número/milhão de horas

Fábricas	M	D	K	Q	B	L	F	A	N	H	P	C	I	O	E	J	G	Média
Celulose	12,2	7,5	9,6	18,3	9,2	10,7	1,2	4,7										9,2
Integradas									9,2	6,8	36,9	8,9	1,8	28,9	1,8	14,1	44,7	17,0
Total	12,2	7,5	9,6	18,3	9,2	10,7	1,2	4,7	9,2	6,8	36,9	8,9	1,8	28,9	1,8	14,1	44,7	13,3

### Taxa de Gravidade - TG

O indicador mede o número de dias perdidos, transportados e debitados devido a acidentes, por milhão de horas-homem de exposição ao risco, com a finalidade de monitorar o grau de segurança do ambiente de trabalho. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

#### Taxa de gravidade - TG

$$TG = \frac{(DP + DT + DD) \times 1.000.000}{\text{Horas-homem}}$$

Onde:

*DP (Dias Perdidos)* – dias corridos de afastamento do trabalho em virtude de lesão pessoal, exceto o dia do acidente e o dia da volta ao trabalho, ocorridos dentro do mês onde ocorreu o acidente.

*DT (Dias Transportados)* – dias corridos de afastamento do trabalho, em meses posteriores àquele onde ocorreu o acidente, caso o acidentado não tenha retornado ao trabalho dentro do mesmo mês em que o acidente ocorreu. Esses dias são computados até o limite de 1 (um) ano da data do acidente.

*DD (Dias Debitados)* – dias que se debitam, por incapacidade permanente ou morte. Este número é obtido nas tabelas que acompanham a norma NBR 14.280.

*Horas-homem* – total de horas-homem de trabalho ou exposição ao risco no período, em horas. Corresponde ao somatório das horas durante as quais os trabalhadores ficaram à disposição no período, incluindo as horas extraordinárias. Não inclui o repouso remunerado.

O cálculo deste indicador obedece às orientações da norma brasileira NBR 14.280 – Cadastro de Acidentes de Trabalho, que normaliza o resultado para um milhão de horas-homem de exposição ao risco, visando permitir a comparação entre organizações de diferentes portes. Para permitir comparação, os dados calculados pela metodologia da *Occupational Safety and Health Administration* OSHA, norte-americana, devem ser multiplicados por 5.

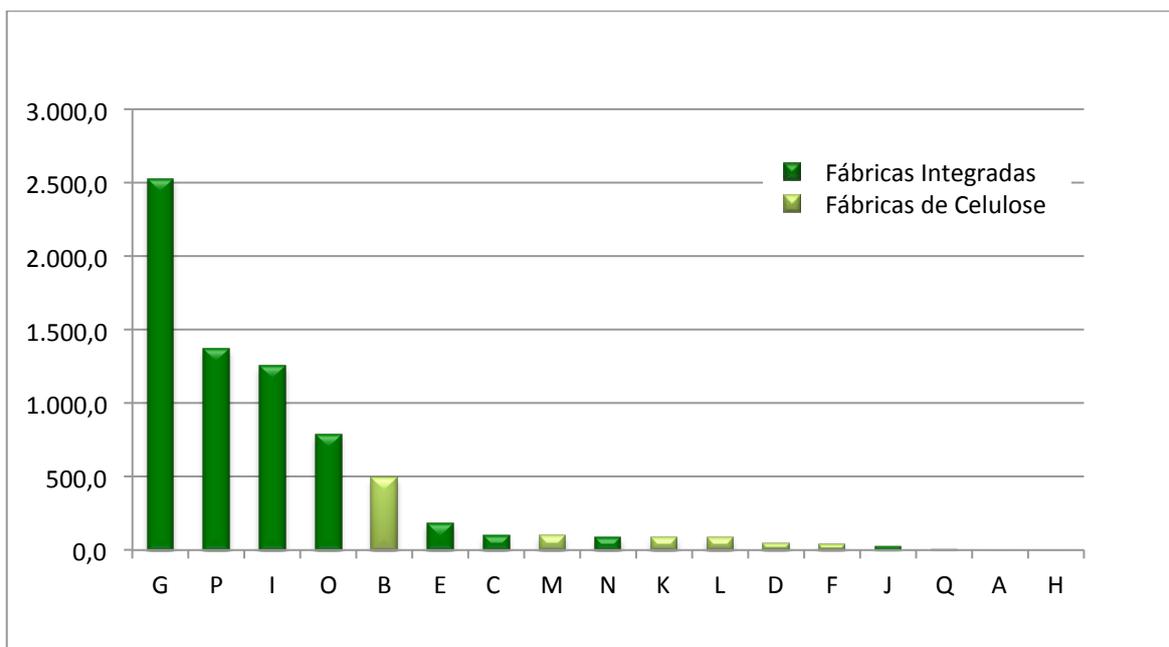


Figura 18 - Taxa de Gravidade - TG (pessoal próprio), dias/milhão de horas

As Taxas de Gravidade das fábricas da amostra apontam para uma situação desconfortável no que se refere à segurança das equipes, mas os resultados das fábricas A e H mostram que um patamar mais baixo é factível. Chama a atenção a taxa média bem mais elevada nas fábricas integradas. Vale lembrar que a Taxa

de Gravidade é bastante impactada por eventos pontuais e um único resultado anual pode levar a conclusões errôneas.

Tabela 18 - Taxa de Gravidade - TG (pessoal próprio), dias/milhão de horas

Fábricas	M	D	K	Q	B	L	F	A	N	H	P	C	I	O	E	J	G	Média
Celulose	99,2	45,3	86,1	5,2	490,3	82,9	41,8	0,0										106,3
Integradas									88,6	0,0	1369,8	99,4	1254,0	783,0	182,5	24,3	2526,7	703,1
Total	99,2	45,3	86,1	5,2	490,3	82,9	41,8	0,0	88,6	0,0	1369,8	99,4	1254,0	783,0	182,5	24,3	2526,7	422,3

## Gargalos à produção

Consultadas sobre o equipamento ou etapa do processo que mais contribuiu para limitar a produção da linha de fibras em 2009, as empresas responderam:

- Preparação de Madeira (2 fábricas)
- Cozimento (1 fábrica)
- Prensa de Lavagem (1 fábrica)
- Lavagem de massa marrom (1 fábrica)
- Lavagem e depuração (1 fábrica)
- Evaporação (3 fábricas)
- Caustificação (1 fábrica)
- Forno de cal (1 fábrica)
- Recuperação química (1 fábrica)
- Caldeiras de Recuperação (8 fábricas)
- Tratamento de efluentes (1 fábrica)

Com a ressalva de que 4 fábricas informaram mais de 1 gargalo ou restrição. Assim, o gargalo de processo mais comum na produção de celulose foi a caldeira de recuperação, citado por 8 fábricas.

## PARTE II – FÁBRICAS DE PAPEL

### Comparações entre Fábricas de Papel

---

As informações coletadas compreendem 31 fábricas dos mais diversos tipos de papel. As particularidades são destacadas em cada situação.

#### Consumo Específico de Água – CEAP

O Consumo Específico de Água, importante medida de sustentabilidade, permite avaliar a eficiência na utilização de água no processo de fabricação de papel. Assim, valores menores indicam resultados melhores. A métrica usada inclui toda a água fresca alimentada na fábrica, inclusive na área de utilidades, com a finalidade de fornecer uma avaliação mais completa.

#### Consumo Específico de Água – CEAP

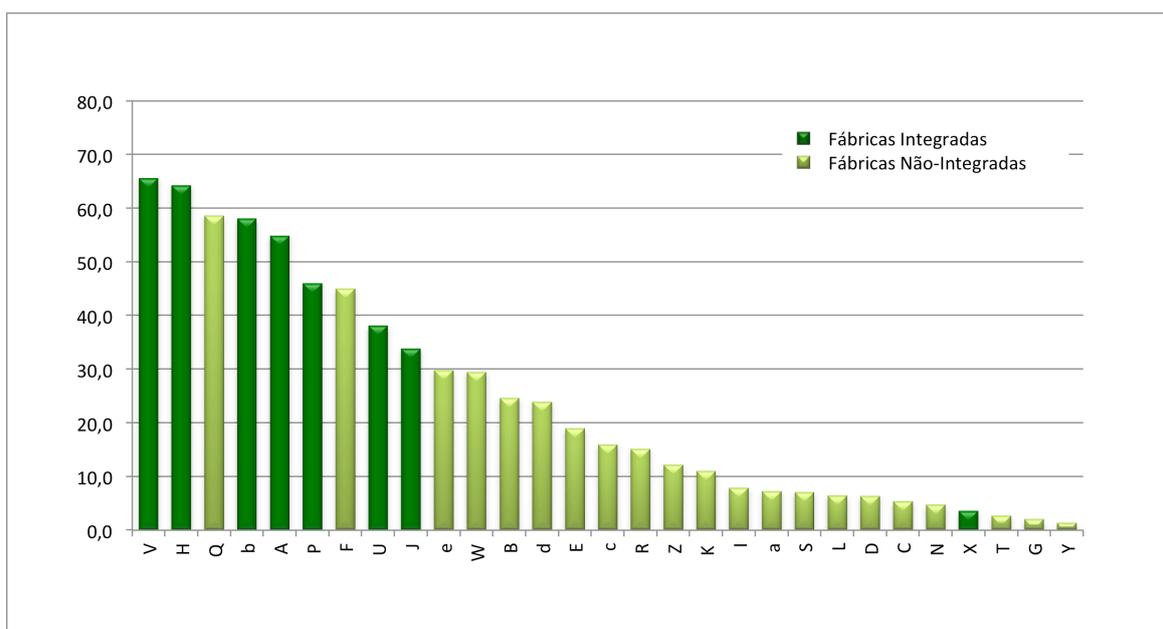
$$CEA = \frac{\text{Volume de água}}{\text{Papel}}$$

Onde:

*Volume de água* – quantidade total de água fresca (comprada ou retirada de rios, lagos e poços) alimentada no processo, inclusive nas utilidades, no período considerado, em m<sup>3</sup>. Águas recicladas internamente à fábrica (água branca, recuperada, etc.) não devem ser incluídas.

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

Os resultados evidenciam a grande diferença no consumo específico de água entre as fábricas da amostra. Os valores informados pelas fábricas integradas foram, em geral, mais elevados.



**Figura 19 - Consumo Específico de Água, m<sup>3</sup>/t de papel**

Nota: As fábricas O e M foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos.

As fábricas que apresentam o consumo específico de água mais elevado (65,6 m<sup>3</sup>/t) e mais baixo (1,3 m<sup>3</sup>/t) produzem papel para embalagem. Para comparação, os resultados foram agrupados conforme o tipo de produto (tabela 19a) e tipo de matéria prima (tabela 19b), como segue:

**Tabela 19a - Consumo Específico de Água (por tipo de papel), m<sup>3</sup>/t de papel**

Produtos	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
Papel para imprimir (8 fábricas)	6,3	58,0	31,2	31,8	9,6
Papel para embalagem (14 fábricas)	1,3	65,6	22,4	11,5	1,9
Pape para escrever (1 fábrica)	4,7	4,7	4,7	4,7	-
Papel para fins sanitários (1 fábrica)	3,5	3,5	3,5	3,5	-
Papel cartão (2 fábricas)	7,8	29,4	18,6	18,6	-
Outros (3 fábricas)	7,2	58,6	29,9	23,9	-

Notas: As fábricas O e M foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos.

A Média 20% corresponde a média dos 20% melhores resultados.

**Tabela 19b - Consumo Específico médio de Água (por tipo de matéria prima), m<sup>3</sup>/t de papel**

Tipo de Papel	Fibra Virgem		
	Aparas	Mista	
Papel para imprimir (8 fábricas)	35,0	-	27,4
Papel para embalagem (14 fábricas)	64,2	9,1	52,8
Pape para escrever (1 fábrica)	-	-	4,7
Papel para fins sanitários (1 fábrica)	3,5	-	-
Papel cartão (2 fábricas)	-	-	18,6
Outros (3 fábricas)	41,2	-	7,2

Nota: As fábricas O e M foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos.

Embora os dados da amostra não permitam comprovação, é esperado [10] que fábricas pequenas tenham um consumo específico de água maior que as grandes, pois:

- A quantidade de água necessária para o "corte" (*trimming*) das laterais da folha de papel (conjunto pichoço) é a mesma para máquinas largas e estreitas. Assim, máquinas largas usam proporcionalmente menos água.
- Máquinas maiores geralmente produzem menor variedade de produtos, o que reduz o consumo de água associado às mudanças de gramatura.
- A economia de escala torna investimentos para reaproveitamento das águas mais atrativos, além de favorecer a manutenção de equipes para pesquisa e desenvolvimento.

O consumo de água pode ser reduzido pelo aumento da recirculação interna, pelo uso de equipamentos de lavagem mais eficientes e pela reutilização dos condensados, entre outras providências. Uma fonte de idéias para a redução no consumo de água é o relatório *Reducing water costs in paper and board mills* [9], que pode ser obtido gratuitamente por *download*. Outras boas práticas para redução no consumo de água podem ser encontradas em [8] e [10].

#### Referências externas

As melhores técnicas levantadas pelo IPPC [21] podem servir de referência para estabelecer as metas de consumo total de água fresca para os diversos tipos de produtos:

#### Consumo típico de água na produção de papéis e cartões com fibras recicladas.

Produtos	Consumo de água, m <sup>3</sup> /t de papel
Cartão não revestido	2 a 10
Cartão revestido	7 a 15
Papelão ondulado	1,5 a 10
Papel para embalagem	1,5 a 10
Papel imprensa	10 a 20
Tissue	5 a 100
Papel para imprimir e escrever	7 a 20

#### Volume Específico de Efluentes

O indicador mede o volume específico de efluentes líquidos gerados na produção de papel, com o propósito de avaliar o impacto ambiental do processo. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

#### Volume Específico de Efluentes

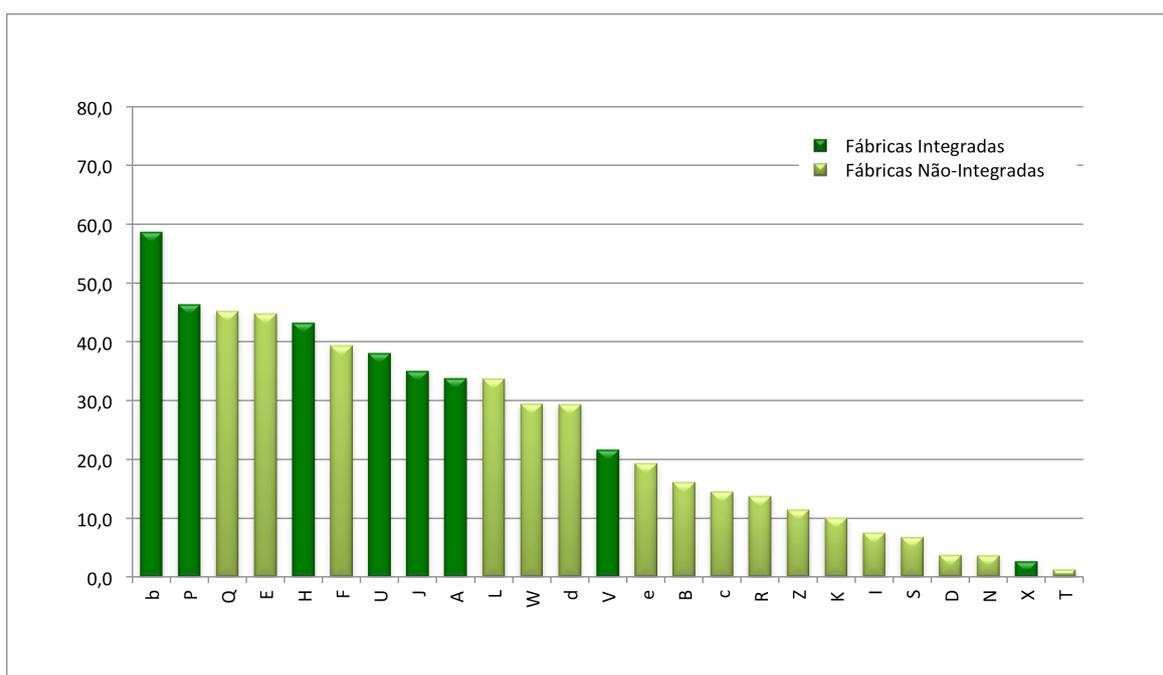
$$\text{Efluente específico} = \frac{\text{Volume de efluente}}{\text{Celulose}}$$

Onde:

Volume de efluente – quantidade total de efluentes líquidos descartados pelo processo, no período considerado, em m<sup>3</sup>.

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

O Volume Específico de Efluentes é sensível à sazonalidade das precipitações pluviométricas, mas como a comparação cobre os dados de um ano, este problema foi minimizado. Entretanto, as características climáticas regionais podem influenciar os resultados, já que em muitas fábricas ainda não existe uma separação completa das águas de chuva das águas de processo. A métrica pode ser analisada em conjunto com a de consumo de água, para avaliar o percentual de “perdas na fábrica”. A fábrica que gerou o maior volume específico de efluentes (58,7 m<sup>3</sup>/t) é integrada; a com valor menor (1,2 m<sup>3</sup>/t), por sua vez, é não-integrada. Uma visão geral é mostrada na figura 20.



**Figura 20 Volume Específico de Efluentes, m<sup>3</sup>/t de papel.**

Notas: As fábricas O e M foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos.  
As fábricas Y, a, G e C não forneceram o dado.

**Tabela 20a - Volume Específico de Efluentes, m<sup>3</sup>/t de papel**

Volume Específico de Efluentes	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
Fábricas Integradas	2,6	58,7	34,9	36,5	9,7
Fábricas Não-Integradas	1,2	45,2	19,4	14,5	3,3
Total	1,2	58,7	24,3	21,6	3,6

Nota: A Média 20% corresponde a média dos 20% melhores resultados.

Na comparação com 2007, o Volume Específico médio de Efluentes das fábricas não-integradas subiu de 12,8 para 19,4 m<sup>3</sup>/t.

Segundo o *Environmental Technology Best Practice Programme* [12], o volume de efluentes é geralmente 1,5 a 3,0 m<sup>3</sup>/t inferior ao consumo de água. Assim, o esforço em reduzir o consumo de água também reduz o impacto ambiental e o

custo do tratamento dos efluentes. Na amostra das fábricas integradas, esta diferença variou entre 0,9 e 44,0, com média de 17,4 m<sup>3</sup>/t. Para as não-integradas, a diferença ficou entre 0,3 e 13,4, com média de 3,7 m<sup>3</sup>/t.

Tabela 20b - Consumo Específico de Água e Volume Específico de Efluentes (Papel), m<sup>3</sup>/t

<b>Fábricas Integradas</b>	<b>A</b>	<b>H</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>X</b>	<b>Média</b>
CEA	54,8	64,2	38,1	65,6	3,5	45,2
VEE	33,8	43,2	38,1	21,6	2,6	27,8
Diferença	21,1	21,0	0,0	44,0	0,9	17,4

Tabela 20c - Consumo Específico de Água e Volume Específico de Efluentes (Papel), m<sup>3</sup>/t

<b>Fábricas Não-Integradas</b>	<b>CEA</b>	<b>VEE</b>	<b>Diferença</b>
B	24,5	16,1	8,4
c	15,9	14,5	1,4
D	6,3	3,7	2,6
e	29,7	19,3	10,5
F	44,9	39,3	5,6
I	7,8	7,5	0,3
K	10,9	10,0	0,9
N	4,7	3,6	1,0
Q	58,6	45,2	13,4
R	15,1	13,7	1,4
S	7,1	6,7	0,4
T	2,6	1,2	1,4
Z	12,1	11,4	0,8
<b>Média</b>	<b>18,5</b>	<b>14,8</b>	<b>3,7</b>

Nota: Os casos onde o volume de efluente informado era igual ou superior ao volume de água consumida foram suprimidos.

## Índice de Horas Extras – IHE

O indicador mede o número de horas extras, como percentual do número total de horas trabalhadas no período, com a finalidade de avaliar o dimensionamento da equipe de trabalho. Hora extra refere-se ao tempo trabalhado além do estabelecido como normal no contrato de trabalho. Este indicador é importante porque reflete desvios em relação ao planejado e porque as horas extras têm custo mais elevado. O excesso de horas extras também prejudica a eficiência da equipe. Assim, valores menores indicam, em princípio, resultados melhores, mas valores exageradamente baixos podem sinalizar que a equipe está superdimensionada.

### Índice de horas extras - IHE

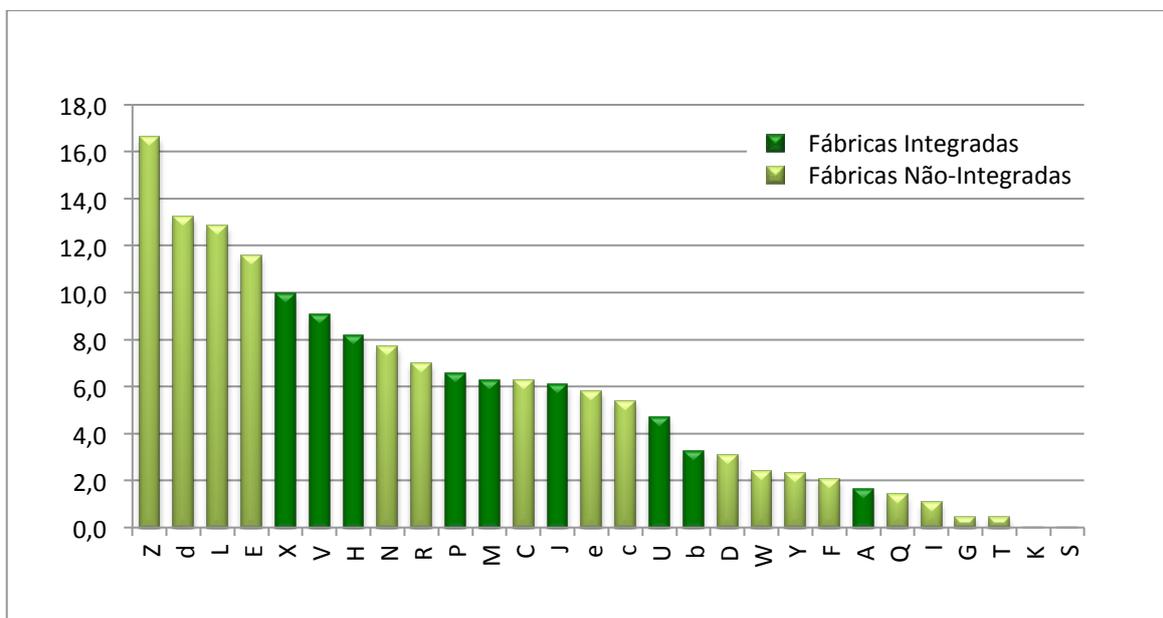
$$\text{IHE} = \frac{\text{Horas extras}}{\text{Horas apropriadas}} \times 100$$

Onde:

Horas extras – é o número total de horas extras realizadas pela equipe, independentemente de serem pagas ou não (banco de horas), no período considerado.

Horas apropriadas – é o número total de horas trabalhadas (horas normais + horas de treinamento + horas extras) pela equipe sujeita a controle de frequência, no período considerado.

Embora o cálculo do percentual de horas extras devesse tomar apenas a parte da equipe que está sujeita a controle de ponto, neste trabalho foi considerado todo o efetivo próprio, para maior simplicidade. Na maioria dos casos, isto não representa uma distorção significativa. Na média da amostra, 5,5% do tempo trabalhado foram horas extras. Conforme pode ser observado na figura 21, a prática da hora extra está bastante disseminada nas empresas e em algumas os volumes são significativos, sinalizando a necessidade de ações corretivas. Como os valores apresentados correspondem à média anual, em determinados períodos os volumes foram ainda maiores.



**Figura 21 - Índice de Horas Extras, em Fábricas de Papel %**

Nota: A fábrica B foi excluída da amostra por apresentar valor atípico.

**Tabela 21 - Índice de Horas Extras em Fábricas de Papel, %**

Fábricas	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
Integradas	1,6	9,9	6,2	6,2	2,3
Não-Integradas	0,0	16,6	5,2	3,1	0,2
Geral	0,0	16,6	5,5	5,6	0,5

Nota: A Média 20% corresponde a média dos 20% melhores resultados.

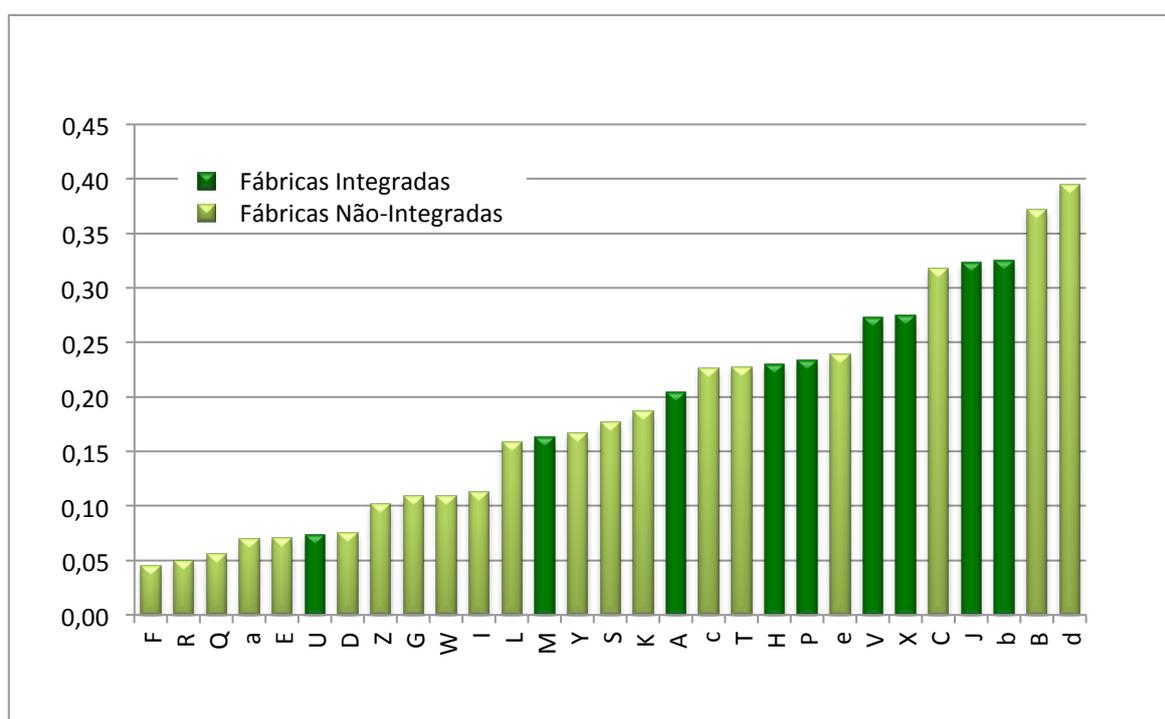
A fábrica B foi excluída da amostra por apresentar valor atípico.

Os principais objetivos do acompanhamento do Índice de Horas Extras são: avaliar o dimensionamento da equipe de trabalho e estimar a qualidade do planejamento do trabalho. Um volume excessivo de horas extras, de forma

continuada, mostra uma sobrecarga de trabalho que prejudica a eficiência da equipe. Nas chamadas "empresas de Classe Mundial", é aceito um máximo de 2,0% de horas extras. Na área de manutenção, é aceito como razoável um Índice de Horas Extras de no máximo 5% [18]. Por essa razão, muitas organizações, em seus contratos de manutenção terceirizada, penalizam com multas as empresas que extrapolam este valor.

### Produtividade das equipes

Aproveitando a disponibilidade dos dados, foram levantadas as quantidades de papel geradas por hora-homem. Valores maiores indicam resultados melhores. A grande variação no número de profissionais necessários para a fabricação de uma tonelada de produto (figura 22) se deve às diferentes tecnologias empregadas, aos ganhos de escala e às diferentes políticas de terceirização. De qualquer modo, trata-se de uma referência útil para os administradores.



**Figura 22 - Produtividade, t de papel/hora-homem.**

Nota: O resultado da fábrica N não é mostrado por ser atípico.

**Tabela 22 - Produtividade, t de papel/hora-homem**

Produtos	Mínimo	Máximo	Média
Papel para imprimir (9 fábricas)	0,05	0,33	0,19
Papel para embalagem (14 fábricas)	0,07	0,37	0,19
Pape para escrever (1 fábrica)	1,66	1,66	1,66
Papel para fins sanitários (1 fábrica)	0,27	0,27	0,27
Papel cartão (2 fábricas)	0,11	0,11	0,11
Outros (3 fábricas)	0,06	0,39	0,17

### Referências externas

Especificamente para cartão, levantamento [22] mostra que nos Estados Unidos a média de produtividade é de 0,74 t/hora-homem, enquanto na China o valor seria de 0,33 t/hora-homem.

Uma comparação da produtividade entre diversos países, em toneladas de produto acabado por hora-homem, é apresentada no Relatório de Sustentabilidade 2007, da Confederação Européia de Indústrias de Papel [23].

### Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento – TFCA

O indicador mede o número de acidentados com afastamento do trabalho por milhão de horas-homem de exposição ao risco, no período, com a finalidade de monitorar o grau de segurança do ambiente de trabalho. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

#### Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento – TFCA

$$TFCA = \frac{NACA}{\text{Horas-homem}} \times 1.000.000$$

Onde:

NACA – número de acidentados com afastamento, no período.

Horas-homem – total de horas-homem de trabalho ou exposição ao risco no período, em horas. Corresponde ao somatório das horas durante as quais os trabalhadores ficaram à disposição no período, incluindo as horas extraordinárias. Não inclui o repouso remunerado.

O cálculo deste indicador obedece às orientações da norma brasileira NBR 14.280 – Cadastro de Acidentes de Trabalho, que normaliza o resultado para um milhão de horas-homem de exposição ao risco, visando permitir a comparação entre organizações de diferentes portes. Os acidentes de trajeto não estão incluídos. Para permitir comparação, os dados calculados pela metodologia da *Occupational Safety and Health Administration* OSHA, norte-americana, devem ser multiplicados por 5.

30 fábricas forneceram suas taxas de acidentes com afastamento, sendo que duas delas (fábricas N e X) foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos. Os resultados variaram de 0,00 acidentes por milhão de homem-hora trabalhado (para 6 fábricas) a 53,13, com média de 14,22. A figura 23 mostra a posição relativa de cada fábrica e oferece uma visão geral da distribuição das taxas.

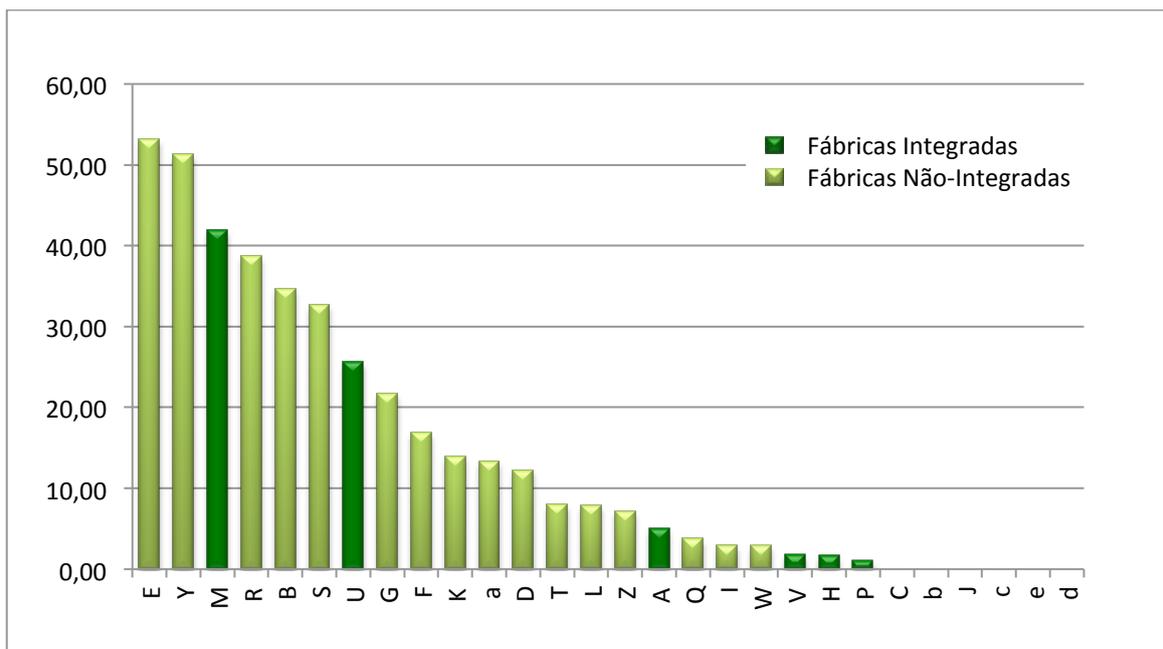


Figura 23 - Taxa de Freqüência de Acidentes com Afastamento TFCA (pessoal próprio)

Nota: As fábricas N e X foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos.

A comparação com os resultados do levantamento de 2008 (tabela 23) mostra que a TFCA média se manteve estável, enquanto a mediana caiu de 11,10 para 7,51 acidentes por milhão de horas trabalhadas, indicando algum progresso, embora ainda exista bastante espaço para melhoria.

TFCA	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
TFCA (30 empresas em 2009)	0,00	53,13	14,22	7,51	0,0
TFCA (27 empresas em 2008)	0,00	63,98	14,33	11,10	0,0

Nota: A Média 20% corresponde a média dos 20% melhores resultados.

#### Referência externa

Estatística fornecida pelo Ministério do Trabalho [19] para o setor de fabricação de celulose e papel indica que, em 2008, 90,0% dos afastamentos foram devidos a acidentes típicos, 8,2% devido a acidente de trajeto e os 1,8% restantes decorreram de doenças do trabalho.

#### Taxa de Freqüência de Acidentes sem Afastamento – TFSA

O indicador mede o número de acidentados sem afastamento do trabalho por milhão de horas-homem de exposição ao risco, no período, com a finalidade e monitorar o grau de segurança do ambiente de trabalho. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

#### Taxa de Freqüência de Acidentes sem Afastamento - TFSA

$$TFSA = \frac{NASA}{1.000.000}$$

## Horas-homem

Onde:

NASA – número de acidentados sem afastamento, no período.

Horas-homem – total de horas-homem de trabalho ou exposição ao risco no período, em horas. Corresponde ao somatório das horas durante as quais os trabalhadores ficaram à disposição no período, incluindo as horas extraordinárias. Não inclui o repouso remunerado.

O cálculo deste indicador obedece às orientações da norma brasileira NBR 14.280 – Cadastro de Acidentes de Trabalho, que normaliza o resultado para um milhão de horas-homem de exposição ao risco, visando permitir a comparação entre organizações de diferentes portes. O cálculo não inclui os acidentes de trajeto. Para permitir comparação, os dados calculados pela metodologia da *Occupational Safety and Health Administration* OSHA, norte-americana, devem ser multiplicados por 5.

Nas 29 fábricas que forneceram suas taxas de acidentes sem afastamento, os resultados variaram de 0,00 acidentes por milhão de homem-hora trabalhado (6 empresas) a 44,94, com média de 15,00. A figura 24 mostra a posição relativa de cada fábrica e oferece uma visão geral da situação.

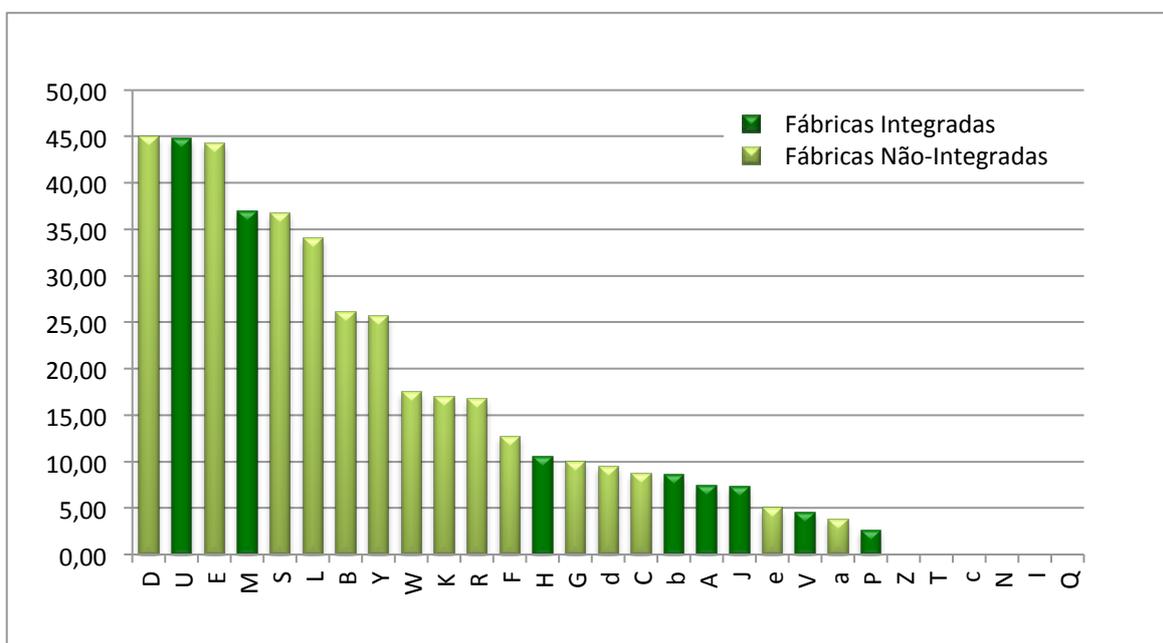


Figura 24 - Taxa de Freqüência de Acidentes sem Afastamento TFSA (pessoal próprio)

Nota: A fábrica X foi excluída da amostra por apresentar valor atípico.

Tabela 24 - Taxa de Freqüência de Acidentes sem Afastamento (pessoal próprio)

TFSA	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
TFSA (29 empresas em 2009)	0,00	44,94	15,00	9,45	0,00
TFSA (27 empresas em 2008)	0,00	64,40	12,37	7,45	1,08

Nota: A Média 20% corresponde a média dos 20% melhores resultados.

As maiores taxas apresentadas pela amostra em 2009 podem ser reflexo da piora na qualidade do ambiente de trabalho ou da redução na subnotificação.

Diversos estudos indicam que existe uma proporção entre acidentes graves, acidentes leves e incidentes. Esta relação varia com o setor industrial e outros parâmetros, mas é uma referência útil para as análises estatísticas de acidentes. A comparação entre as taxas de acidentes com e sem afastamento (Anexo II Tabela B) indica uma clara desproporção entre o número de acidentes de maior e menor gravidade. Como os dados se referem a um período significativo de tempo (1 ano), podemos deixar de lado as poucas situações em que isto ocorre realmente e concluir que há alguma subnotificação nos acidentes de menor gravidade.

## Indicadores de Máquinas

---

Para comparar o desempenho das máquinas de papel, foram tomados os seguintes indicadores:

### Disponibilidade Operacional – Do

É o percentual do tempo em que a máquina pôde ser disponibilizada para uso, depois de descontados os tempos perdidos por causas externas (paradas causadas por fatores externos e outros tempos que extrapolam a responsabilidade do pessoal de produção e manutenção). A métrica Disponibilidade Operacional estabelece uma espécie de teto ou limite máximo (referência) conjunto para as áreas de produção e manutenção; assim, um valor baixo orienta a administração da empresa a atuar no ambiente externo. Observe que a definição adotada aqui é diferente daquela usada tradicionalmente nas áreas de manutenção, para o indicador Disponibilidade (DISP).

#### Disponibilidade Operacional

$$Do = \frac{\text{Tempo calendário} - \text{tempo perdido por causas externas}}{\text{Tempo calendário}} \times 100$$

Onde:

Tempo calendário – corresponde a 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano (366 no caso de anos bissextos), em horas.

Tempo perdido por causas externas – Somatória dos tempos das paradas causadas por fatores externos, como:

- Grandes manutenções e reformas com tempo programado (superiores a 48h);
- Paradas programadas por exigências legais (NR13, etc.);
- Parada geral planejada;
- Paradas por causas naturais (enchentes, etc.), com duração superior a 48 h;
- Falta de energia elétrica por falha da concessionária, com duração superior a 48 h;
- Falta de pedido, com duração superior a 24 h;
- Greves.

Não devem ser descontadas as perdas de tempo provocadas por:

- Falta de utilidades (energia elétrica, vapor, etc.) decorrentes de problemas internos;
- Desenvolvimento de novos produtos;
- Grandes paradas imprevistas (salvo as definidas anteriormente), independentemente do tempo.

### **Eficiência de Tempo - $E_t$**

É o percentual do tempo de produção (tempo enrolando), em relação ao tempo disponível para produção. Esse indicador mede o grau de aproveitamento da disponibilidade da máquina, por parte das equipes de produção e manutenção. Valores maiores indicam resultados melhores.

#### Eficiência de Tempo

$$E_t = \frac{\text{Tempo disponível máximo} - \text{Tempo sem produção}}{\text{Tempo disponível máximo}} \times 100$$

Onde:

Tempo disponível máximo – tempo calendário menos o tempo perdido por causas externas, em horas.

Tempo calendário – 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano (366 no caso de anos bissextos), em horas.

Tempo perdido por causas externas – Somatória dos tempos das paradas causadas por fatores externos, como:

- Grandes manutenções e reformas com tempo programado, com duração superior a 48 h;
- Paradas programadas por exigências legais (NR13, etc.);
- Parada geral planejada;
- Paradas por causas naturais (enchentes, etc.), com duração superior a 48 h;
- Falta de energia elétrica por falha da concessionária, com duração superior a 48 h;
- Falta de pedido, com duração superior a 24 h;
- Greves.

Não devem ser descontadas perdas de tempo provocadas por:

- Falta de utilidades (energia elétrica, vapor, etc.) decorrentes de problemas internos;
- Desenvolvimento de novos produtos;
- Grandes paradas imprevistas (salvo as definidas anteriormente), independentemente do tempo.

Tempo sem produção – somatória dos tempos entre a interrupção da folha na enroladeira e o momento que a operação abre a folha e volta a enrolar.

O tempo sem produção inclui os períodos de:

- Paradas técnicas (programadas ou não);

- Paradas operacionais (programadas ou não);
- Reinício;
- Perda ou quebra;
- Passagem de ponta.

Parada técnica – é aquela causada por falha em equipamentos (mecânicos, elétricos ou eletrônicos), normalmente debitada para as áreas de manutenção ou engenharia.

Parada operacional – é aquela provocada para atender uma necessidade do processo ou produção, tais como parada para limpeza do circuito, lavagem de feltros, troca ou colocação de cordas, retirada de refugo da secaria, etc.

### **Eficiência de Produção - E<sub>p</sub>**

É a relação entre a produção bruta obtida e a Produção de Referência da máquina, calculada com base no tempo de produção. Mede o aproveitamento da capacidade produtiva da máquina no período em que esteve operando. Valores maiores indicam resultados melhores.

#### Eficiência de Produção

$$E_p = \frac{\text{Produção bruta}}{\text{Produção de referência}} \times 100$$

Onde:

*Produção bruta* – é a quantidade, em toneladas, de papel enrolada nas máquinas de papel, cartão ou revestidora no período considerado. Deve-se tomar a somatória das produções brutas na enroladeira de cada um dos tipos de papel feitos no período.

*Produção de referência* – é definida como a máxima quantidade de papel que a máquina, em condições ideais, poderia produzir. A Produção de Referência é diferente para cada item do mix de produtos. Assim:

$$\text{Produção de Referência [t/h]} = 0,00006 \times L \times \text{Grm} \times V$$

Onde:

L – largura máxima útil praticada na enroladeira, por produto/gramatura, em metros;

Grm – gramatura nominal do produto fabricado no período de tempo considerado, em g/m<sup>2</sup>;

V – velocidade média obtida nos 20% do tempo com velocidade mais alta, para cada gramatura, em m/min.

Fator 0,00006 – Para ajustar à unidade [t/h].

### **Eficiência de Máquina - E<sub>m</sub>**

A Eficiência de Máquina mede a qualidade da gestão da máquina de papel e é obtida pelo produto da Eficiência de Tempo pela Eficiência de Produção. Valores maiores indicam resultados melhores.

#### Eficiência de Máquina

$$E_m = \frac{\text{Eficiência de Tempo} \times \text{Eficiência de Produção}}{100}$$

Onde:

Eficiência de Tempo – é o percentual de tempo de produção (tp), em relação ao tempo disponível para produção. (Ver ID-MP-03).

Eficiência de Produção – é a relação, expressa percentualmente, entre a produção bruta obtida e a Produção de Referência da máquina de papel, tomando como base o tempo de produção (tP). (Ver ID-MP-04).

100 – Fator de ajuste, para uso direto da forma percentual.

### **Rendimento - η**

É a relação percentual entre a produção acabada entregue na expedição e a respectiva produção bruta na enroladeira da máquina de papel, cartão ou revestidora. Esse indicador mede o desempenho da instalação no que se refere às perdas por qualidade, ou devido ao não aproveitamento de toda a largura da máquina. Valores maiores indicam resultados melhores.

#### Rendimento

$$\eta = \frac{\text{Pacab} + (\text{Esemiacabado final} - \text{Esemiacabado inicial})}{\text{Pbruta na enroladeira}} \times 100$$

Onde:

Pacab – produção de papel acabado entregue na expedição no período, em toneladas.

Esemiacabado final – estoque de semiacabado, no final do período, em toneladas.

Esemiacabado inicial – estoque de semiacabado, no início do período, em toneladas.

Pbruta na enroladeira – produção bruta total no período, medida na enroladeira, em toneladas.

### **Eficiência Global - E<sub>glob</sub>**

A eficiência global mede o desempenho completo da Linha (cuja cabeça é a máquina), levando em conta todos os aspectos que a influenciam. Valores maiores indicam resultados melhores.

## Eficiência Global

$$E_{glob} = \frac{D_o \times N \times E_t \times E_p}{1.000.000}$$

Onde:

$D_o$  – disponibilidade operacional, em percentual (ver ID-MP-01).

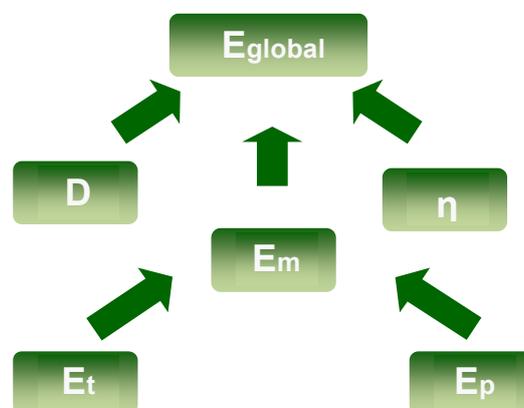
$N$  – rendimento, em percentual (ver ID-MP-02).

$E_t$  – eficiência de tempo, em percentual (ver ID-MP-03).

$E_p$  – eficiência de produção, em percentual (ver ID-MP-04).

1.000.000 – Fator de ajuste para uso direto da forma percentual.

A Eficiência Global é o indicador mais importante a ser considerado nas comparações entre diferentes instalações. Caso o valor seja inferior ao tomado como referência, deve ser feito o desdobramento e busca, na comparação de cada um de seus componentes, de uma divergência que aponte oportunidade para melhoria.



**Diagrama 1 - Relação entre os Indicadores ABTCP para Máquinas de Papel.**

## Produção Específica - $P_{esp}$

Este indicador é particularmente útil para o acompanhamento histórico do desempenho da máquina analisada. Com algum cuidado, também serve para a comparação com unidades semelhantes. Valores maiores indicam resultados melhores.

## Produção Específica

$$P_{esp} = P_{bruta} / T_p / L_{max}$$

Onde:

$P_{bruta}$  – Produção bruta na enroladeira, em toneladas.

Tp – Tempo de produção, em horas.

Lmax – Largura máxima útil na enroladeira, em metros.

### Disponibilidade – DISP

A Disponibilidade mostra a fração de tempo em que a máquina de papel ficou a disposição da operação. Esta medida, embora também seja influenciada pela forma de operar, avalia principalmente o desempenho da área de manutenção. Valores maiores indicam resultados melhores.

#### Disponibilidade

$$\text{DISP} = \frac{\text{Tempo calendário} - \text{Tempo em manutenção}}{\text{Tempo calendário}} \times 100$$

Onde:

Tempo calendário – corresponde a 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano (366 no caso de anos bissextos), em horas.

Tempo em manutenção – Somatória dos tempos das paradas, programadas ou não, para atender aos serviços de manutenção, em horas. Inclui os tempos em que a manutenção aproveitou paradas operacionais para a execução de serviços.

Parada Operacional - é aquela provocada para atender uma necessidade do processo ou produção, tais como parada para limpeza do circuito, lavagem de feltros, troca ou colocação de cordas, retirada de refugo da secaria, etc.

### Duração de Campanha – DCAMP

A Duração de Campanha é o período (tempo produzindo) entre paradas gerais consecutivas para manutenção programada. A métrica ignora as pequenas paradas para manutenção corretiva, por falta de pedidos, etc. Trata-se de um indicador útil para avaliar a qualidade dos serviços de manutenção e os cuidados da operação. Como o objetivo é conhecer os melhores resultados (campanhas mais longas), para fins de *benchmarking*, foram solicitadas as durações das 10 campanhas mais longas de cada máquina.

#### Duração de Campanha

DCAMP = Duração de campanha

Onde:

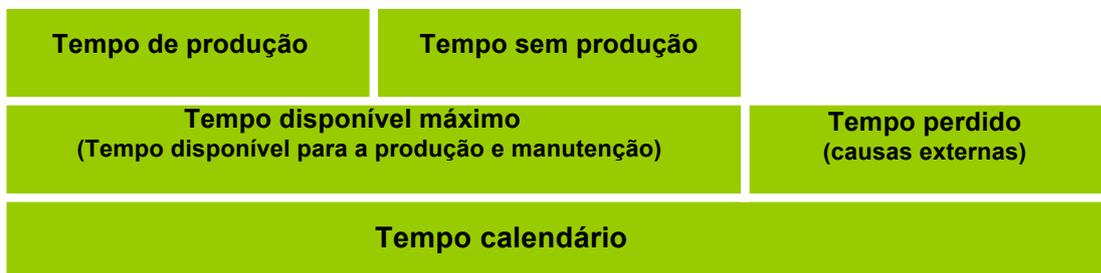
Duração de Campanha – período de produção entre paradas gerais consecutivas para manutenção programada, em dias. Ignora as pequenas paradas para manutenção corretiva, por falta de pedidos, etc.

## Número de Quebras - NQuebras

É o número médio diário de quebras de papel na máquina, no período considerado. O objetivo é medir o desempenho da máquina em relação à ocorrência de quebras. Valores menores indicam resultados melhores.

<b>Número de Quebras</b>
$N\text{Quebras} = \frac{\text{número de quebras no período}}{\text{número de dias no período}}$
Onde:
Número de quebras no período – número de quebras de papel ( <i>breaks</i> ) ocorrido na máquina, no período considerado.
Número de dias no período – número total de dias em produção, no período considerado.

A figura 25 mostra os diversos tempos considerados nos cálculos.



**Figura 25 – Diagrama de Referência.**

## Comparações entre Máquinas

---

As informações coletadas incluem máquinas para produção de diversos tipos de papéis, mas as análises foram feitas separadamente devido às grandes diferenças existentes entre os processos de fabricação. A diversidade, no que se refere ao tipo das máquinas que compõe a amostra e aos produtos fabricados, pode ser verificada no Resumo Geral (Anexo II).

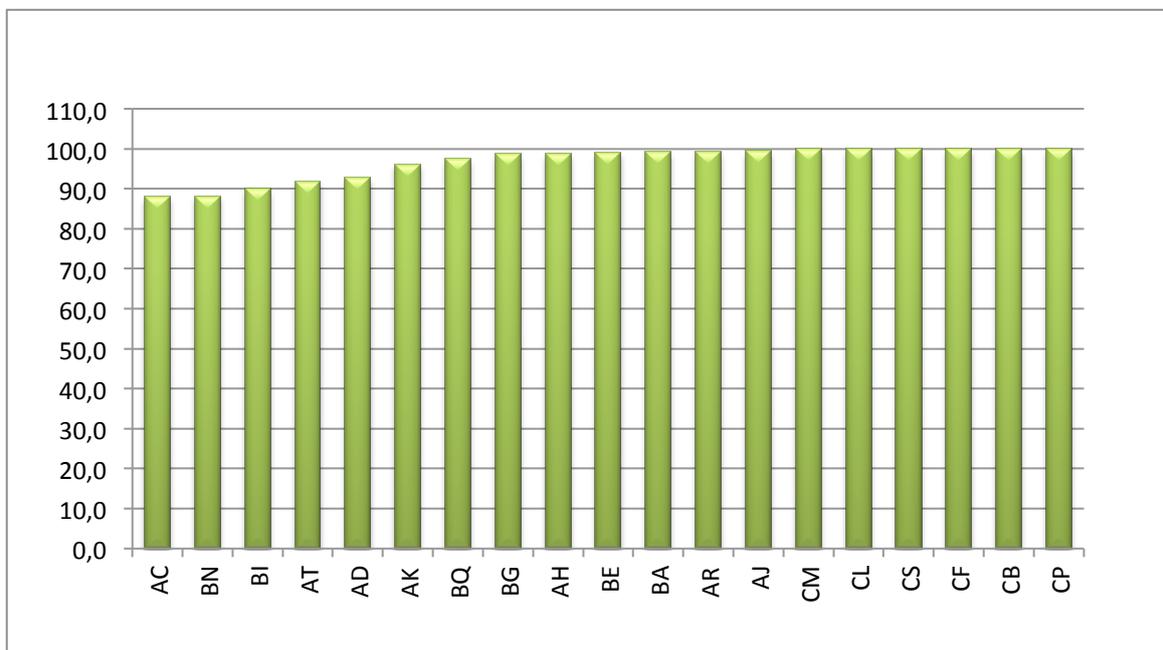
### Papel de Imprimir

Na análise, foram usadas informações correspondentes a 19 máquinas, com capacidades de projeto variando entre 31 e 853 t/dia. Treze máquinas são do tipo "Mesa Plana", duas "Crescent former" e 4 de outro tipo. Treze produzem papel tipo *offset* e as demais Couché fora da máquina e Monolúcido de primeira. A menor largura de enroladeira da amostra é 2,08 m e a maior 7,90 m. Doze máquinas partiram antes de 1980. A mais antiga entrou em operação em 1947. As velocidades aplicadas na produção vão de 44 m/min numa máquina a 1.360 m/min em outra. A gramatura dos papéis produzidos variou de 56 a 120 g/m<sup>2</sup> nas máquinas de *offset* e de 18 a 80 g/m<sup>2</sup> nas máquinas de monolúcido de primeira. As máquinas que produzem papéis monolúcidos apresentaram produção específica consideravelmente menor (0,8 t/h/m) que as máquinas que fazem *offset* (3,4 t/h/m) e couché fora da máquina (3,6 t/h/m), justificando a análise em separado (tabelas 25a e 25b).

A comparação dos resultados das máquinas que também participaram do estudo anterior está disponível nas tabelas 26a e 26b.

## Disponibilidade Operacional

As máquinas analisadas mostraram Disponibilidade Operacional na faixa de 87,9% a 100,00%. Seis máquinas apresentaram o valor de 100%, levando a média dos 20% melhores resultados da amostra para esse valor.

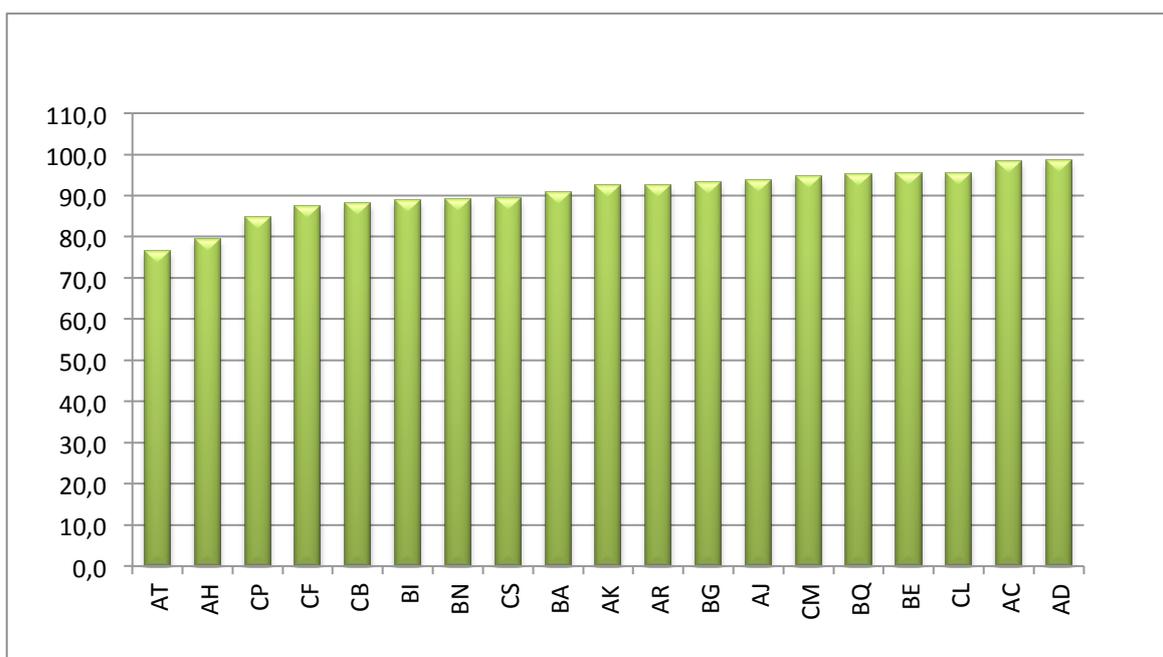


**Figura 26 - Disponibilidade Operacional - 2009 (Papel de Imprimir), %**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monolúcido de primeira, enquanto as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

## Eficiência de tempo

O comportamento atípico de duas máquinas (AH e AT), com Eficiência de Tempo inferior a 80,0%, identifica uma fragilidade que aparentemente pode ser revertida, visto que as demais máquinas do grupo apresentam resultados na faixa de 84,8% a 98,6%. As máquinas de offset apresentaram resultados de Eficiência de Tempo variando entre 79,4% e 95,6%, com a média em 90,1% e a média dos 20% melhores resultados em 94,8%. Na comparação das máquinas de offset que participaram dos estudos de 2008 e 2009, percebe-se uma redução na Eficiência de Tempo, que caiu de 94,2% para 90,9% (tabela 26a).

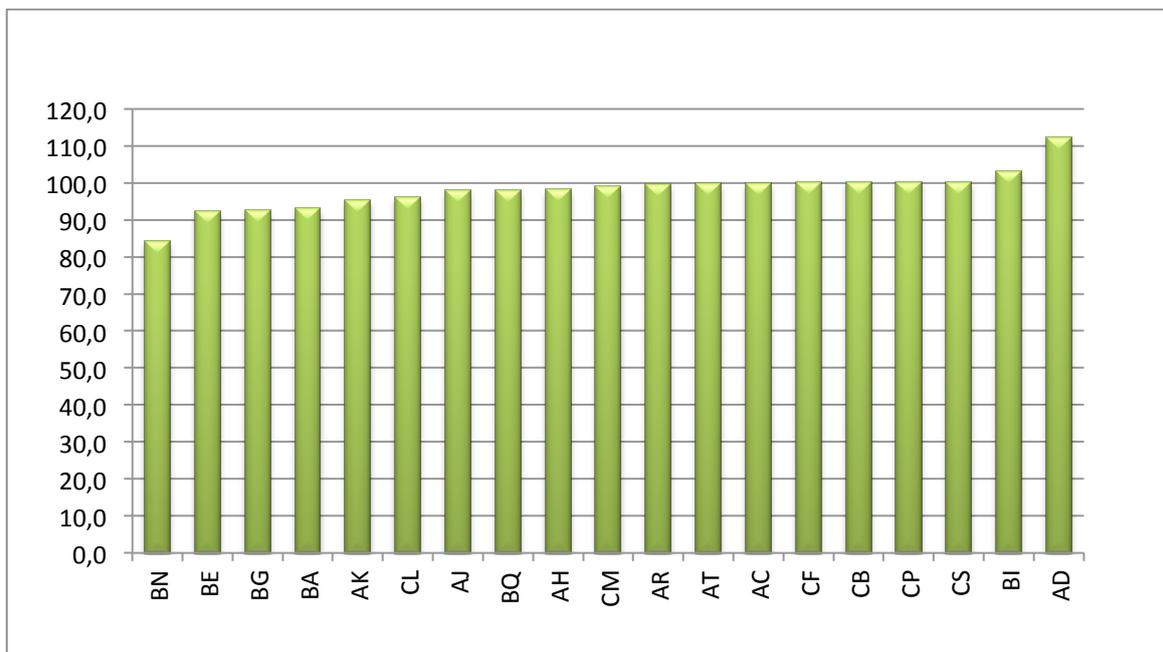


**Figura 27 - Eficiência de tempo - 2009 (Papel de Imprimir), %**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monólucido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

### **Eficiência de Produção**

Sete máquinas de offset conseguiram Eficiência de Produção próxima de 100%. O resultado atípico de uma das máquinas de papel couché (AD), com Eficiência de Produção de 112,4%, pode ser reflexo de uma mudança de situação em relação à usada para estabelecer a Produção de Referência da máquina. Para evitar distorções, o resultado foi excluído da análise.

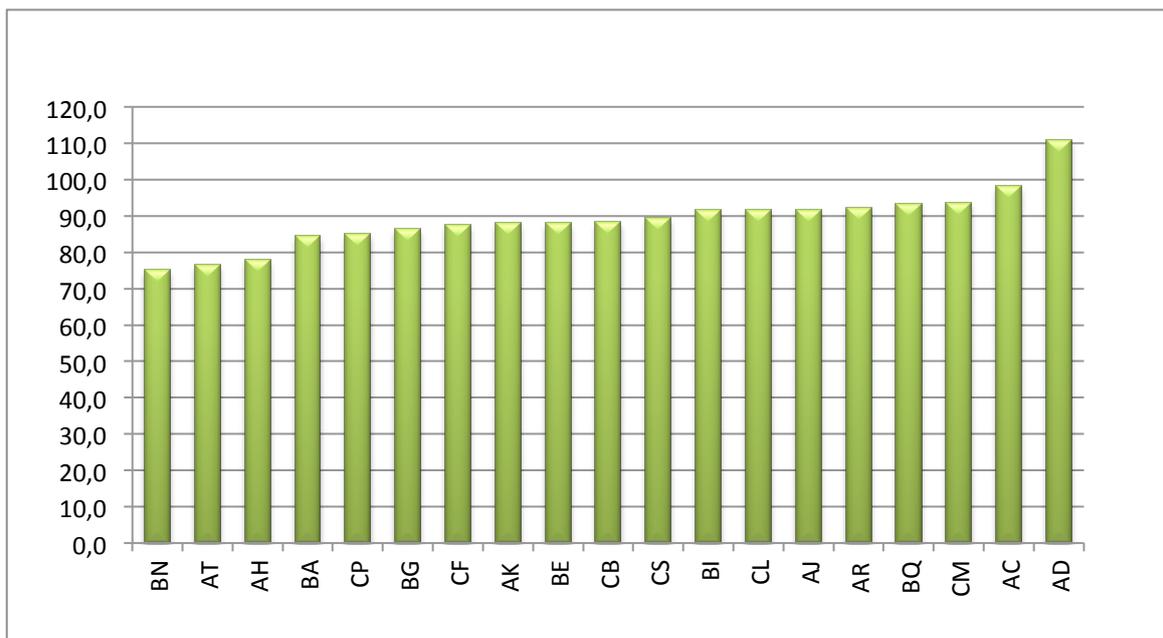


**Figura 28 - Eficiência de Produção - 2009 (Papel de Imprimir), %**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monólucido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

### **Eficiência de Máquina**

O indicador Eficiência de Máquina, com valores entre 77,9% e 93,7% para as máquinas de offset, é uma referência útil para as comparações iniciais, porém amortece o efeito das variáveis que o compõem (Et e Ep). Sugerimos que as análises com o intuito de gerar ações de melhoria sejam tomadas a partir da avaliação das eficiências de tempo e de produção, pois apontam de forma mais direta as causas fundamentais de eventuais problemas. A comparação da média das máquinas de offset que participaram dos estudos de 2008 e 2009 mostra algum progresso, com os valores crescendo de 88,4% para 89,3%.

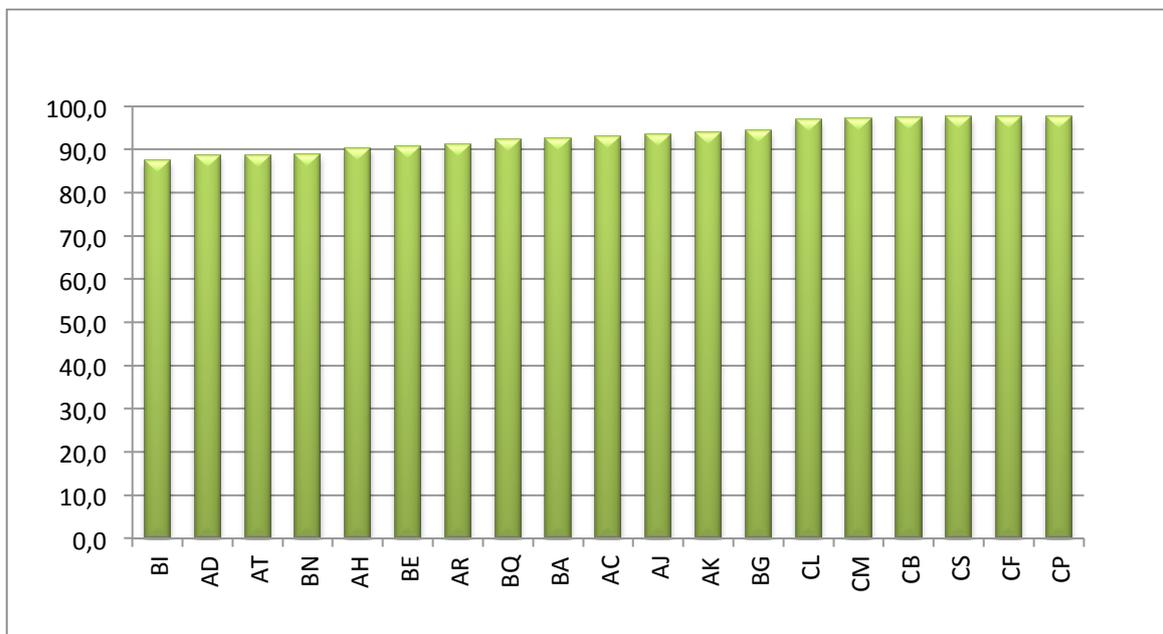


**Figura 29 - Eficiência de Máquina - 2009 (Papel de Imprimir), %**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monolúcido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

### Rendimento

Os sistemas avaliados mostraram rendimentos oscilando entre 87,4% e 97,6%, com a média da amostra de *offset* em 94,4%. Como referência para *benchmarking*, recomendamos assumir 97,6%, valor correspondente à média dos 20% melhores resultados.



**Figura 30 - Rendimento - 2009 (Papel de Imprimir), %**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monolúcido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

### Eficiência Global

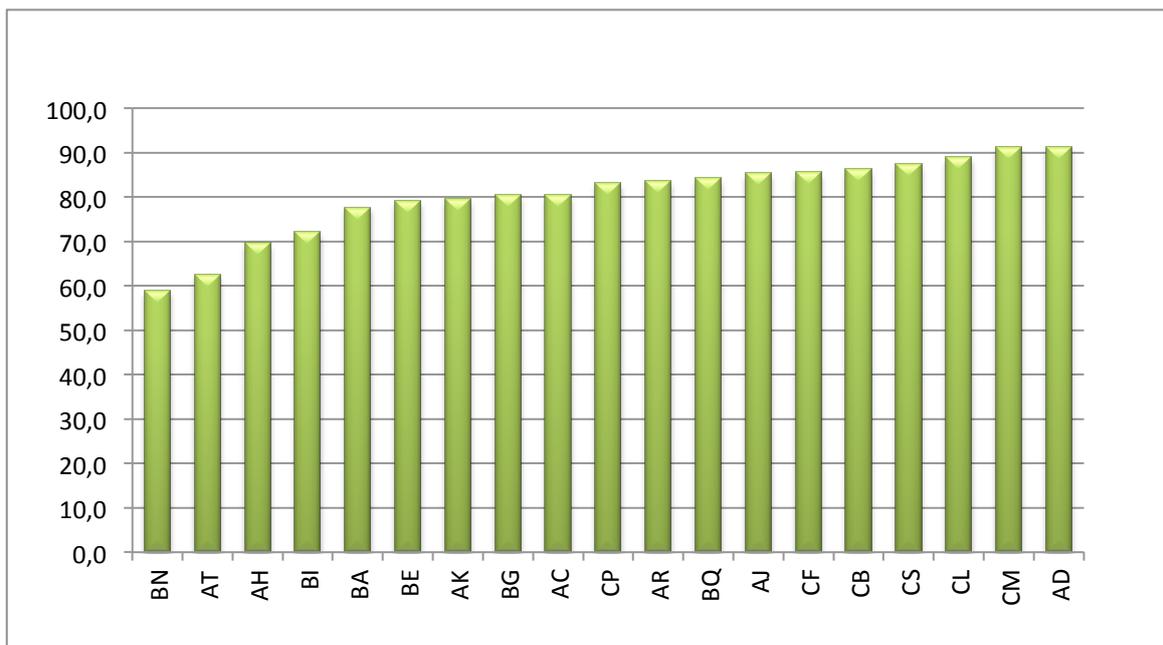
Do mesmo modo que a Eficiência de Máquina, a Eficiência Global é um indicador com elevado nível de integração e deve ser usada apenas como ponto de partida para as análises comparativas. Caso o valor não seja considerado bom, deve-se buscar nos demais indicadores a origem dos problemas para estruturar um plano de ação eficaz. No caso das máquinas de papel para *offset* estudadas, a Eficiência Global média ficou em 82,3%, com o melhor resultado alcançando 91,1%.

Para evitar distorções na análise da amostra de couché e monolúcido, o resultado da máquina AD foi excluído e a Eficiência Global média do grupo foi de 73,0% (tabela 25b).

Assim, podemos dividir as máquinas estudadas em 3 grupos de desempenho:

	Eficiência Global
Grupo A (20% com melhor desempenho)	acima de 87,4%
Grupo B (50% com desempenho intermediário)	79,1 a 87,4%
Grupo C (30% com menor desempenho)	abaixo de 79,1%

A máquina com maior eficiência global (CM) da amostra não é a maior nem a mais larga, opera com velocidades altas, é relativamente antiga, produz *offset* e apresenta resultados relativamente elevados para todos os indicadores observados, o que nos leva à conclusão de que a *performance* está mais associada a uma boa gestão que ao equipamento em si.



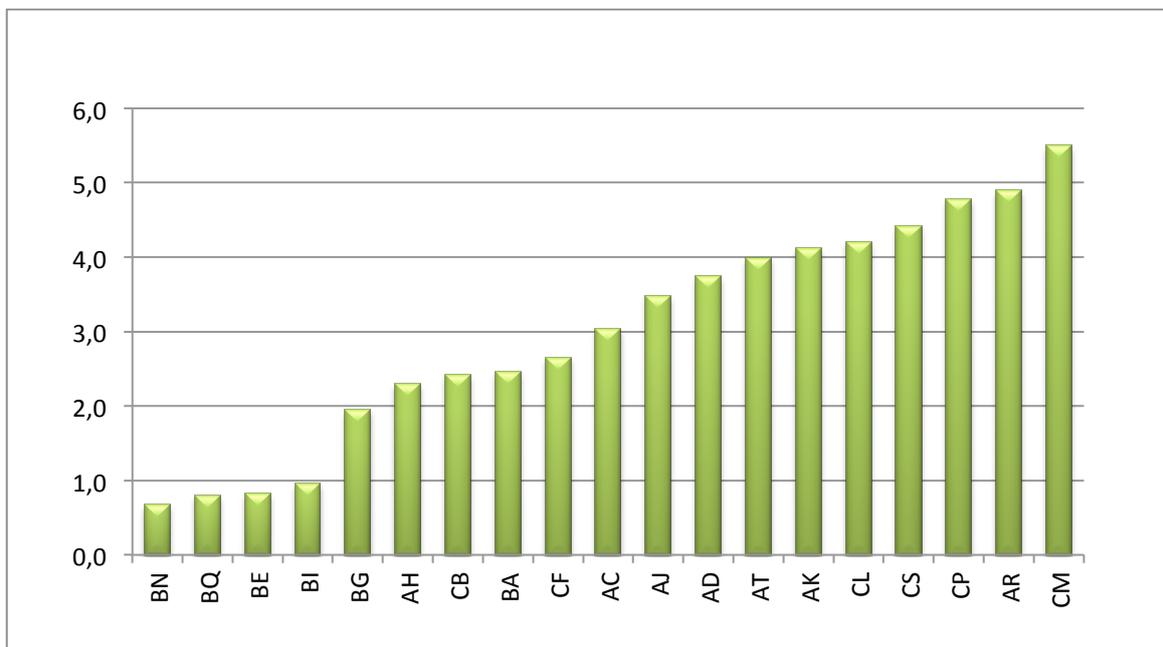
**Figura 31 - Eficiência Global - 2009 (Papel de Imprimir), %**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monolúcido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

Na comparação dos resultados dos estudos de 2008 e 2009, a Eficiência Global média das máquinas de offset cresceu de 81,9% para 84,8% (tabela 26a).

### **Produção Específica**

Os resultados de Produção Específica das máquinas de offset variaram amplamente, entre 1,0 e 5,5 t/h/m, com a média ficando em 3,4 t/h/m. As máquinas que produzem papéis monolúcidos (BE, BN e BQ) apresentam uma Produção Específica média de apenas 0,8 t/h/m, mostrando a importância da gramatura nos resultados deste indicador.



**Figura 32 - Produção Específica - 2009 (Papel de Imprimir), t/h/m**

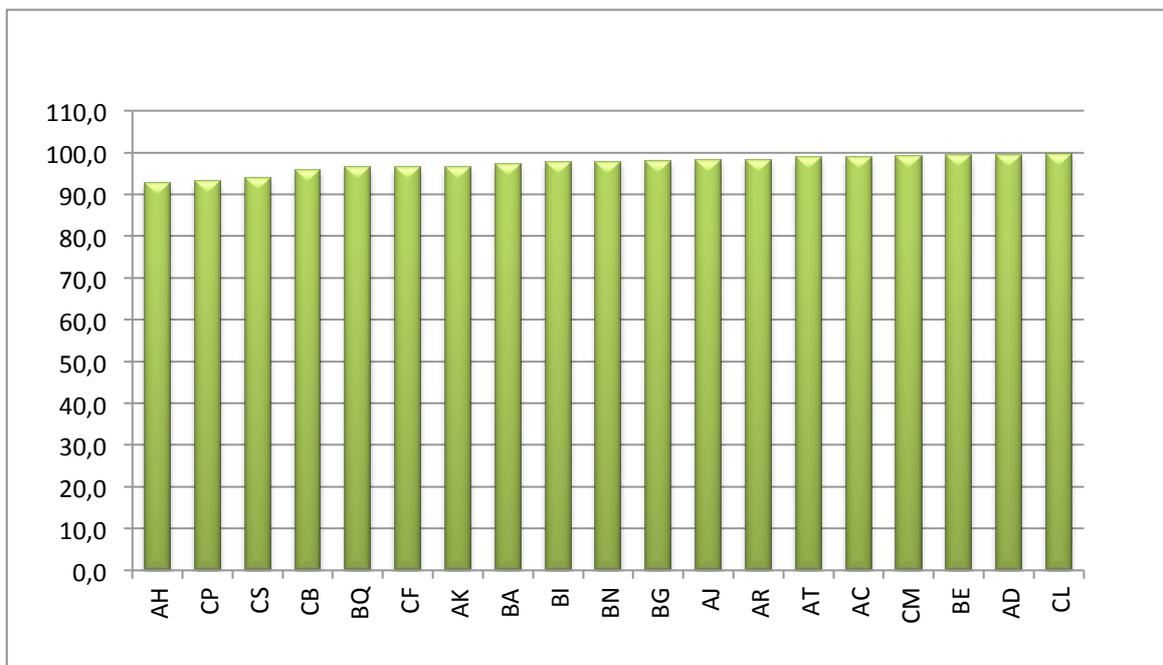
Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monolúcido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

### Referência externa

A máquina PM1 – da Riau Andalan Pulp and Paper (Riaupulp) – que produz papel para imprimir e escrever com gramatura média de 77 g/m<sup>2</sup>, na Indonésia, é apontada como a de maior produtividade no mundo. O equipamento, que roda a 1.410 m/min, apresentou uma produtividade específica de 6,0 t/h/m e, em 2005, uma produção 8,6% superior a capacidade projetada de 350.000 t/ano [24].

### Disponibilidade

A Disponibilidade variou de 92,8% a 99,7%, com média igual a 97,3%. A média dos 20% melhores resultados, de 99,4%, serve de referência e aponta uma oportunidade de melhoria para algumas das empresas. Na comparação das 13 máquinas de offset que participaram dos estudos de 2008 e 2009 percebe-se estabilidade na Disponibilidade, que variou de 96,5% para 96,9% (tabela 26a).

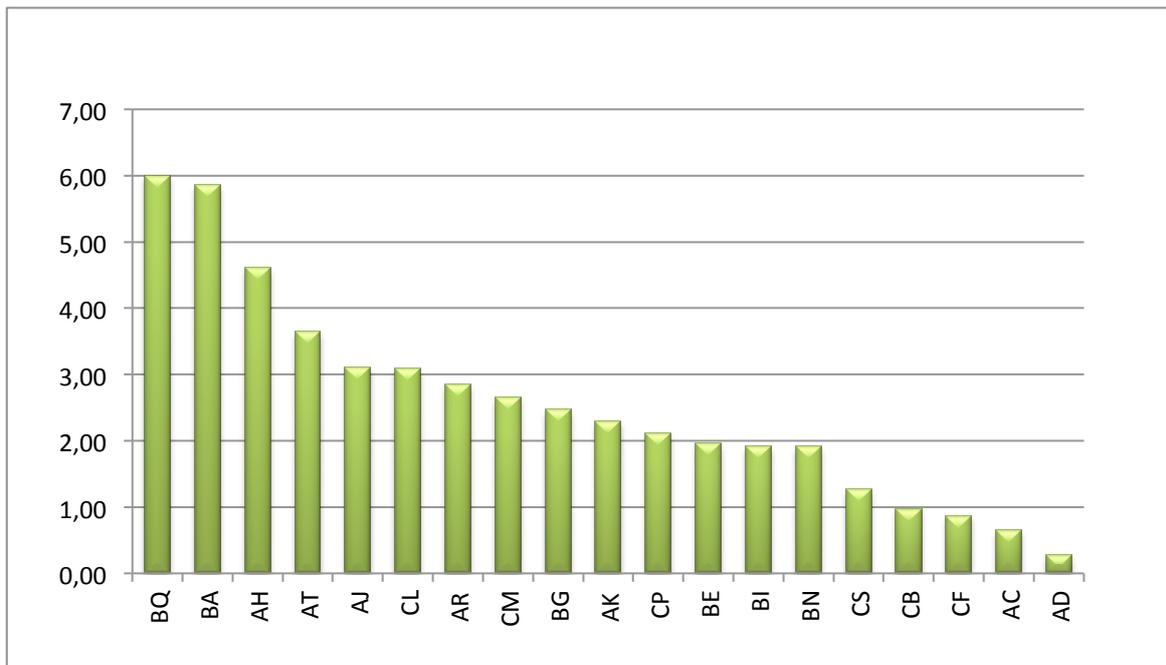


**Figura 33 - Disponibilidade - 2009 (Papel de Imprimir), %**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monólucido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

### Número de Quebras

O número de quebras variou entre 0,87 e 5,85 por dia nas máquinas de offset, com a média ficando em 2,62 quebras por dia. A média dos 20% melhores resultados foi de 1,00 quebras por dia. A média das máquinas de couché fora da máquina e monólucido foi de 2,41 quebras por dia, mas os números variam bastante.



**Figura 34 - Número de Quebras por dia – 2009 (Papel de Imprimir), quebras por dia**

Nota: As máquinas BE, BN e BQ produzem monolúcido de primeira, as AC, AD e AT produzem couché fora da máquina e as demais *offset*.

#### Referência externa

A fábrica Varkaus, da Stora Enso, na Finlândia, conseguiu reduzir as perdas de tempo por quebra de folha na máquina por meio de um sistema de passagem de ponta sem cordas, na prensa de colagem [27].

#### Duração de Campanha

Poucas empresas forneceram informações sobre a duração das campanhas (período entre grandes manutenções das máquinas). A análise dos dados mostrou que estes tempos variam bastante, o que possivelmente foi influenciado também por diferentes critérios de medida. A duração média das campanhas informadas foi de 43 dias.

#### Resumo

A tabela a seguir sumariza os resultados das máquinas de papel para imprimir:

**Tabela 25a - Papel de Imprimir (Offset) - 2009**

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia
AH	98,8	79,4	98,2	77,9	90,3	69,5	2,3	92,8	4,61
AJ	99,4	93,8	97,9	91,9	93,4	85,3	3,5	98,2	3,11
AK	96,1	92,4	95,3	88,0	94,0	79,5	4,1	96,6	2,30
AR	99,2	92,7	99,6	92,3	91,2	83,6	4,9	98,3	2,85
BA	99,1	90,8	93,1	84,5	92,6	77,6	2,5	97,3	5,85
BG	98,7	93,3	92,5	86,3	94,4	80,4	2,0	98,1	2,47
BI	90,1	88,9	<b>103,1</b>	91,6	87,4	72,1	1,0	97,7	1,92
CB	<b>100,0</b>	88,2	100,3	88,4	97,5	86,2	2,4	95,9	0,97
CF	<b>100,0</b>	87,4	100,1	87,5	<b>97,6</b>	85,5	2,7	96,5	<b>0,87</b>
CL	<b>100,0</b>	<b>95,6</b>	96,1	91,9	96,8	88,9	4,2	<b>99,7</b>	3,09
CM	<b>100,0</b>	94,6	99,1	<b>93,7</b>	97,2	<b>91,1</b>	<b>5,5</b>	99,1	2,65
CP	<b>100,0</b>	84,8	100,3	85,1	<b>97,6</b>	83,1	4,8	93,0	2,11
CS	<b>100,0</b>	89,3	100,3	89,5	<b>97,6</b>	87,4	4,4	94,1	1,26
<b>Mínimo</b>	90,1	79,4	92,5	77,9	87,4	69,5	1,0	92,8	0,87
<b>Máximo</b>	100,0	95,6	103,1	93,7	97,6	91,1	5,5	99,7	5,85
<b>Média</b>	98,6	90,1	98,2	88,4	94,4	82,3	3,4	96,7	2,62
<b>Mediana</b>	99,4	90,8	99,1	88,4	94,4	83,6	3,5	97,3	2,47
<b>Média 20%</b>	100,0	94,8	101,4	92,8	97,6	89,4	5,1	99,1	1,00

Notas: Os melhores resultados de cada indicador estão destacados em negrito.

**Tabela 25b - Papel de Imprimir (Couché e monolúcido) - 2009**

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia
AC	87,9	98,3	<b>100,0</b>	<b>98,3</b>	<b>93,0</b>	80,4	3,0	98,9	0,65
AD	92,8	<b>98,6</b>	*	*	88,7	*	3,7	<b>99,4</b>	<b>0,28</b>
AT	91,9	76,6	99,8	76,5	88,8	62,4	<b>4,0</b>	98,8	3,64
BE	<b>99,1</b>	95,4	92,3	88,0	90,6	79,1	0,8	<b>99,4</b>	1,97
BN	88,2	89,1	84,3	75,1	88,9	58,9	0,7	97,8	1,92
BQ	97,6	95,2	98,0	93,3	92,5	<b>84,2</b>	0,8	96,4	6,00
<b>Média</b>	92,9	92,2	94,9	86,3	90,4	73,0	2,2	98,5	2,41

Notas: As máquinas AC, AD e AT são de papel couché e as BE, BN e BQ de monolúcido.

Os melhores resultados de cada indicador estão destacados em negrito.

\* - Para evitar distorções, os resultados da máquina AD associados à Produção de Referência foram excluídos.

## Histórico

As tabelas 26a e 26b apresentam os resultados das máquinas que participaram também dos estudos anteriores, permitindo que se possa acompanhar a evolução ao longo do tempo.

**Tabela 26a - Papel de Imprimir (offset) – Comparação histórica**

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nq, quebras/dia
AJ	2008	98,9	93,9	100,0	94,0	92,9	86,4	3,6	99,1	2,35
	2009	99,4	93,8	97,9	91,9	93,4	85,3	3,5	98,2	3,11
AK	2008	98,5	92,9	93,3	86,7	92,6	79,1	4,1	97,9	2,62
	2009	96,1	92,4	95,3	88,0	94,0	79,5	4,1	96,6	2,30
AR	2008	98,7	92,1	100,0	92,1	91,6	83,2	4,9	99,1	2,96
	2009	99,2	92,7	99,6	92,3	91,2	83,6	4,9	98,3	2,85
BA	2008	97,3	87,6	101,2	88,6	93,0	80,1	2,7	83,1	4,36
	2009	99,1	90,8	93,1	84,5	92,6	77,6	2,5	97,3	5,85
CB	2008	100,0	97,1	75,5	73,3	93,3	68,4	2,1	97,6	0,39
	2009	100,0	88,2	100,3	88,4	97,5	86,2	2,4	95,9	0,97
CF	2008	100,0	98,0	91,6	89,7	93,3	83,8	2,5	98,6	0,44
	2009	100,0	87,4	100,1	87,5	97,6	85,5	2,7	96,5	0,87
CL	2008	99,9	95,0	95,6	90,8	94,8	86,0	4,2	97,8	2,77
	2009	100,0	95,6	96,1	91,9	96,8	88,9	4,2	99,7	3,09
CM	2008	99,8	94,9	98,5	93,5	94,8	88,4	5,4	97,8	2,60
	2009	100,0	94,6	99,1	93,7	97,2	91,1	5,5	99,1	2,65
CP	2008	100,0	95,3	90,8	86,6	93,3	80,8	4,4	96,9	1,21
	2009	100,0	84,8	100,3	85,1	97,6	83,1	4,8	93,0	2,11
CS	2008	100,0	95,7	92,4	88,4	93,3	82,5	4,0	97,1	1,01
	2009	100,0	89,3	100,3	89,5	97,6	87,4	4,4	94,1	1,26
<b>Média</b>	2008	99,3	94,2	93,9	88,4	93,3	81,9	3,8	96,5	2,07
	2009	99,4	90,9	98,2	89,3	95,6	84,8	3,9	96,9	2,51

**Tabela 26b - Papel de Imprimir (Couché e monolúcido) – Comparação histórica**

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nq, quebras/dia
AC	2008	98,1	96,9	99,5	96,4	93,5	88,4	3,1	99,0	0,67
	2009	87,9	98,3	100,0	98,3	93,0	80,4	3,0	98,9	0,65
AD	2008	100,0	95,7	99,2	94,9	93,3	88,5	4,3	99,4	0,85
	2009	92,8	98,6	-	-	-	-	3,7	99,4	0,28
BQ	2008	98,6	94,0	97,8	91,9	92,1	83,4	0,8	94,9	6,40
	2009	97,6	95,2	98,0	93,3	92,5	84,2	0,8	96,4	6,00
<b>Média</b>	2008	98,9	95,5	98,8	94,4	92,9	86,8	2,7	97,8	2,64
	2009	92,8	97,4	99,0	95,8	92,7	82,3	2,5	98,3	2,31

Notas: A máquinas AC e AD são de papel couché e a BQ de monolúcido.

## Papel para Embalagem

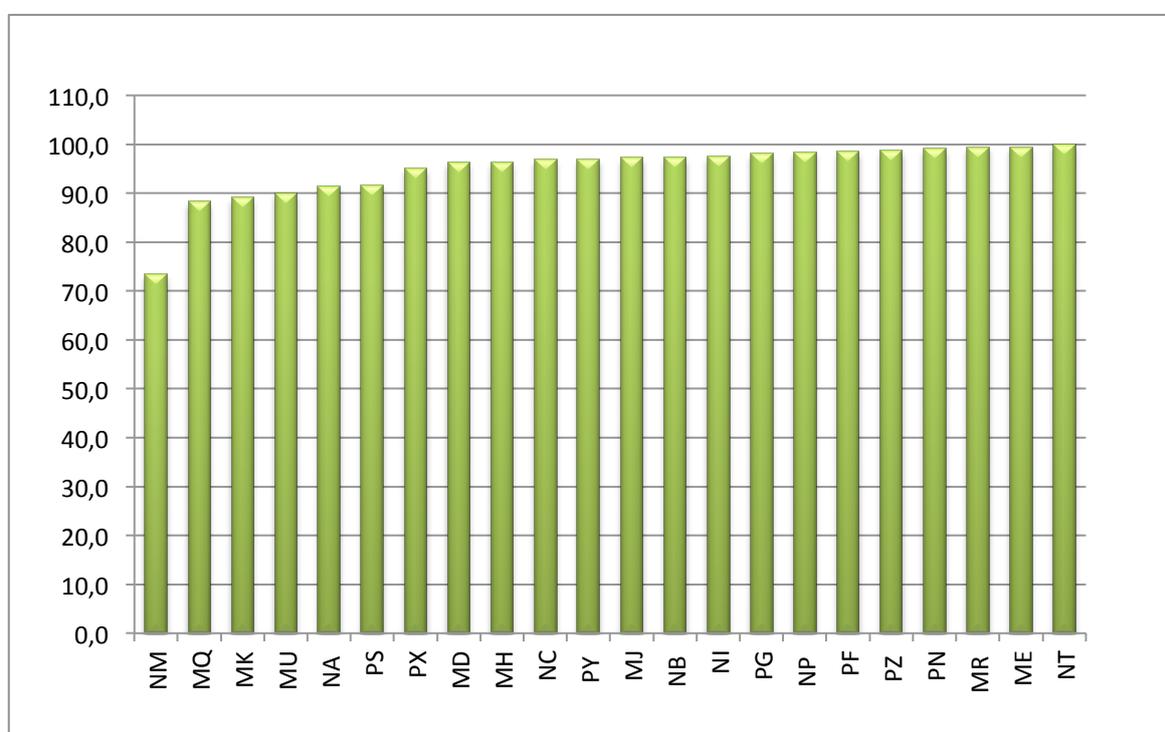
A amostra tem 24 máquinas que produzem papéis classificados como para embalagem, com capacidades de projeto entre 57 e 756 t/dia. As velocidades usadas na produção variam de 90 m/min a 865 m/min. As gramaturas da amostra ficaram entre 35 g/m<sup>2</sup> e 200 g/m<sup>2</sup>. A menor largura de enroladeira da amostra é 1,65 m e a maior, 4,55 m. A mais antiga partiu em 1958 e 11 sofreram reforma em 2005 ou depois. Apenas uma máquina não é tipo “mesa plana”.

Três máquinas tiveram a produção de referência estimada, para permitir o cálculo de alguns indicadores. Alguns resultados das máquinas NL e PW foram influenciados por fatores externos e retirados da amostra para evitar distorções.

A comparação dos resultados das máquinas que também participaram do estudo anterior (tabela 28) mostra que o único indicador no qual ocorreu evolução sensível foi o Número de Quebras, que caiu de 3,25 para 2,31 quebras/dia.

## Disponibilidade Operacional

Ignorando o resultado da máquina NM, que apresentou valor anormalmente baixo (73,4%), as máquinas analisadas operaram, de modo geral, com nível elevado de Disponibilidade Operacional (88,3% a 99,9%). Quatro máquinas conseguiram Disponibilidade Operacional superior a 99,0%, mostrando que os efeitos do ambiente externo não são muito significativos.

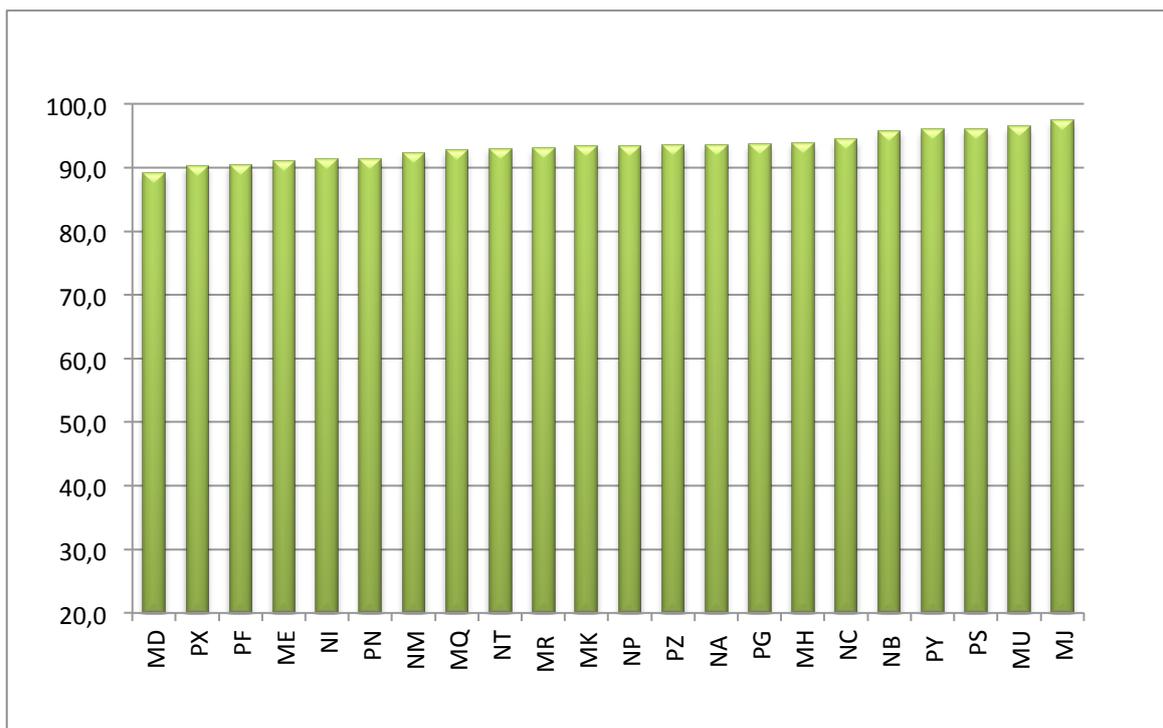


**Figura 35 - Disponibilidade Operacional - 2009 (Papel para Embalagem), %**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

## Eficiência de tempo

A Eficiência de Tempo das máquinas da amostra variou de 89,1% a 97,4%. A Eficiência de Tempo média da amostra foi de 93,3%. Este valor é baixo, comparativamente à média dos 20% melhores resultados, que ficou em 96,4%.

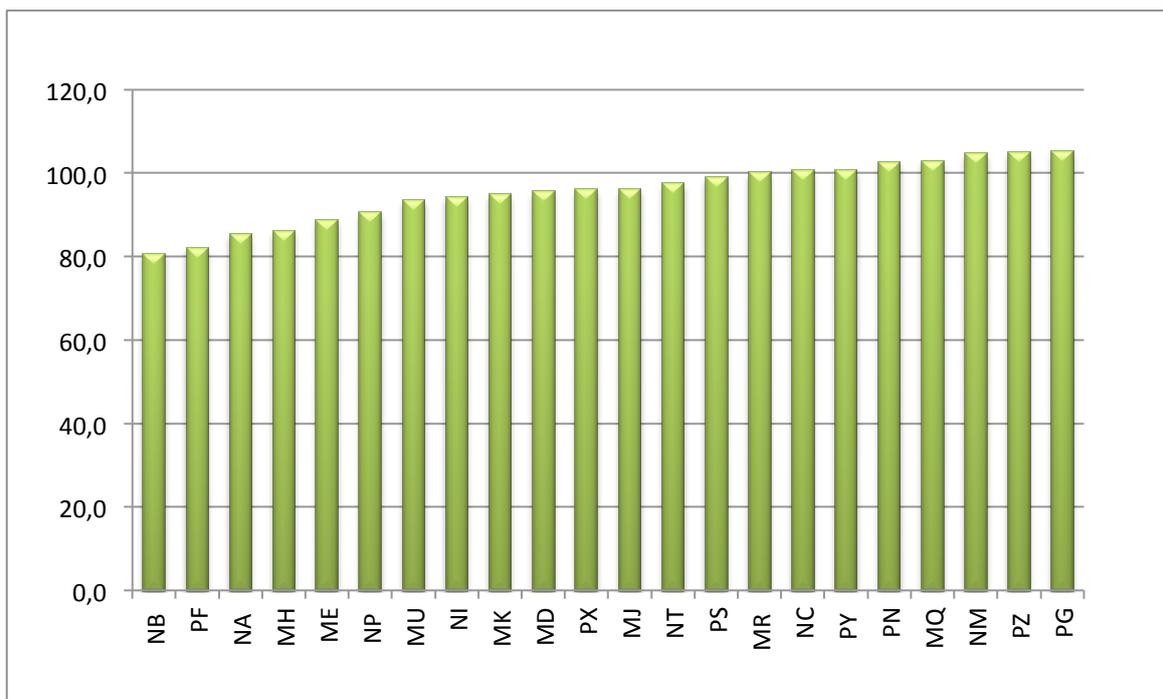


**Figura 36 - Eficiência de Tempo - 2009 (Papéis para Embalagem), %**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### **Eficiência de Produção**

Oito máquinas conseguiram Eficiência de Produção superior a 100%, mostrando que as produções de referência escolhidas ofereciam alguma folga. Para evitar a distorção da média, optamos por manter tais resultados. Assim, os resultados da amostra variaram entre 80,7% e 105,3%, enquanto a Eficiência de Produção média ficou em 95,6%.

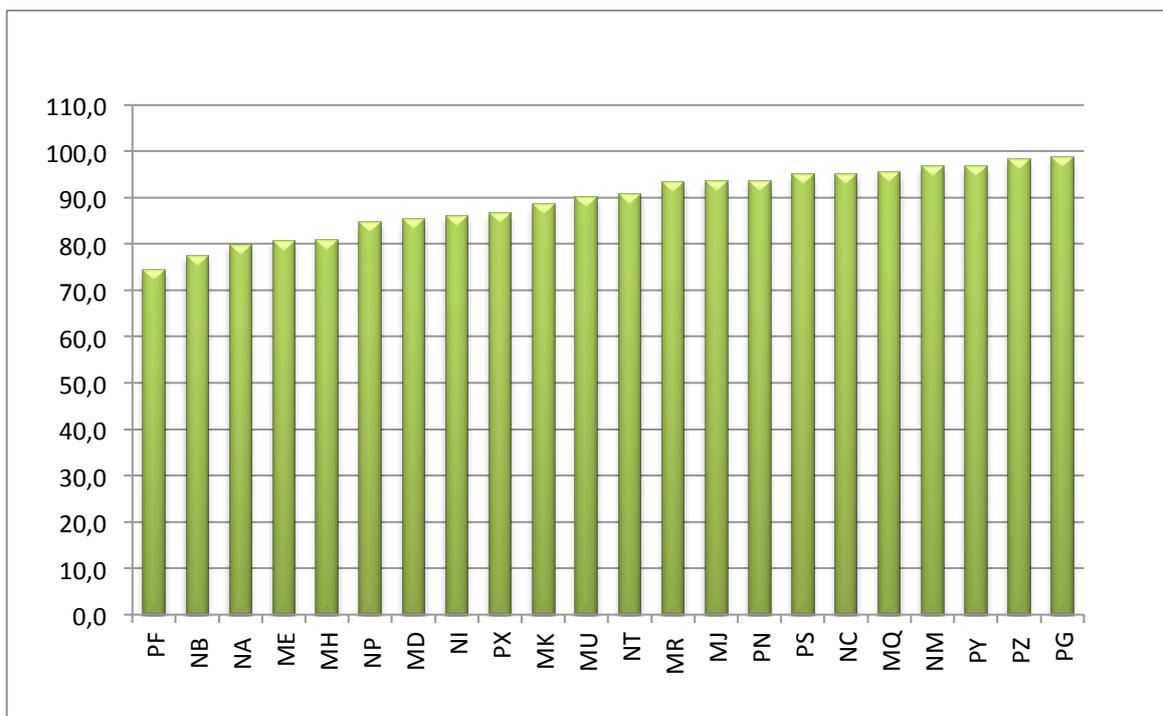


**Figura 37 - Eficiência de Produção - 2009 (Papel para Embalagem), %**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### **Eficiência de Máquina**

O indicador Eficiência de Máquina é uma referência útil para as comparações iniciais, mas amortece o efeito das variáveis que o compõe (Et e Ep). Sugerimos que as análises com a finalidade de gerar ações de melhoria sejam tomadas a partir da avaliação das eficiências de tempo e de produção, pois apontam de forma mais direta as causas fundamentais de eventuais problemas. Na amostra, a Eficiência de Máquina variou entre 74,3% e 98,7%, com a média em 89,1% .

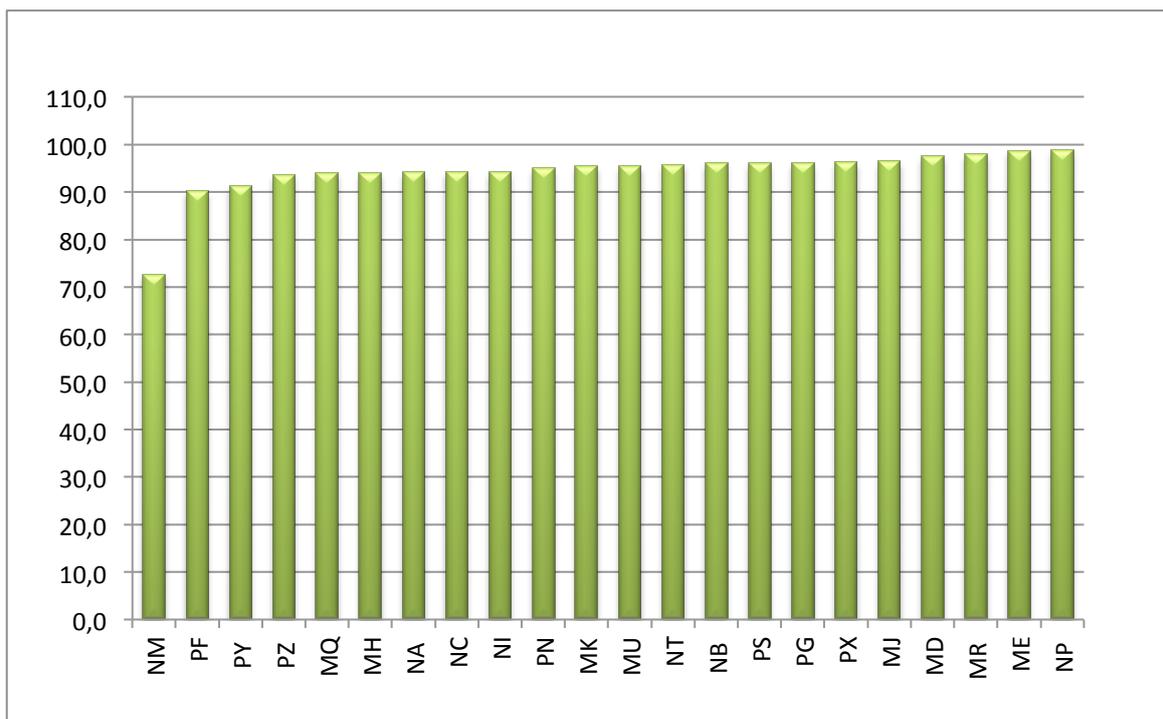


**Figura 38 - Eficiência de Máquina - 2009 (Papel para Embalagem), %**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### Rendimento

O rendimento das máquinas da amostra variou entre 72,6% e 98,8%, com a média em 94,2%. A média dos 20% melhores resultados ficou em 98,0%, constituindo-se em uma boa referência para o estabelecimento de metas para a maioria das máquinas.



**Figura 39 - Rendimento - 2009 (Papel para Embalagem), %**

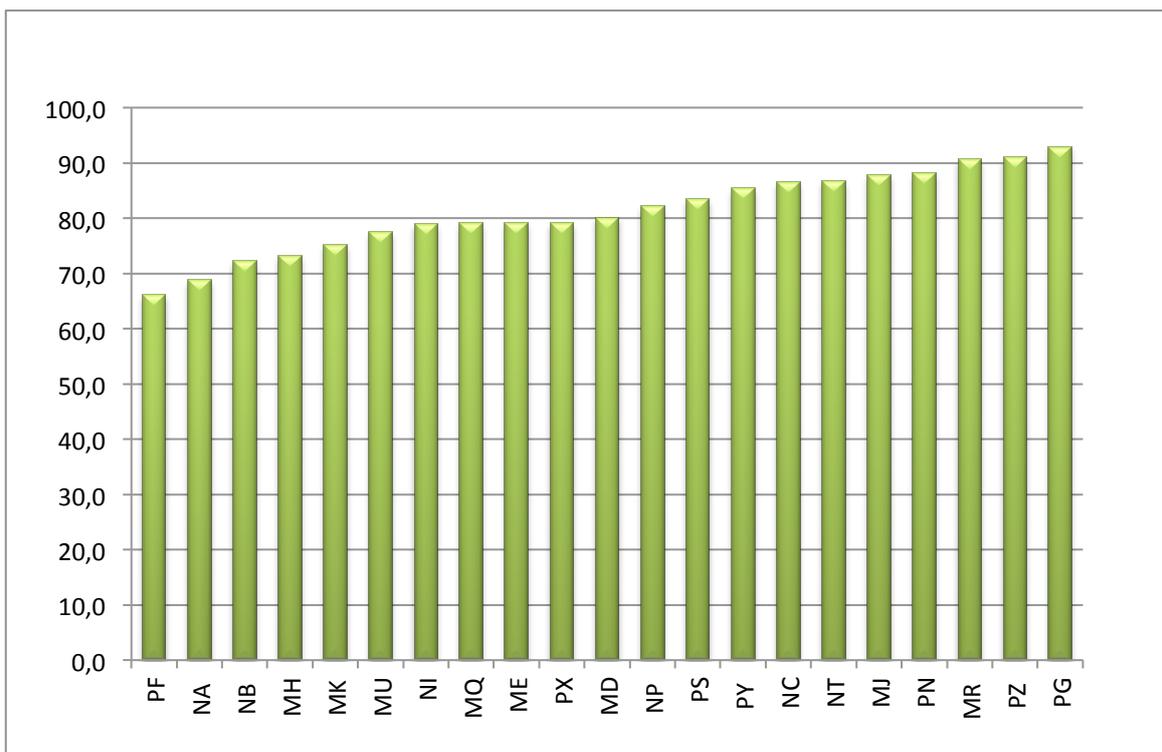
Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### **Eficiência Global**

Por incluir os efeitos de todos os indicadores já discutidos, a Eficiência Global é apenas um ponto de partida para as análises comparativas. Caso o valor não seja considerado bom, deve-se buscar a origem dos problemas através dos demais indicadores, para estruturar um plano de melhoria eficaz.

No caso das máquinas de papel para embalagem analisadas, a Eficiência Global média ficou em 81,1% e a média dos 20% melhores resultados em 90,5%. Com base nos resultados observados, podemos dividir as máquinas estudadas em 3 grupos de desempenho:

	Eficiência Global
Grupo A (20% com melhor desempenho)	acima de 88,0%
Grupo B (50% com desempenho intermediário)	77,4 e 88,0%
Grupo C (30% com menor desempenho)	abaixo de 77,4%



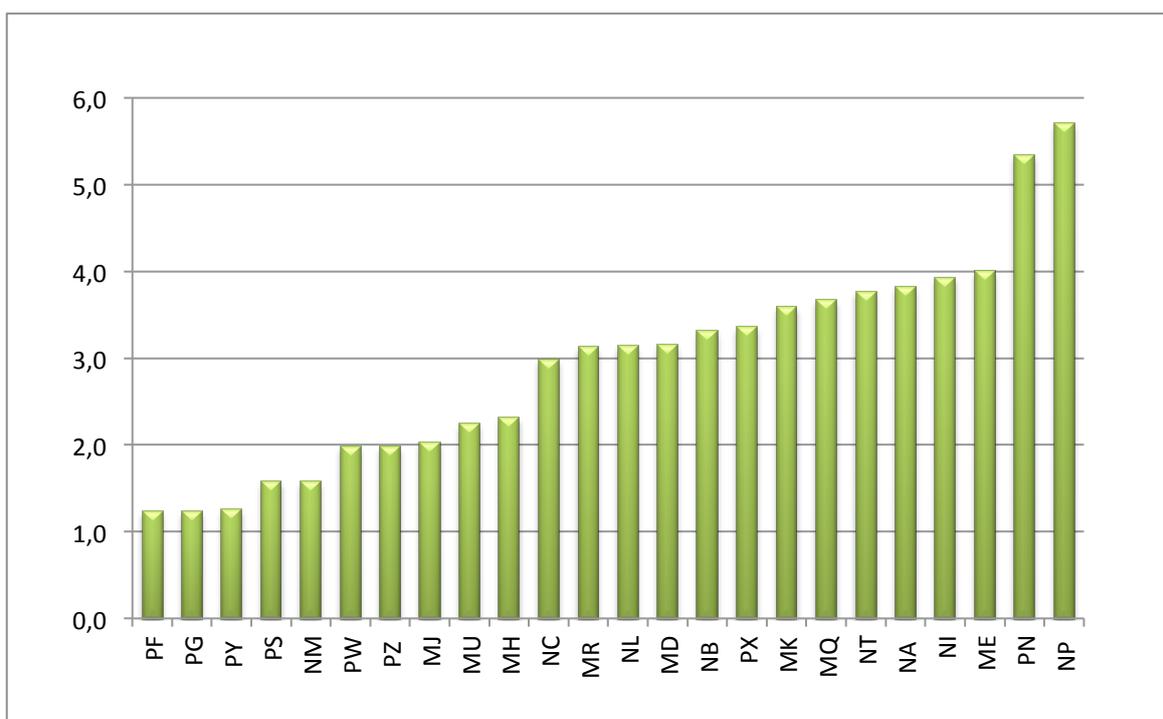
**Figura 40 - Eficiência Global - 2009 (Papel para Embalagem), %**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### Produção Específica

A Produção Específica – indicador tradicional para comparação de máquinas de diferentes portes – mostra as máquinas operando na faixa de 1,2 a 5,7 t/h/m, com uma média de 2,9 t/h/m. Comparando as 17 máquinas que participaram tanto deste estudo quanto do anterior, temos um pequeno aumento de 2,9 t/h/m em 2008 para 3,0 t/h/m em 2009.

A máquina (NP) com maior velocidade específica da amostra (5,7 t/h/m) também é a que produz papel de maior gramatura (200 g/m<sup>2</sup>). Outra máquina (PN) com Produção Específica bastante próxima (5,3 t/h/m) produz papel de 100 g/m<sup>2</sup>. Esse tipo de resultado indica que o uso da Produção Específica na comparação entre máquinas deve ser feita com cuidado.

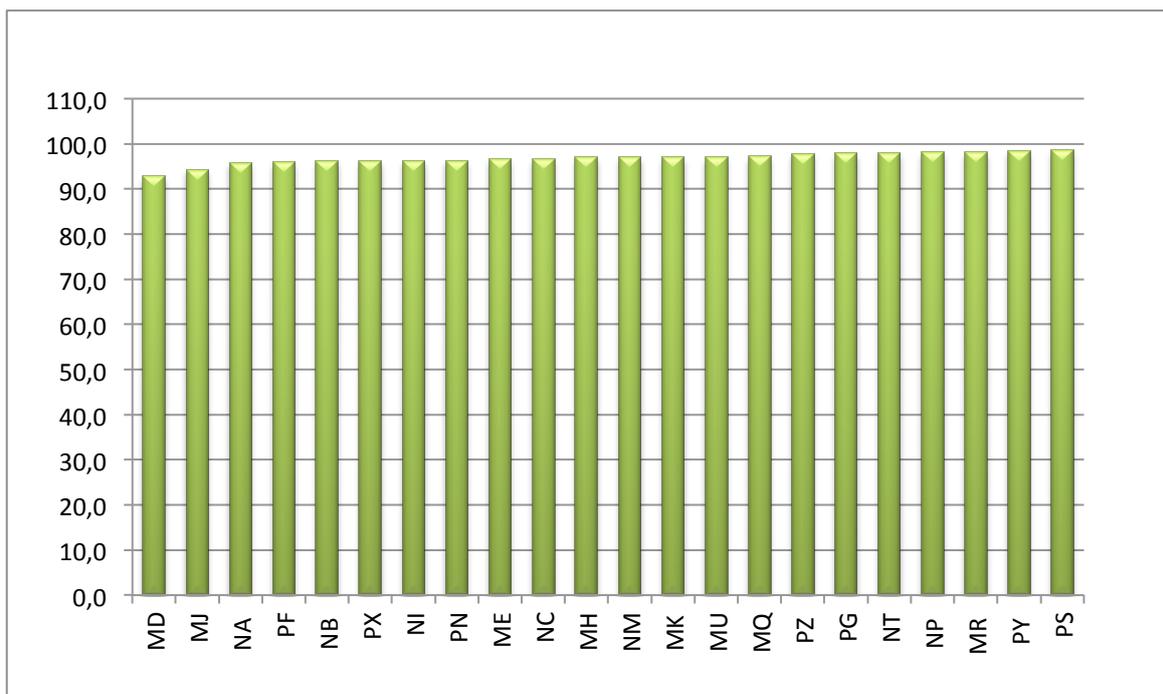


**Figura 41 - Produção Específica – 2009 (Papel para Embalagem), t/h/m**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### Disponibilidade

A Disponibilidade variou entre 92,8% e 98,6%, com média em 96,8%. A média dos 20% melhores resultados, igual a 98,3%, serve de referência e sinaliza uma oportunidade de melhoria para boa parte das empresas.

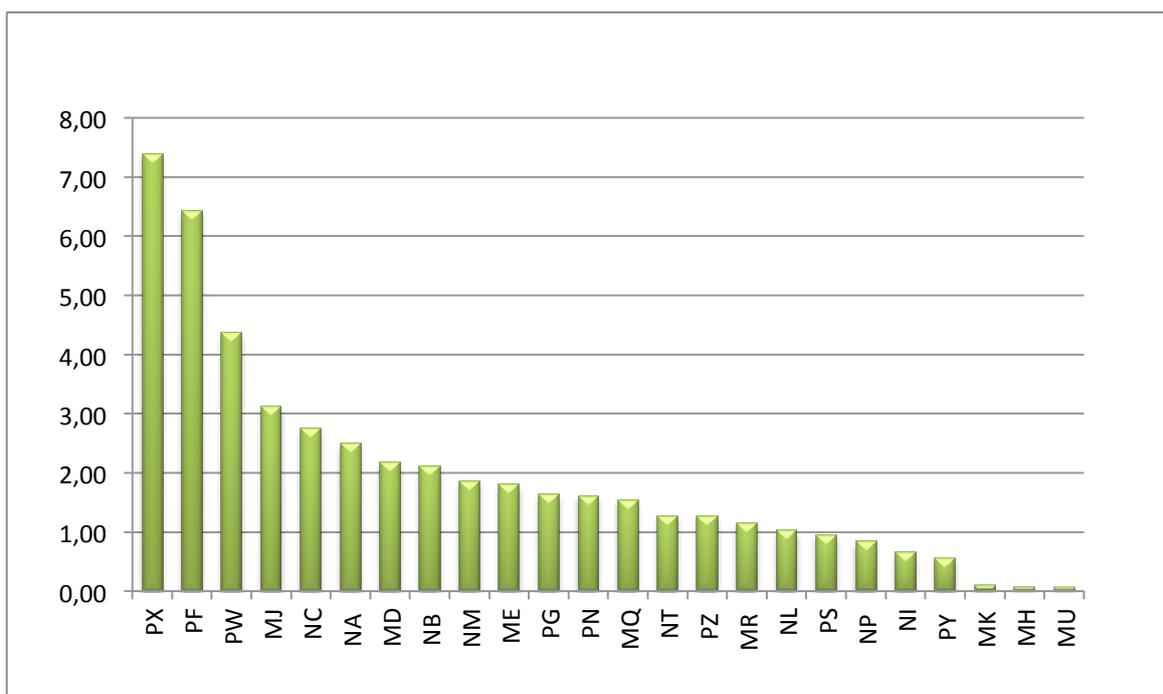


**Figura 42 - Disponibilidade - 2009 (Papel para Embalagem), %**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### Número de Quebras

O número de quebras apresenta uma variação muito grande, de 0,06 a 7,40 por dia, com a média situada em 1,97 quebras por dia. A média dos 20% melhores resultados foi de 0,27 quebras por dia. Assumindo que cada quebra leva a uma perda média de 20 minutos de produção, uma máquina com 3 quebras por dia equivale a 1 hora diária de perda, ou 4,2% do tempo. Logo, a redução das quebras em 50% resultaria em ganho de 2,1% da produção. Comparando apenas as máquinas que também participaram do estudo de 2008, o Número médio de Quebras caiu de 3,25 para 2,31 por dia, mostrando o progresso na gestão do indicador.



**Figura 43 - Número de Quebras por dia - 2009 (Papel para Embalagem), quebras/dia**

Nota: As máquinas NM, PG e PZ produzem papel com gramatura inferior a 80g/m<sup>2</sup>.

### Duração de Campanha

Poucas empresas forneceram informações sobre a duração das campanhas (período entre grandes manutenções das máquinas). A análise dos dados mostrou que estes tempos variam bastante, o que possivelmente foi influenciado também por diferentes critérios de medida. A duração média das campanhas informadas foi de 154 dias.

### Resumo

A tabela a seguir sumariza os resultados das máquinas de papel para embalagem:

**Tabela 27 - Papel para Embalagem – 2009**

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia
ME	99,5	91,0	88,8	80,7	98,6	79,2	4,0	96,6	1,80
MD	96,2	89,1	95,8	85,4	97,6	80,1	3,1	92,8	2,17
MH	96,3	93,9	86,1	80,8	94,0	73,2	2,3	96,9	0,07
MJ	97,3	<b>97,4</b>	96,1	93,5	96,4	87,7	2,0	94,2	3,12
MK	89,0	93,3	94,9	88,5	95,4	75,2	3,6	97,0	0,10
MQ	88,3	92,7	102,9	95,4	93,9	79,1	3,7	97,2	1,55
MR	99,4	93,1	100,1	93,2	97,8	90,6	3,1	98,2	1,15
MU	90,0	96,4	93,5	90,1	95,4	77,4	2,2	97,0	<b>0,06</b>
NA	91,5	93,6	85,3	79,8	94,1	68,7	3,8	95,8	2,49
NB	97,4	95,8	80,7	77,3	96,0	72,3	3,3	96,1	2,12
NC	96,8	94,4	100,6	95,0	94,1	86,6	3,0	96,6	2,75
NI	97,5	91,2	94,2	85,9	94,2	78,9	3,9	96,2	0,66
NL	-	-	-	-	-	-	3,1	-	1,02
NM	-	92,3	104,7	96,6	72,6	-	1,6	96,9	1,85
NP	98,4	93,4	90,6	84,6	<b>98,8</b>	82,3	<b>5,7</b>	98,1	0,83
NT	<b>99,9</b>	93,0	97,5	90,7	95,7	86,7	3,8	98,0	1,28
PF	98,5	90,5	82,2	74,3	90,2	66,1	1,2	95,9	6,43
PG	98,1	93,7	<b>105,3</b>	<b>98,7</b>	96,0	<b>93,0</b>	1,2	97,9	1,64
PN	99,1	91,3	102,6	93,6	94,9	88,0	5,3	96,3	1,61
PS	91,5	96,1	98,9	95,0	96,0	83,5	1,6	<b>98,6</b>	0,94
PW	-	-	-	-	-	-	2,0	-	4,37
PX	95,0	90,1	96,0	86,6	96,2	79,2	3,4	96,2	7,40
PY	96,9	96,0	100,7	96,6	91,2	85,4	1,3	98,4	0,55
PZ	98,8	93,5	105,1	98,3	93,7	90,9	2,0	97,7	1,27
<b>Mínimo</b>	88,3	89,1	80,7	74,3	72,6	66,1	1,2	92,8	0,06
<b>Máximo</b>	99,9	97,4	105,3	98,7	98,8	93,0	5,7	98,6	7,40
<b>Média</b>	96,0	93,3	95,6	89,1	94,2	81,1	2,9	96,8	1,97
<b>Mediana</b>	97,3	93,4	96,1	90,4	95,4	80,1	3,1	96,9	1,58
<b>Média 20%</b>	99,4	96,4	104,3	97,3	98,0	90,5	4,6	98,3	0,27

## Histórico

Dezessete máquinas de papel para embalagem haviam participado do levantamento anterior (dados de 2008), permitindo o acompanhamento da evolução das mesmas ao longo do tempo (tabela 28).

**Tabela 28 - Papel para Embalagem – Comparação histórica.**

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nq, quebras/dia
MD	2008	95,6	92,8	102,2	94,8	97,1	88,0	2,6	92,2	2,81
	2009	96,2	89,1	95,8	85,4	97,6	80,1	3,1	92,8	2,17
MJ	2008	97,1	89,1	99,0	88,3	96,2	82,4	2,2	89,1	3,41
	2009	97,3	97,4	96,1	93,5	96,4	87,7	2,0	94,2	3,12
MQ	2008	90,3	91,2	103,3	94,2	99,4	84,6	3,8	96,0	3,06
	2009	88,3	92,7	102,9	95,4	93,9	79,1	3,7	97,2	1,55
NA	2008	97,8	91,9	84,3	77,5	95,6	72,4	3,8	97,1	2,64
	2009	91,5	93,6	85,3	79,8	94,1	68,7	3,8	95,8	2,49
NC	2008	95,9	95,5	98,6	94,2	99,0	89,4	2,8	97,1	2,69
	2009	96,8	94,4	100,6	95,0	94,1	86,6	3,0	96,6	2,75
NI	2008	99,1	95,4	96,1	91,7	88,7	80,6	4,2	98,0	0,55
	2009	97,5	91,2	94,2	85,9	94,2	78,9	3,9	96,2	0,66
NP	2008	99,4	94,0	99,4	93,4	96,6	89,7	6,4	97,5	0,47
	2009	98,4	93,4	90,6	84,6	98,8	82,3	5,7	98,1	0,83
NT	2008	99,9	93,0	95,3	88,7	99,3	87,9	3,6	97,8	2,19
	2009	99,9	93,0	97,5	90,7	95,7	86,7	3,8	98,0	1,28
PF	2008	99,9	95,6	ND	ND	ND	ND	1,1	98,9	8,55
	2009	98,5	90,5	82,2	74,3	90,2	66,1	1,2	95,9	6,43
PG	2008	100,0	93,5	104,9	98,1	95,5	93,6	1,2	98,6	2,45
	2009	98,1	93,7	105,3	98,7	96,0	93,0	1,2	97,9	1,64
PN	2008	92,5	90,0	100,9	90,7	93,3	78,3	4,9	97,6	1,95
	2009	99,1	91,3	102,6	93,6	94,9	88,0	5,3	96,3	1,61
PS	2008	100,0	93,0	76,5	71,2	99,1	70,5	1,0	94,4	8,82
	2009	91,5	96,1	98,9	95,0	96,0	83,5	1,6	98,6	0,94
PX	2008	99,7	88,7	ND	ND	ND	ND	3,1	94,8	7,11
	2009	95,0	90,1	96,0	86,6	96,2	79,2	3,4	96,2	7,40
PY	2008	100,0	96,6	100,9	97,5	92,6	90,3	1,3	99,5	0,62
	2009	96,9	96,0	100,7	96,6	91,2	85,4	1,3	98,4	0,55
PZ	2008	96,8	94,2	102,5	96,6	92,4	86,4	1,9	97,6	1,50
	2009	98,8	93,5	105,1	98,3	93,7	90,9	2,0	97,7	1,27
<b>Média</b>	2008	97,6	93,0	97,2	90,5	95,7	84,2	2,9	96,4	3,25
	2009	96,3	93,1	96,9	90,2	94,9	82,4	3,0	96,7	2,31

Nota: As máquinas NL e PW foram excluídas por estarem influenciadas por fatores externos atípicos.

### Referência externa

O sistema de passagem de ponta sem cordas, utilizado na seção de secagem da máquina de papel para sacos MP9 na fábrica de Skärblacka na Suécia, reduziu o tempo médio necessário para a passagem em até 30%, além de trazer vantagens de segurança.

Fonte: Fiber&Paper Express 2/2004. Disponível em:

[http://www.metso.com/MP/Marketing/mpv2store.nsf/BYWID/WID-061107-2256E-8C752/\\$File/Page6from204\\_POR\\_ebook.pdf?openElement](http://www.metso.com/MP/Marketing/mpv2store.nsf/BYWID/WID-061107-2256E-8C752/$File/Page6from204_POR_ebook.pdf?openElement) Acesso em 3.ago 2010.

### Papel Cartão

A pequena quantidade de máquinas de papel cartão e as diferenças entre elas impede uma análise detalhada, mas os resultados dos indicadores estão apresentados na tabela 29.

**Tabela 29 - Indicadores de Máquinas - Papel Cartão em 2009**

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia
---------	-------	-------	-------	-------	------	----------	-------------	---------	-----------------------

TZ	84,8	93,7	103,2	<b>96,7</b>	<b>94,5</b>	77,5	4,4	<b>99,0</b>	1,43
TR	84,7	<b>95,7</b>	90,4	86,6	88,0	64,5	2,4	98,7	<b>0,52</b>
TK	<b>93,5</b>	88,0	<b>106,6</b>	93,8	90,5	<b>79,3</b>	<b>6,6</b>	98,2	1,17
<b>Média</b>	87,7	92,5	100,1	92,3	91,0	73,7	4,5	98,6	1,04

Nota: Os melhores resultados de cada indicador estão destacados em negrito.

## Duração de Campanha

Nas máquinas de papel cartão, a maior campanha (período entre grandes manutenções das máquinas) foi de 64 dias, com a média da amostra ficando em 40,5 dias.

## Papel de Escrever

Apenas uma máquina de papel de escrever participou do levantamento, impedindo qualquer análise. A evolução histórica da máquina pode ser observada na tabela 30.

**Tabela 30 - Papel de Escrever – Acompanhamento histórico**

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	$\eta$ , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nq, quebras/dia
HS	2008	95,6	86,9	91,6	79,6	97,2	93,9	1,2	96,1	7,91
	2009	73,2	92,7	108,0	100,1	83,0	ND	1,2	94,1	9,80

Nota: A Produção de Referência de 2009 foi estimada com base na de 2008.

## Papel Tissue

A amostra inclui os dados de apenas uma máquina de *tissue*, impedindo qualquer análise. Os resultados aparecem, portanto, apenas no Anexo II.

### Referência externa

A máquina PM4 da FAPSA (fábrica de Papel San Francisco), instalada em Mexicali, no México, conseguiu um novo recorde de velocidade em 24h, rodando a uma velocidade média de 2.160 m/min, em 18 de março de 2009. A máquina tem uma largura de 2,7 m e formadora tipo "crescent former".

Fontes: Results Pulp and Paper. Metso Magazine, nº1 de 2009. Pg. 6. e The Perini Journal. Ano XIX March 2008. Pg. 25.

Levantamento feito com 155 máquinas de *tissue* da Europa, resultou em uma produtividade específica média de 1,11 t/h/m.

Fonte: Risi. Disponível em:

[www.risiinfo.com/technologyarchives/papermaking/PPMagJuly-Tissue-production-who-is-the-daddy.html](http://www.risiinfo.com/technologyarchives/papermaking/PPMagJuly-Tissue-production-who-is-the-daddy.html). Acesso em 22.Jul 009.

## Outros papéis

Sete máquinas tiveram seus produtos classificados como "Outros", com base na Lista de Produtos utilizada [25]. Estas máquinas têm capacidades de projeto de 40 a 705 t/dia. A menor tem largura de enroladeira de 1,90 m e a maior, de 5,23 m. As velocidades usadas na produção vão de 70 a 1.186 m/min. Infelizmente, o pequeno volume de máquinas para papéis especiais e outros produtos, assim como as grandes variações de características existentes entre as linhas de

produção, não permitem qualquer comparação útil. De qualquer modo, os dados das máquinas foram incluídos no estudo (tabela 31a) para que as empresas possam, usando sua *expertise* e outras informações de que disponham, identificar algumas referências para balizar seus planos de melhorias. A tabela 31b mostra as variações de desempenho de duas máquinas que também participaram do levantamento anterior e evidencia o sucesso na redução no Número de Quebras.

**Tabela 31a - Indicadores de máquinas - Outros Papéis – 2009**

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	$\eta$ , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia
XA	84,1	71,7	93,3	66,9	86,8	48,8	0,8	97,6	1,28
XD	81,8	90,0	89,9	81,0	90,5	59,9	0,7	96,9	4,73
XG	80,7	77,0	92,0	70,8	82,9	47,4	1,2	96,0	1,99
<b>XB</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	ND	ND	<b>95,2</b>	ND	2,3	98,2	ND
XF	97,6	94,6	100,0	94,6	93,8	86,7	<b>4,8</b>	96,6	1,44
XE	97,2	94,6	100,0	94,6	83,0	76,3	2,1	<b>98,8</b>	0,87
XC	96,4	97,1	<b>100,3</b>	<b>97,4</b>	85,9	<b>80,6</b>	1,2	98,7	<b>0,47</b>
<b>Média</b>	91,1	89,3	95,9	84,2	88,3	66,6	1,9	97,5	1,80

Nota: Os melhores resultados de cada indicador estão destacados em negrito.

**Tabela 31b - Outros Papéis – Comparação histórica**

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	$\eta$ , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia
XC	2008	99,5	95,9	97,2	93,2	86,8	80,4	1,3	98,1	0,90
	2009	96,4	97,1	100,3	97,4	85,9	80,6	1,2	98,7	0,47
XE	2008	99,0	92,3	96,5	89,1	85,5	75,5	2,3	97,9	2,84
	2009	97,2	94,6	100,0	94,6	83,0	76,3	2,1	98,8	0,87
<b>Média</b>	2008	99,3	94,1	96,9	91,1	86,1	78,0	1,8	98,0	1,87
	2009	96,8	95,8	100,2	96,0	84,4	78,5	1,7	98,7	0,67

### Referência externa

No início de março de 2009, a MP18, da Mondi Business Paper Ruzomberok alcançou a velocidade de 1.580 m/min – um recorde mundial. A máquina tem 7,35 m de largura e uma única shoepress. A velocidade foi mantida por uma semana, produzindo papel de 80 g/m<sup>2</sup> para cópias (fine paper). Segundo a publicação (IPM Magazine. 4/2009. Pg. 32-33.) a PM18 é a mais eficiente máquina de papel fino do mundo.

### Recomendações para Ação

O processo de *benchmarking* tem, em geral, 5 fases [26]: planejamento, coleta de dados, análise, adaptação e implementação. Este trabalho contempla as duas primeiras etapas e inicia o processo de análise (figura 44). Para melhor aproveitamento do relatório, sugerimos que a empresa aprofunde a etapa de análise usando o conhecimento de seus técnicos e as peculiaridades de sua situação e estratégia. A partir daí, é possível estabelecer metas e planos de melhoria adequados para alavancar seus resultados.

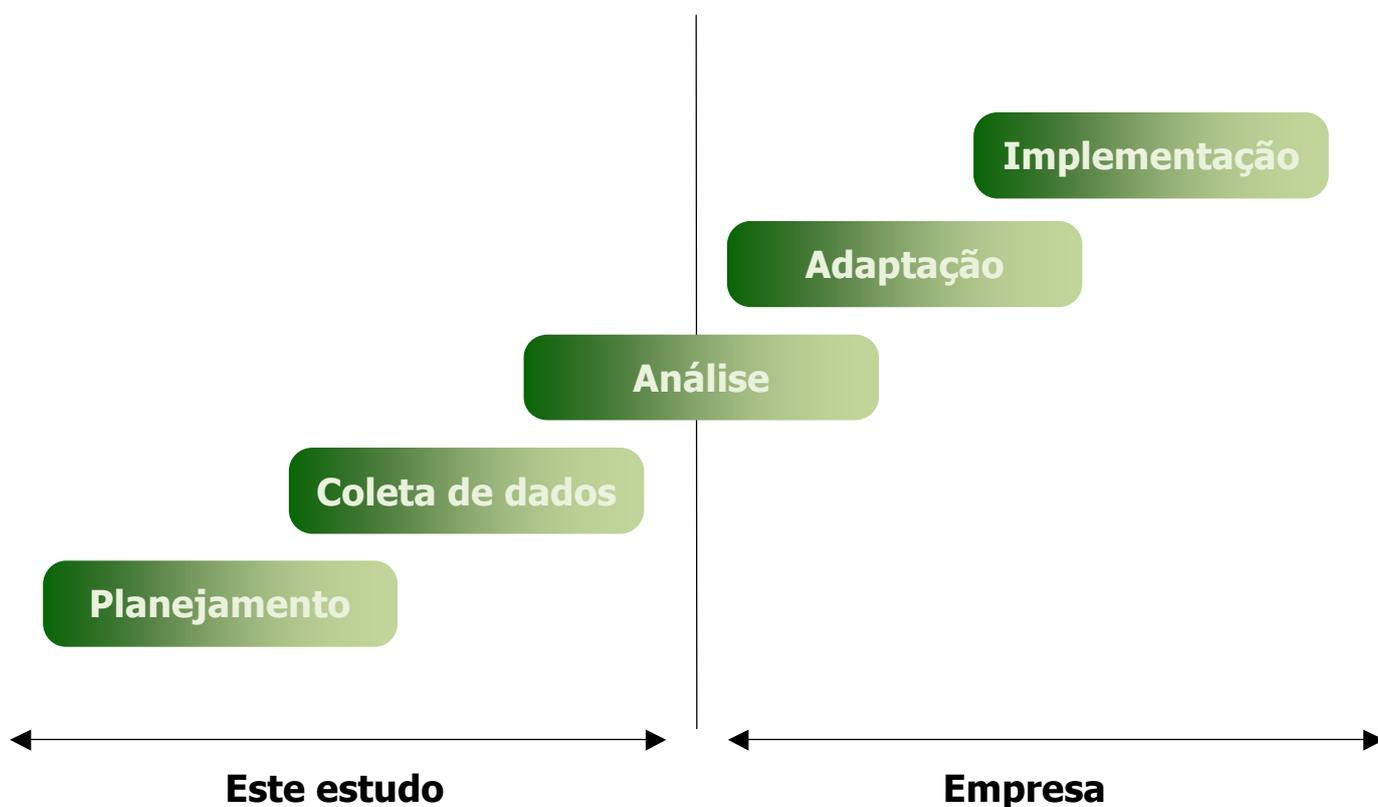


Figura 44 – Fases do *Benchmarking*

Tanto sua equipe quanto nossos consultores investiram grande esforço na coleta e validação das informações. Mesmo assim, a experiência nos diz que não estamos livres de erros. Recomendamos, portanto, algum cuidado antes de usar os resultados para decisões de maior relevância. A classificação das fábricas nos grupos de maior ou menor desempenho deve servir de incentivo para as equipes. Os indicadores em que a *performance* parece ser mais baixa podem balizar a estruturação ou aprimoramento dos planos de melhoria. Nem sempre é interessante, do ponto de vista do negócio, buscar o melhor resultado em todos os indicadores. A escolha das metas deverá ser feita levando-se em conta a estratégia da organização.

Este estudo fornece referenciais de desempenho que podem balizar o estabelecimento de metas, mas, para que haja uma efetiva melhoria nos resultados, é necessário buscar as práticas que levaram aos resultados tomados como referência. Com este propósito, recomendamos a leitura do livro *Benchmarking: Relatório do Comitê Temático* [26] e o auxílio de fornecedores de equipamentos e processos. A experiência mostra que quanto mais afastado se está dos melhores resultados, mais fácil fica a obtenção de ganhos. Assim, as organizações com indicadores no grupo inferior de desempenho devem promover um esforço para buscar melhores resultados. Isto pode ser feito por meio de melhorias tecnológicas ou na gestão, por meio da criação de grupos ou forças-tarefas multidisciplinares, com ou sem o apoio de fornecedores ou consultores.

Entretanto, o mais produtivo pode ser fazer contatos com concorrentes ou empresas de outras áreas que tenham operações semelhantes, para conhecer os pequenos detalhes que geralmente fazem a diferença.

## Conclusões

---

A comparação de resultados com os obtidos por outras empresas (*benchmarking* competitivo) oferece uma visão externa proveitosa, tanto para a definição de metas quanto para priorizar os processos e práticas que devem ser melhorados. Apesar do tamanho limitado da amostra (17 fábricas de celulose e 31 de papel) e da necessidade de dar tratamento diferenciado para as fábricas de celulose e integradas, além das fábricas que fazem diferentes tipos de produtos, foi possível levantar um retrato do ambiente competitivo, tanto nos aspectos técnicos quanto nos aspectos ambientais e de recursos humanos. Mesmo com o esforço de validação feito, muitos dados considerados incomuns não foram confirmados pelas empresas e tiveram que ser eliminados das análises, reduzindo ainda mais as informações disponíveis. Daí conclui-se que muitas organizações ainda não dão a devida importância às medidas mais importantes para seu negócio.

Lembrando que os dados se referem a 2009 e que alguma coisa pode ter mudado, as principais conclusões do trabalho são:

### **Fábricas de celulose**

- As fábricas de celulose apresentaram um Fator de Utilização médio mais elevado que as fábricas integradas, mas a dispersão dos resultados foi elevada.
- A quantidade de celulose produzida por profissional variou de 176,9 a 4.580,3 t. Esta grande variação se deve às diferentes tecnologias empregadas, aos ganhos de escala, aos diferentes grau de automação e às diferentes políticas de terceirização.
- O Consumo Específico médio de Madeira das fábricas alimentadas com fibras curtas foi de 3,7 m<sup>3</sup> sólido/tsa, enquanto o das que processaram fibras longas foi de 7,1 m<sup>3</sup> sólido/tsa.
- O volume de Sólidos Secos Gerados no Cozimento variou entre 1,0 e 1,5 tSS/tsa, com a média ficando em 1,4 tSS/tsa. As diferenças entre as unidades que processam fibra curta e as que utilizam fibras longas não foi representativa.
- A quantidade de Sólidos Secos Queimados na Caldeira variou na faixa de 1,00 a 1,69 tSS/tsa. A média para as unidades que processam fibras curtas foi de 1,52 e, nas alimentadas com fibras longas, de 1,27 tSS/tsa.
- A variação no Consumo Específico de Cloro Ativo das fábricas foi grande, indo de 32,2 a 171,8 kg/tsa.

- O Consumo Específico de Vapor no Cozimento médio das fábricas que processam exclusivamente fibras curtas foi de 1,5 GJ/tsa, enquanto nas que processam fibras longas foi significativamente maior, ficando em 3,6 GJ/tsa. Parte da variação é explicada pelas diferentes tecnologias usadas e pela existência ou não de sistema de recuperação de condensados.
- Segundo 8 fábricas, o gargalo de processo mais comum na produção de celulose foi a caldeira de recuperação.
- O Consumo Específico de Vapor no Secador das fábricas de celulose que processam fibras curtas apresentou uma média de 0,84 t/tsa.
- O Consumo Específico de Energia Elétrica nas fábricas de celulose variou na faixa de 454,6 a 945,6 kW/tsa, com média de 671,6 kWh/tsa. Nas fábricas integradas, o indicador variou em uma faixa mais ampla, de 284,6 a 1.856,6, com a média em 999,6 kWh/t.
- A Produção Específica das máquinas de secagem variou significativamente, mas a média da amostra foi de 8,1 tsa/h/m.
- O Consumo Específico de Água para as fábricas de celulose variou entre 22,5 e 43,9 m<sup>3</sup>/tsa, com a média em 33,4 m<sup>3</sup>/tsa. Nas fábricas integradas, o indicador apresenta valores ligeiramente mais altos, com a média ficando em 35,7 m<sup>3</sup>/t.
- As diferenças de geração de efluentes entre as fábricas de celulose da amostra são elevadas, indo de 19,9 a 40,2 m<sup>3</sup>/tsa, com a média ficando em 28,9 m<sup>3</sup>/tsa. Nas fábricas integradas as diferenças também são grandes, variando de 9,8 a 52,0 m<sup>3</sup>/tsa, com a média em 25,3 m<sup>3</sup>/t. Contudo, as diferenças entre os volumes de água consumidos e de efluentes gerados deixa dúvidas sobre o balanço hídrico de várias fábricas.
- O maior volume da força de trabalho (60,2%) tem o ensino médio completo e somente três, das 17 empresas da amostra, têm menos de 50% da equipe com o ensino médio completo. Oito fábricas têm mais de 20% da equipe com curso superior. Também é elevado o percentual de profissionais com pós-graduação (média de 7,4%).
- A Rotatividade do pessoal próprio variou entre 4,0 e 32,7%, com a média ficando no valor elevado de 10,0%.
- O trabalho também evidenciou o elevado volume de horas extras praticadas em muitas empresas do setor, com a média atingindo 7,7% das horas trabalhadas.

### **Fábricas de papel**

- As fábricas que apresentam o Consumo Específico de Água mais elevado (65,6 m<sup>3</sup>/t) e mais baixo (1,3 m<sup>3</sup>/t) produzem papel para embalagem.

- A fábricas que gerou o maior Volume Específico de Efluentes ( $58,7\text{m}^3/\text{t}$ ) é integrada, já a de menor volume ( $1,2\text{m}^3/\text{t}$ ) é não-integrada.
- Na média da amostra, 5,5% do tempo trabalhado foram horas extras, evidenciando que a prática da hora extra está bastante disseminada em muitas empresas.
- 30 fábricas forneceram suas taxas de acidentes com afastamento, mas duas delas foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos. Os resultados variaram de 0,00 a 53,13 acidentes por milhão de homem-hora trabalhado, com média de 14,22.
- As máquinas de papel para imprimir mostraram Disponibilidade Operacional na faixa de 87,9% a 100,00%. Seis máquinas alcançaram o valor de 100%. Ignorando uma máquina, que apresentou valor anormalmente baixo, as máquinas de papel para embalagem analisadas operaram, de modo geral, com nível elevado de Disponibilidade Operacional (88,3% a 99,9%). Quatro delas conseguiram Disponibilidade Operacional superior a 99,0%, mostrando que os efeitos do ambiente externo não são muito significativos.
- As máquinas de offset apresentaram Eficiência de Tempo variando de 79,4% a 95,6%, com a média em 90,1% e a média dos 20% melhores resultados em 94,8%. Na comparação das máquinas de offset que participaram dos estudos de 2008 e 2009 percebe-se uma redução na Eficiência de Tempo, que caiu de 94,2% para 90,9%. Nas máquinas de papel para embalagem, a Eficiência de Tempo variou entre 89,1% e 97,4%. A Eficiência de Tempo média da amostra foi de 93,3%. Este valor é baixo, comparativamente à média dos 20% melhores resultados, que ficou em 96,4%.
- Sete máquinas de offset conseguiram Eficiência de Produção próxima de 100%, enquanto 8 máquinas de papel para embalagem conseguiram Eficiência de Produção superior a 100%, mostrando que as produções de referência escolhidas ofereciam alguma folga. Os resultados das máquinas de papel para embalagem variaram entre 80,7% e 105,3%, enquanto a Eficiência de Produção média ficou em 95,6%.
- As máquinas de offset mostraram rendimentos oscilando entre 87,4% e 97,6%, com a média em 94,4%. O rendimento das máquinas de papel para embalagem variou entre 72,6% e 98,8%, com a média em 94,2%.
- As máquinas de offset estudadas apresentaram Eficiência Global média de 82,3%, com o melhor resultado alcançando 91,1%, enquanto que as máquinas de papel para embalagem conseguiram Eficiência Global média de 81,1% e a média dos 20% melhores resultados de 90,5%.
- Os resultados de Produção Específica das máquinas de offset variaram amplamente, entre 1,0 e 5,5 t/h/m, com a média ficando em 3,4 t/h/m. As

máquinas que produzem papéis monolúcidos (BE, BN e BQ) apresentam uma Produção Específica média de apenas 0,8 t/h/m, mostrando a importância da gramatura nos resultados deste indicador. A Produção Específica das máquinas de papel para embalagem ficou na faixa de 1,2 a 5,7 t/h/m, com uma média de 2,9 t/h/m. Comparando as 17 máquinas de papel para embalagem que participaram tanto deste estudo quanto do anterior, percebe-se um pequeno aumento de 2,9 t/h/m em 2008 para 3,0 t/h/m em 2009.

- A Disponibilidade das máquinas de offset variou de 92,8% a 99,7%, com média igual a 96,7%. Na comparação das 10 máquinas de offset que participaram dos estudos de 2008 e 2009 percebe-se estabilidade na Disponibilidade, que variou de 96,5% para 96,9%. Nas máquinas de papel para embalagem, a Disponibilidade variou entre 92,8% e 98,6%, com média em 96,8%.
- O número de quebras variou entre 0,87 e 5,85 por dia nas máquinas de offset, com a média ficando em 2,62 quebras por dia. A média das máquinas de couché fora da máquina e monolúcido foi de 2,41 quebras por dia, mas os números variam bastante. As máquinas de papel para embalagem também mostraram grande variação, indo de 0,06 a 7,40 por dia, com a média situada em 1,97 quebras por dia. A média dos 20% melhores resultados foi de 0,27 quebras por dia. Comparando apenas as máquinas de papel para embalagem que também participaram do estudo de 2008, o Número médio de Quebras caiu de 3,25 para 2,31 por dia, mostrando o progresso na gestão do indicador.

O acréscimo de novos indicadores e o contínuo aumento no número de participantes permitirá a oferta de análises e correlações ainda mais úteis nas próximas edições deste trabalho.

## Conceitos e Definições<sup>12</sup>

---

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção.

Acidente com afastamento – é aquele cuja gravidade impede o acidentado de voltar ao trabalho no dia imediato ao do acidente ou do qual resulte incapacidade permanente.

Acidente sem afastamento – é aquele cuja gravidade não impede o acidentado de voltar ao trabalho no dia imediato ao do acidente e do qual não resulte incapacidade permanente.

BAT (*Best Available Technique*) – Melhor tecnologia disponível.

*Benchmark* – Líder reconhecido mundialmente, no país, na região ou no setor, utilizado para efeito de comparação de desempenho. O termo também pode ser utilizado para designar uma prática ou um resultado que seja considerado o melhor da classe (PNQ 2001).

---

<sup>12</sup> Um glossário mais completo está disponível em [www.bachmann.com.br](http://www.bachmann.com.br).

*Benchmarking* – Busca das melhores práticas que conduzem à maximização da *performance* empresarial (Robert Camp).

*Benchmarking* de Desempenho – Processo de comparação específica de desempenho em indicadores selecionados visando, fundamentalmente, a determinação do desempenho da organização em relação a referenciais pertinentes, previamente selecionados (FNQ).

CEA (Consumo Específico de Água) – Quantidade de água utilizada na produção de uma tonelada de celulose ou papel, em m<sup>3</sup>.

CTMP (*Chemi-Thermo Mechanical Pulp*) – Pasta Mecânica Termoquímica.

*Gap* – É o diferencial de desempenho existente entre o sistema ou equipamento avaliado e o referencial de excelência.

Indicador de desempenho – É um dado numérico a que se atribui uma meta e que é trazido, periodicamente, à atenção dos gestores de uma organização (FNQ).

Meta – Nível de desempenho pretendido para um determinado período de tempo (FNQ).

Melhor prática – É uma técnica, metodologia, sistema, procedimento ou processo que foi implementado e melhorou os resultados do negócio (FNQ).

Média 20% - Corresponde à media dos 20% melhores resultados da amostra.

Mediana – É a observação do meio de uma amostra ordenada de dados, de forma que existam tantas observações maiores quanto menores que a mediana.

*Outlier* – É uma observação, num conjunto de dados, suficientemente dissimilar ou aberrante do restante dos dados para levantar suspeita de ser causada por um mecanismo diferenciado.

Planta química - Neste estudo, se refere aos sistemas de produção de químicos usados no branqueamento e outros.

PNCO – Programa Nacional de Certificação de Operadores de Máquinas e Equipamentos, coordenado pela Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais - ABM.

PNQC – Programa Nacional de Qualificação e Certificação de mão-de-obra de manutenção, coordenado pela Associação Brasileira de Manutenção - ABRAMAN.

Produção de Referência – É definida como a máxima quantidade de papel que a máquina, em condições ideais, poderia produzir. A Produção de Referência é diferente para cada item do mix de produtos.

TFCA – Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento, ajustada para um milhão de homens-hora trabalhado.

TFSA – Taxa de Frequência de Acidentes sem Afastamento, ajustada para um milhão de homens-hora trabalhado.

TG – Taxa de Gravidade de acidentes, ajustada para um milhão de homens-hora trabalhado.

## Agradecimentos

---

Registramos um agradecimento especial ao Presidente da ABTCP, Sr. Lairton Oscar Goulart Leonardi, e ao Gerente Técnico Afonso Moraes de Moura, que incentivaram e deram condições para a realização do trabalho. Nosso reconhecimento à Sra. Viviane Nunes, que coordenou o trabalho junto à ABTCP.

Também desejamos expressar nosso agradecimento aos integrantes das comissões técnicas da ABTCP e às empresas que forneceram os dados para este relatório, em especial as listadas a seguir, que nos autorizaram a divulgação:

- Agaprint Industrial Comercial Ltda.
- Celulose Nipo-Brasileira S.A. - CENIBRA
- Cocelpa - Cia. de Celulose e Papel do Paraná
- Fibria Celulose S.A.
- Iguazu Celulose, Papel S.A.
- Indústrias Novacki S/A
- International Paper do Brasil Ltda.
- Jari Celulose, Papel e Embalagens S/A.
- Klabin S.A
- Lwarcel Celulose Ltda.
- MD Papéis
- Pinho Past Ltda.
- Stora Enso Arapoti Indústria de Papel S.A.
- Suzano Papel e Celulose S.A.
- Trombini Industrial S.A

## Referências

---

1. FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE. **Critérios de Excelência 2010: Avaliação e diagnóstico da gestão organizacional.** São Paulo, nov. 2009. Disponível em: <[www.fnq.org.br/Portals/FNQ/Documents/Criterios\\_Excelencia.pdf](http://www.fnq.org.br/Portals/FNQ/Documents/Criterios_Excelencia.pdf)>. Acesso em 25 jan. 2010.
2. BRACELPA. **Panorama da Indústria Brasileira de Celulose e Papel.** Agosto 2010. Disponível em [www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/booklet.pdf](http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/booklet.pdf) Acesso em 3.set 2010.
3. BACHMANN, Dórian L. **Análise comparativa de desempenho: uma nova ferramenta de gestão operacional para a indústria de celulose e papel.** Revista O Papel, junho de 2004.
4. BACHMANN & ASSOCIADOS e ABTCP. **Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Papel 2008.** Curitiba. 2009.

5. BACHMANN & ASSOCIADOS e ABTCP. **Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Celulose 2007**. Curitiba, 2008.
6. PROGRAMA NACIONAL DE QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL DE MANUTENÇÃO. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2008. Disponível em: <[www.abraman.org.br](http://www.abraman.org.br)>. Acesso em: 4 jun. 2008.
7. PAPRICAN. **Energy Cost Reduction in the Pulp and Paper Industry – An Energy Benchmarking Perspective**. Disponível em: <<http://oeenrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/cipec/pulp-paper-industry/pdf/pulp-paper-industry.pdf>>. Acesso em 8 dez. 2008.
8. FOELKEL, C. **Eucalyptus Online Book**: Capítulo 19 - Um Guia Referencial sobre Ecoeficiência Energética para a Indústria de Papel e Celulose Kraft de Eucalipto no Brasil. Maio 2010. Disponível em: <[www.eucalyptus.com.br/disponiveis.html](http://www.eucalyptus.com.br/disponiveis.html)>. Acesso em 6.set 2010.
9. ENVIROWISE. **Reducing Water Costs in Paper and Board Mills**. Report BG348. Inglaterra. 20 p. Disponível em [www.envirowise.gov.uk](http://www.envirowise.gov.uk). Acesso em: 11 jun. 2007.
10. EUROPEAN COMMISSION. **Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)** - Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. Dezembro de 2001. Disponível em <<http://www.p2pays.org/ref/13/12193.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2007.
11. FOELKEL, C. **A Fabricação de Celulose Kraft Branqueada de Eucalipto e o Consumo de Água**. Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/colonista/colonista.asp?iditem=96&IDAssuntoMateria=547>>. Acesso em: 4 jul. 2008.
12. ACCEPTA. **Practical Water Management in Paper and Board Mills** - GG111 Guide. Environmental Technology Best Practice Programme. Disponível em: <[www.accepta.com](http://www.accepta.com)>. Acesso em: 5 mar. 2007.
13. CELULOSE IRANI. **Relatório de Sustentabilidade 2009**. Disponível em: <[http://www.irani.com.br/midia/relatorio\\_sustentabilidade/RS09online.pdf](http://www.irani.com.br/midia/relatorio_sustentabilidade/RS09online.pdf)>. Acesso em: 9.set. 2010.
14. CETESB. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Papel e Celulose** - Série P+L, São Paulo. 2008. Disponível em <[www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/documentos/papel.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/papel.pdf)>. Acesso em 2.set 2010.
15. FOELKEL, C. Eucalyptus Online, capítulo 13, pg. 36. Disponível em <[http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT13\\_Residuos02.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT13_Residuos02.pdf)>.
16. GUERRA, M. A. S. L. **Avaliação de Indicadores Biológicos e Físico-Químicos no Composto Orgânico Produzido a Partir de Resíduos da Indústria de Celulose**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) –

- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. Disponível em: <[http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=947](http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=947)>.
17. PARODI, Felix J. **Lições do benchmarking no impacto da efetividade do investimento da indústria florestal e celulósico-papeleira da América Latina**. Apresentado no 34º Congresso Anual de Celulose e Papel. São Paulo. Out/2001.
  18. WIREMAN, T. **Developing Performance Indicators for Managing Maintenance**. Industrial Press. New York. 1998.
  19. MPAS. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho**. Disponível em <[www.mpas.gov.br/arquivos/office/4\\_090925-105637-286.xls](http://www.mpas.gov.br/arquivos/office/4_090925-105637-286.xls)> Acesso em 9.jul. 2010.
  20. BITENCOURT, Celso L.; QUELHAS, Osvaldo L. G. **Histórico da Evolução dos Conceitos de Segurança**. Universidade Federal Fluminense – CTC – LATEC. Niterói – RJ.
  21. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), **Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry**. December 2001. pp. 239. Disponível em <[http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/ppm\\_bref\\_1201.pdf](http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/ppm_bref_1201.pdf)>. Acesso em 28.set 2009.
  22. Pulp & Paper International. **And in this corner...** June 2008. pp. 39.
  23. Confederation of European Paper Industries. CEPI Sustainability Report 2007. p. 18. Disponível em: <[www.cepi.org/Objects/1/Files/CEPI%20SR%20FINAL%20WEB.pdf](http://www.cepi.org/Objects/1/Files/CEPI%20SR%20FINAL%20WEB.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2009.
  24. TOLAND, J. **Riapulp Keeps Growing**. *Pulp & Paper International*, Estados Unidos, v. 49, n. 1, p. 23-24, jan. 2007.
  25. BRACELPA. Lista de Produtos. Disponível em: <[www.bracelpa.org.br](http://www.bracelpa.org.br)>. Acesso em: 13 dez. 2006.
  26. PAGLIUSO, A. T. **Benchmarking: relatório do comitê temático**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
  27. REFERÊNCIA CELULOSE & PAPEL. O primeiro sistema de passagem da ponta sem cordas do mundo. Ano 1, nº 1, 2008, p. 7.

## Anexo I - Identidade dos indicadores

---

Com o objetivo de padronizar os indicadores, e permitir comparações, foram utilizados os documentos<sup>13</sup> que seguem:

- ID-CL-01 – Sólidos Secos Gerados no Cozimento
- ID-RE-01 – Sólidos Secos Queimados na Caldeira
- ID-CL-02 – Consumo Específico de Madeira
- ID-CL-04 – Consumo Específico de Cloro Ativo
- ID-CL-05 – Consumo Específico de Vapor no Cozimento
- ID-CL-06 – Consumo Específico de Vapor no Secador
- ID-MA-06 – Consumo Específico de Energia Elétrica
- ID-MA-01 – Consumo Específico de Água (celulose)
- ID-MA-03 – Volume Específico de Efluentes (celulose)
- ID-MA-05 – Geração de Resíduos Sólidos
- ID-MP-01 – Disponibilidade Operacional (de máquina de papel)
- ID-MP-02 – Rendimento (de máquina de papel)
- ID-MP-03 – Eficiência de Tempo (de máquina de papel)
- ID-MP-04 – Eficiência de Produção (de máquina de papel)
- ID-MP-05 – Eficiência de Máquina (de máquina de papel)
- ID-MP-06 – Eficiência Global (de máquina de papel)
- ID-MP-07 – Produção Específica (de máquina de papel)
- ID-MP-08 – Número de Quebras (de máquina de papel)
- ID-MT-01 – Disponibilidade (Máquina de Papel)
- ID-MT-02 – Duração de Campanha (Máquina de Papel)
- ID-MA-01 – Consumo Específico de Água (Papel)
- ID-MA-04 – Volume Específico de Efluentes (Papel)
- ID-RH-01 – Grau de Certificação PNQC
- ID-RH-B – Rotatividade
- ID-RH-E – Grau de Escolaridade
- ID-RH-C – Índice de Horas Extras
- ID-SS-01 Taxa de Frequência de Acidentes com Afastamento TFCA
- ID-SS-02 Taxa de Frequência de Acidentes sem Afastamento TFSA
- ID-SS-03 Taxa de Gravidade

---

<sup>13</sup> - Cópias atualizadas destes documentos podem ser obtidas por *download* nos sites da ABTCP ([www.abtcp.org.br](http://www.abtcp.org.br)) ou da Bachmann & Associados ([www.bachmann.com.br](http://www.bachmann.com.br)). Os indicadores de recursos humanos também podem ser encontrados no site na ABRH-PR ([www.abrh-pr.org.br](http://www.abrh-pr.org.br)).