



Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Celulose e Papel 2010

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

Curitiba, 29 de julho de 2011.

Ficha Catalográfica

Bachmann & Associados e ABTCP

**Análise comparativa do desempenho de fábricas de
celulose e papel 2010** / Bachmann & Associados e ABTCP.

--- Curitiba, 2011.

108 p.

1. Fabricação de celulose 3. Fabricação de papel.

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

Tiragem: 100 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 5º *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 17 empresas, apresenta dados correspondentes, a 15 linhas de fibras, de 11 fábricas de celulose e a 39 máquinas de 20 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 disponibilizados para *download*. As 32 métricas apresentadas permitem que o desempenho das fábricas e sistemas seja comparado com outros de tecnologia e porte semelhantes.

Os resultados dão uma visão abrangente 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.

Xerox

Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Celulose e Papel 2010

Conteúdo

Sumário Executivo	3
Mensagem do Presidente	6
Objetivo	7
Introdução	7
Benefícios	8
Sigilo das Informações	8
Codificação	8
Origem dos Dados	8
Metodologia	9
Métricas.....	11
Limitações	11
PARTE I – FÁBRICAS DE CELULOSE	12
Produção	12
Fator de Utilização – FUT	12
Consumo específico de madeira – CMAD	13
Produtividade das equipes	15
Cozimento	16
Sólidos secos gerados no cozimento – TSS.....	16
Consumo específico de vapor no cozimento – CEVC	17
Recuperação e utilidades	18
Sólidos secos queimados na caldeira – SSQ	18
Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação – GEV	20
Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação – PEAA.....	21
Produção Específica de Cal – PEC.....	23
Eficiência na Evaporação do Licor Preto – EV.....	24
Branqueamento	25
Consumo específico de cloro ativo – CECAT	25
Secagem	27
Consumo específico de vapor no secador – CEVS.....	27
Produção específica da máquina de secagem - Pesp	28
Energia e Meio Ambiente	29
Consumo específico de energia elétrica – CEEE	29
Consumo específico de água – CEAC.....	31
Volume específico de efluentes	33
Geração de resíduos sólidos – GRS	34
Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total – ERT	36
Recursos Humanos	38
Grau de escolaridade da equipe - ESCOL	38
Rotatividade da equipe – ROT.....	39
Índice de horas extras – IHE	40
Grau de Terceirização – Gter.....	42
Gargalos à produção	43
PARTE II – FÁBRICAS DE PAPEL	44
Comparações entre Fábricas de Papel	44

Gestão.....	44
Fator de Utilização – FUT	44
Produtividade das equipes	46
Energia e Meio Ambiente	47
Consumo Específico de Energia Elétrica – CEEE	47
Consumo Específico de Água – CEAP	49
Volume Específico de Efluentes	51
Recursos Humanos	53
Índice de Horas Extras – IHE.....	53
Rotatividade da equipe – ROT.....	55
Grau de Terceirização – Gter.....	56
Indicadores de Máquinas	58
Disponibilidade Operacional – Do	58
Eficiência de Tempo - E_t	59
Eficiência de Produção - E_p	60
Eficiência de Máquina - E_m	61
Rendimento - η	61
Eficiência Global - E_{glob}	62
Produção Específica - P_{esp}	62
Disponibilidade – DISP.....	63
Número de Quebras - NQuebras.....	63
Tempo Médio de Recuperação após Quebra.....	63
Comparações entre Máquinas	65
Papel de Imprimir	65
Papel para Embalagem.....	77
Papel Cartão	88
Papel de Escrever	88
Recomendações para Ação	89
Conclusões	90
Siglas e Definições	95
Agradecimentos	96
Referências	97
Anexo I - Identidade dos indicadores.....	100
Anexo II – Resumo Geral	101
Apêndice – Guia de Utilização	106

INCLUIR

Lairton Oscar Goulart Leonardi
Presidente da ABTCP

Análise Comparativa do Desempenho de Fábricas de Celulose e Papel 2010

Objetivo

O objetivo deste levantamento é apresentar parâmetros de desempenho de fábricas de celulose e papel para permitir a realização de *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, pela qual é possível 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 frequentemente como referência os resultados alcançados anteriormente. Entretanto, conhecer o desempenho dos concorrentes serve de estímulo e referência para a melhoria dos processos de produção e de negócio. 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

As análises apresentadas neste relatório objetivam fornecer uma referência gerencial e não são recomendações a respeito de quaisquer valores da organização, tais como: forma de gestão, quadro de colaboradores ou outros.

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.

O conhecimento do desempenho de outras empresas do setor é importante para a busca das melhores práticas, visando obter resultados ao mínimo custo.

A apresentação dos resultados foi dividida em duas partes. A Parte I abrange 15 linhas de fibras, de 11 fábricas de celulose. A Parte II corresponde aos resultados de 39 máquinas de 20 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 comentários.

Benefícios

Os estudos comparativos, fazendo uso dos Indicadores ABTCP, podem ser uma poderosa ferramenta para os administradores de fábrica. A disponibilidade de dados comparativos 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 relatório também é útil para o acompanhamento das ações para a mitigação de gases de efeito estufa, destacando as seguintes oportunidades referenciadas no estudo “A Inserção do Setor de Papel e Celulose no Contexto da Implementação dos Esforços Globais para a Estabilização do Clima” [2]:

- Otimização da queima do licor negro na caldeira de recuperação;
- Redução das perdas térmicas no processo;
- Gerenciamento de resíduos sólidos;
- Geração de energia por caldeira à biomassa.

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 deste tipo de estudo. Os resultados apresentados no relatório são codificados e não incluem parâmetros que possam servir para a identificação de sua origem. Em resumo, neste relatório nenhum dado específico de qualquer participante é revelado de forma associada à organização.

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, foi usada outra codificação (alfabética) para estas métricas. Assim, o risco de identificação das empresas participantes fica reduzido.

Origem dos Dados

As empresas participantes deste estudo foram selecionadas pelo relacionamento com a ABTCP ou pela participação nos levantamentos anteriores e estão

localizadas em diversos estados da federação. O trabalho também conta com os dados de uma fábrica uruguaia.

As informações usadas neste trabalho foram fornecidas por empresas que fabricam celulose (branqueada fibra curta e não branqueada fibra longa) e diversos tipos de papel, além de fazerem uso de diferentes tipos de equipamentos. Esta diversidade dificulta a análise, dada a existência de poucas unidades semelhantes em cada grupo homogêneo.

A fábrica de celulose mais antiga é de 1941 e a mais nova de 2007, sendo que a maior parte delas sofreu reforma na década passada. Quatro das fábricas possuem duas linhas de fibras; as restantes têm apenas uma. Dez fábricas têm planta química própria.

As fábricas da amostra têm capacidade nominal de 48.000 a 1.700.000 tsa de celulose por ano e capacidade instalada de 14.400 a 570.000 t de papel por ano.

Para aumentar a comparabilidade, uma vez que as empresas podem ter indicadores com os mesmos nomes e procedimentos de cálculo diferentes, foram solicitados os dados brutos por meio de formulário eletrônico, onde se realizou o cálculo padronizado 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 2010.

A produção das empresas representadas no estudo totalizou 6.068.134 tsa (2010), o que corresponde a 43,2% da produção nacional total de celulose; enquanto as fábricas de papel que participaram do levantamento produziram 2.654.294 t em 2010, o que corresponde a 27,2% da produção nacional [3].

Metodologia

A realização do estudo obedeceu às seguintes etapas:

- Os dados recebidos foram revisados e as inconsistências foram verificadas junto às empresas.
- Na sequência, 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 e tabelas, 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” [4].

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 limitado de 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 apresentam desempenho intermediário)
- Grupo C (30% de pior desempenho da amostra)

Também foram incluídas algumas 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 ao levantamento anterior [5], com dados de 2009, este relatório inclui os seguintes novos indicadores:

- Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação
- Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação
- Produção Específica de Cal
- Eficiência na Evaporação do Licor Preto
- Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total
- Grau de Terceirização
- Fator de Utilização (para fábricas de papel)
- Consumo Específico de Energia Elétrica (para fábricas de papel)
- Rotatividade da Equipe
- Grau de Terceirização
- Tempo Médio de Recuperação após Quebra

E suprimidos os indicadores de segurança, pois agora é feito um levantamento anual específico. Também foi eliminado o acompanhamento da duração das campanhas (período entre grandes manutenções) das máquinas papel.

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 tem o objetivo único de fornecer valores dentro de critérios claramente definidos e comparáveis, sem intenção de substituir as medidas usadas pelas empresas no seu dia-a-dia.

Limitações

A precisão dos resultados e das análises feitas depende da qualidade dos dados fornecidos pelas empresas 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

As informações coletadas compreendem 11 fábricas de celulose, sendo 8 integradas, isto é, produzem celulose e papel. As particularidades são destacadas em cada situação.

Produção

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.

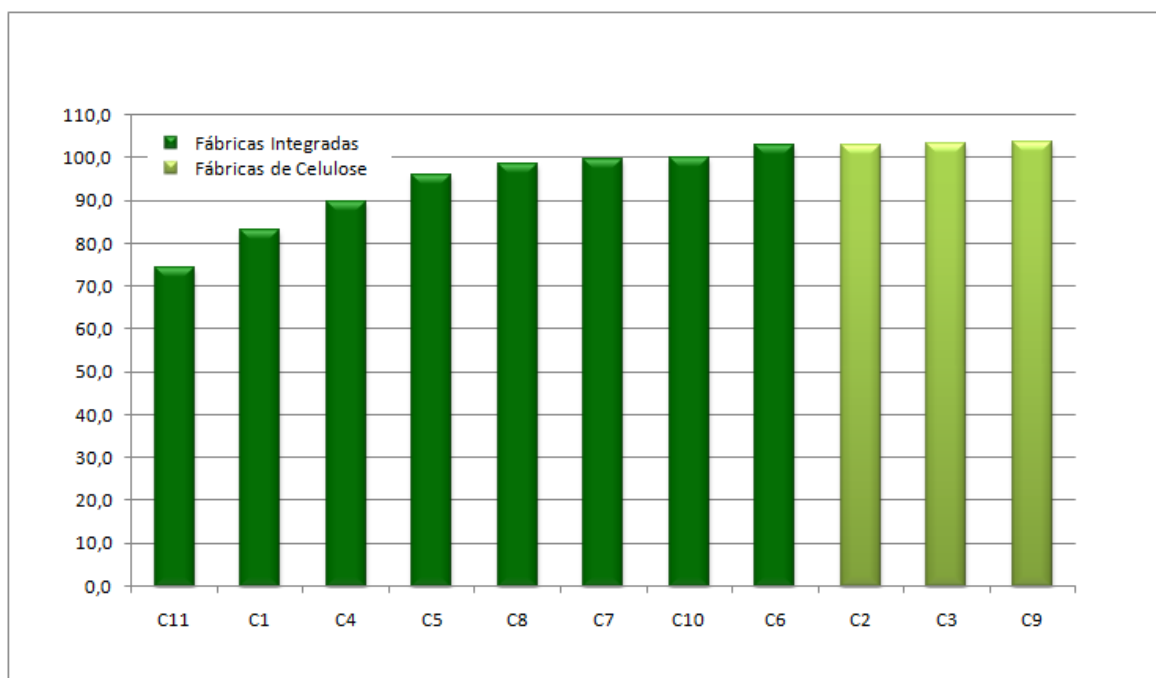


Figura 1 – Fator de Utilização – FUT, % - 2010

Para o cálculo do Fator de Utilização, foram usadas as produções e as capacidades nominais informadas pelas fábricas. Em alguns casos (fábricas C2, C3, C6 e C9) a produção foi superior à capacidade nominal informada. É evidente (figura 1) a maior utilização média das fábricas de celulose (FUT=103,3%) em relação às integradas (FUT=93,0%). Também chama atenção a elevada dispersão

dos resultados, com três fábricas integradas tendo Fator de Utilização inferior a 90%. 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, % - 2010

Fábricas	Celulose	Integrada	Total
C1		82,9	82,9
C2	103,0		103,0
C3	103,4		103,4
C4		89,6	89,6
C5		96,0	96,0
C6		102,9	102,9
C7		99,8	99,8
C8		98,6	98,6
C9	103,5		103,5
C10		100,0	100,0
C11		74,3	74,3
Min.	103,0	74,3	74,3
Máx.	103,5	102,9	103,5
Média	103,3	93,0	95,8
Mediana	103,4	97,3	99,8
Média 20%	-	101,8	103,4

Nota: Nas fábricas C2, C3, C6 e C9 a produção foi superior à capacidade nominal informada.

Referência externa

A revista Mari (www.maripapel.com) publica, anualmente, um levantamento das 50 maiores empresas da América Latina com as respectivas capacidades de produção e o fator de utilização.

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, pois a madeira é o custo mais importante na produção de celulose, 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 2a e 2b 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%¹. O Consumo Específico de Madeira também pode ser bastante alterado pelo uso de aditivos no cozimento e pela qualidade do produto final.

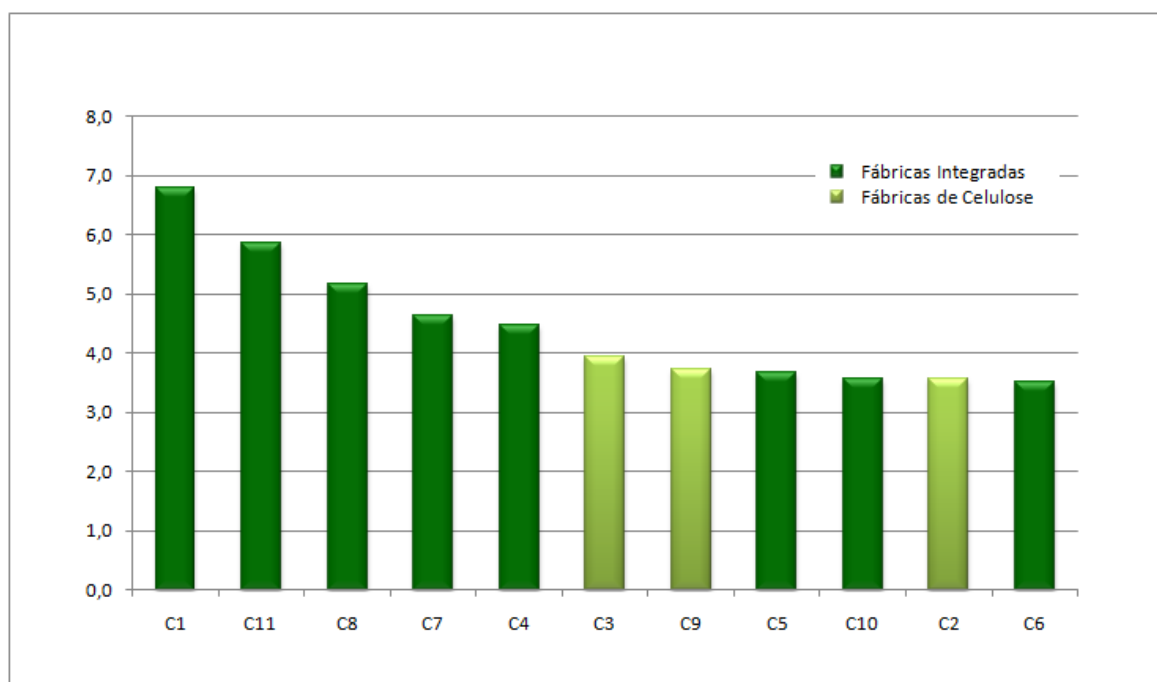


Figura 2 - Consumo Específico de Madeira, m³ sólido/tsa – 2010

O Consumo Específico médio de Madeira das fábricas alimentadas com fibras curtas foi de 3,7 m³ sólido/tsa, enquanto o das que processaram fibras longas foi de 5,4 m³ sólido/tsa.

Tabela 2a - Consumo Específico de Madeira - CMAD, m³ sólido/tsa - 2010
(Apenas fábricas de celulose branqueada, a partir de fibra curta)

Fábricas	C2	C3	C5	C6	C9	C10	Min.	Máx.	Média	Mediana	Média 20%
CMAD	3,6	3,9	3,7	3,5	3,7	3,6	3,5	3,9	3,7	3,6	3,5

¹ - Revista O Papel, out/03, pp. 38-39.

Tabela 2b - Consumo Específico de Madeira - CMAD, m³ sólido/tsa - 2010
(Apenas fábricas de celulose não-branqueada, a partir de fibra longa)

Fábricas	C1	C4	C7	C8	C11	Min.	Máx.	Média	Mediana
CMAD	6,8	4,5	4,6	5,2	5,8	4,5	6,8	5,4	5,2

Referência externa

- A fábrica de celulose branqueada de eucalipto Huelva [6], da ENCE, na Espanha, apresentou, em 2005, um consumo específico de madeira de apenas 2,97 m³/tsa.

Produtividade das equipes

Aproveitando a disponibilidade dos dados, foram levantadas as quantidades de celulose produzidas por empregado por hora (figura 3). Assim, valores maiores indicam resultados melhores. A quantidade de celulose produzida por homem-hora trabalhada variou de 0,15 a 2,69. 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.

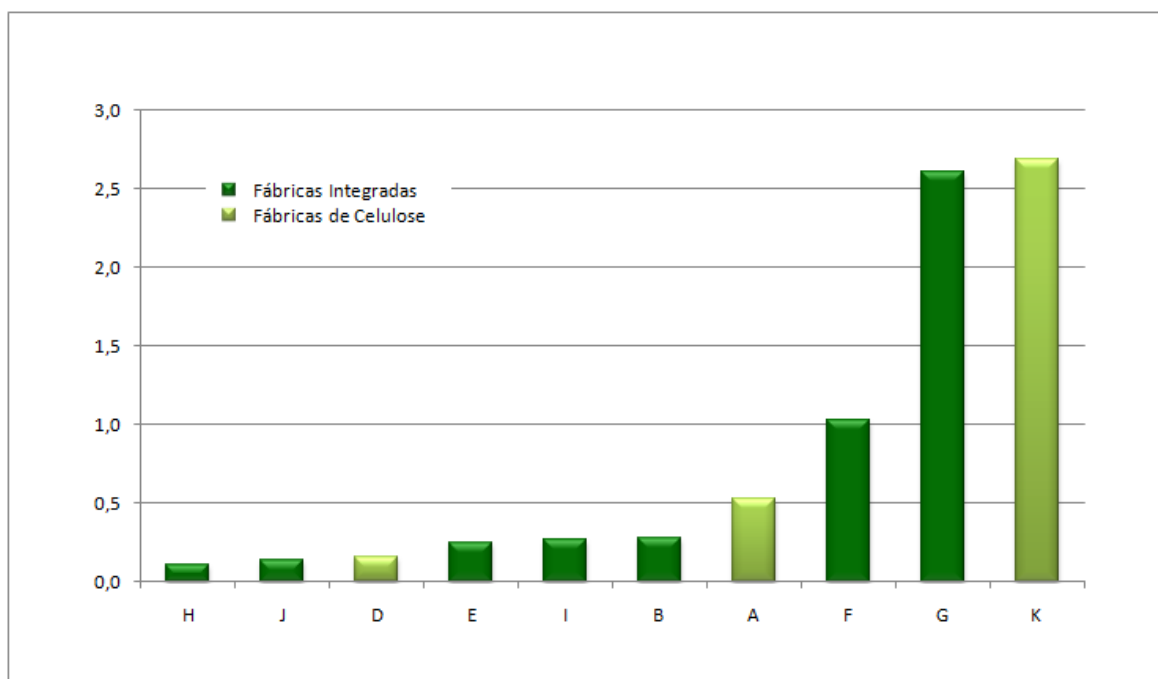


Figura 3 - Produtividade da equipe (celulose), tsa/horas-homem – 2010

Tabela 3 - Produtividade da equipe (celulose), tsa/horas-homem – 2010

Fábricas	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	Média
Produtividade	0,53	0,28	0,15	0,25	1,03	2,61	0,11	0,27	0,14	2,69	0,8

Cozimento

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

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

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.

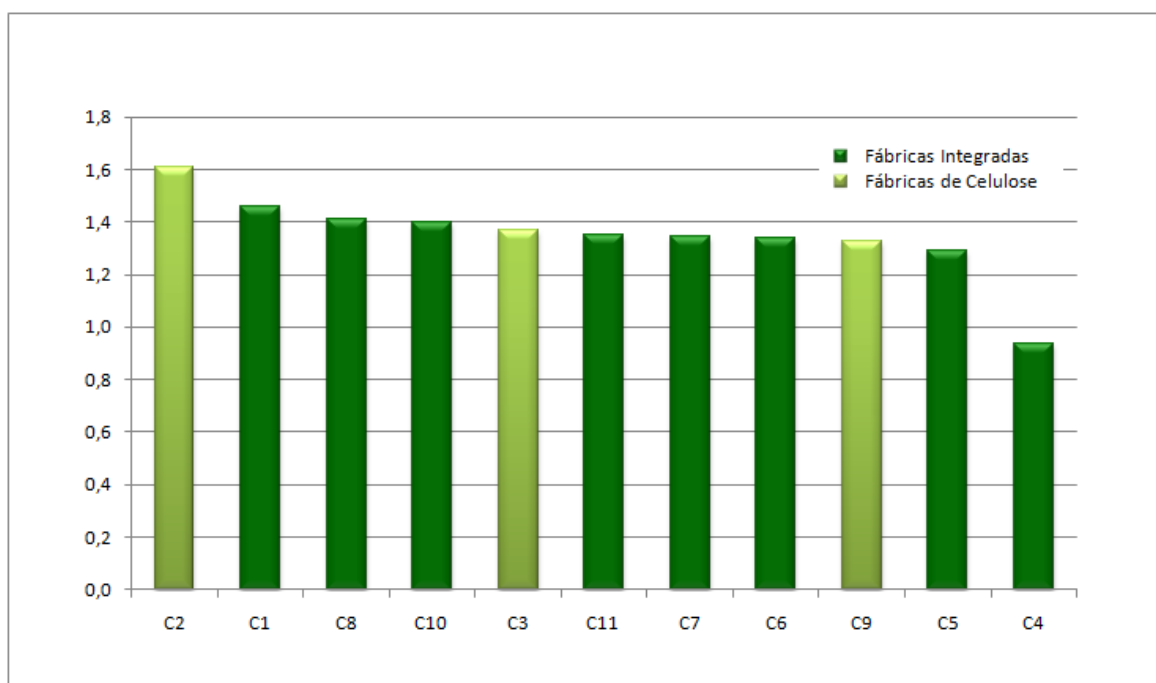


Figura 4 - Sólidos Secos Gerados no Cozimento, tSS/tsa - 2010

O volume de Sólidos Secos Gerados no Cozimento variou entre 0,9 e 1,6 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 se mostraram representativas.

Tabela 4a - Sólidos Secos Gerados no Cozimento (celulose branqueada, fibra curta), tSS/tsa - 2010

Fábricas	C2	C3	C5	C6	C9	C10	Min.	Máx.	Média	Mediana
TSS	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,6	1,4	1,4

Tabela 4b - Sólidos Secos Gerados no Cozimento (celulose não-branqueada, fibra longa),
tSS/tsa - 2010

Fábricas	C1	C4	C7	C8	C11	Min.	Máx.	Média	Mediana
TSS	1,5	0,9	1,3	1,4	1,4	0,9	1,5	1,3	1,4

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.

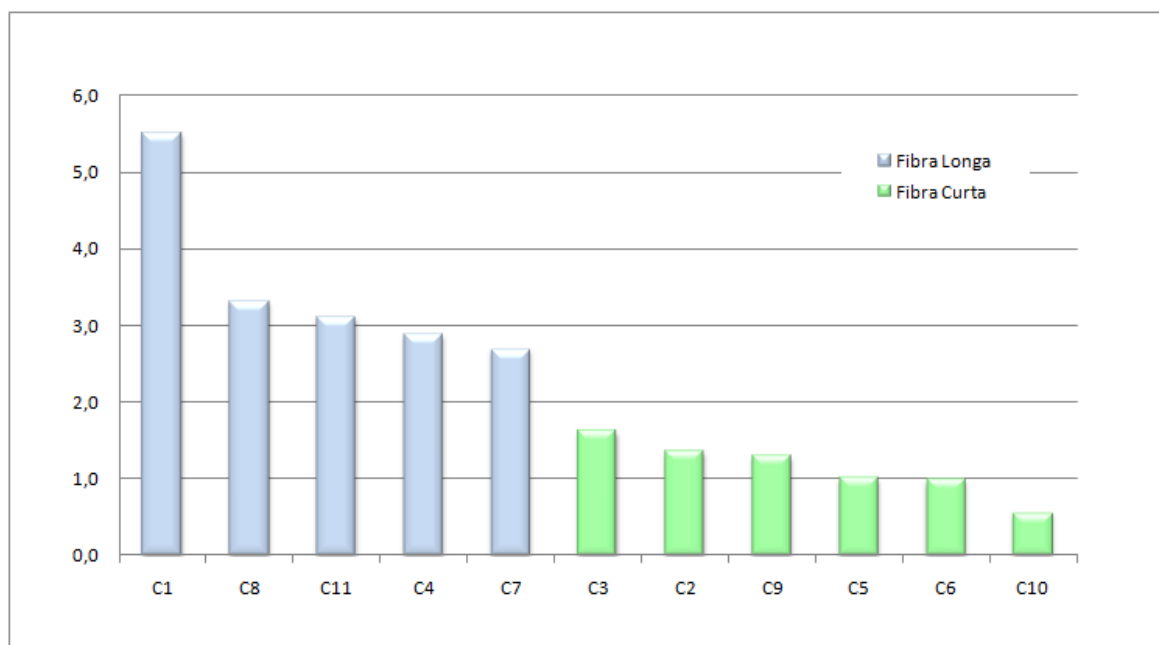


Figura 5 - Consumo Específico de Vapor no Cozimento, GJ/tsa - 2010

O Consumo Específico de Vapor no Cozimento médio das fábricas que processam exclusivamente fibras curtas foi de 1,1 GJ/tsa, enquanto nas que processam fibras longas foi significativamente maior, ficando em 3,5 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 (figura 5). Os dois valores mais elevados correspondem às unidades que fazem uso de processo em bateladas. Duas empresas (C4 e C7) não informaram o tipo de processo usado. 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 5a - Consumo Específico de Vapor no Cozimento – CEVC (celulose branqueada, de fibra curta), GJ/tsa - 2010

Fábricas	C2	C3	C5	C6	C9	C10	Min.	Máx.	Média	Mediana
CEVC	1,4	1,6	1,0	1,0	1,3	0,6	0,6	1,6	1,1	1,2

Tabela 5b - Consumo Específico de Vapor no Cozimento – CEVC (celulose não-branqueada, fibra longa), GJ/tsa - 2010

Fábricas	C1	C4	C7	C8	C11	Min.	Máx.	Média	Mediana
CEVC	5,5	2,9	2,7	3,3	3,1	2,7	5,5	3,5	3,1

Nota: As unidades C1 e C8 fazem processamento em bateladas.

Embora a mediana do consumo de energia dos digestores Kraft contínuo normalmente seja menor do que em digestores em bateladas, alguns digestores em bateladas consomem menos energia térmica que alguns digestores contínuos. Este fato indica que tanto a tecnologia quanto as práticas de operação afetam o consumo de energia [7].

Referência externa

Um estudo canadense [8] descreve um processo de cozimento kraft contínuo modificado (MCC) em um digestor Kamyrr que, operando com uma meta de Kappa igual a 30 (*softwood*), apresenta um consumo de vapor de 1,7 GJ/tsa.

Recuperação e utilidades

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 = $\frac{\text{Sólidos secos queimados}}{\text{Celulose produzida}}$

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.

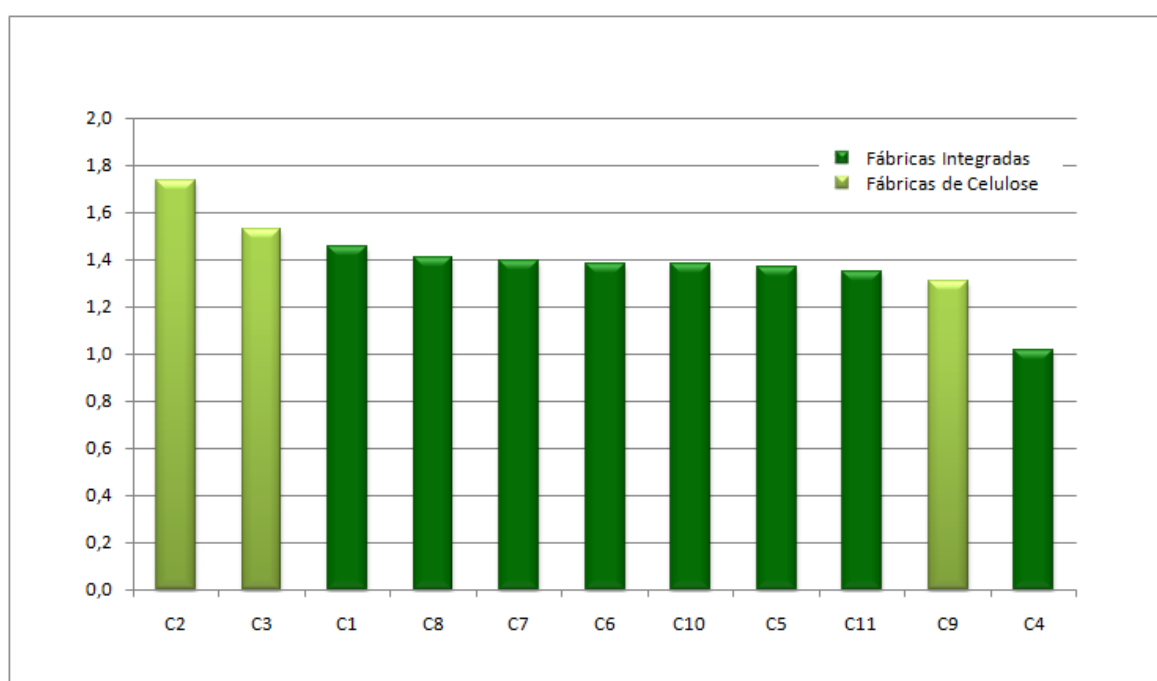


Figura 6 - Sólidos Secos Queimados na Caldeira, tSS/tsa - 2010

Conforme pode ser observado (tabelas 6a e 6b), a quantidade de Sólidos Secos Queimados na Caldeira variou na faixa de 1,02 a 1,74 tSS/tsa. A média para as unidades que processam fibras curtas foi de 1,45 e nas alimentadas com fibras longas, de 1,33 tSS/tsa.

Tabela 6a - Sólidos Secos Queimados na Caldeira, em tSS/tsa, para fábricas de celulose branqueada a partir de fibra curta – 2010

Fábricas	C2	C3	C5	C6	C9	C10	Min.	Máx.	Média	Mediana
SSQ	1,74	1,53	1,37	1,38	1,31	1,38	1,31	1,74	1,45	1,38

Tabela 6b - Sólidos Secos Queimados na Caldeira, em tSS/tsa, para fábricas de celulose não-branqueada a partir de fibra longa - 2010

Fábricas	C1	C4	C7	C8	C11	Min.	Máx.	Média	Mediana
SSQ	1,46	1,02	1,40	1,41	1,35	1,02	1,46	1,33	1,40

Nota: Duas fábricas (C1 e C8) forneceram o mesmo valor para sólidos secos gerados no cozimento e sólidos secos queimados.

Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação – GEV

O indicador Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação avalia a eficiência da queima dos sólidos secos na caldeira de recuperação. Assim, valores maiores indicam resultados melhores.

Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação - GEV

$$GEV = \frac{\text{Geração de Vapor}}{\text{Sólidos secos queimados}}$$

Onde:

Geração de Vapor – quantidade total de vapor gerado na caldeira de recuperação, em GJ.

Nota: Inclui o vapor de sopragem, de aquecimento, etc.

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

A Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação variou bastante nas fábricas da amostra, oscilando entre 3,6 e 14,1 GJ/tSS. Na média, as unidades de celulose apresentaram resultados melhores (tabela 7).

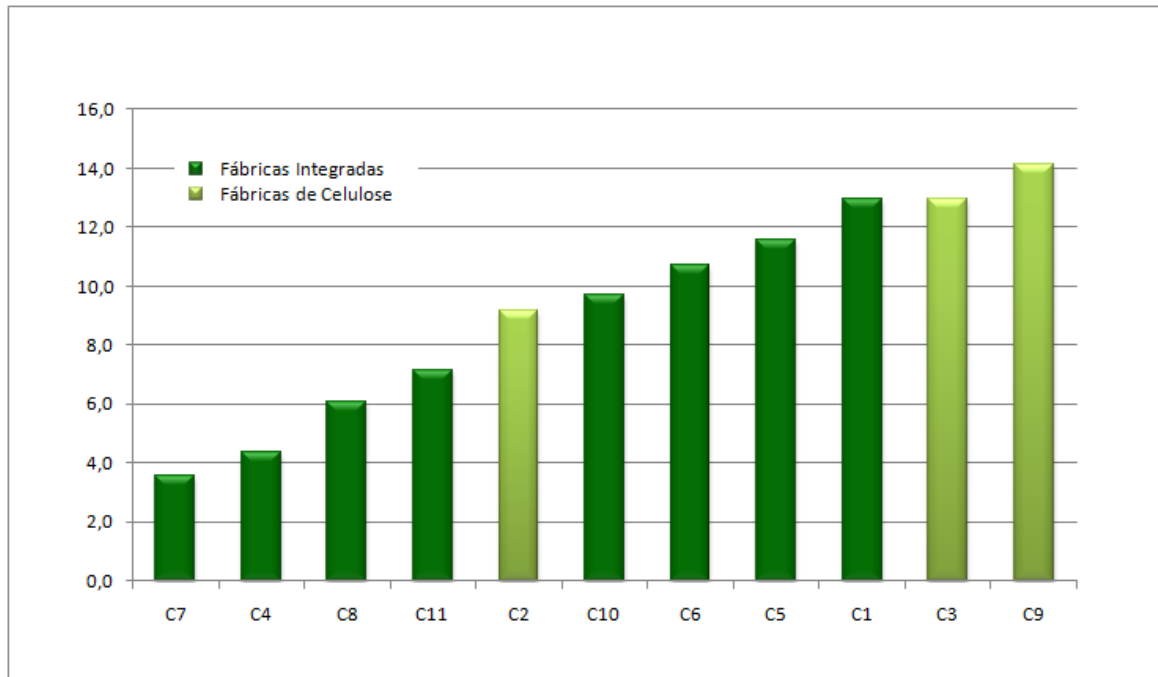


Figura 7 - Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação, GJ/tSS - 2010

Tabela 7 - Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação, GJ/tSS - 2010

Fábricas	Celulose	Integrada	Total
C1		12,9	12,9
C2	9,2		9,2
C3	13,0		13,0
C4		4,4	4,4
C5		11,6	11,6
C6		10,7	10,7
C7		3,6	3,6
C8		6,1	6,1
C9	14,1		14,1
C10		9,7	9,7
C11		7,1	7,1
Min.	9,2	3,6	3,6
Máx.	14,1	12,9	14,1
Média	12,1	8,3	9,3
Mediana	13,0	8,4	9,7
Média 20%	-	12,4	13,5

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

Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação – PEAA

O indicador Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação avalia a geração de álcali ativo no processo de caustificação. Assim, valores maiores indicam resultados melhores.

Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação - PEAA

$$PEAA = \frac{\text{Álcali ativo}}{\text{Celulose}}$$

Onde:

Álcali ativo (AA) – quantidade de produtos químicos ativos (NaOH e Na₂S) no licor branco, expressa em toneladas de NaOH equivalente.

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

A Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação variou entre 0,35 e 0,44 t/tsa, com a média das 3 unidades de celulose ficando em 0,42 e das fábricas integradas em 0,39 t/tsa (tabela 8).

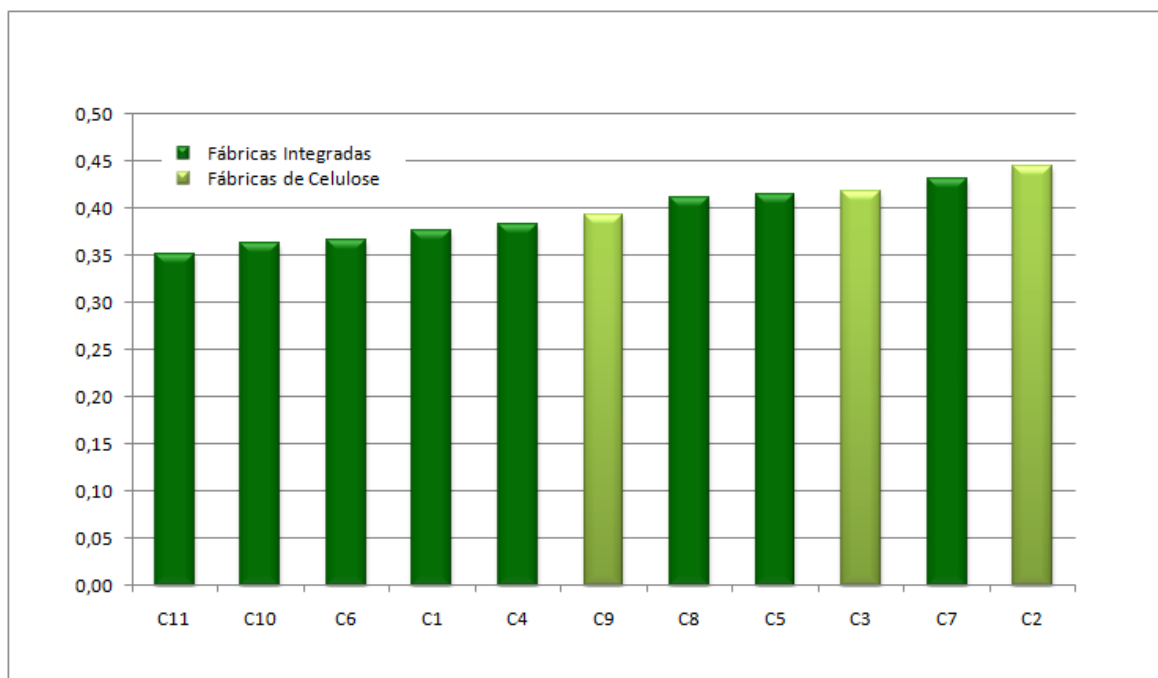


Figura 8 - Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação, tAA/tsa - 2010

Tabela 8 - Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação, tAA/tsa - 2010

Fábricas	Celulose	Integrada	Total
C1		0,38	0,38
C2	0,44		0,44
C3	0,42		0,42
C4		0,38	0,38
C5		0,41	0,41
C6		0,37	0,37
C7		0,43	0,43
C8		0,41	0,41
C9	0,39		0,39
C10		0,36	0,36
C11		0,35	0,35
Min.	0,39	0,35	0,35
Máx.	0,44	0,43	0,44
Média	0,42	0,39	0,40
Mediana	0,42	0,38	0,39
Média 20%	-	0,38	0,38

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

Produção Específica de Cal – PEC

O indicador Produção Específica de Cal avalia a eficiência do processo de calcinação. Assim, valores maiores indicam resultados melhores.

Produção Específica de Cal - PEC

$$PEC = \frac{\text{Cal}}{\text{Celulose}}$$

Onde:

Cal – quantidade de cal útil produzida, na etapa de calcinação, no forno de cal, em toneladas.

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

A Produção Específica de Cal se mostrou bastante uniforme nas 3 fábricas de celulose, ficando na média de 0,24 t/tsa. As fábricas integradas apresentaram maior variação nos resultados, que foram de 0,09 a 0,20 t/tsa. Destaca-se o valor muito baixo obtido na fábrica integrada C11 (tabela 9).

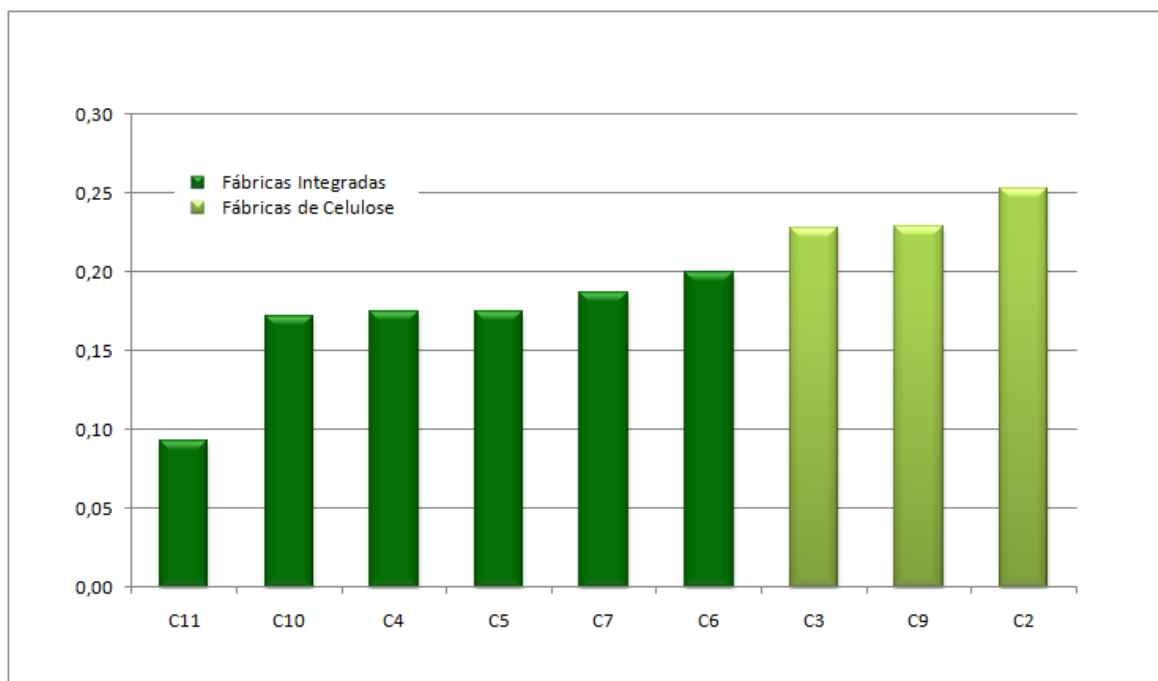


Figura 9 - Produção Específica de Cal, t cal/tsa - 2010

Tabela 9 - Produção Específica de Cal, t cal/tsa - 2010

Fábricas	Celulose	Integrada	Total
C2	0,25		0,25
C3	0,23		0,23
C4		0,17	0,17
C5		0,17	0,17
C6		0,20	0,20
C7		0,19	0,19
C9	0,23		0,23
C10		0,17	0,17
C11		0,09	0,09
Min.	0,23	0,09	0,09
Máx.	0,25	0,20	0,25
Média	0,24	0,17	0,19
Mediana	0,23	0,17	0,19
Média 20%	-	0,20	0,24

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

Eficiência na Evaporação do Licor Preto – EV

O indicador Eficiência na Evaporação do Licor Preto mede a eficiência energética da planta de evaporação de múltiplos efeitos. Assim, valores maiores indicam, em princípio, resultados melhores.

Eficiência na Evaporação do Licor Preto - EV

$$EV = \frac{\text{Água evaporada}}{\text{Vapor vivo}}$$

Onde:

Água evaporada – é o somatório das quantidades de água, retirada do licor preto, no evaporador de múltiplos efeitos, em toneladas.

Vapor vivo – energia de aquecimento fornecida pelo vapor vivo, inclusive o alimentado no *stripper*, utilizada para evaporar a água do licor preto, em GJ.

O primeiro passo para melhorar a recuperação química e maximizar o aproveitamento energético do licor preto é o aumento da eficiência de evaporação [9]. A Eficiência na Evaporação do Licor Preto nas fábricas integradas variou entre 1,31 e 1,75 t H₂O/GJ, com a média ficando em 1,51 t H₂O/GJ. As unidades de celulose (C2 e C9) apresentaram resultados atípicos, devendo ser consideradas com algum cuidado (tabela 10).

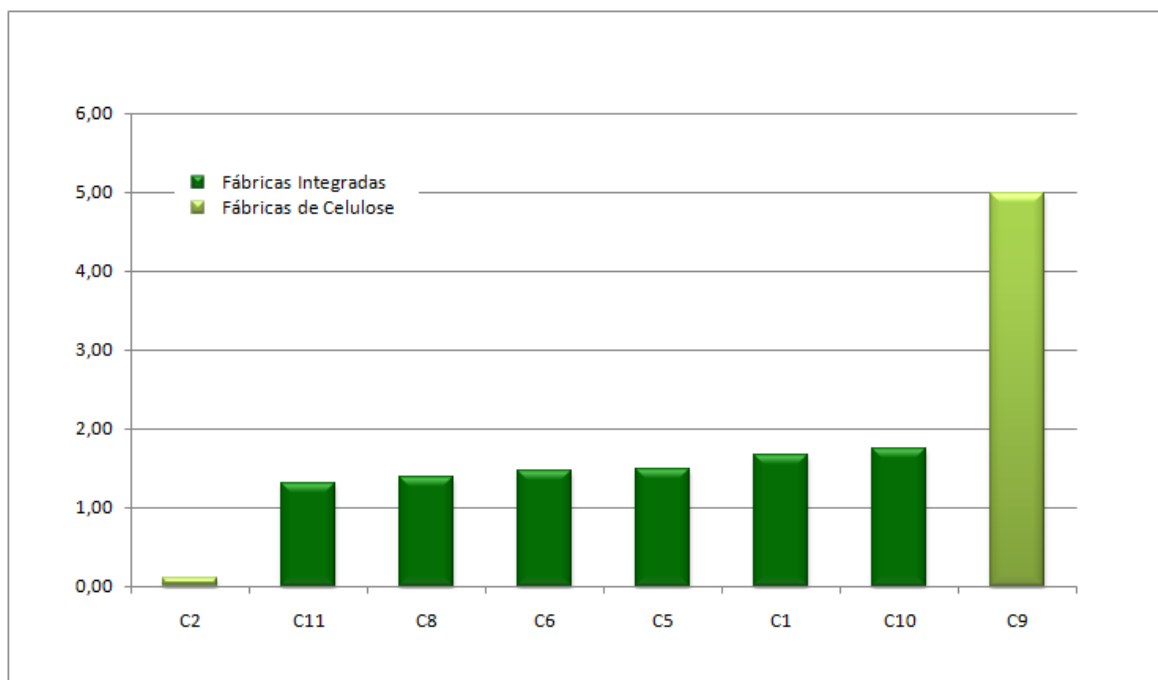


Figura 10 - Eficiência na Evaporação do Licor Preto, t H₂O/GJ - 2010

Tabela 10 - Eficiência na Evaporação do Licor Preto, t H₂O/GJ - 2010

Fábricas	Celulose	Integrada	Total
C1		1,67	1,67
C2	0,10		0,10
C5		1,49	1,49
C6		1,47	1,47
C8		1,38	1,38
C9	4,99		4,99
C10		1,75	1,75
C11		1,31	1,31
Min.	0,10	1,31	0,10
Máx.	4,99	1,75	4,99
Média	2,55	1,51	1,77
Mediana	2,55	1,48	1,48
Média 20%	-	1,74	3,78

Nota: A “Média 20%” corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra. Os resultados das fábricas C2 e C9 apresentaram valores atípicos.

Branqueamento

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).

Este indicador aplica-se apenas às fábricas que usam produtos químicos para branqueamento. Assim, as cinco fábricas que fazem celulose não-branqueada não foram incluídas. Apesar de todas as fábricas serem de fibra curta e efetuarem pré-branqueamento, o Consumo Específico de Cloro Ativo variou entre 29,3 e 48,0 kg/tsa, com uma única fábrica (C6) apresentando o valor atípico de 141,5 kg/tsa (tabela 11).

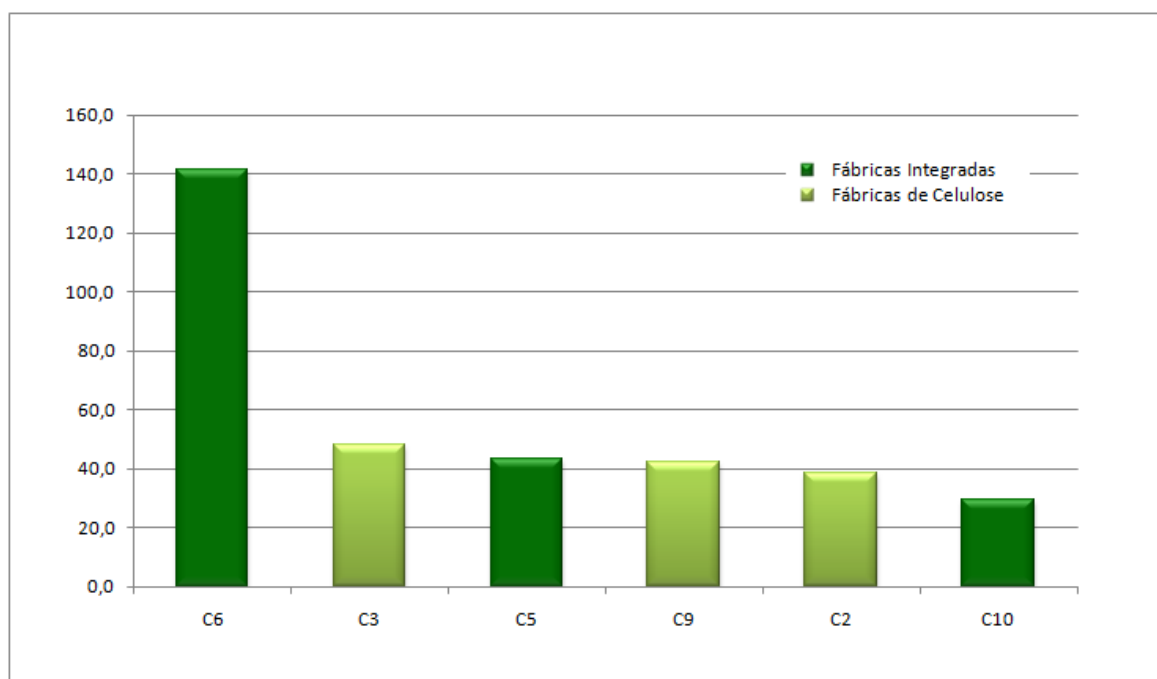


Figura 11 - Consumo Específico de Cloro Ativo – CECAT, kg/tsa - 2010

Tabela 11 - Consumo Específico de Cloro Ativo - CECAT, kg/tsa - 2010

Fábricas	C2	C3	C5	C6	C9	C10	Min.	Máx.	Média	Mediana
CECAT	38,7	48,0	43,3	141,5	42,1	29,3	29,3	141,5	57,1	42,7
Efetua pré-branqueamento?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	-	-	-

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

Secagem

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

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

Onde:

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

Nota: No caso de vapor com outra pressão, o consumo é ajustado para a quantidade energeticamente equivalente de vapor de 4 kgf/cm² man.

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

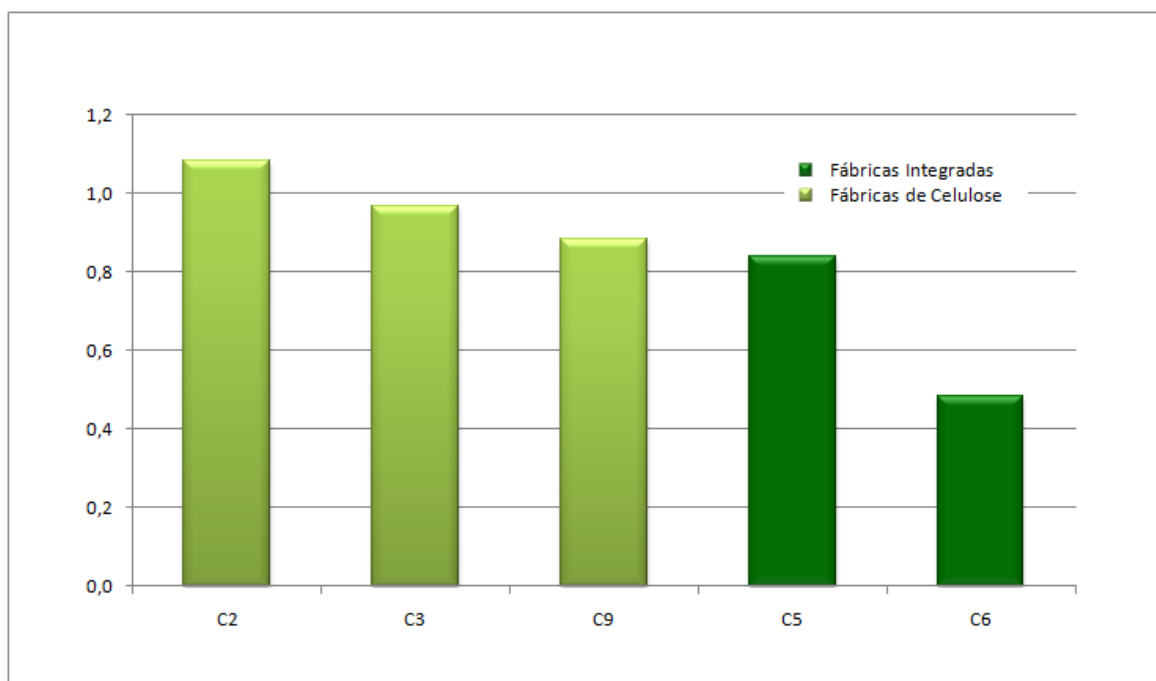


Figura 12 - Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm² man.) no Secador, t/tsa - 2010

O Consumo Específico de Vapor no Secador (CEVS) das fábricas de celulose que processam fibras curtas variou entre 0,48 e 1,08 t/tsa, apresentando uma média de 0,85 t/tsa (tabela 12).

Tabela 12 - Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm² man.) no Secador, t/tsa – 2010

Fábricas	C2	C3	C5	C6	C9	Mínimo	Máximo	Média
CEVS	1,08	0,97	0,84	0,48	0,88	0,48	1,08	0,85

Nota: 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;
- Controle rigoroso da temperatura da água, para facilitar a drenagem.

Produção específica da máquina de secagem - Pesp

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.

Produção Específica

$$Pesp = Cseca / tp / Lmax$$

Onde:

Cseca – quantidade de celulose seca, em tsa.

tp – tempo de operação da secadora, em horas.

Lmax – largura máxima útil da secadora, em metros.

Para evitar identificação, não foi possível associar as máquinas às fábricas correspondentes. A tabela 13 mostra a elevada variação de desempenho existente entre as máquinas da amostra, com uma Produção Específica média de 9,7 tsa/h/m. A média dos 20% melhores resultados da amostra alcançou 14,4 tsa/h/m.

Tabela 13 - Produção Específica das máquinas de secagem, tsa/h/m - 2010

Secadora	Produção específica, tsa/h/m
1	14,5
2	14,3
3	14,3
4	11,2
5	11,2
6	10,4
7	8,7
8	8,5
9	8,1
10	3,8
11	1,7
Média	9,7
Média 20%	14,4

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

Energia e Meio Ambiente

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.

O Consumo Específico de Energia Elétrica médio das duas fábricas exclusivamente de celulose que forneceram o dado foi de 717,7 kW/tsa (tabela 14a). Uma fábrica integrada (C2) informou o consumo de energia usada apenas na produção de celulose, mas o valor (22,0 kWh/tsa) foi considerado atípico e excluído da análise.

As fábricas integradas C5 e C6 forneceram o consumo total da unidade, incluindo a produção de celulose e de papel. Como essas fábricas vendem mais de 50% de sua produção como celulose de mercado, optamos por apresentar, apenas para referência, o consumo de energia elétrica por tonelada de celulose de mercado mais a quantidade de papel vendida (tabela 14b). As fábricas integradas C4, C7, C8, C10 e C11 não forneceram o dado.

Tabela 14a - Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/tsa celulose – 2010 (Não-Integradas)

Fábricas	C3	C9	Média
CEEE	699,9	735,5	717,7

Nota: O resultado da fábrica C2 foi excluído por ser atípico.

Tabela 14b - Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t (papel + celulose de mercado) – 2010 (Integradas)

Fábricas	C5	C6	Média
Consumo específico de energia elétrica	794,4	412,5	603,4

Nota: Mais de 50% da produção das duas fábricas são vendidas como celulose de mercado.

As fábricas integradas C4, C7, C8, C10 e C11 não forneceram o dado.

A eficiência energética das fábricas integradas geralmente é maior que os das fábricas de celulose de mercado e de papel que operam em separado. Segundo Celso Foelkel [10], 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 do 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.

O texto “Um Guia Referencial sobre Ecoeficiência Energética para a Indústria de Papel e Celulose Kraft de Eucalipto no Brasil” [11] apresenta sugestões para aumento da eficiência energética em cada etapa de produção de celulose e papel.

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 [6].

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

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

Onde:

Volume de água – quantidade de água alimentada no processo, no período considerado, em m³.

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

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

Com a finalidade de fornecer uma avaliação mais completa, o indicador foi calculado em m³/tsa para as fábricas de celulose e em m³/(t de papel para venda + tsa de celulose de mercado) para as fábricas integradas. A métrica inclui toda a água fresca alimentada na fábrica, inclusive na área de utilidades.

Parte da variação decorre das peculiaridades das empresas. Algumas têm mais facilidade de acesso à água e, portanto, menor incentivo para a economia. Outras estão sob pressão socioambiental ou do órgão ambiental e têm colocado maior esforço na redução do consumo. Em todos os casos, é pressuposto que os limites legais de “contaminantes” foi ou está sendo atendido.

O Consumo Específico de Água para as fábricas exclusivamente de celulose (tabela 15a) variou entre 19,5 e 47,4 m³/tsa. A média ficou em 29,1 m³/tsa. Estes consumos estão bem situados em relação à faixa de 40 a 55 m³/tsa, apontada como correspondente às “Melhores Práticas” para unidades com o processo kraft².

As fábricas integradas F e G forneceram o consumo total da unidade, incluindo a produção de celulose e de papel. Como essas fábricas vendem mais de 50% de sua produção como celulose de mercado, a comparação dos resultados fica prejudicada. Apenas para referência, a tabela 15b apresenta o consumo de água por tonelada de celulose de mercado mais a quantidade de papel vendida. O percentual da produção vendida como celulose de mercado está indicado.

A média de consumo de água das fábricas que não vendem celulose de mercado ou que sua quantidade é inferior a 6% ficou em 36,4 m³ por tonelada de celulose de mercado mais a quantidade de papel vendida. Também vale lembrar que o

² - Revista IPW. Outubro de 2006. pg. 45.

consumo de água e a geração de efluentes líquidos são diferentes para fábricas que fornecem celulose seca ou diluída.

Tabela 15a - Consumo Específico de Água (Celulose) - CEAC, m³/tsa – 2010

Fábricas	A	D	K	H	Média
CEAC	47,4	23,1	26,4	19,5	29,1

Nota: A fábrica H, embora integrada, informou os consumos separados na produção de celulose e de papel.

Tabela 15b - Consumo Específico de Água (Integradas) - CEAC, m³/t papel + celulose de mercado - 2010

Fábricas	B	C	E	F	G	I	J
Consumo específico de água	37,4	29,8	55,2	32,1	28,7	45,8	23,3
% de celulose de mercado	5,5	0,0	2,0	87,8	53,1	22,5	0,0

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 ideias 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 [12] e [13].

Segundo o *Environmental Technology Best Practice Programme* [14], o consumo de água é geralmente 1,5 a 3,0 m³/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 Valdívía, da Arauco, apresenta um consumo de água de 32m³/tsa (de pinus) e de 29 m³/tsa (de eucalipto) [15].
- Em 2010, a Unidade Papel da Celulose IRANI reutilizou 74% da água da unidade papel [16].

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:

Volume de efluente – quantidade total de efluentes líquidos descartados pelo processo, no período considerado, em m³.

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

O indicador foi calculado em m³/tsa para as fábricas de celulose e em m³/(t de papel + tsa de celulose de mercado) 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”.

A variação na geração de efluentes entre as fábricas exclusivamente de celulose da amostra (tabela 16a) é elevada, indo de 20,3 a 75,4 m³/tsa, com a média ficando em 38,6 m³/tsa. Nas fábricas integradas (tabela 16b) as diferenças são menores, indo de 21,1 a 41,8 m³ por tonelada de celulose de mercado mais a quantidade de papel vendida. A média ficou em 29,3 m³/tsa. Para referência, a tabela apresenta o percentual da produção vendida como celulose de mercado.

Tabela 16a - Volume Específico de Efluentes (Celulose), m³/tsa – 2010

Fábricas	A	D	K	H	Média
VEEC	38,2	20,3	20,5	75,4	38,6
% de celulose de mercado	100,0	100,0	100,0	0,0	

Nota: A fábrica H, embora integrada, informou os consumos separados na produção de celulose e de papel.

Tabela 16b - Volume Específico de Efluentes (Integradas), m³/t (papel + celulose de mercado) – 2010

Fábricas	B	C	E	F	G	I	Média
Volume específico de efluentes - m ³ / t (p+c)	32,9	26,2	21,1	29,9	24,0	41,8	29,3
% de celulose de mercado	5,5	0,0	2,0	87,8	53,1	22,5	

Nota: A fábrica J apresentou valor atípico e foi excluída da análise.

Algumas diferenças entre os volumes de água consumidos e de efluentes gerados (tabelas 16c) deixam dúvidas sobre a qualidade do balanço hídrico de várias fábricas, recomendando algum cuidado no uso das informações.

Tabela 16c - Consumo Específico de Água e Volume Específico de Efluentes, m³/t produto – 2010

Fábricas	A	B	C	D	F	G	I	K	Média
CEA	47,4	37,4	29,8	23,1	32,1	28,7	45,8	26,4	33,8
VEE	38,2	32,9	26,2	20,3	29,9	24,0	41,8	20,5	29,2
Diferença	9,2	4,5	3,5	2,8	2,2	4,7	4,0	5,9	4,6

Nota: As fábricas E e H têm peculiaridades que recomendam a exclusão desta análise.

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* [17].
- A SCA ÖSTRAND MILL registrou uma geração específica de efluentes líquidos (mistura dos processos Kraft e CTMP) de apenas 6-8 m³/tonelada de celulose [18].

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

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

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.

Um especialista do setor [19] 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”. Devido à padronização do cálculo, o levantamento obteve uma faixa de resultados mais estreita. Entretanto, como pode ser observado na tabela 16d, ainda assim a quantidade de resíduos sólidos

gerados nas fábricas variou muito. Além de eventuais problemas na apropriação das quantidades, as peculiaridades das unidades também dificultam as comparações. Por exemplo, fábricas que fazem o descascamento no campo não incluem as cascas como resíduos. Dada a dificuldade de agrupar os dados em conjuntos comparáveis, optamos pela simples reprodução dos dados informados. Os resultados das fábricas E, H e I foram desconsiderados, por serem muito baixos em relação aos demais e não ter sido possível sua confirmação.

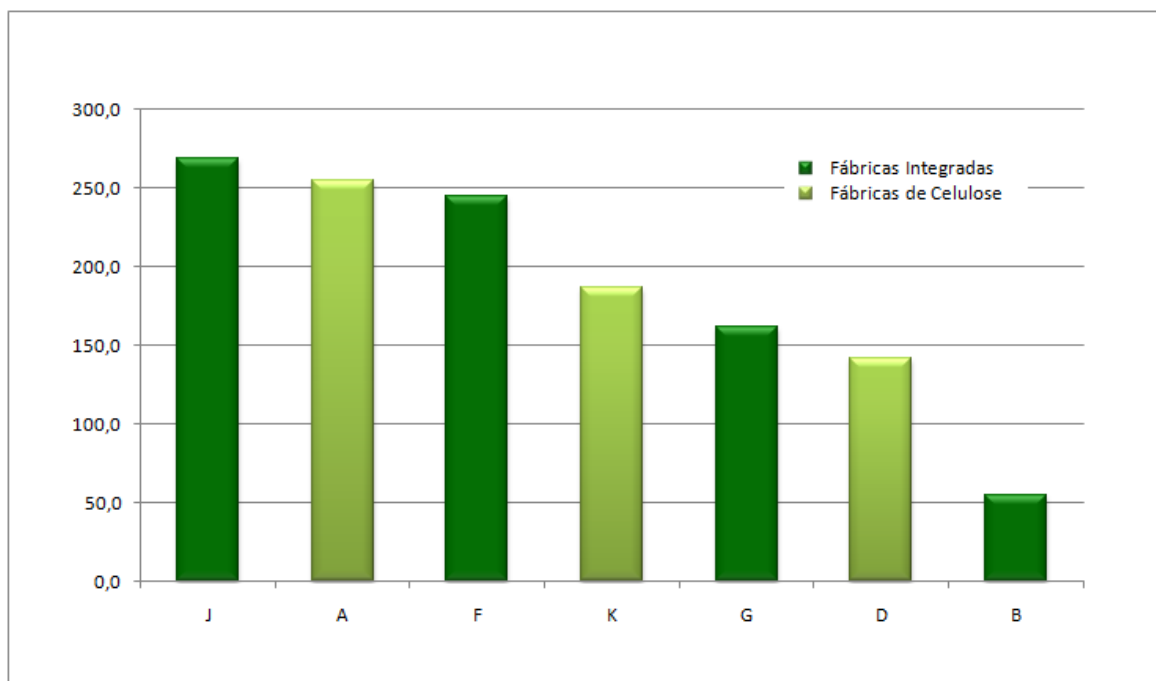


Figura 13 - Geração de Resíduos Sólidos, kg/tsa - 2010

Tabela 16d - Geração de Resíduos Sólidos, kg/tsa – 2010

Fábricas	Celulose	Integrada	Total
A	254,9		254,9
B		54,8	54,8
D	141,7		141,7
F		244,5	244,5
G		161,0	161,0
J		268,5	268,5
K	186,0		186,0
Min.	141,7	54,8	54,8
Máx.	254,9	268,5	268,5
Média	194,2	182,2	187,4

Nota: A fábrica C não forneceu o dado, enquanto as E, H e I apresentaram valores exageradamente baixos e foram excluídas da amostra.

Referências externas

- Segundo a CETESB [17], 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 à minimização da geração de efluentes e resíduos.

- A distribuição dos resíduos gerados em uma fábrica que produz celulose kraft branqueada de fibra curta [20] 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]

Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total – ERT

O indicador Emissão Específica de Enxofre reduzido Total visa quantificar as emissões dos gases odoríficos de enxofre na produção de celulose e papel. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total – ERT

$$\text{ERT} = \frac{\text{Quantidade de ERT (equivalente de SO}_2\text{)}}{\text{Celulose} + \text{Papel}}$$

Onde:

Quantidade de ERT (equivalente de SO₂) – quantidade de Enxofre Reduzido Total (ERT) liberada para a atmosfera no período, apresentada como kg de SO₂.

Celulose – quantidade total de celulose 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.

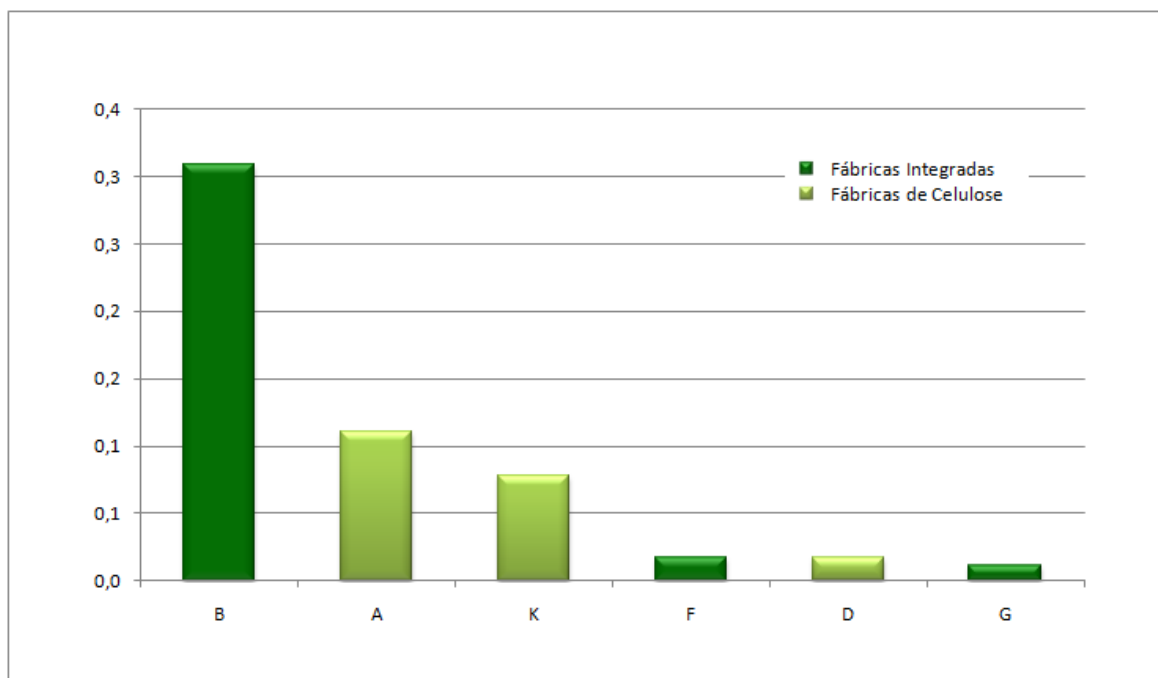


Figura 14 - Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total, kg SO₂/tsa - 2010

A Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total variou consideravelmente entre as unidades da amostra (figura 14), indo de 0,01 a 0,31 kg SO₂/tsa. A emissão média ficou em 0,09 kg SO₂/tsa. Uma forma de reduzir as emissões é manter a estabilidade do processo de produção, o que muitas vezes é mais fácil com processos mais simples [21].

Tabela 17 - Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total, kg SO₂/tsa – 2010
(Apenas fábricas de celulose que processam fibra curta)

Fábricas	A	B	D	F	G	K	Média
ERT	0,11	0,31	0,02	0,02	0,01	0,08	0,09

Referência externa

Os níveis de emissão de ERT em unidades que adotam as melhores técnicas disponíveis (BAT), excluindo as emissões das caldeiras auxiliares, ficam na faixa 0,1 a 0,2 kg de ERT/tsa [12]. O mesmo documento fornece valores de emissão de ERT total e por sistema (caldeira de recuperação, fornos, etc.) para um grande número de fábrica europeias.

Atenção: O IPPC apresenta o teor de TRS com base no conteúdo de enxofre, enquanto o padrão adotado no levantamento (Padrão ABTCP) é calculado com base em SO₂. Portanto, para comparar, multiplique as referências IPPC por dois.

Grau de escolaridade da equipe - ESCOL

O indicador 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.

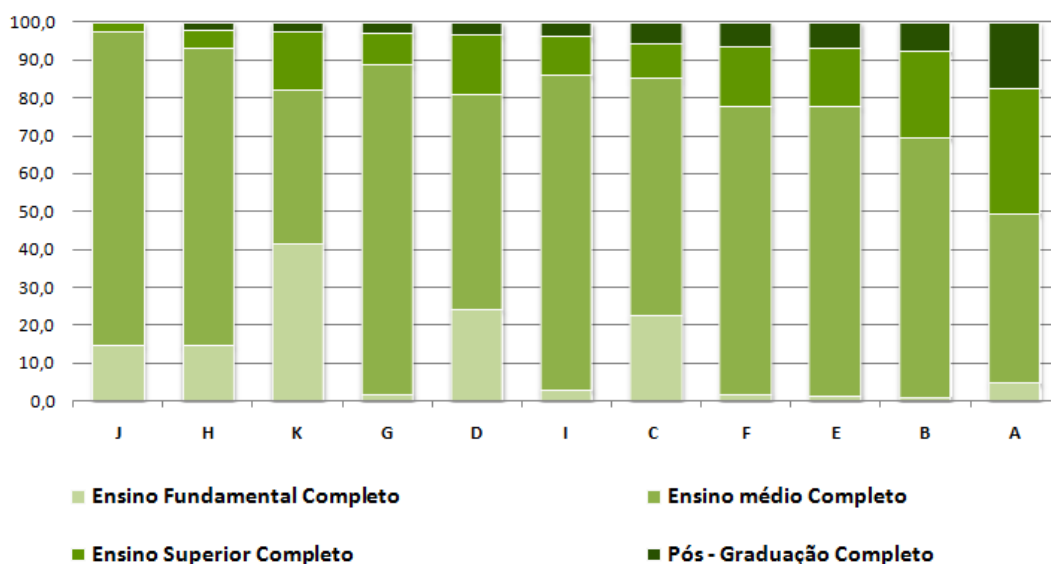
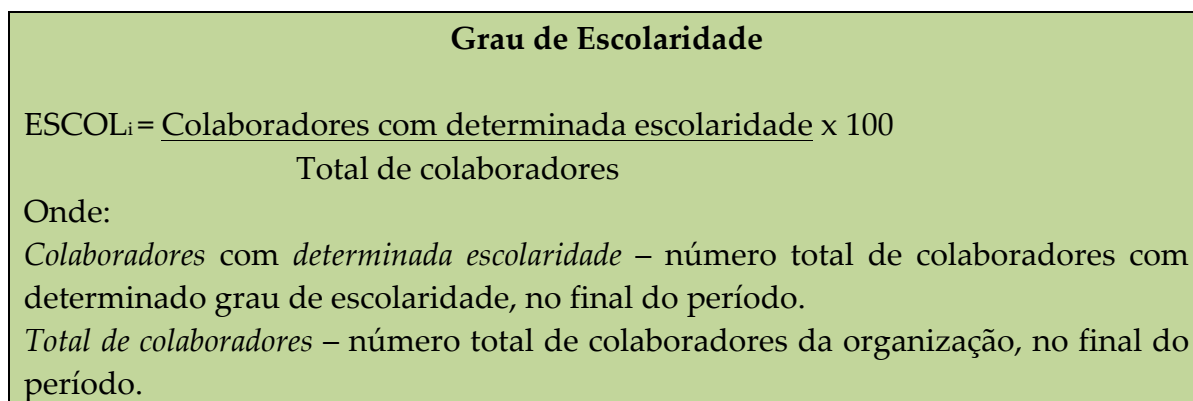


Figura 15 - Grau de Escolaridade, % - 2010

A escolaridade das equipes variou bastante nas empresas da amostra (figura 15). Somente duas das 11 fábricas da amostra têm menos de 50% da equipe com o ensino médio completo. O percentual de profissionais com pós-graduação (média

³ - 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.

de 5,4%) indica que as empresas estão investindo na absorção e no desenvolvimento de tecnologias. Na comparação com 2009, houve uma redução no número de empregados com apenas o ensino fundamental de 14,3 para 11,7%, mostrando um aumento de escolaridade (tabela 18).

Tabela 18 - Grau de Escolaridade, % - 2010

Fábrica	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Média
Pós – Graduação	17,8	7,7	5,6	3,4	6,8	6,3	2,8	2,3	3,9	0,0	2,7	5,4
Ensino Superior	32,8	22,9	9,4	15,6	15,7	15,9	8,4	4,5	10,0	2,4	15,2	13,9
Ensino médio	44,9	68,6	62,8	57,1	76,3	76,2	87,4	78,8	83,4	82,9	40,7	69,0
Ensino Fundamental	4,5	0,9	22,3	23,9	1,2	1,5	1,4	14,4	2,7	14,6	41,4	11,7

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.

Rotatividade – ROT

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

Efetivo médio

Onde:

Admitidos – é o número total de empregados admitidos no período.

Desligados – é o número total de empregados desligados (tanto por iniciativa da organização como por iniciativa dos empregados) 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 empregados da empresa no período (média aritmética do número de empregados no início e no final 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.

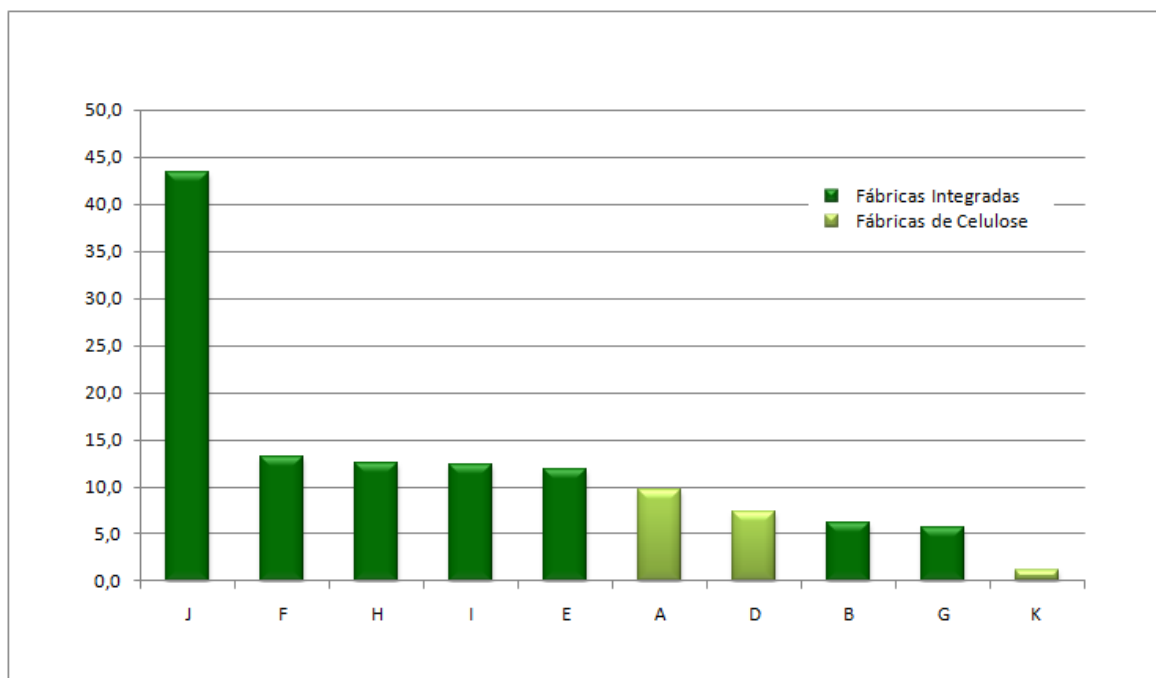


Figura 16 - Rotatividade (pessoal próprio), % - 2010

A Rotatividade do pessoal próprio (tabela 19) variou entre 1,1 e 43,3%, com a média ficando em 12,3%. Metade das fábricas apresentou rotatividade superior a 10%, indicando a necessidade de ações para prevenir as perdas de conhecimento e dos investimentos em capacitação. Esta situação é particularmente grave se a alta rotatividade se estender aos gerentes, supervisores e outros profissionais que detém o conhecimento dos processos de negócio.

Tabela 19 - Rotatividade (pessoal próprio), % - 2010

Fábricas	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	Média
Rotatividade	9,7	6,2	7,4	11,9	13,1	5,7	12,5	12,3	43,3	1,1	12,3

Nota: A fábrica J apresenta valor atípico.

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).

Referência externa

Um levantamento feito no Paraná [22] mostra que a rotatividade média anual em 5 empresas do setor de celulose e papel foi de 16,1% em 2009.

Índice de horas extras – IHE

O indicador mede o número de horas extras pagas, 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 afeta o desempenho da equipe. Assim, valores menores indicam, em princípio, resultados melhores, mas valores exageradamente baixos podem sinalizar que a equipe está superdimensionada. Neste levantamento foi considerado apenas o pessoal próprio.

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 pagas, 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.

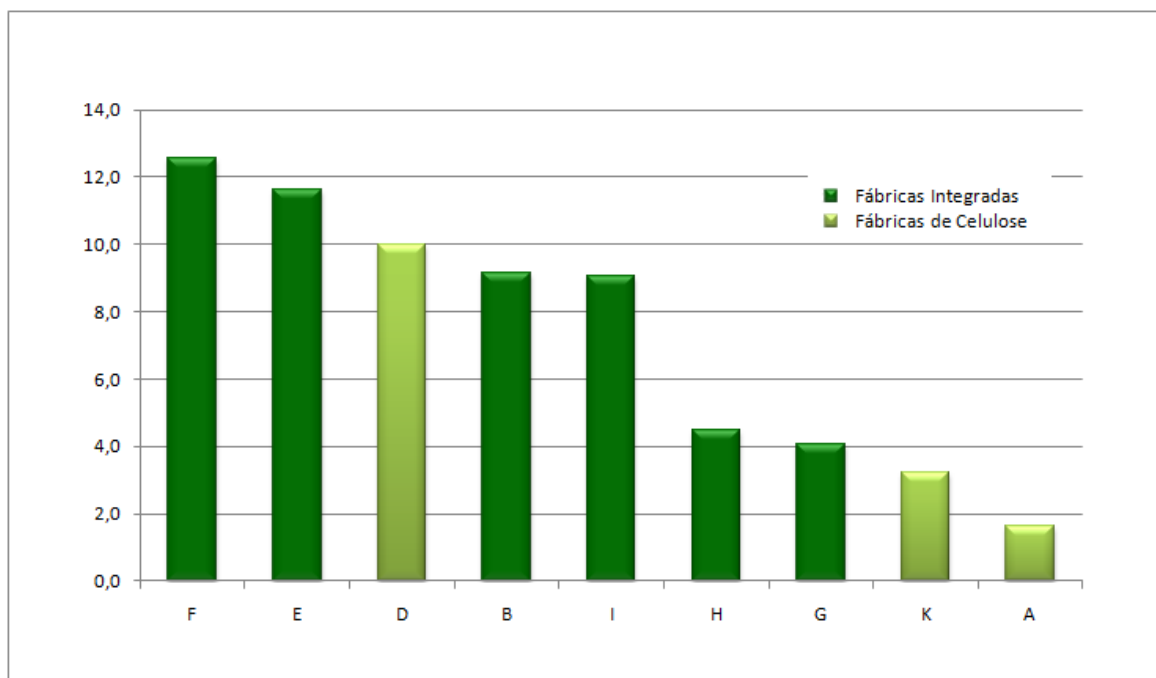


Figura 17 - Índice de Horas Extras (pessoal próprio), % - 2010

Nota: A fábrica J apresentou valor muito elevado (42,7%) e foi excluída da amostra.

Os dados da tabela 20 evidenciam a grande variação na prática da hora extra nas empresas do setor, com a média, excluindo uma fábrica que apresentou valor atípico, atingindo 7,3% 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% [23].

Tabela 20 - Índice de Horas Extras (pessoal próprio), % - 2010

Fábricas	A	B	D	E	F	G	H	I	K	Média
IHE	1,6	9,2	10,0	11,6	12,6	4,1	4,5	9,1	3,2	7,3

Nota: A fábrica J apresentou valor muito elevado (42,7%) e foi excluída da amostra, enquanto a C não forneceu o dado.

Referência externa

Um levantamento feito no Paraná [22] mostrou que o Índice de Horas Extras Pagas, em 5 empresas do setor de celulose e papel, foi de 6,1% em 2009.

Grau de Terceirização – Gter

O indicador Grau de Terceirização objetiva monitorar as características da força de trabalho. O valor mais adequado depende da estratégia da organização, mas a comparação com outras empresas serve de balizamento.

Grau de Terceirização - Gter

$$Gter = \frac{\text{Contratados permanentes}}{\text{Efetivo próprio} + \text{Contratados permanentes}} \times 100$$

Onde:

Contratados permanentes – é o número de empregados vinculados às empresas prestadoras de serviços para a execução de atividades de caráter permanente nas instalações da organização, no momento considerado.

Nota: Não inclui pessoal de contratos eventuais.

Efetivo próprio – é o número total de empregados, no momento considerado.

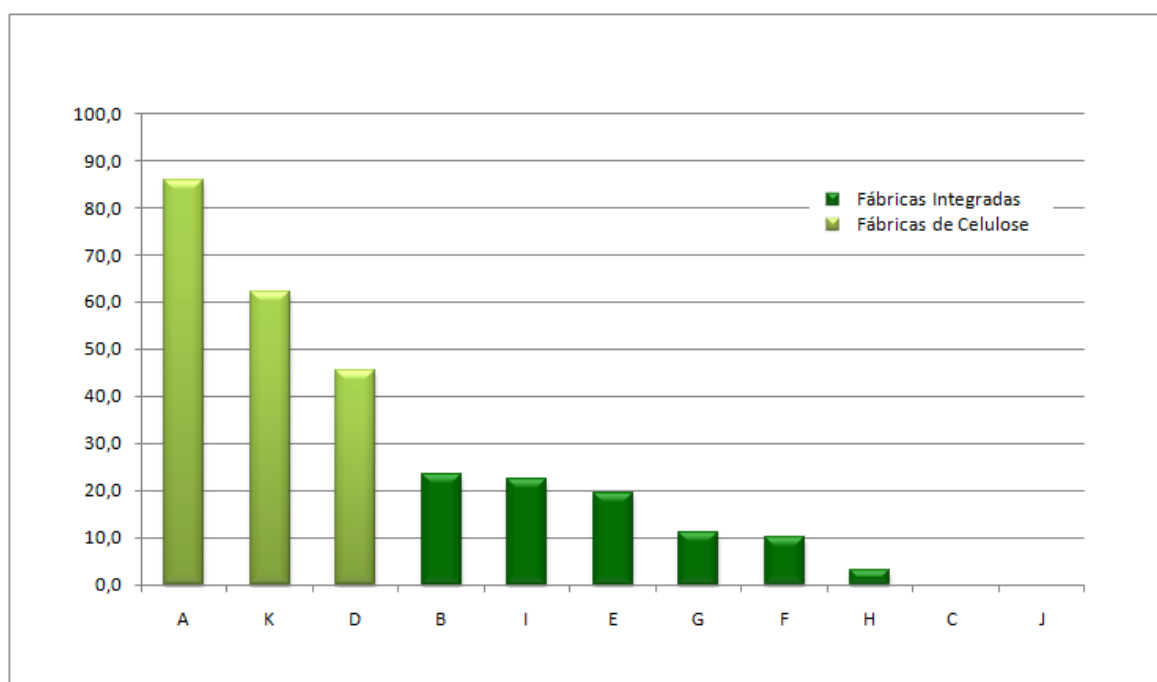


Figura 18 – Grau de Terceirização, % - 2010

O levantamento foi baseado na situação existente no final de 2010. Enquanto duas das fábricas não têm qualquer empregado terceirizado, outra tem 85,9% de sua equipe composta por terceiros, mostrando a variedade de políticas adotadas. A figura 18 evidencia que a prática da terceirização é mais acentuada nas fábricas de celulose que nas integradas. Na média da amostra, 25,7% dos empregados são de terceiros.

Tabela 21 - Grau de Terceirização, % - 2010

Fábricas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Média
Gter	85,9	23,4	0,0	45,4	19,5	9,9	11,2	3,2	22,3	0,0	62,2	25,7

Referência externa

Um levantamento feito no Paraná [22] mostrou que o Grau de Terceirização, em 5 empresas do setor de celulose e papel, era de 40,9% no final de 2009.

Gargalos à produção

A tabela a seguir mostra o resultado da consulta feita às fábricas sobre o equipamento ou etapa do processo que mais contribuiu para limitar a produção da linha de fibras em 2010 e no levantamento anterior.

Tabela 22 – Gargalos à Produção de Celulose, fábricas

Gargalo de Produção	N° Fábricas	
	2009	2010
Caldeiras de Recuperação	8	3
Evaporação	3	2
Lavagem de massa marrom	1	2
Cozimento	1	1
Lavagem e depuração	1	1
Secagem		1
Preparação de Madeira	2	
Caustificação	1	
Forno de cal	1	
Prensa de Lavagem	1	
Recuperação química	1	
Tratamento de efluentes	1	

Nota: Duas fábricas informaram dois gargalos e 4 não forneceram a informação.

Assim, a restrição de processo mais comum na produção de celulose foi, como em 2009, a caldeira de recuperação, citado por 3 fábricas.

PARTE II – FÁBRICAS DE PAPEL

Comparações entre Fábricas de Papel

As informações coletadas compreendem 20 fábricas de diversos tipos de papel. As particularidades são destacadas em cada situação.

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 papel acabado (em toneladas) produzida no período considerado.

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

Depois do aproveitamento de fibras, a Utilização é o fator mais importante para a lucratividade das máquinas de papel. Naturalmente, a produção de um número limitado de variedades de papel elimina os tempos de ajuste não produtivos e contribui de forma relevante para o aumento da Utilização.

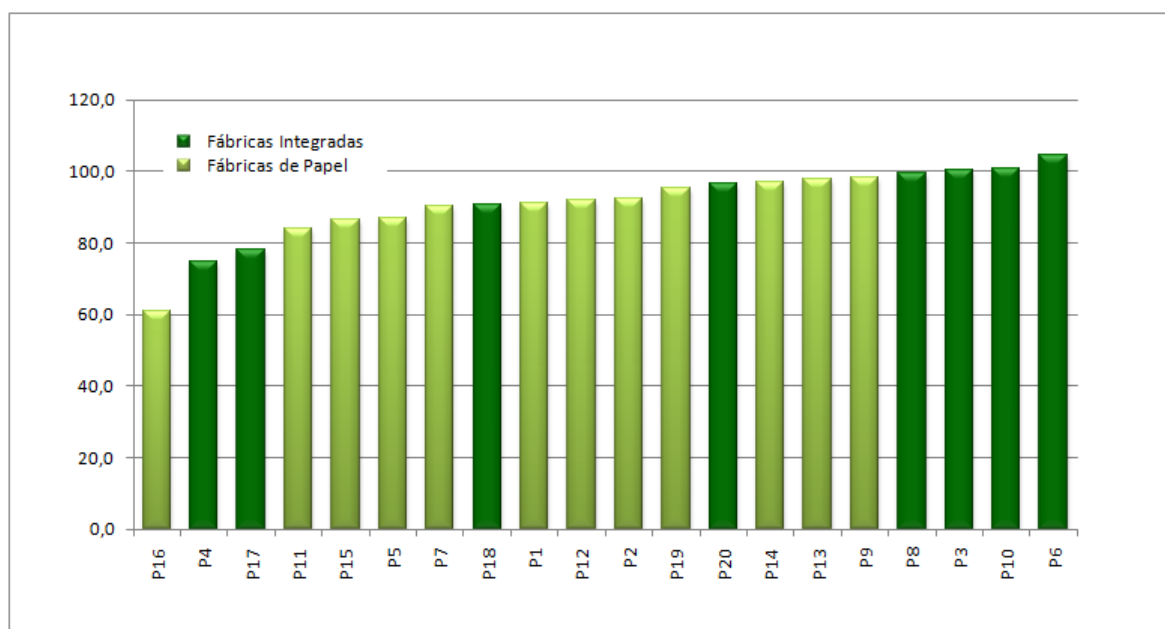


Figura 19 - Fator de Utilização – FUT, %

Para o cálculo do Fator de Utilização, foram usadas as produções e as capacidades nominais informadas pelas fábricas. Em alguns casos (fábricas P3, P6 e P10) a produção foi ligeiramente superior a capacidade nominal informada. É evidente (tabela 23) a maior utilização média das fábricas integradas (FUT=93,2%) em relação às que produzem exclusivamente papel (FUT=91,9%). Também chama atenção a elevada dispersão dos resultados, com sete fábricas apresentando Fator de Utilização inferior a 90%. Embora a baixa utilização possa, em alguns casos, ser decorrência de questões de mercado, o impacto na lucratividade da planta continua a existir.

Tabela 23 – Fator de Utilização – FUT, %

Fábricas	Papel	Integrada	Total
P1	91,0		91,0
P2	92,6		92,6
P3		100,4	100,4
P4		74,9	74,9
P5	86,9		86,9
P6		104,7	104,7
P7	90,1		90,1
P8		99,5	99,5
P9	98,2		98,2
P10		100,8	100,8
P11	83,9		83,9
P12	92,1		92,1
P13	97,8		97,8
P14	96,9		96,9
P15	86,6		86,6
P17		78,0	78,0
P18		90,6	90,6
P19	95,1		95,1
P20		96,7	96,7
Min.	83,9	74,9	74,9
Máx.	98,2	104,7	104,7
Média	91,9	93,2	92,5
Mediana	92,1	98,1	92,6
Média 20%	97,9	103,3	101,5

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

Nas fábricas P3, P6 e P10 a produção foi superior a capacidade nominal informada.

O resultado da fábrica P16 (60,8%) foi excluído da análise por ser atípico.

Referência externa

A revista Mari (www.maripapel.com) publica, anualmente, um levantamento das 50 maiores empresas da América Latina com as respectivas capacidades de produção e o fator de utilização.

Produtividade das equipes

O indicador Produtividade das Equipes avalia a quantidade de papel produzida por hora-homem trabalhada. Valores maiores indicam resultados melhores. A grande variação encontrada (figura 20) se deve às diferentes tecnologias empregadas, aos ganhos de escala e às diferentes políticas de automação e de terceirização. Além disso, houve alguma dificuldade na padronização dos critérios de apropriação, com empresas incluindo empregados que atendem também à produção de celulose ou que dão suporte às outras unidades do grupo. Trata-se, portanto, de uma referência aproximada.

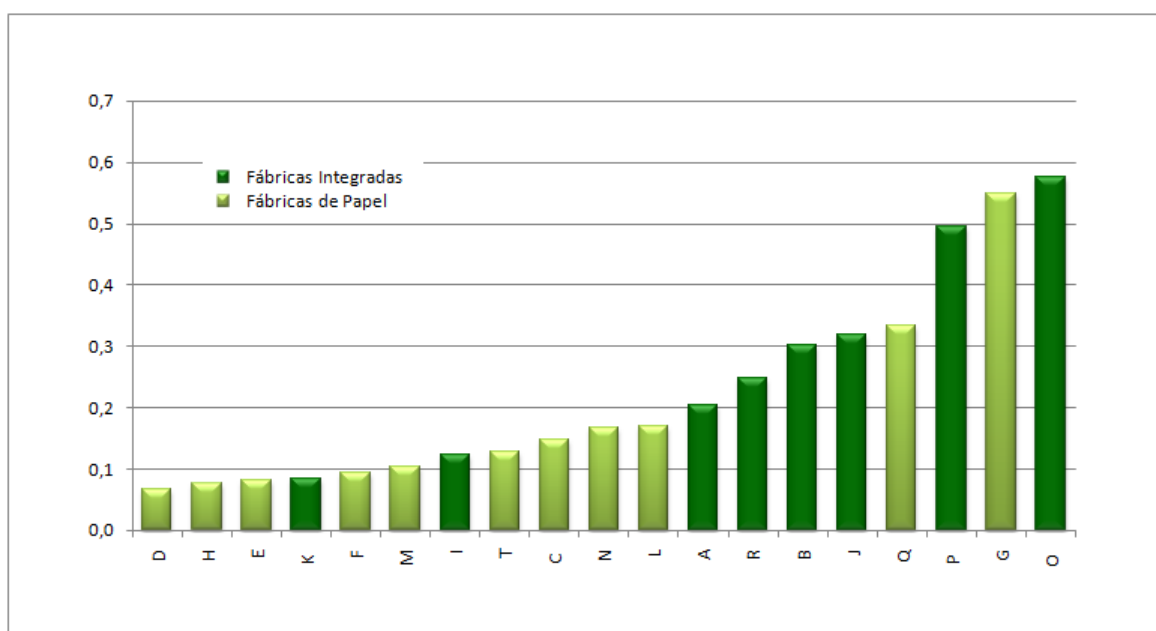


Figura 20 - Produtividade, t de papel/hora-homem.

Notas: A empresa H incluiu empregados da administração central, que atendem outras unidades. A fábrica S (1,70 t de papel/hora-homem) computou apenas as pessoas diretamente ligadas à produção de papel; o resultado foi excluído do gráfico por ser atípico. A fábrica I incluiu as pessoas ligadas à produção de celulose e área florestal.

A tabela 24a apresenta os resultados para cada tipo de papel. A comparação dos resultados de 2008 e 2009 (tabela 24b) mostra algum ganho de produtividade no período.

Tabela 24a - Produtividade, t de papel/hora-homem

Produtos	Mínimo	Máximo	Média
Papel para imprimir (6 fábricas)	0,08	0,58	0,30
Papel para embalagem (9 fábricas)	0,09	0,55	0,23
Papel para escrever (2 fábricas)	0,07	1,70	0,88
Papel cartão (2 fábricas)	0,10	0,15	0,13

Tabela 24b - Comparação Histórica da Produtividade, t de papel/hora-homem

Produtos	2009	2010
Papel para imprimir	0,19	0,30
Papel para embalagem	0,19	0,23

Referências externas

Para a produção de cartão, levantamento [24] 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 Europeia de Indústrias de Papel [25].

Energia e Meio Ambiente

Consumo Específico de Energia Elétrica – CEEE

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

Consumo Específico de Energia Elétrica - CEEE

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

Onde:

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

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

Os resultados (figura 21) evidenciam a grande diferença no consumo específico de energia elétrica entre as fábricas da amostra.

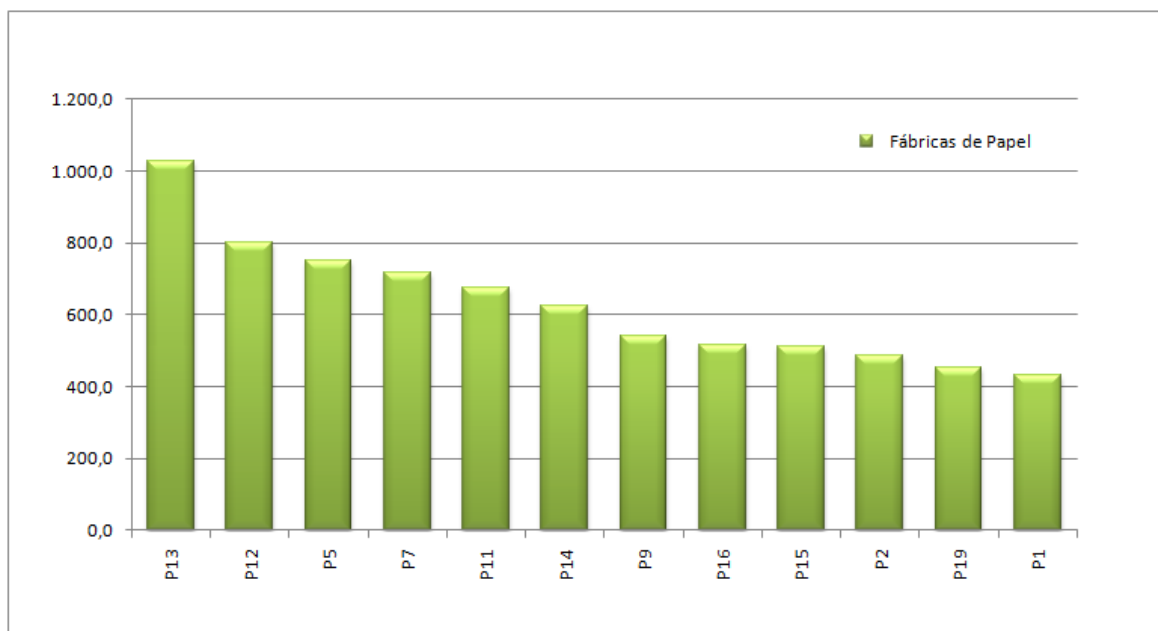


Figura 21 - Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t - 2010

O Consumo Específico de Energia Elétrica nas fábricas exclusivamente de papel variou na faixa de 432,1 a 1.028,2 kWh/t, com média de 628,2 kWh/t (tabela 25).

A eficiência energética das fábricas integradas é maior que os das fábricas de celulose de mercado e de papel que operam em separado. Segundo Celso Foelkel [10], 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. Também a celulose que chega seca à fábrica drena mais fácil e exige menor consumo de energia na fabricação de papel.

Tabela 25 - Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t papel 2010

Fábricas	CEEE
P1	432,1
P2	486,7
P5	751,3
P7	716,0
P9	541,6
P11	676,8
P12	800,6
P13	1.028,2
P14	624,9
P15	512,1
P16	517,3
P19	451,0
Min.	432,1
Máx.	1.028,2
Média	628,2
Mediana	583,2
Média 20%	449,1

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

As fábricas P4, P10, P18 e P20 não têm a informação de consumo separado para a área de papel e as fábricas P3, P6 e P17 não forneceram o dado.

Embora o indicador possa ser calculado tanto para fábricas de papel quanto para 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.

O texto “Um Guia Referencial sobre Ecoeficiência Energética para a Indústria de Papel e Celulose Kraft de Eucalipto no Brasil” [11] apresenta sugestões para aumento da eficiência energética em cada etapa de produção de celulose e papel.

O sistema de vácuo de uma máquina de papel usa cerca de um quarto do total da energia elétrica consumida na fábrica. Bombas e motores respondem por cerca de 40% do consumo total. Assim, em qualquer iniciativa para economia de energia, estes equipamentos devem ser priorizados [26].

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 m³. Águas recicladas internamente à fábrica (água branca, recuperada, etc.) não devem ser incluídas.

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

Os resultados (figura 22) evidenciam a grande diferença no consumo específico de água entre as fábricas exclusivamente de papel da amostra. É pressuposto que os limites legais de “contaminantes” foi ou está sendo atendido; assim, parte da variação decorre das peculiaridades das empresas. Algumas têm mais facilidade de acesso à água e, portanto, menor incentivo para a economia. Outras estão sob pressão socioambiental ou do órgão ambiental e têm colocado maior esforço na redução do consumo. Os valores informados pelas fábricas integradas foram, em geral, mais elevados.

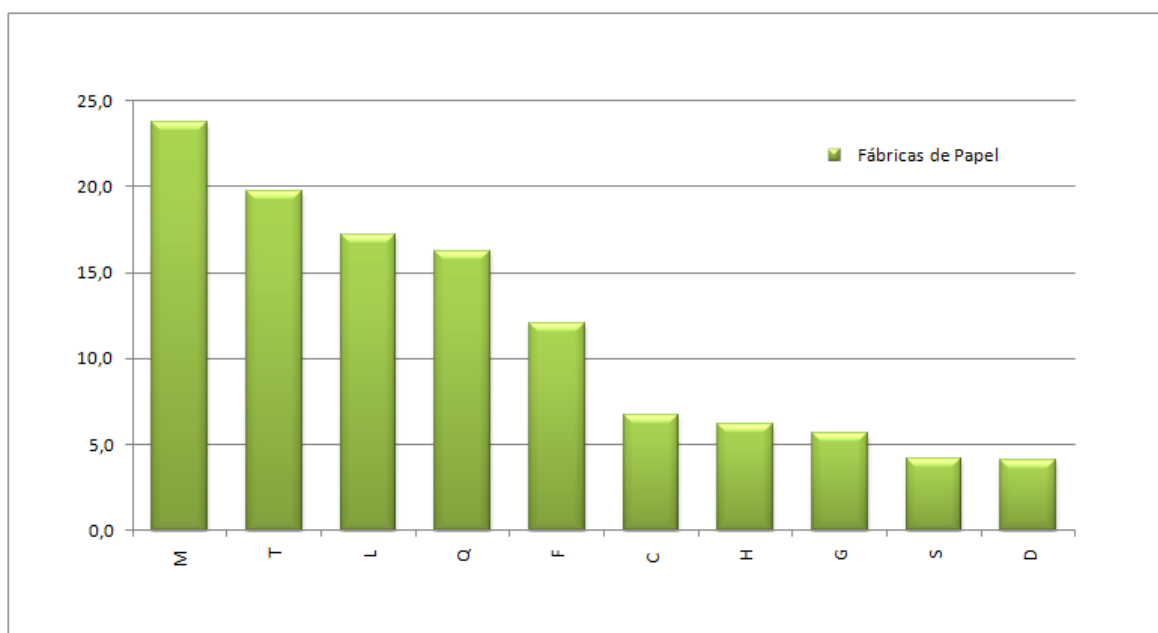


Figura 22 - Consumo Específico de Água, m³/t de papel

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

As fábricas de papel para escrever apresentam os consumos específicos de água mais baixos. Para comparação, os resultados foram agrupados conforme o tipo de produto (tabela 26).

Tabela 26 - Consumo Específico de Água (por tipo de papel), m³/t de papel

Produtos	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
Papel para imprimir (3 fábricas)	6,2	17,2	13,2	16,3	6,2
Papel para embalagem (3 fábricas)	5,6	19,7	12,5	12,0	5,6
Pape para escrever (2 fábricas)	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1
Papel cartão (2 fábricas)	6,7	23,8	15,2	15,2	6,7

Notas: A Média 20% corresponde à média dos 20% melhores resultados.

As fábricas E e N foram excluídas da amostra por apresentarem valores atípicos.

Embora os dados da amostra não permitam comprovação, é esperado [12] que fábricas pequenas tenham um consumo específico de água maior que as grandes. Quanto mais papel reciclado for utilizado para a produção de papel novo, tanto maior será a quantidade de resíduos a descartar [27]. 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 ideias para a redução no consumo de água é o relatório *Reducing water costs in paper and board mills* [28], que pode ser obtido gratuitamente por *download*. Outras boas práticas para redução no consumo de água podem ser encontradas em [10].

Referências externas

O consumo específico de água da Ásia Pulp & Paper's APP, que produz *carton board* é de 12m³/t, apesar do elevado consumo no destintamento, devido ao uso de matérias primas de menor qualidade [29].

Os resultados levantados pelo IPPC [12] também 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 ³ /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

$$\text{Efluente específico} = \frac{\text{Volume de efluentes}}{\text{Papel}}$$

Onde:

Volume de efluentes – quantidade total de efluentes líquidos descartados pelo processo, no período considerado, em m³.

Papel – quantidade de papel 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 é minimizado. Entretanto, as características climáticas regionais podem influenciar os resultados, já que em muitas fábricas não existe uma separação completa das águas de chuva das águas de processo. Uma visão geral das fábricas exclusivamente de papel é mostrada na figura 23. A métrica pode ser analisada em conjunto com a de consumo de água, para avaliar o percentual de “perdas na fábrica”.

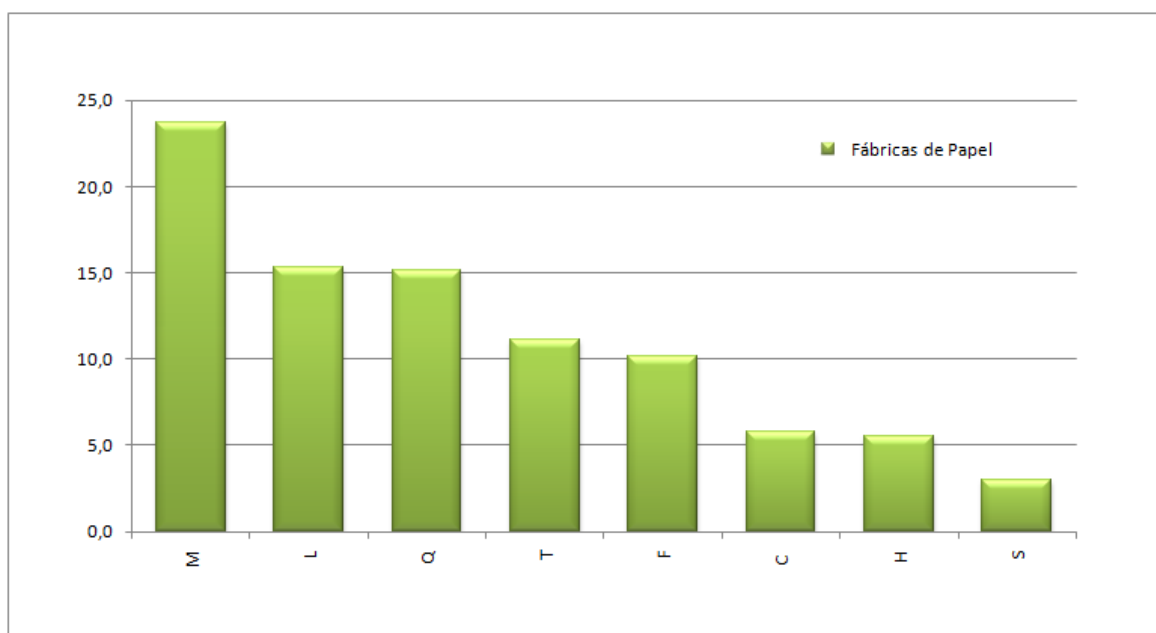


Figura 23 - Volume Específico de Efluentes, m³/t de papel.

Nota: As fábricas E e N informaram que não geram qualquer efluentes líquido.

As fábricas G e D não têm a informação.

O Volume Específico de Efluentes das fábricas de papel variou entre 3,0 e 23,7m³/t, com a média em 11,2m³/t (tabela 27^a).

Tabela 27a - Volume Específico de Efluentes, m³/t de papel

Volume Específico de Efluentes	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
Fábricas Não-Integradas	3,0	23,7	11,2	10,6	3,9

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

Ignorando os resultados de uma fábrica (T) que apresentou um valor muito elevado, a diferença média entre o consumo específico de água e o volume específico de efluentes ficou em 1,1m³/t (tabela 27b). O *Environmental Technology Best Practice Programme* [14] estipula um volume de efluentes geralmente 1,5 a 3,0 m³/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.

Tabela 27b - Consumo Específico de Água e Volume Específico de Efluentes (Papel), m³/t

Fábricas	CEA	VEE	Diferença
C	6,7	5,8	1,0
F	12,0	10,2	1,9
H	6,2	5,5	0,7
L	17,2	15,3	1,9
M	23,8	23,7	0,1
Q	16,3	15,1	1,1
S	4,2	3,0	1,2
T	19,7	11,1	-
Média	13,3	11,2	1,1

Nota: As fábricas E e N informaram que não geram qualquer efluentes líquido.

A fábrica K informou o mesmo valor para o consumo de água e para a geração de efluentes. As fábricas G e D não têm a informação.

Recursos Humanos⁴

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. Neste levantamento foi considerado apenas o pessoal próprio.

⁴ - 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 papelero.

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, 7,5% do tempo trabalhado foram horas extras. Conforme pode ser observado na figura 24, 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.

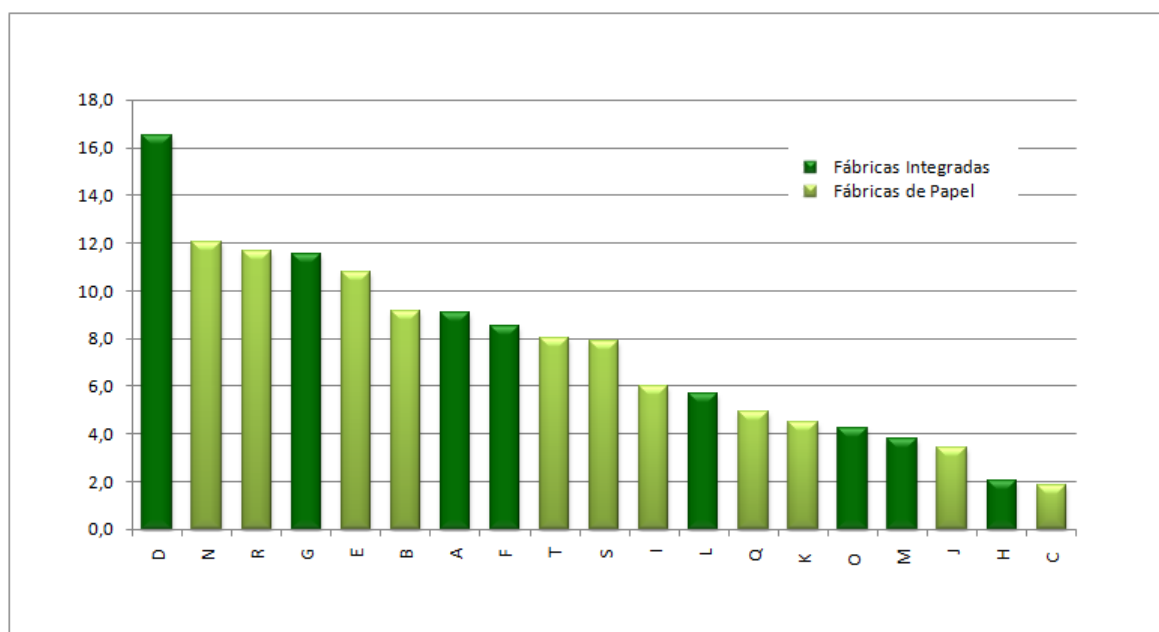


Figura 24 - Índice de Horas Extras em Fábricas de Papel, %

Nota: O resultado da fábrica P é atípico e foi excluído da análise.

Tabela 28 - Índice de Horas Extras em Fábricas de Papel, %

Índice de Horas Extras	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
Fábricas Integradas (7 fábricas)	3,4	11,6	6,9	6,0	3,7
Fábricas Não-Integradas (12 fábricas)	1,8	16,5	7,8	8,0	2,2
Geral	1,8	16,5	7,5	7,9	2,7

Nota: A Média 20% corresponde à média dos 20% melhores resultados. O resultado apresentado pela fábrica P foi excluído da análise, por ser atípico.

A comparação histórica aponta uma elevação no volume de horas extras de 5,5% (2009) para 7,5% (2010).

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% [23]. Por essa razão, muitas organizações, em seus contratos de manutenção terceirizada, penalizam com multas as empresas que extrapolam este valor.

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.

Rotatividade – ROT

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

Onde:

Admitidos – é o número total de empregados admitidos no período.

Desligados – é o número total de empregados desligados (tanto por iniciativa da organização como por iniciativa dos empregados) 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 empregados da empresa no período (média aritmética do número de empregados 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.

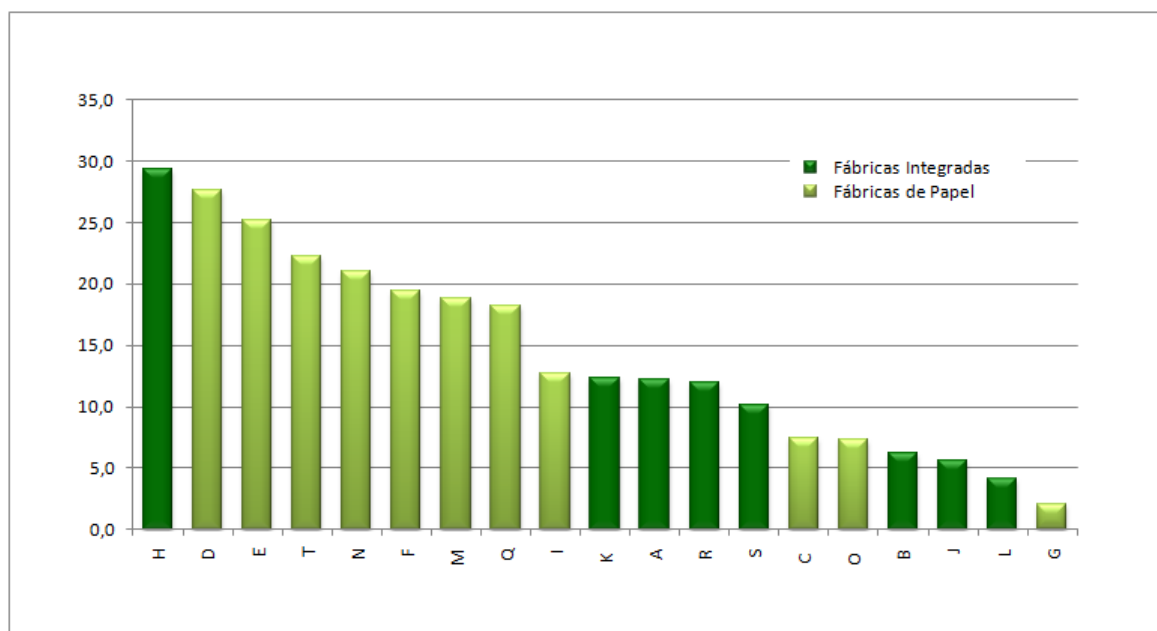


Figura 25 - Rotatividade, %.

Nota: O resultado da fábrica P foi excluído por ser atípico.

A Rotatividade média nas fábricas foi de 14,4%, sendo menor nas fábricas integradas (9,8%). São valores elevados para um setor que exige conhecimentos específicos e têm, portanto, um alto custo de reposição de pessoal (tabela 29).

Tabela 29 - Rotatividade da Equipe, %

Rotatividade	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Média 20%
Fábricas Integradas (7 fábricas)	5,6	12,7	9,8	11,9	5,8
Fábricas Não-Integradas (12 fábricas)	2,0	29,3	17,1	19,1	3,8
Geral	2,0	29,3	14,4	12,3	4,4

Notas: A Média 20% corresponde à média dos 20% melhores resultados.

O resultado da fábrica P foi excluído por ser atípico.

Referência externa

Levantamento feito [22] com 5 empresas de celulose e papel instaladas no Paraná mostrou um rotatividade média de 16,1% e resultados na faixa de 6,3 a 37,9% em 2009.

Grau de Terceirização – Gter

É o percentual de profissionais terceirizados existente na força de trabalho da organização. O valor mais adequado depende da estratégia da organização, mas a comparação com outras empresas serve de balizamento.

Grau de Terceirização

$$GTER = \frac{\text{Contratados permanentes}}{\text{Efetivo próprio} + \text{Contratados permanentes}} \times 100$$

Onde:

Contratados permanentes – é o número de empregados vinculados às empresas prestadoras de serviços para a execução de atividades de caráter permanente nas instalações da organização, no momento considerado.

Nota: Não inclui pessoal de contratos eventuais.

Efetivo próprio – é o número total de empregados, no momento considerado.

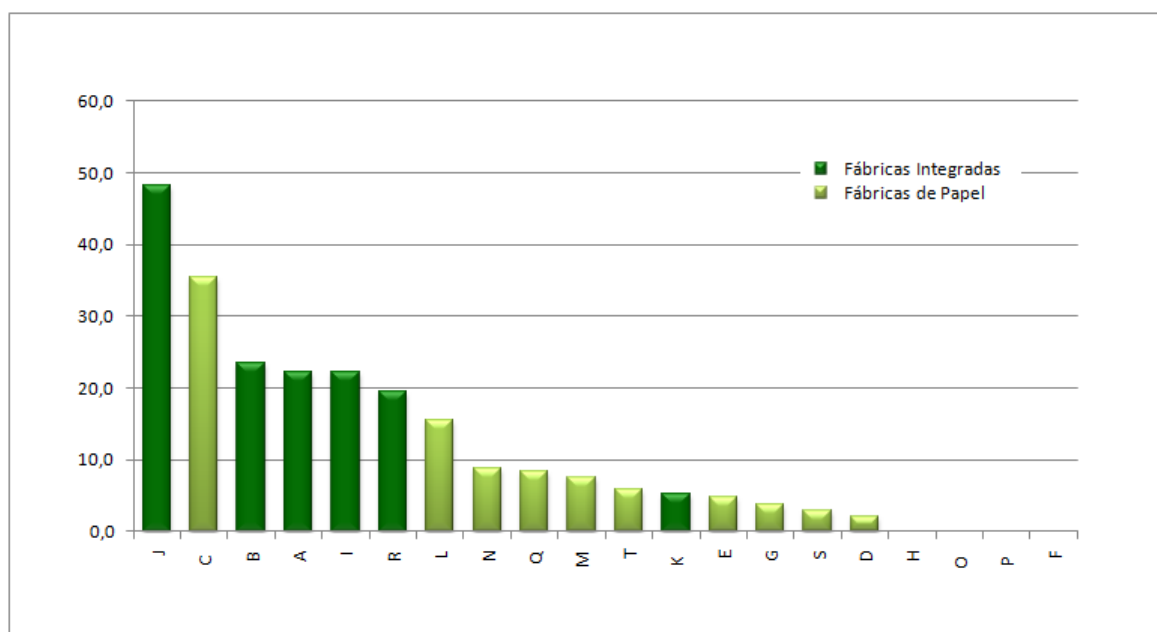


Figura 26 - Grau de Terceirização, %.

Nota: As fábricas H, O, P e F informaram não ter empregados terceirizados.

Os resultados do levantamento (figura 26) permitem concluir que a terceirização, como opção estratégica, varia bastante nas empresas da amostra. Na média (final de 2010), 11,8% das equipes permanentes eram de empregados de empresas prestadoras de serviços (tabela 30). Quatro fábricas informaram não ter qualquer empregado terceirizado em suas equipes.

Tabela 30 - Grau de Terceirização, %

Fábricas	Mínimo	Máximo	Média	Mediana
Fábricas Integradas (8 fábricas)	0,0	48,2	17,6	20,9
Fábricas Não-Integradas (12 fábricas)	0,0	35,3	7,9	5,3
Geral	0,0	48,2	11,8	6,7

Mais do que redução de custo, a terceirização tem por objetivo trazer agilidade, flexibilidade e competitividade às empresas, sendo portanto uma decisão estratégica. Deste modo, o indicador Grau de Terceirização permite avaliar o cumprimento da Política de Terceirização adotada pela organização. Para uma análise mais profunda, o indicador pode ser calculado separadamente para atividades específicas, como: manutenção, informática, tele-atendimento, etc.

Referências externas

Sondagem da Confederação Nacional da Indústria (CNI) mostra que mais da metade (54%) das empresas industriais brasileiras utiliza ou utilizou nos últimos três anos, serviços terceirizados. A pesquisa indica que 91% das empresas que terceirizam consideram a alternativa importante para reduzir custos. Esta redução está associada à melhoria da qualidade, que é buscada por 86% das contratantes, e à atualização tecnológica, importante para 75% das consultadas. A pesquisa foi respondida por 1.443 empresas, sendo 798 pequenas, 433 médias e 212 grandes, entre setembro e outubro de 2008 [30].

A Fíbria, empresa que se destaca pela agressiva política de terceirização, apresentou um Grau de Terceirização de 67,3% em 2009 [31].

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_p

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

$$E_p = \frac{\text{Produção bruta}}{\text{Produção de referência}} \times 100 = \frac{\sum P_{\text{bruta}}}{\sum (PR \times t_p)} \times 100$$

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, no período considerado. A Produção de Referência é diferente para cada item do mix de produtos. Assim:

$$PR [t/h] = 0,00006 \times L \times Grm \times V$$

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/m²;

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].

$\sum (PR \times tp)$ – Somatória do produto das produções de referência de cada um dos papéis produzidos pelos respectivos tempos (em horas) de produção, no período considerado.

Eficiência de Máquina - E_m

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

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

Onde:

Eficiência de Tempo – é o percentual de tempo de produção (tp), em relação ao tempo disponível para produção.

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).

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

$$\eta = \frac{P_{acab} + (E_{semiacabado\ final} - E_{semiacabado\ inicial})}{P_{bruta\ na\ enroladeira}} \times 100$$

Onde:

P_{acab} – produção de papel acabado entregue na expedição no período, em toneladas.

E_{semiacabado 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_{glob}

A eficiência global mede o desempenho completo da Linha (cujas cabeças são as máquinas), levando em conta todos os aspectos que a influenciam. Valores maiores indicam resultados melhores.

Eficiência Global

$$E_{glob} = \frac{Do \times N \times Et \times Ep}{1.000.000}$$

Onde:

Do – disponibilidade operacional, em percentual.

N – rendimento, em percentual.

Et – eficiência de tempo, em percentual.

Ep – eficiência de produção, em percentual.

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.

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:

Pbruta – 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 à 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.

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.

Número de Quebras

$$\text{NQuebras} = \frac{\text{número de quebras no período}}{\text{número de dias no período}}$$

Onde:

Número de quebras no período – número de quebras de papel (*breaks*) ocorrido na máquina, no período considerado.

Número de dias no período – número total de dias em produção, no período considerado.

Tempo Médio de Recuperação após Quebra

É o tempo médio entre a interrupção da folha na enroladeira (após quebra) e o momento em que a operação abre a folha e volta a enrolar, no período considerado. A métrica é útil para medir a eficácia da operação de abrir a folha e voltar a enrolar. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Tempo Médio de Recuperação Após Quebra

$$TRQ = \frac{\sum \text{Tempo de interrupção por quebra}}{\text{Número de quebras}}$$

Onde:

\sum Tempo de interrupção por quebra – soma dos tempos após quebra da folha, e o momento que a operação abre a folha e volta a enrolar (tempo de passagem de ponta), em minutos, no período considerado.

Número de quebras – número de quebras de papel (*breaks*) ocorrido na máquina, no período considerado.

O diagrama 1 apresenta a relação entre os Indicadores e o diagrama 2 mostra os diversos tempos considerados nos cálculos.

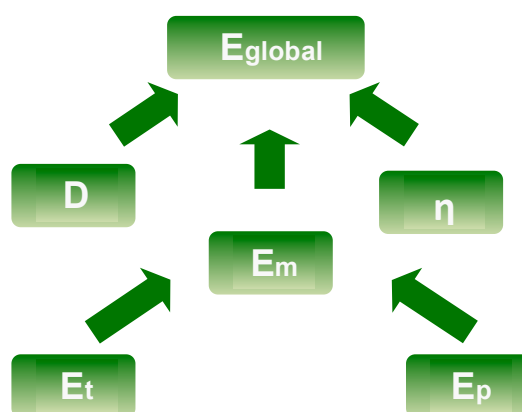


Diagrama 1 - Relação entre os Indicadores ABTCP para Máquinas de Papel.

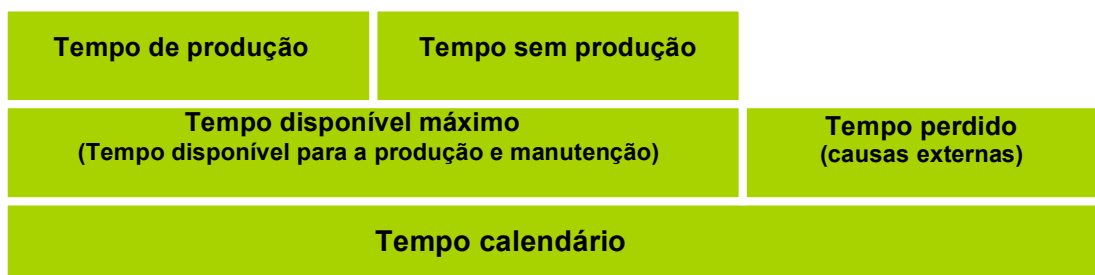


Diagrama 2 – Quadro de Referência.

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 18 máquinas, com capacidades de projeto variando entre 53 e 853 t/dia. Onze máquinas são do tipo "Mesa Plana", uma "Crescent former" e cinco de outro tipo. Quinze produzem papel tipo *offset* e as demais Couché e Monolúcido de primeira. A menor largura de enroladeira da amostra é 2,15 m e a maior 7,90 m. Dezesesseis máquinas partiram antes de 1986. A mais antiga entrou em operação em 1953. As velocidades aplicadas na produção vão de 130 m/min numa máquina a 1.330 m/min em outra. A gramatura dos papéis produzidos variou de 56 a 180 g/m² nas máquinas de *offset* e de 115 a 120 g/m² nas máquinas de couché. A única máquina de monolúcido de primeira produz com gramatura de 18 g/m². As máquinas que produzem couché e monolúcido apresentaram produção específica consideravelmente menor (2,6 t/h/m) que as máquinas que fazem *offset* (3,8 t/h/m), justificando a análise em separado (tabelas 31a e 31b).

A comparação entre os resultados médios das 10 máquinas de *offset* que participaram do levantamento anterior (tabelas 32a e 32b) mostra que o desempenho melhorou na maioria dos indicadores.

Disponibilidade Operacional

As máquinas analisadas mostraram Disponibilidade Operacional na faixa de 96,4% a 100,00%. Sete máquinas conseguiram 100%, levando a média dos 20% melhores resultados da amostra para esse valor.

Na comparação com 2009 houve uma melhora, com a média da disponibilidade das máquinas de *offset* subindo de 98,6% para 99,1%.

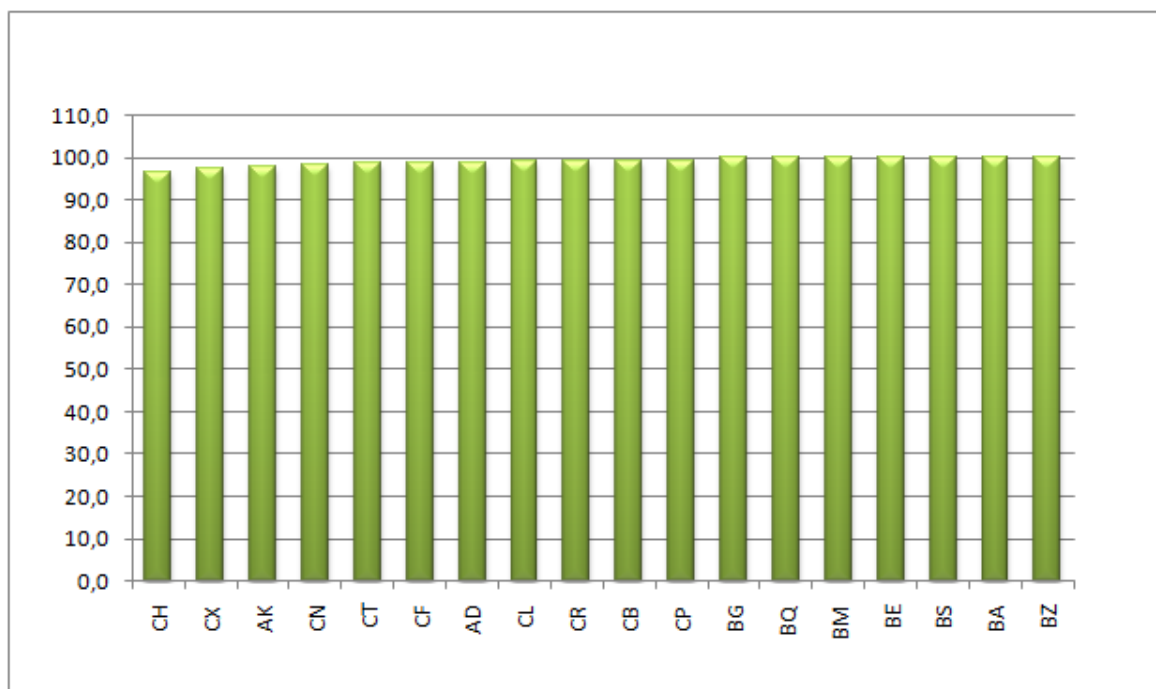


Figura 27 - Disponibilidade Operacional - 2010 (Papel de Imprimir), %

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

Eficiência de tempo

Apenas 2 máquinas (CP e AD) apresentaram Eficiência de Tempo inferior a 92,0%, enquanto as demais máquinas da amostra apresentaram resultados na faixa de 92,1 a 96,9%. As máquinas de *offset* apresentaram resultados de Eficiência de Tempo variando entre 86,5% e 96,9%, com a média em 93,9% e a média dos 20% melhores resultados em 96,5%. Na comparação das máquinas de *offset* que participaram dos estudos de 2009 e 2010, percebe-se um aumento na Eficiência de Tempo, que subiu de 90,1% para 93,9% (tabela 32a).

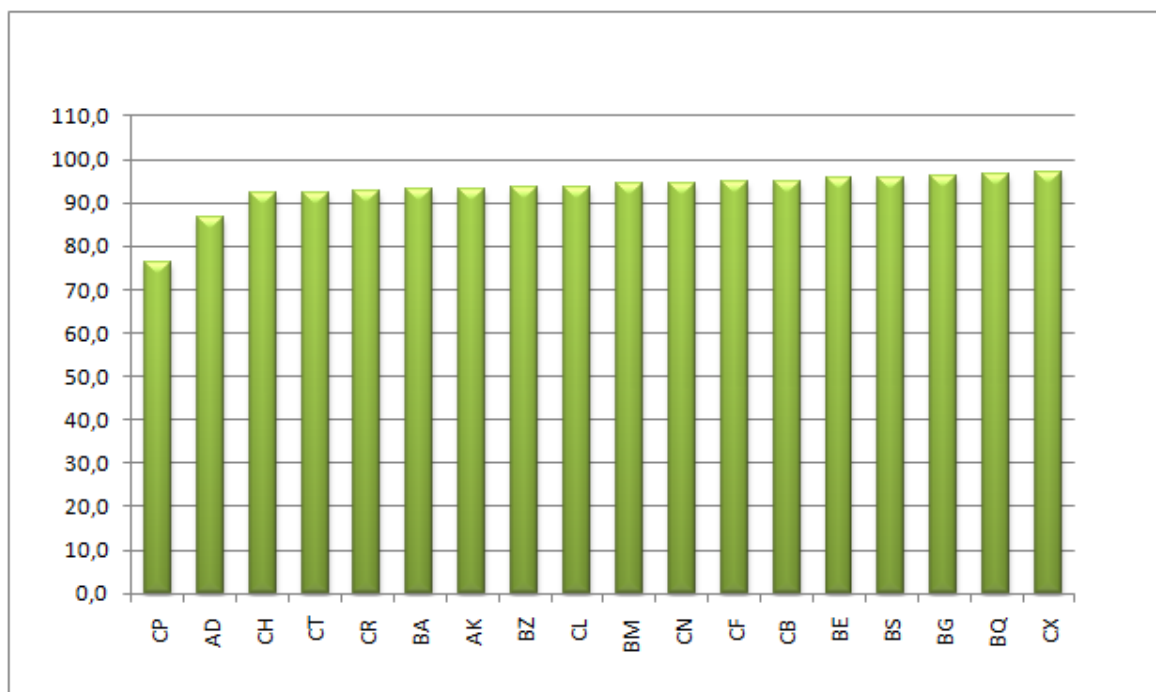


Figura 28 - Eficiência de tempo - 2010 (Papel de Imprimir), %

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

Eficiência de Produção

Oito máquinas de *offset* conseguiram Eficiência de Produção próxima de 100%. Os resultados de duas máquinas de papel offset (AD e CL), com Eficiência de Produção superior a 100,0% (tabela 31a), podem ser reflexo de alguma mudança em relação à situação usada para estabelecer a Produção de Referência das máquinas. A Eficiência de Produção média das máquinas de *offset* foi de 98,2%, o mesmo valor obtido em 2009.

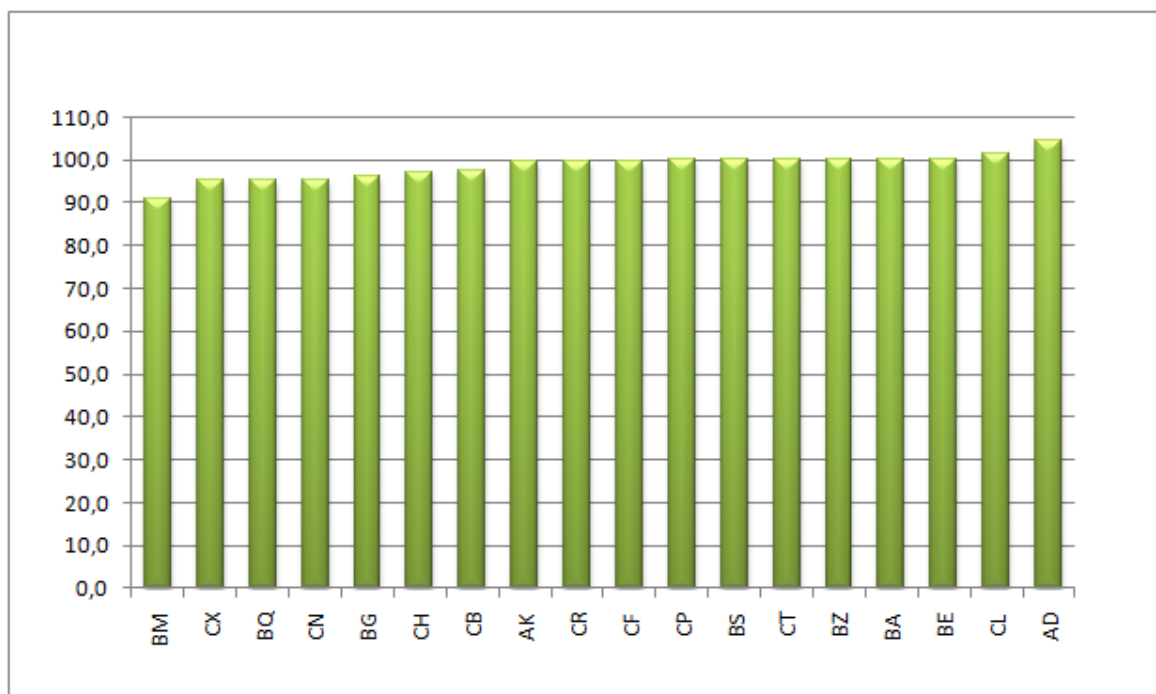


Figura 29 - Eficiência de Produção - 2010 (Papel de Imprimir), %

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

Eficiência de Máquina

O indicador Eficiência de Máquina, com valores entre 85,7% e 95,8% 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 2009 e 2010 mostra um progresso significativo, com os valores crescendo de 88,4% para 92,2%.

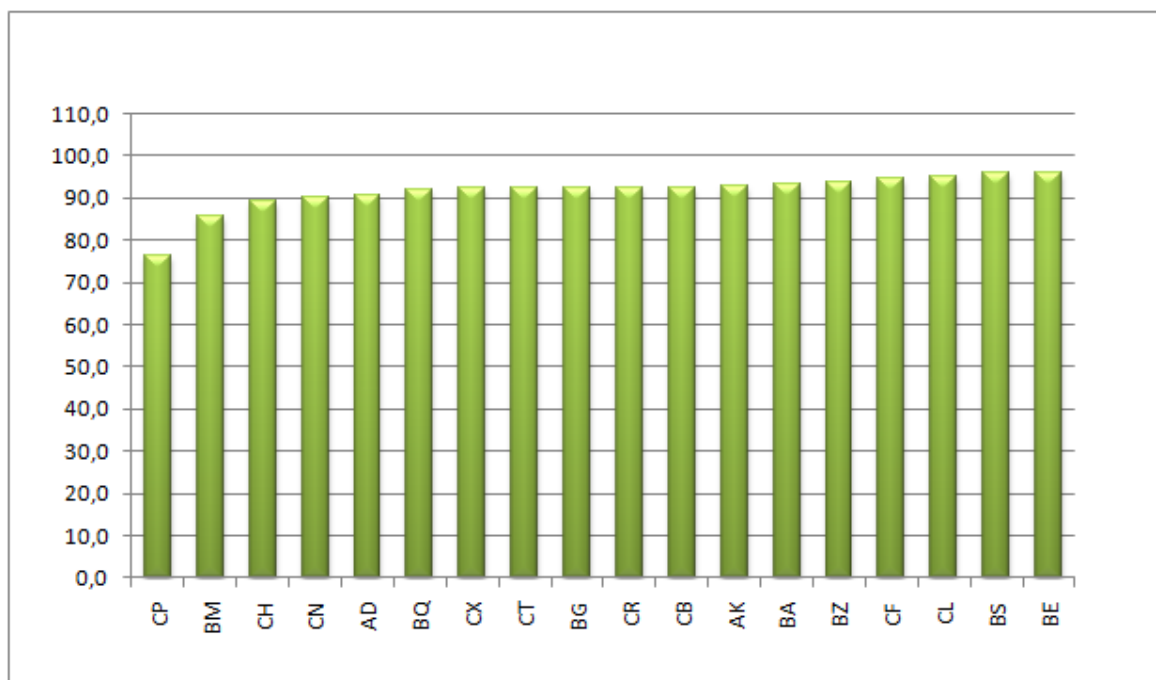


Figura 30 - Eficiência de Máquina - 2010 (Papel de Imprimir), %

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

Rendimento

Os sistemas avaliados mostraram rendimentos oscilando entre 85,2% e 96,4%, com a média da amostra de *offset* em 92,6%. Como referência para *benchmarking*, recomendamos assumir 94,5%, valor correspondente à média dos 20% melhores resultados.

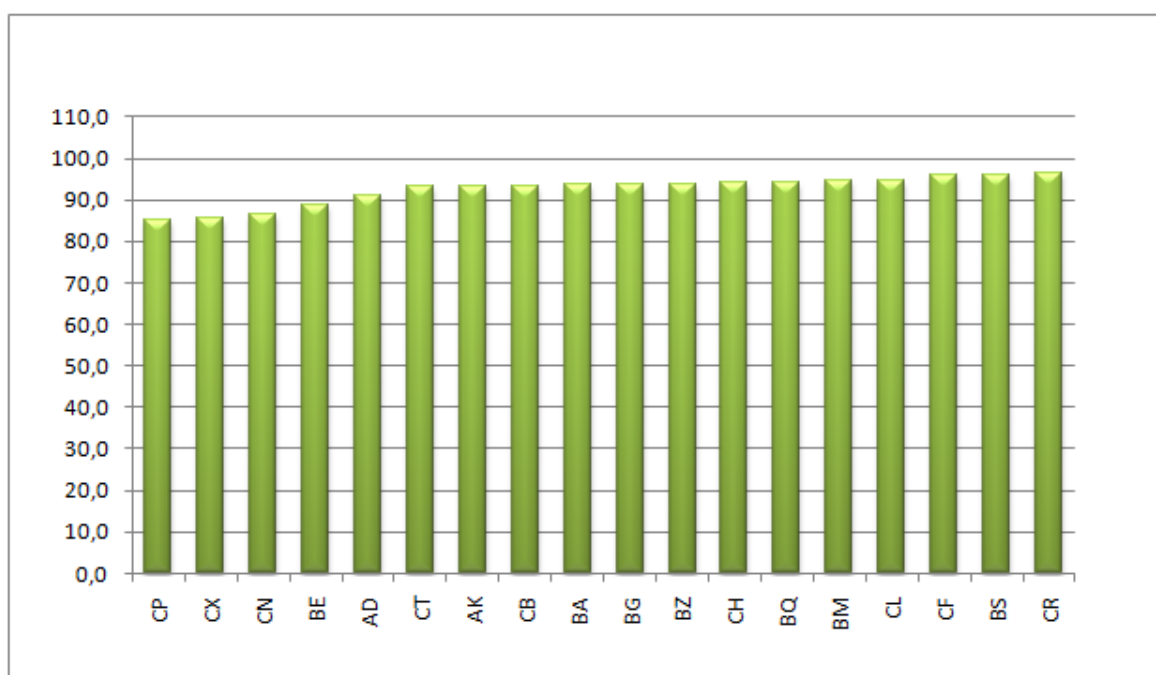


Figura 31 - Rendimento - 2010 (Papel de Imprimir), %

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché 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 84,7%, com o melhor resultado alcançando 92,1%.

Assim, podemos dividir as máquinas de offset da amostra em 3 grupos de desempenho:

	Eficiência Global
Grupo A (20% com melhor desempenho)	acima de 88,2%
Grupo B (50% com desempenho intermediário)	81,5 a 88,2%
Grupo C (30% com menor desempenho)	abaixo de 81,5%

A máquina com maior eficiência global (BS) 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.

No grupo de máquinas de couché e monolúcido, a Eficiência Global média do grupo foi de apenas 79,60% (tabela 31b).

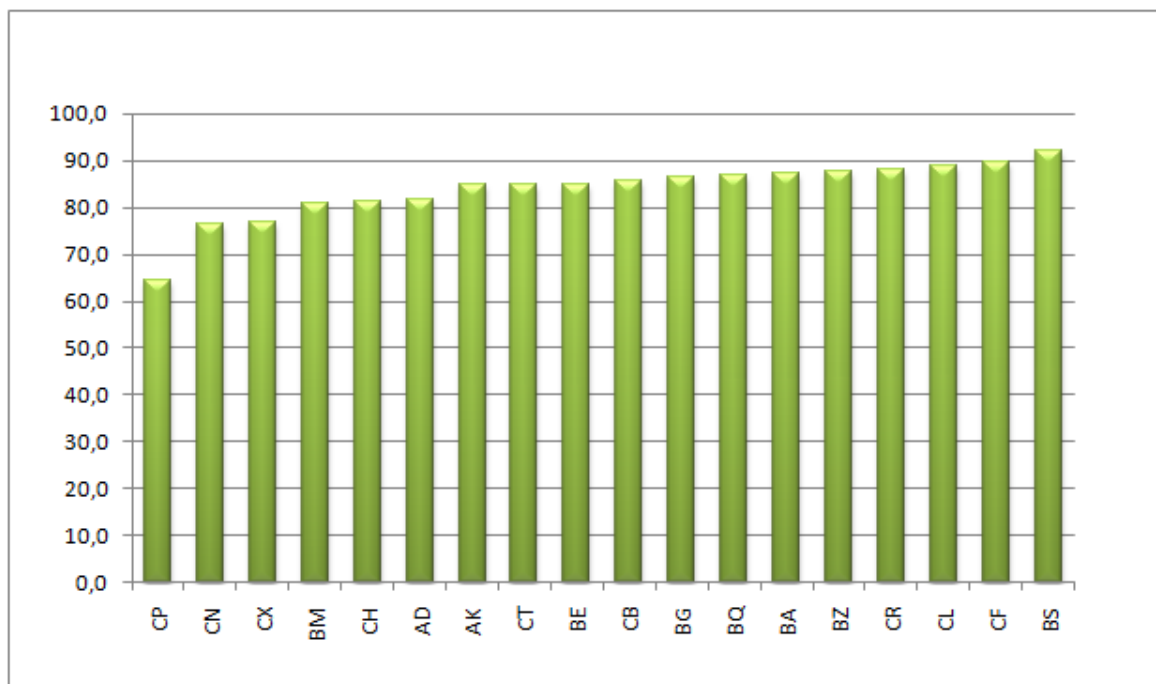


Figura 32 - Eficiência Global - 2010 (Papel de Imprimir), %

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

Na comparação dos resultados dos levantamentos de 2009 e 2010, a Eficiência Global média das máquinas de offset cresceu de 82,3% para 84,7% (tabela 32a).

Produção Específica

Apesar da grande variação na Produção Específica das máquinas de *offset*, que oscilaram entre 1,3 e 6,0 t/h/m, com a média ficando em 3,8 t/h/m, chama a atenção o resultado de apenas 1,3 t/h/m obtido pela máquina CX, justamente a máquina que produz papel de maior gramatura (180g/m²). A única máquina que produz papel monolúcido (AK) apresentou uma Produção Específica de apenas 0,8 t/h/m, mostrando o possível efeito da gramatura neste indicador.

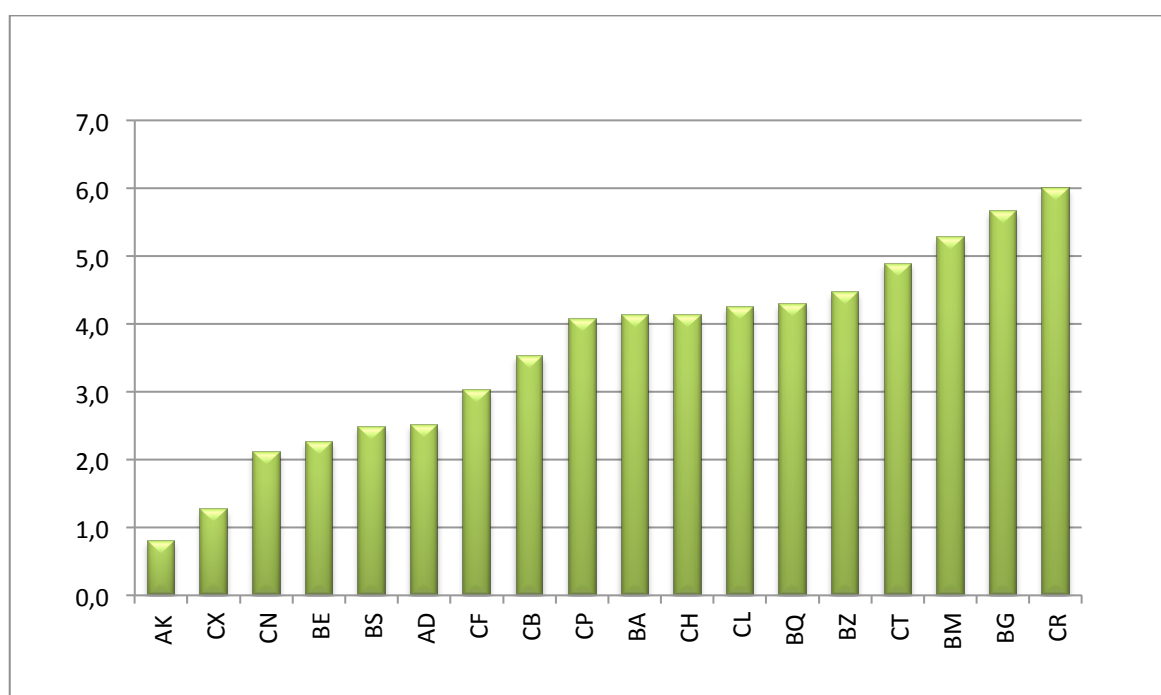


Figura 33 - Produção Específica - 2010 (Papel de Imprimir), t/h/m

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché 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/m², 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 em 2005 [32].

Disponibilidade

A Disponibilidade variou de 94,6% a 99,2%, com a média das máquinas de offset em 97,8%. A média dos 20% melhores resultados, de 99,1%, serve de referência e aponta oportunidade de melhoria para algumas das empresas.

Na comparação das 10 máquinas de offset que participaram dos levantamentos de 2009 e 2010 percebe-se crescimento na Disponibilidade, que variou de 96,4% para 98,0% (tabela 32a).

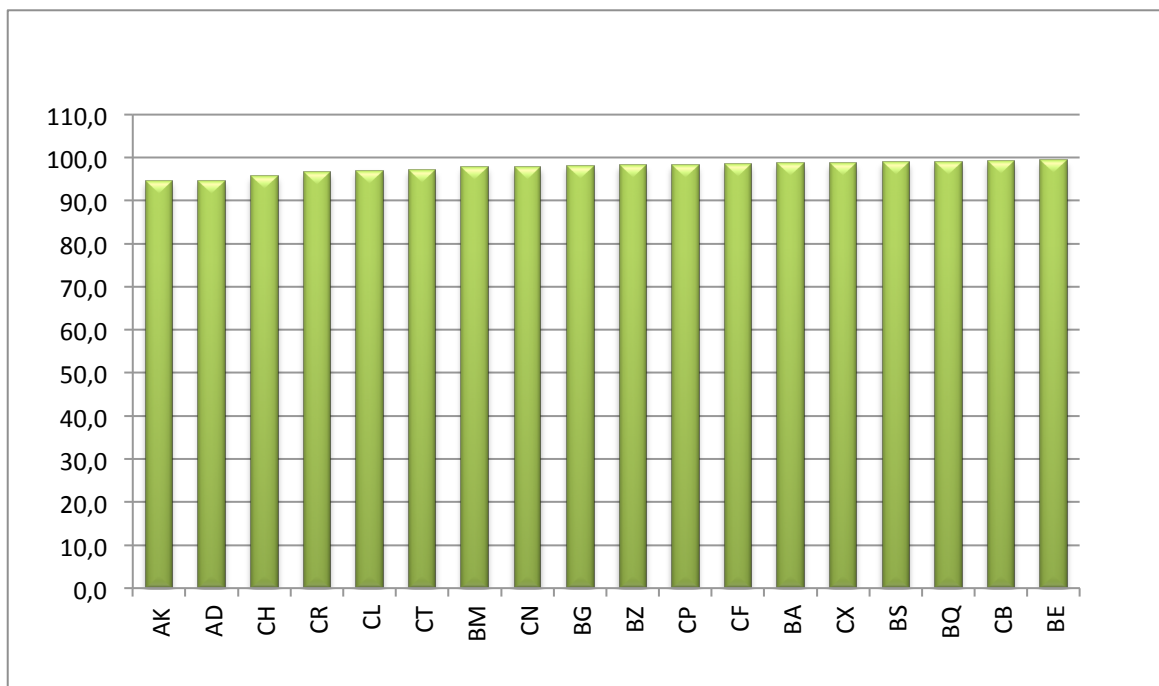


Figura 34 - Disponibilidade - 2010 (Papel de Imprimir), %

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

Número de Quebras

O número de quebras variou entre 0,26 e 3,23 por dia nas máquinas de *offset*, com a média ficando em 1,69 quebras por dia, valor 35,5% melhor que o obtido em 2009 (2,62 quebras por dia). A média dos 20% melhores resultados foi de 0,52 quebras por dia. A média das máquinas de couché fora da máquina e monolúcido foi de 2,03 quebras por dia, mas os números variam bastante (tabela 31b).

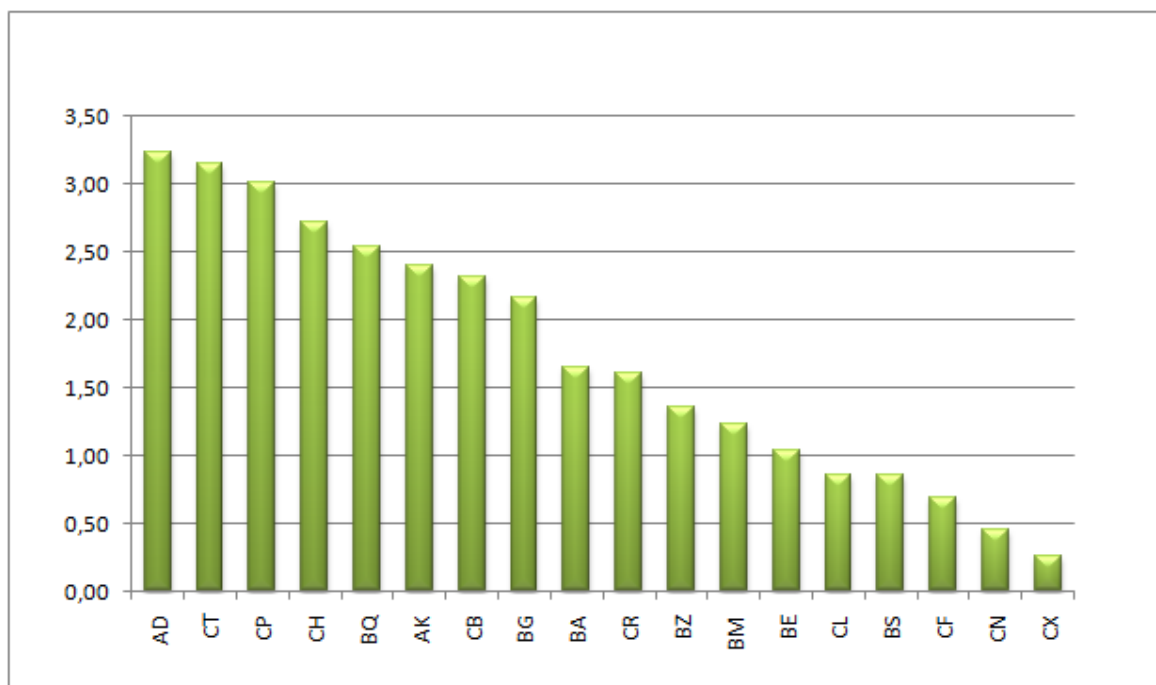


Figura 35 - Número de Quebras por dia – 2010 (Papel de Imprimir), quebras por dia

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

Referências externas

A máquina LNP com prensa de sapata de 5,7 m de trim, produzindo papel de 161g/m² na velocidade de 500m/min, apresentou 0,3 quebras/dia, com tempo médio de quebra de 14 minutos [33].

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 [34].

Tempo Médio de Recuperação após Quebra

O Tempo Médio de Recuperação após Quebra variou entre 0,2 e 22,8 minutos por quebra nas máquinas de *offset*, com a média ficando em 10,1 minutos por quebra (tabela 31a). Os resultados das máquinas de couché e monolúcido estão na tabela 31b. A elevada variação nos resultados recomenda algum cuidado no uso dos números.

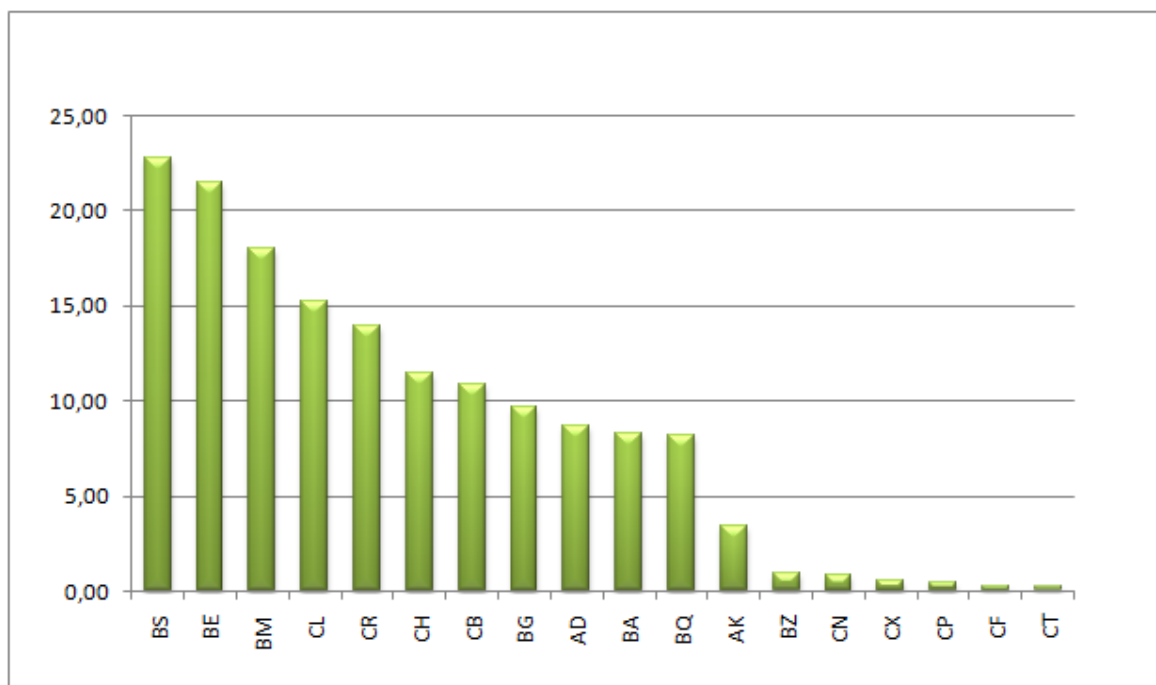


Figura 36 - Tempo Médio de Recuperação Após Quebra – 2010 (Papel de Imprimir), minutos/quebra

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira, enquanto as CF e CP produzem couché e as demais *offset*.

O intervalo de tempo normalmente chamado “papel a papel” se refere ao tempo transcorrido desde o instante da quebra até o restabelecimento da produção. Este tempo varia com o arranjo da máquina (uma ou duas telas secadoras, por exemplo) e em função do tipo de papel. Algum ganho no tempo improdutivo devido às quebras pode ser conseguido com investimento no sistema de passagem de ponta.

Comparações entre os tempos médios de recuperação após quebra e a idade das máquinas ou as datas de suas reformas não indicou qualquer relação.

Resumo

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

Tabela 31a - Papel de Imprimir (Offset) - 2010

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
AD	98,9	86,5	104,6	90,5	91,0	81,5	2,5	94,6	3,23	8,7
BA	100,0	93,2	100,0	93,2	93,5	87,2	4,1	98,7	1,65	8,2
BE	100,0	95,8	100,0	95,8	88,5	84,8	2,3	99,2	1,03	21,5
BG	100,0	96,0	96,2	92,4	93,6	86,4	5,7	98,1	2,16	9,7
BM	100,0	94,4	90,8	85,7	94,5	81,0	5,3	97,7	1,23	18,0
BQ	100,0	96,5	95,3	92,0	94,3	86,7	4,3	99,0	2,53	8,2
BS	100,0	95,8	100,0	95,8	96,2	92,1	2,5	98,9	0,85	22,8
BZ	100,0	93,5	100,0	93,5	93,9	87,8	4,5	98,2	1,36	0,9
CB	99,1	95,0	97,3	92,5	93,4	85,6	3,5	99,2	2,31	10,8
CH	96,4	92,1	97,0	89,4	94,0	81,1	4,1	95,6	2,71	11,5
CL	99,0	93,7	101,4	94,9	94,8	89,0	4,3	97,0	0,85	15,3
CN	98,3	94,6	95,3	90,1	86,3	76,5	2,1	97,8	0,45	0,9
CR	99,0	92,6	99,8	92,4	96,4	88,2	6,0	96,6	1,61	13,9
CT	98,6	92,4	100,0	92,4	93,1	84,8	4,9	97,1	3,14	0,2
CX	97,5	96,9	95,2	92,3	85,6	77,0	1,3	98,7	0,26	0,6
Mínimo	96,4	86,5	90,8	85,7	85,6	76,5	1,3	94,6	0,26	0,2
Máximo	100,0	96,9	104,6	95,8	96,4	92,1	6,0	99,2	3,23	22,8
Média	99,1	93,9	98,2	92,2	92,6	84,7	3,8	97,8	1,69	10,1
Mediana	99,1	94,4	99,8	92,4	93,6	85,6	4,1	98,1	1,61	9,7
Média 20%	100,0	96,5	102,0	95,5	94,5	89,8	5,6	99,1	0,52	0,6

Notas: A Média 20% corresponde à média dos 20% melhores resultados.

Os melhores resultados de cada indicador estão destacados em negrito.

Tabela 31b - Papel de Imprimir (Couché e monolúcido) - 2010

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
CF	98,6	94,8	99,8	94,7	95,9	89,6	3,0	98,5	0,68	0,3
CP	99,3	76,2	99,9	76,2	85,2	64,5	4,1	98,2	3,01	0,4
AK	97,8	93,2	99,7	92,9	93,3	84,8	0,8	94,6	2,39	3,4
Média	98,6	88,1	99,8	87,9	91,5	79,6	2,6	97,1	2,03	1,4

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira e as CF e CP produzem couché.

Os melhores resultados de cada indicador estão destacados em negrito.

Histórico

As tabelas 32a e 32b apresentam os resultados das máquinas que participaram também dos estudos anteriores, permitindo que se possa acompanhar a evolução ao longo do tempo.

Tabela 32a - Papel de Imprimir (offset) – Comparação histórica

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
AD	2010	98,9	86,5	104,6	90,5	91,0	81,5	2,5	94,6	3,23	8,7
	2009	98,8	79,4	98,2	77,9	90,3	69,5	2,3	92,8	4,61	
BA	2010	100,0	93,2	100,0	93,2	93,5	87,2	4,1	98,7	1,65	8,2
	2009	100,0	89,3	100,3	89,5	97,6	87,4	4,4	94,1	1,26	
	2008	100,0	95,7	92,4	88,4	93,3	82,5	4,0	97,1	1,01	
BE	2010	100,0	95,8	100,0	95,8	88,5	84,8	2,3	99,2	1,03	21,5
	2009	100,0	88,2	100,3	88,4	97,5	86,2	2,4	95,9	0,97	
	2008	100,0	97,1	75,5	73,3	93,3	68,4	2,1	97,6	0,39	
BG	2010	100,0	96,0	96,2	92,4	93,6	86,4	5,7	98,1	2,16	9,7
	2009	100,0	94,6	99,1	93,7	97,2	91,1	5,5	99,1	2,65	
	2008	99,8	94,9	98,5	93,5	94,8	88,4	5,4	97,8	2,60	
BQ	2010	100,0	96,5	95,3	92,0	94,3	86,7	4,3	99,0	2,53	8,2
	2009	100,0	95,6	96,1	91,9	96,8	88,9	4,2	99,7	3,09	
	2008	99,9	95,0	95,6	90,8	94,8	86,0	4,2	97,8	2,77	
BS	2010	100,0	95,8	100,0	95,8	96,2	92,1	2,5	98,9	0,85	22,8
	2009	100,0	87,4	100,1	87,5	97,6	85,5	2,7	96,5	0,87	
	2008	100,0	98,0	91,6	89,7	93,3	83,8	2,5	98,6	0,44	
BZ	2010	100,0	93,5	100,0	93,5	93,9	87,8	4,5	98,2	1,36	0,9
	2009	100,0	84,8	100,3	85,1	97,6	83,1	4,8	93,0	2,11	
	2008	100,0	95,3	90,8	86,6	93,3	80,8	4,4	96,9	1,21	
CB	2010	99,1	95,0	97,3	92,5	93,4	85,6	3,5	99,2	2,31	10,8
	2009	99,4	93,8	97,9	91,9	93,4	85,3	3,5	98,2	3,11	
	2008	98,9	93,9	100,0	94,0	92,9	86,4	3,6	99,1	2,35	
CH	2010	96,4	92,1	97,0	89,4	94,0	81,1	4,1	95,6	2,71	11,5
	2009	96,1	92,4	95,3	88,0	94,0	79,5	4,1	96,6	2,30	
	2008	98,5	92,9	93,3	86,7	92,6	79,1	4,1	97,9	2,62	
CT	2010	98,6	92,4	100,0	92,4	93,1	84,8	4,9	97,1	3,14	0,2
	2009	99,2	92,7	99,6	92,3	91,2	83,6	4,9	98,3	2,85	
	2008	98,7	92,1	100,0	92,1	91,6	83,2	4,9	99,1	2,96	
Média	2010	99,3	93,7	99,0	92,7	93,1	85,8	3,8	97,9	2,10	10,3
	2009	99,3	89,8	98,7	88,6	95,3	84,0	3,9	96,4	2,38	
	2008	99,5	95,0	93,1	88,3	93,3	82,1	3,9	98,0	1,82	

Tabela 32b - Papel de Imprimir (Couché e monolúcido) – Comparação histórica

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
AK	2010	97,8	93,2	99,7	92,9	93,3	84,8	0,8	94,6	2,39	3,4
	2009	97,6	95,2	98,0	93,3	92,5	84,2	0,8	96,4	6,00	
	2008	98,6	94,0	97,8	91,9	92,1	83,4	0,8	94,9	6,40	
CF	2010	98,6	94,8	99,8	94,7	95,9	89,6	3,0	98,5	0,68	0,3
	2009	87,9	98,3	100,0	98,3	93,0	80,4	3,0	98,9	0,65	
	2008	98,1	96,9	99,5	96,4	93,5	88,4	3,1	99,0	0,67	
CP	2010	99,3	76,2	99,9	76,2	85,2	64,5	4,1	98,2	3,01	0,4
	2009	91,9	76,6	99,8	76,5	88,8	62,4	4,0	98,8	3,64	
Média	2010	98,6	88,1	99,8	87,9	91,5	79,6	2,6	97,1	2,03	1,4
	2009	92,5	90,0	99,3	89,4	91,4	75,7	2,6	98,1	3,43	
	2008	98,3	95,5	98,6	94,2	92,8	85,9	1,9	97,0	3,54	

Nota: A máquina AK produz monolúcido de primeira e as CF e CP produzem couché.

Papel para Embalagem

A amostra tem 16 máquinas que produzem papéis para embalagem, com capacidades de projeto entre 58 e 31.200 t/dia. As velocidades usadas na produção variam de 90 m/min a 900 m/min. As gramaturas da amostra ficaram entre 35 g/m² e 200 g/m². A menor largura de enroladeira da amostra é 2,1 m e a maior, 4,55 m. A mais antiga partiu em 1947 e 6 sofreram reforma em 2008 ou posteriormente. Uma máquina é do tipo “forma redonda” e as demais tipo “mesa plana”.

Não foi possível obter a produção de referência de uma máquina (PR), prejudicando o cálculo de alguns indicadores.

A comparação entre os resultados médios das 13 máquinas que participaram dos últimos levantamentos (tabela 34) mostra que o desempenho melhorou na maioria dos indicadores.

Disponibilidade Operacional

Ignorando o resultado de uma máquina (NK), que apresentou valor anormalmente baixo (89,5%), as máquinas analisadas operaram, de modo geral, com nível elevado de Disponibilidade Operacional (95,2% a 100,0%). Três máquinas conseguiram Disponibilidade Operacional de 100,0%, mostrando que os efeitos do ambiente externo não foram significativos nas máquinas da amostra.

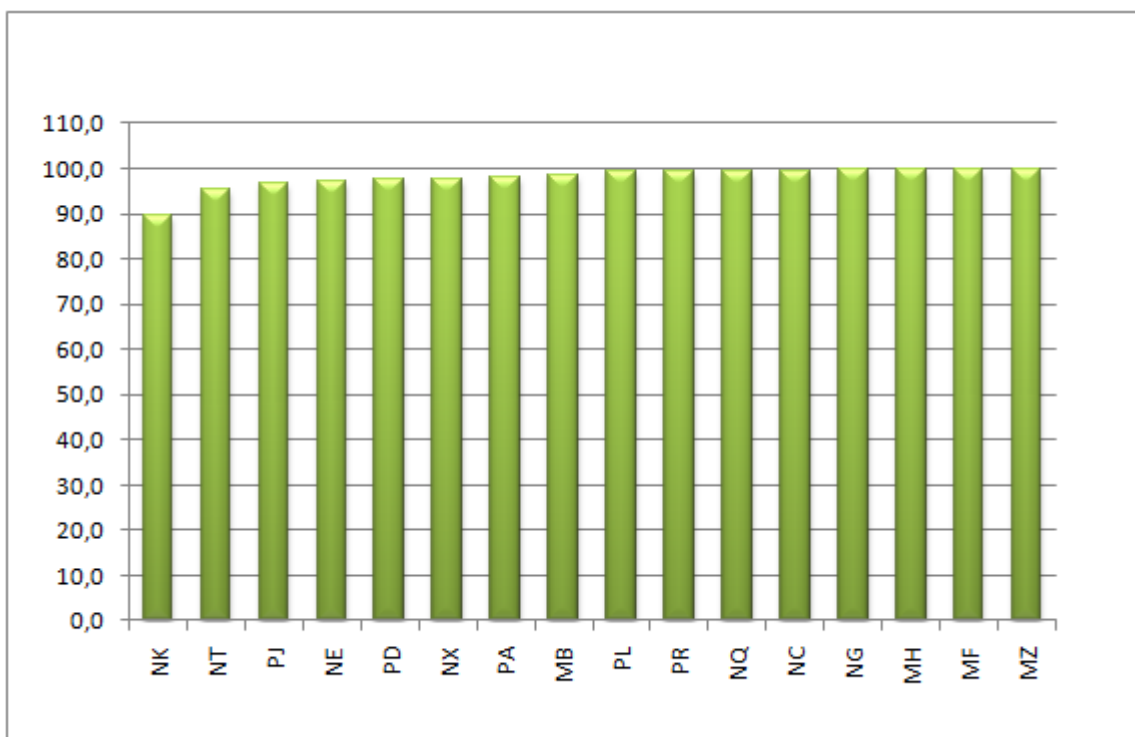


Figura 37 - Disponibilidade Operacional – 2010 (Papel para Embalagem), %

Eficiência de tempo

Ignorando a máquina NK, que apresentou um resultado atípico (80,6%), a Eficiência de Tempo das máquinas da amostra variou entre 86,7% a 97,8%. A média da amostra ficou em 92,1%. Este valor é baixo, comparativamente à média dos 20% melhores resultados, que ficou em 97,1%.

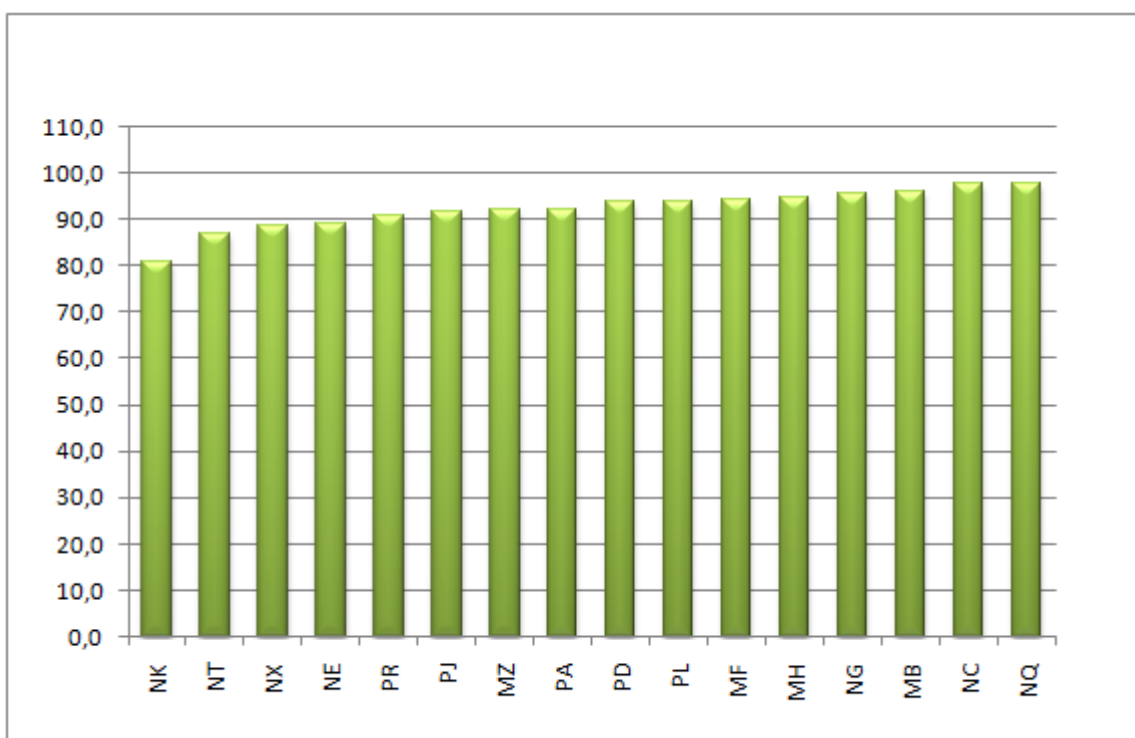


Figura 38 - Eficiência de Tempo - 2010 (Papel para Embalagem), %

Eficiência de Produção

Sete máquinas informaram 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 91,7% e 110,7%, enquanto a Eficiência de Produção média ficou em 100,0%.

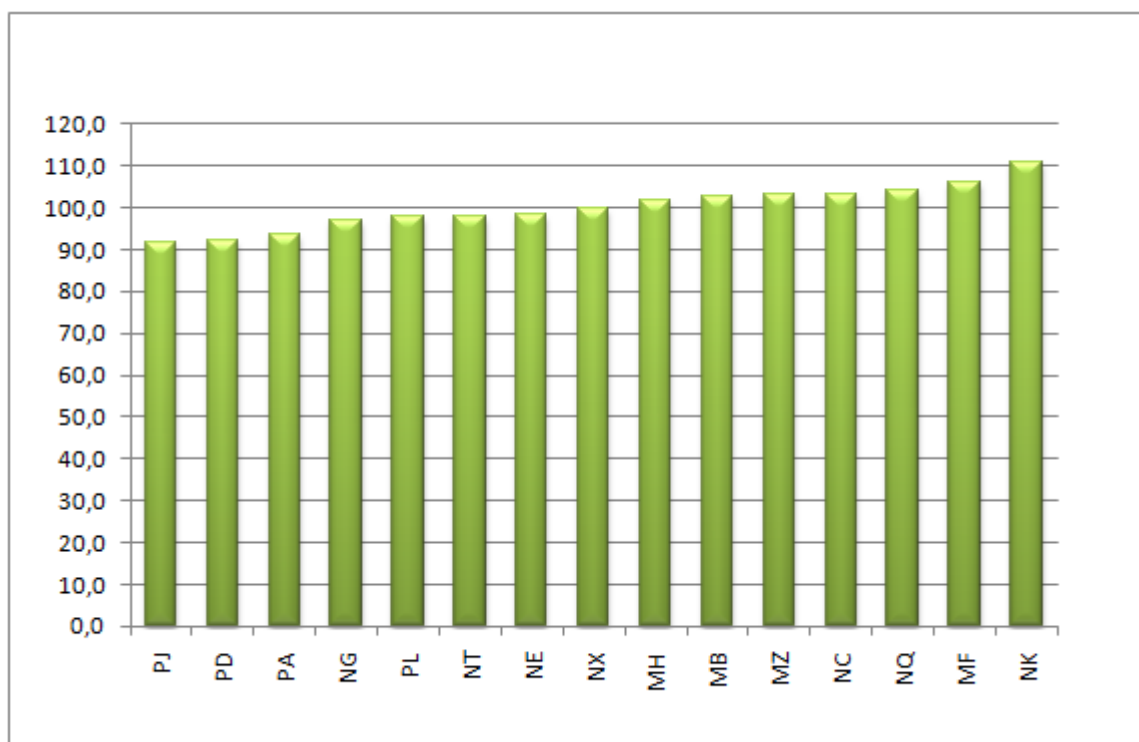


Figura 39 - Eficiência de Produção - 2010 (Papel para Embalagem), %

Nota: O resultado da máquina PR não está disponível.

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 84,0% e 101,9%, com a média em 92,2%.

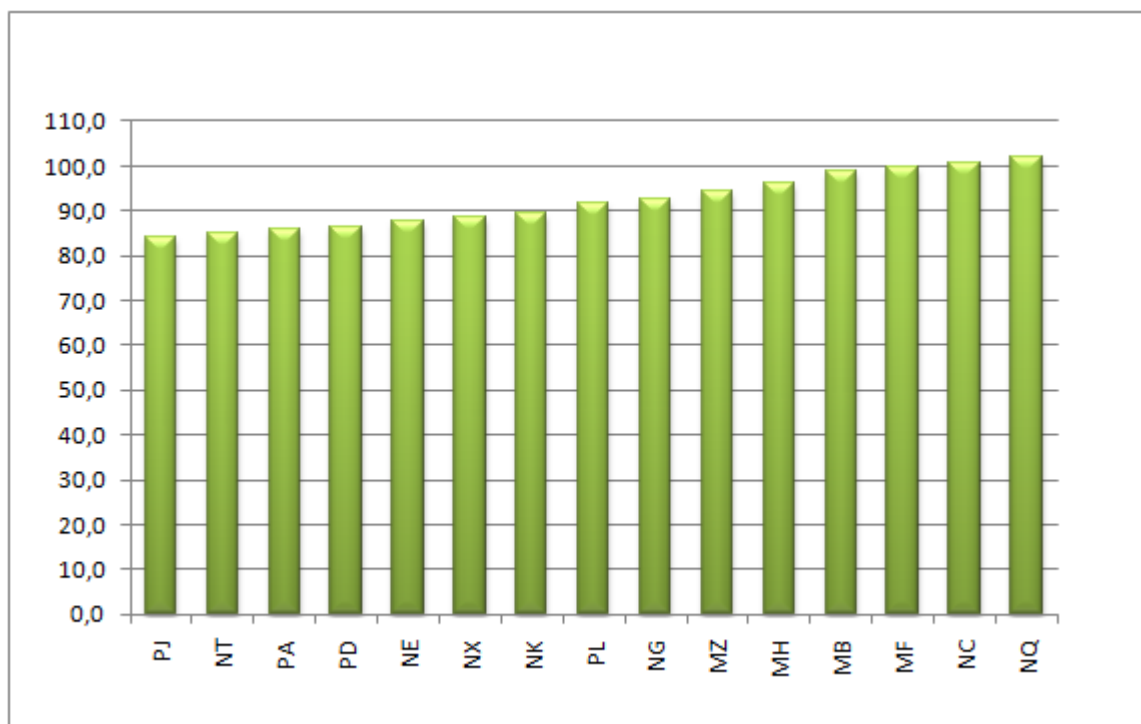


Figura 40 - Eficiência de Máquina - 2010 (Papel para Embalagem), %

Nota: O resultado da máquina PR não está disponível.

Rendimento

O rendimento das máquinas da amostra variou entre 91,3% e 99,5%, com a média em 95,5%. A média dos 20% melhores resultados ficou em 98,3%, constituindo-se em uma boa referência para o estabelecimento de metas para a maioria das máquinas.

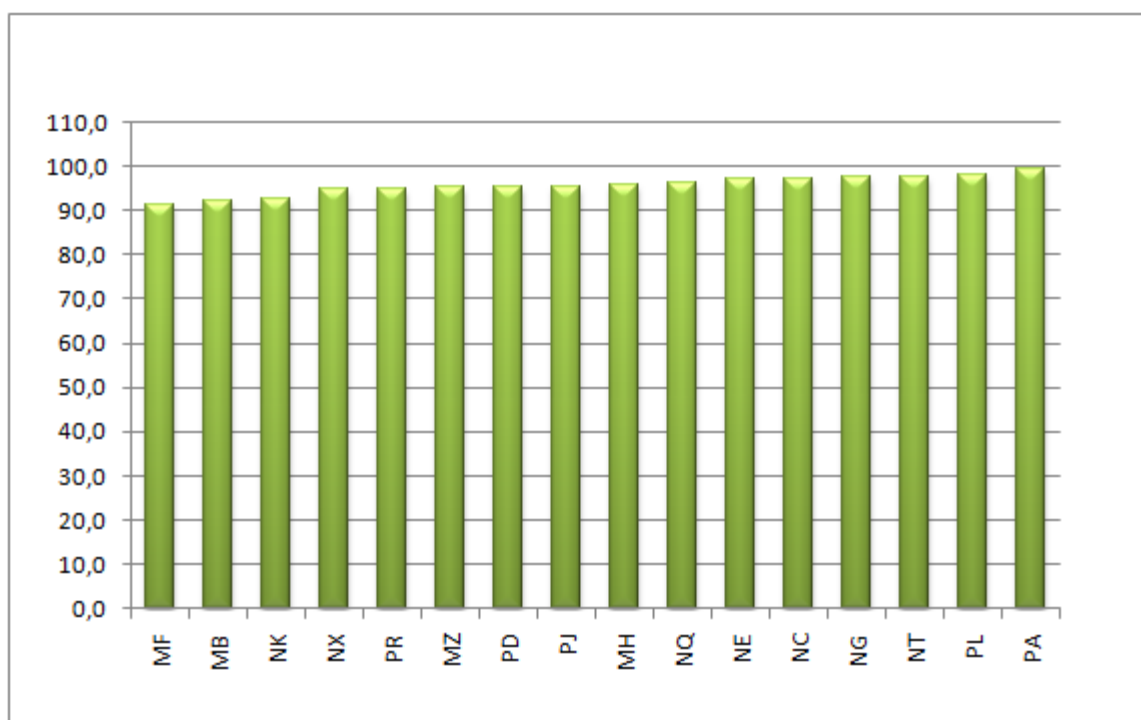


Figura 41 - Rendimento - 2010 (Papel para Embalagem), %

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 86,3% e a média dos 20% melhores resultados em 95,5%. 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 92,0%
Grupo B (50% com desempenho intermediário)	82,0 e 92,0%
Grupo C (30% com menor desempenho)	abaixo de 82,0%

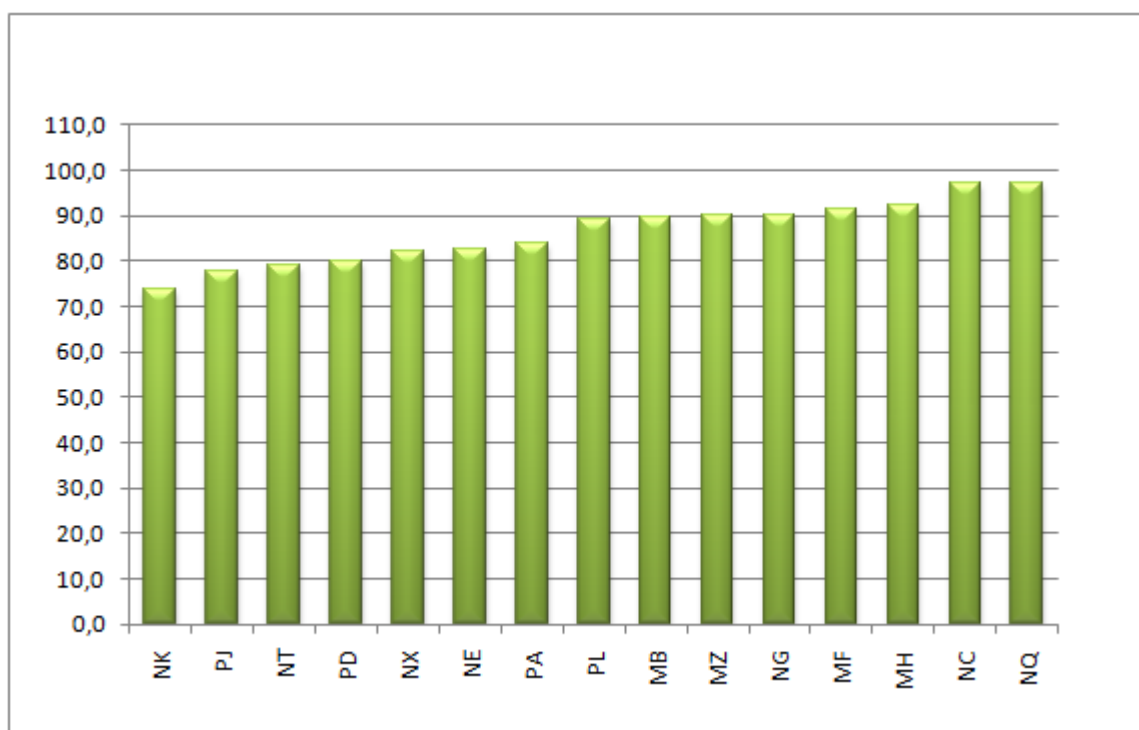


Figura 42 - Eficiência Global - 2010 (Papel para Embalagem), %

Nota: O resultado da máquina PR não está disponível.

Produção Específica

A Produção Específica – indicador tradicional para comparação de máquinas de diferentes portes – mostra as máquinas operando na faixa de 1,2 a 6,0 t/h/m, com uma média de 2,7 t/h/m.

A máquina (PA) com maior velocidade específica da amostra (6,0 t/h/m) também é a que produz papel de maior gramatura (200 g/m²). Outra máquina (MZ) com

Produção Específica bastante próxima (5,6 t/h/m) produz papel de 100 g/m². Esse tipo de resultado indica que o uso da Produção Específica na comparação entre máquinas deve ser feita com cuidado.

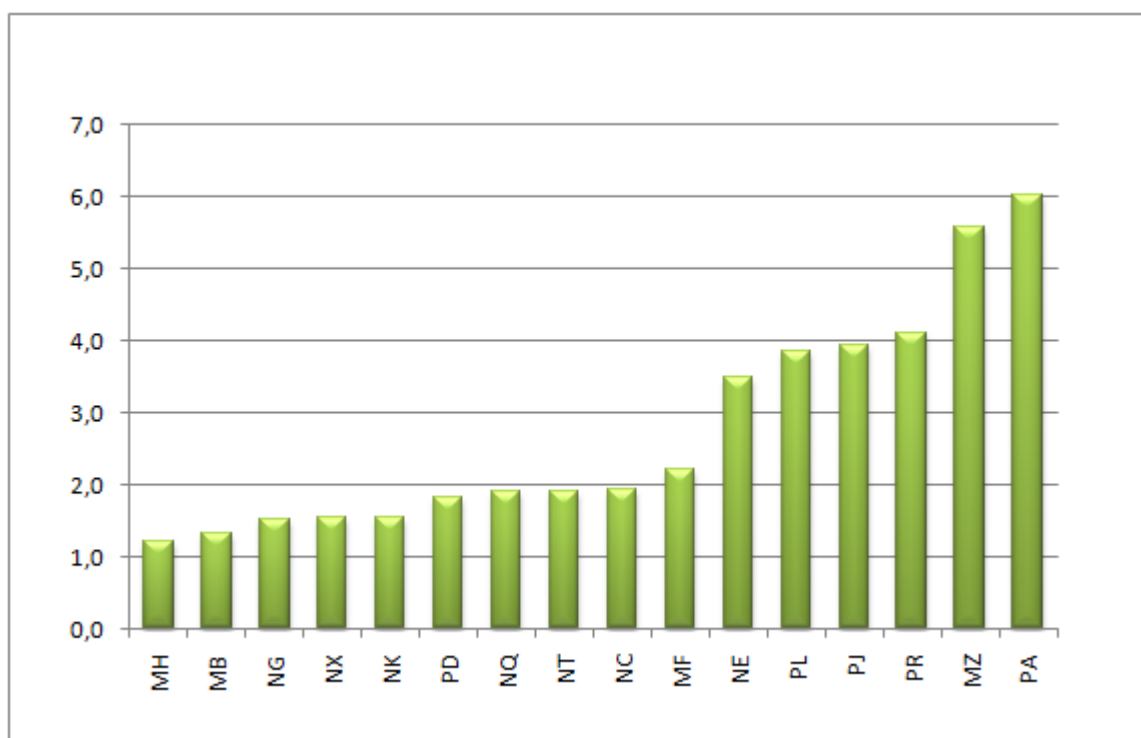


Figura 43 - Produção Específica – 2010 (Papel para Embalagem), t/h/m

Nota: As máquinas MH e NK produzem papel com gramatura inferior a 40g/m².

Disponibilidade

A Disponibilidade variou entre 93,2% e 98,5%, com média em 96,7%. A média dos 20% melhores resultados, igual a 98,2%, serve de referência e sinaliza uma oportunidade de melhoria para boa parte das empresas.

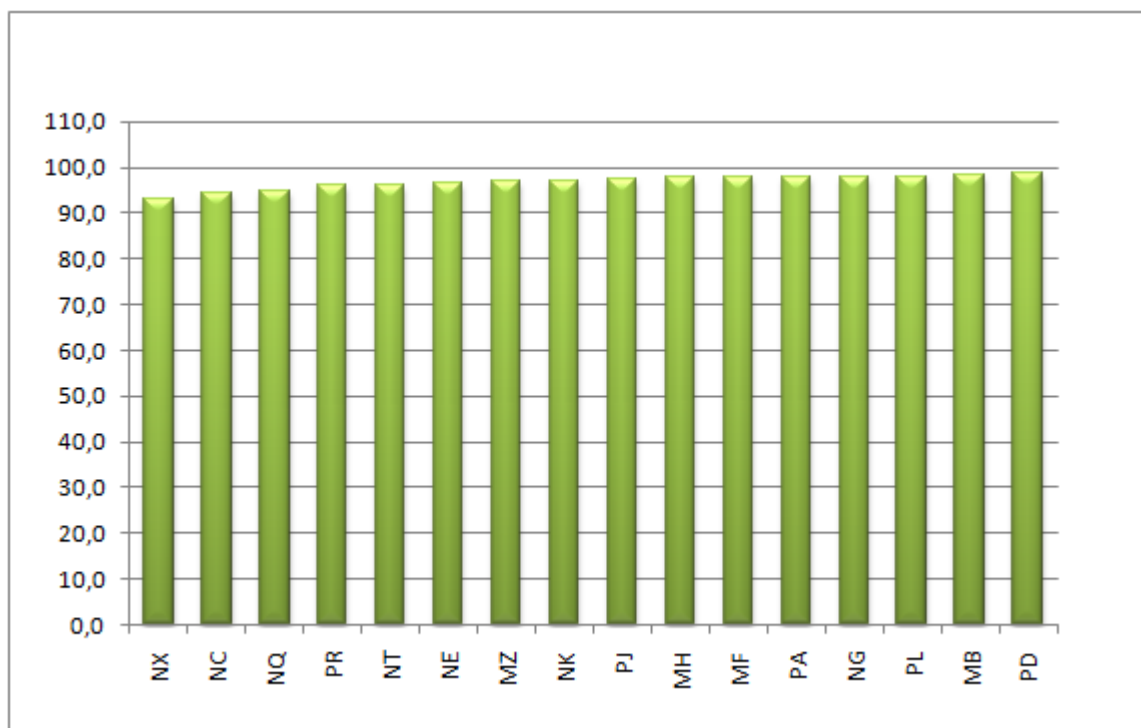


Figura 44 - Disponibilidade – 2010 (Papel para Embalagem), %

Número de Quebras

O número de quebras apresenta uma variação muito grande, de 0,39 a 8,45 por dia, com a média em 2,18 quebras por dia. A média dos 20% melhores resultados foi de 0,51 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. A figura 45 evidencia o potencial de ganho das máquinas NE e NK no controle de quebras.

Comparando apenas as 13 máquinas que também participaram dos levantamentos anteriores, o Número médio de Quebras apresenta uma tendência de queda, caindo de 2,63 (2008) para 2,38 (2010) por dia (tabela 34).

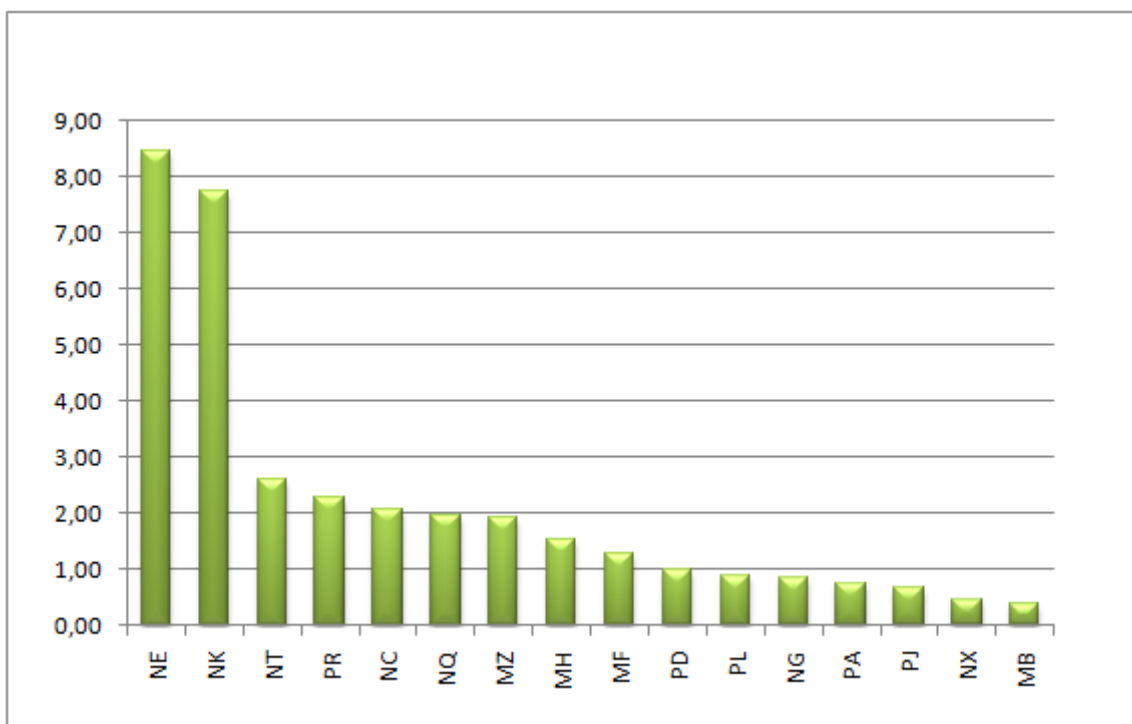


Figura 45 - Número de Quebras por dia - 2010 (Papel para Embalagem), quebras/dia

Nota: As máquinas MH e NK produzem papel com gramatura inferior a 40g/m².

Tempo Médio de Recuperação após Quebra

O Tempo Médio de Recuperação após Quebra apresenta uma variação exagerada (figura 46), de 0,6 a 40,0 minutos por quebra. Assim, é possível que haja alguma diferença na forma de apropriação dos resultados. A mediana ficou em 6 minutos por quebra e a média dos 20% melhores resultados foi de 0,9 minutos por quebra.

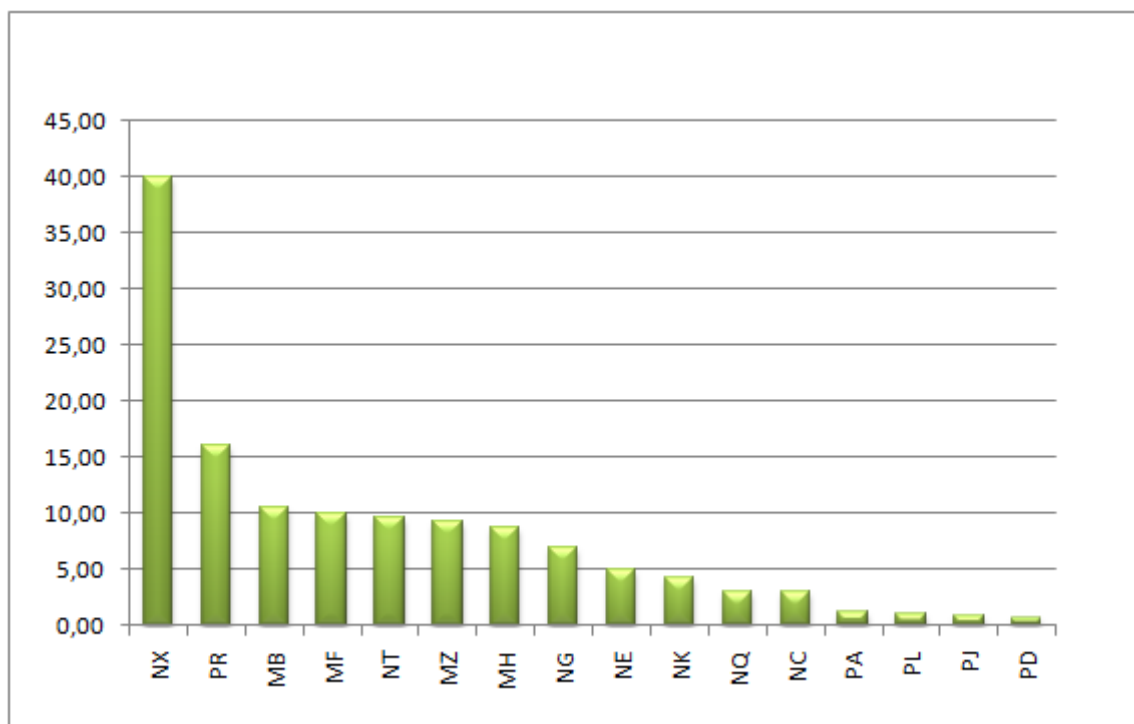


Figura 46 - Tempo Médio de Recuperação Após Quebra - 2010 (Papel para Embalagem), minutos/quebra

O intervalo de tempo normalmente chamado “papel a papel” se refere ao tempo transcorrido desde o instante da quebra até o restabelecimento da produção. Este tempo varia com o arranjo da máquina (uma ou duas telas secadoras, por exemplo) e em função do tipo de papel. Algum ganho no tempo improdutivo devido às quebras pode ser conseguido com investimento no sistema de passagem de ponta.

Referência externa

O sistema de passagem de ponta sem cordas, 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 [35].

Resumo

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

Tabela 33 - Papel para Embalagem – 2010

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
MB	98,5	96,0	102,8	98,7	92,1	89,5	1,3	98,3	0,39	10,5
MH	100,0	94,6	101,8	96,2	95,6	92,0	1,2	97,7	1,54	8,7
PL	99,4	93,8	97,7	91,6	98,1	89,2	3,9	97,9	0,88	1,0
MF	100,0	94,1	106,0	99,8	91,3	91,1	2,2	97,7	1,28	10,0
NX	97,6	88,7	100,0	88,7	94,6	82,0	1,5	93,2	0,44	40,0
NQ	99,4	97,8	104,2	101,9	96,0	97,3	1,9	94,9	1,97	3,0
NC	99,4	97,7	103,1	100,7	97,0	97,1	1,9	94,5	2,06	3,0
NK	89,5	80,6	110,7	89,3	92,5	73,9	1,6	97,0	7,74	4,2
MZ	100,0	91,8	102,9	94,5	95,1	89,8	5,6	96,8	1,92	9,3
NE	97,1	89,0	98,3	87,4	97,0	82,4	3,5	96,4	8,45	5,0
PR	99,4	90,6	ND	ND	94,7	ND	4,1	95,9	2,28	16
NT	95,2	86,7	98,1	85,1	97,5	79,0	1,9	96,1	2,61	9,6
PD	97,5	93,6	92,1	86,2	95,2	80,0	1,8	98,5	0,99	0,6
PJ	96,8	91,6	91,7	84,0	95,3	77,5	3,9	97,3	0,66	0,9
PA	97,9	92,1	93,3	86,0	99,5	83,7	6,0	97,7	0,76	1,2
NG	99,7	95,5	97,0	92,7	97,4	90,0	1,5	97,8	0,85	7,0
Mínimo	89,5	80,6	91,7	84,0	91,3	73,9	1,2	93,2	0,39	0,6
Máximo	100,0	97,8	110,7	101,9	99,5	97,3	6,0	98,5	8,45	40,0
Média	98,0	92,1	100,0	92,2	95,5	86,3	2,7	96,7	2,18	8,1
Mediana	98,9	92,8	100,0	91,6	95,5	89,2	1,9	97,2	1,41	6,0
Média 20%	100,0	97,1	107,0	100,8	98,3	95,5	5,1	98,2	0,51	0,9

Histórico

Treze máquinas de papel para embalagem haviam participado dos levantamentos anteriores (dados de 2008 e 2009), permitindo o acompanhamento da evolução das mesmas ao longo do tempo (tabela 34).

Tabela 34 - Papel para Embalagem – Comparação histórica.

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η, %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
MB	2010	98,5	96,0	102,8	98,7	92,1	89,5	1,3	98,3	0,39	10,5
	2009	96,9	96,0	100,7	96,6	91,2	85,4	1,3	98,4	0,55	
	2008	100,0	96,6	100,9	97,5	92,6	90,3	1,3	99,5	0,62	
MF	2010	100,0	94,1	106,0	99,8	91,3	91,1	2,2	97,7	1,28	10,0
	2009	98,8	93,5	105,1	98,3	93,7	90,9	2,0	97,7	1,27	
	2008	96,8	94,2	102,5	96,6	92,4	86,4	1,9	97,6	1,50	
MH	2010	100,0	94,6	101,8	96,2	95,6	92,0	1,2	97,7	1,54	8,7
	2009	98,1	93,7	105,3	98,7	96,0	93,0	1,2	97,9	1,64	
	2008	100,0	93,5	104,9	98,1	95,5	93,6	1,2	98,6	2,45	
MZ	2010	100,0	91,8	102,9	94,5	95,1	89,8	5,6	96,8	1,92	9,3
	2009	99,1	91,3	102,6	93,6	94,9	88,0	5,3	96,3	1,61	
	2008	92,5	90,0	100,9	90,7	93,3	78,3	4,9	97,6	1,95	
NC	2010	99,4	97,7	103,1	100,7	97,0	97,1	1,9	94,5	2,06	3,0
	2009	97,3	97,4	96,1	93,5	96,4	87,7	2,0	94,2	3,12	
	2008	97,1	89,1	99,0	88,3	96,2	82,4	2,2	89,1	3,41	
NE	2010	97,1	89,0	98,3	87,4	97,0	82,4	3,5	96,4	8,45	5,0
	2009	95,0	90,1	96,0	86,6	96,2	79,2	3,4	96,2	7,40	
	2008	99,7	88,7	ND	ND	ND	ND	3,1	94,8	7,11	
NK	2010	89,5	80,6	110,7	89,3	92,5	73,9	1,6	97,0	7,74	4,2
	2009	98,5	90,5	82,2	74,3	90,2	66,1	1,2	95,9	6,43	
	2008	99,9	95,6	ND	ND	ND	ND	1,1	98,9	8,55	
NQ	2010	99,4	97,8	104,2	101,9	96,0	97,3	1,9	94,9	1,97	3,0
	2009	97,6	97,7	88,4	86,4	97,1	81,8	1,7	94,4	3,31	
	2008	97,2	90,8	90,6	82,3	96,2	76,9	2,0	89,8	2,23	
PA	2010	97,9	92,1	93,3	86,0	99,5	83,7	6,0	97,7	0,76	1,2
	2009	98,4	93,4	90,6	84,6	98,8	82,3	5,7	98,1	0,83	
	2008	99,4	94,0	99,4	93,4	96,6	89,7	6,4	97,5	0,47	
PD	2010	97,5	93,6	92,1	86,2	95,2	80,0	1,8	98,5	0,99	0,6
	2009	80,6	29,0	159,9	46,4	92,8	34,7	3,1	99,2	1,02	
	2008	92,1	89,4	96,9	86,6	78,6	62,7	2,0	98,8	0,57	
PJ	2010	96,8	91,6	91,7	84,0	95,3	77,5	3,9	97,3	0,66	0,9
	2009	97,5	91,2	94,2	85,9	94,2	78,9	3,9	96,2	0,66	
	2008	99,1	95,4	96,1	91,7	88,7	80,6	4,2	98,0	0,55	
PL	2010	99,4	93,8	97,7	91,6	98,1	89,2	3,9	97,9	0,88	1,0
	2009	99,9	93,0	97,5	90,7	95,7	86,7	3,8	98,0	1,28	
	2008	99,9	93,0	95,3	88,7	99,3	87,9	3,6	97,8	2,19	
PR	2010	99,4	90,6	ND	ND	94,7	ND	4,1	95,9	2,28	16,1
	2009	91,5	93,6	85,3	79,8	94,1	68,7	3,8	95,8	2,49	
	2008	97,8	91,9	84,3	77,5	95,6	72,4	3,8	97,1	2,64	
Média	2010	98,1	92,6	100,4	93,0	95,3	87,0	3,0	97,0	2,38	5,7
	2009	96,1	88,5	100,3	85,8	94,7	78,7	3,0	96,8	2,43	
	2008	97,8	92,5	97,3	90,1	93,2	81,9	2,9	96,5	2,63	

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 35. A comparação histórica (tabela 36) mostra sensível progresso na Disponibilidade Operacional, sem grandes variações nos demais indicadores.

Tabela 35 - Indicadores de Máquinas - Papel Cartão em 2010

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
VN	96,1	94,5	100,0	94,5	94,6	86,0	4,4	97,4	1,18	27,3
VT	99,0	94,5	90,7	85,7	90,8	77,1	2,4	98,0	0,66	38,7
VK	99,0	91,8	99,9	91,7	89,5	81,2	6,4	96,9	0,94	0,6
Média	98,1	93,6	96,8	90,6	91,7	81,4	4,4	97,4	0,93	-

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

Tabela 36 - Papel Cartão – Acompanhamento histórico

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
VN	2010	96,1	94,5	100,0	94,5	94,6	86,0	4,4	97,4	1,2	27,3
	2009	84,8	93,7	103,2	96,7	94,5	77,5	4,4	99,0	1,4	-
	2010	99,0	94,5	90,7	85,7	90,8	77,1	2,4	98,0	0,7	38,7
VT	2009	84,7	95,7	90,4	86,6	88,0	64,5	2,4	98,7	0,5	-
	2008	87,8	94,2	100,2	94,4	86,3	71,5	3,0	98,6	1,0	-
	2010	99,0	91,8	99,9	91,7	89,5	81,2	6,4	96,9	0,9	0,6
VK	2009	93,5	88,0	106,6	93,8	90,5	79,3	6,6	98,2	1,2	-
	2008	99,0	91,7	109,9	100,7	90,9	90,7	6,4	98,3	0,8	-
	2010	98,1	93,6	96,8	90,6	91,7	81,4	4,4	97,4	0,9	22,2
Média	2009	87,7	92,5	100,1	92,3	91,0	73,7	4,5	98,6	1,0	-
	2008	93,4	93,0	105,0	97,6	88,6	81,1	4,7	98,5	0,9	-

Papel de Escrever

Apenas duas máquinas de papel de escrever participaram desta edição, impedindo qualquer análise, mas os resultados dos indicadores estão apresentados na tabela 37. A evolução histórica de uma das máquina pode ser observada na tabela 38.

Tabela 37 - Indicadores de Máquinas - Papel de Escrever em 2010

Máquina	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
GX	94,2	93,4	99,7	93,1	95,2	83,5	1,1	96,4	10,48	2,5
GF	100,0	82,0	NI	NI	88,1	NI	0,7	92,9	18,05	2,6
Média	97,1	87,7	99,7	93,1	91,7	83,5	0,9	94,6	14,3	2,6

Nota: NI – não informado.

Tabela 38 - Papel de Escrever – Acompanhamento histórico

Máquina	Ano	Do, %	Et, %	Ep, %	Em, %	η , %	Eglob, %	Pesp, t/h/m	Disp, %	Nquebras, quebras/dia	TRquebras, min/quebra
GX	2010	94,2	93,4	99,7	93,1	95,2	83,5	1,1	96,4	10,48	2,5
	2009	73,2	92,7	108,0	100,1	83,0	ND	1,2	94,1	9,80	-
	2008	95,6	86,9	91,6	79,6	97,2	93,9	1,2	96,1	7,91	-

Nota: A produção de referência de 2009 foi estimada com base nos dados de 2008. Isto permitiu o cálculo das eficiências de produção e de máquina.

ND – não informado.

Recomendações para Ação

O processo de *benchmarking* tem, em geral, 5 fases [36]: planejamento, coleta de dados, análise, adaptação e implementação. Este trabalho contempla as duas primeiras etapas e inicia o processo de análise (figura 47). 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.

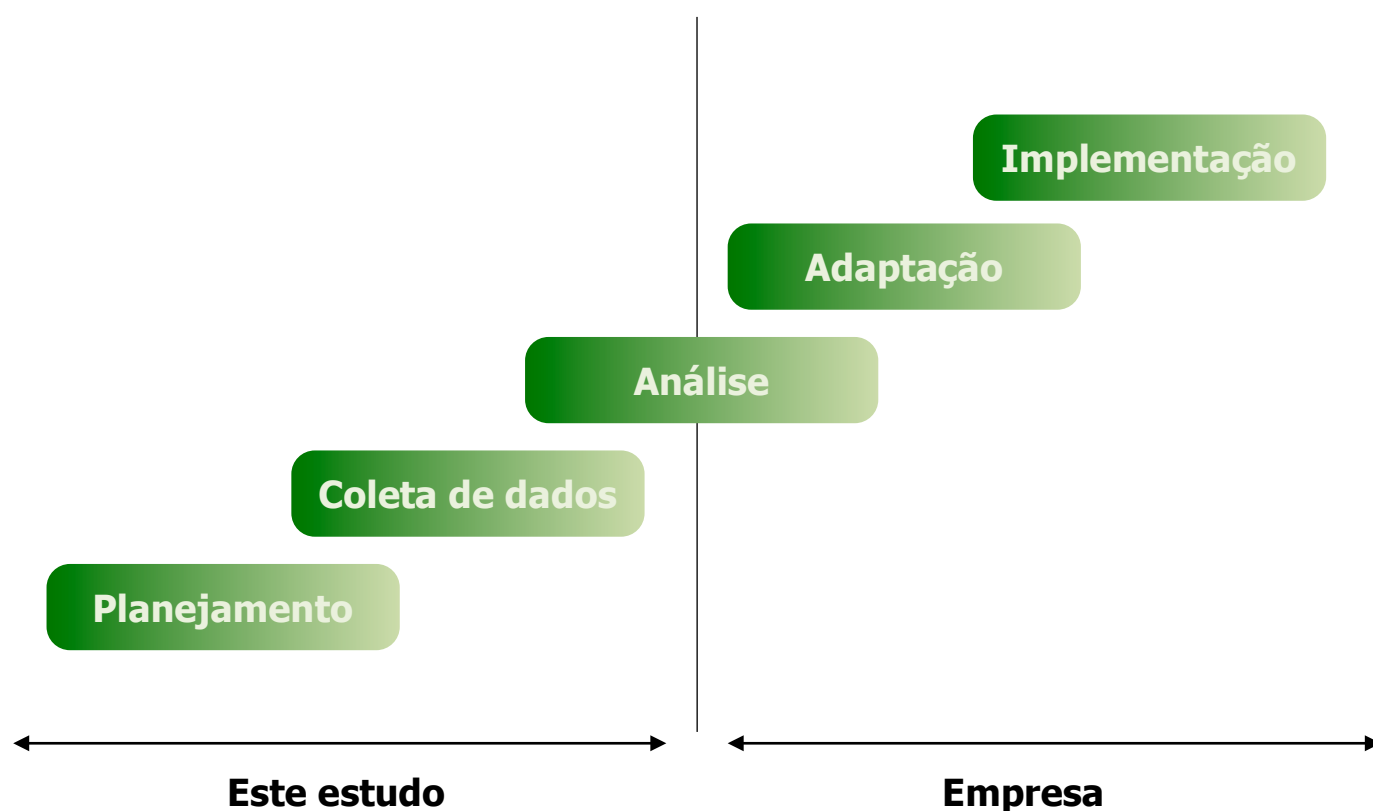


Figura 47 – Fases do *Benchmarking*

Tanto as empresas participantes 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 o desempenho parece ser mais baixo 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* [36] e o auxílio de fornecedores de equipamentos e processos. A prática 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 do desempenho com os obtidos por outras empresas (*benchmarking* competitivo) oferece uma visão externa proveitosa, tanto para a definição de metas quanto para escolher os processos e práticas que devem ser melhorados. Apesar do tamanho limitado da amostra (11 fábricas de celulose e 20 de papel) e da necessidade de dar tratamento diferenciado para as fábricas de celulose e integradas, além das fábricas que fazem diferentes tipos de papéis, foi possível apresentar uma descrição 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.

Por exemplo, embora a energia seja um dos maiores componentes de custo, muitas fábricas integradas não têm medição separada para as áreas de produção de celulose e papel, o que impede a identificação de potenciais oportunidades de ganho.

Lembrando que os dados se referem a 2010 e que alguns resultados já podem ter mudado, as principais conclusões do trabalho são:

Fábricas de celulose

- As fábricas exclusivamente de celulose apresentaram uma utilização média mais elevada que as fábricas integradas, mas a dispersão dos resultados foi elevada.
- O Consumo Específico médio de Madeira das fábricas alimentadas com fibras curtas foi de 3,7 m³ sólido/tsa, enquanto o das que processaram fibras longas foi de 5,4 m³ sólido/tsa.
- A quantidade de celulose produzida por homem-hora trabalhada (equipe própria) variou de 0,15 a 2,69. Esta elevada variação possivelmente decorre das diferentes tecnologias empregadas, dos ganhos de escala, dos diferentes grau de automação e das diferentes políticas de terceirização.
- O volume de Sólidos Secos Gerados no Cozimento variou entre 0,9 e 1,6 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 se mostraram representativas.
- O Consumo Específico de Vapor no Cozimento médio das fábricas que processam exclusivamente fibras curtas foi de 1,1 GJ/tsa, enquanto nas que processam fibras longas foi significativamente maior, ficando em 3,5 GJ/tsa. Os dois valores mais elevados da amostra correspondem às unidades que fazem uso de processo em bateladas.
- A quantidade de Sólidos Secos Queimados na Caldeira variou na faixa de 1,02 a 1,74 tSS/tsa. A média para as unidades que processam fibras curtas foi de 1,45 e nas alimentadas com fibras longas, de 1,33 tSS/tsa.
- A Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação variou bastante nas fábricas da amostra, oscilando entre 3,6 e 14,1 GJ/tSS. As unidades exclusivamente de celulose apresentaram resultados melhores.
- A Produção Específica de Álcali Ativo na Caustificação variou entre 0,35 e 0,44 t/tsa, com a média das unidades de celulose ficando em 0,42 e das fábricas integradas em 0,40 t/tsa.
- A Produção Específica de Cal se mostrou bastante uniforme nas 3 fábricas de celulose, ficando na média de 0,24 t/tsa. As fábricas integradas apresentaram maior variação nos resultados, que foram de 0,09 a 0,20 t/tsa.
- A Eficiência na Evaporação do Licor Preto nas fábricas integradas variou entre 1,31 e 1,75 t H₂O/GJ, com a média ficando em 1,51 t H₂O/GJ.

- Apesar de todas as fábricas consideradas serem de fibra curta e efetuarem pré-branqueamento, o Consumo Específico de Cloro Ativo variou entre 29,3 e 48,0 kg/tsa, mas uma fábrica apresentou valor bem mais elevado.
- O Consumo Específico de Vapor no Secador das fábricas de celulose que processam fibras curtas variou entre 0,48 e 1,08 t/tsa, apresentando uma média de 0,85 t/tsa.
- A Produção Específica das máquinas de secagem de celulose variou significativamente, mas a média da amostra foi de 9,7 tsa/h/m, enquanto a média dos 20% melhores resultados alcançou 14,4 tsa/h/m.
- O Consumo Específico de Energia Elétrica médio das duas fábricas exclusivamente de celulose que forneceram o dado foi de 717,7 kW/tsa. Diversas fábricas integradas não forneceram o dado e outras não conseguiram separar os consumos nas áreas de celulose e de papel, impedindo uma análise detalhada.
- O Consumo Específico de Água para as fábricas exclusivamente de celulose variou entre 19,5 e 47,4 m³/tsa, com a média em 29,1 m³/tsa. Estes consumos estão bem situados em relação à faixa de 40 a 55 m³/tsa, apontada como correspondente às “Melhores Práticas” para unidades com o processo kraft.
- As diferenças de geração de efluentes entre as fábricas de celulose da amostra são elevadas, indo de 20,3 a 75,4 m³/tsa, com a média ficando em 38,6 m³/tsa. Nas fábricas integradas as diferenças também são menores, variando de 21,1 a 41,8 m³ por tonelada de celulose de mercado mais a quantidade de papel vendida, com a média em 29,3 m³/t. Contudo, as diferenças entre os volumes de água consumidos e de efluentes gerados deixa dúvidas sobre o balanço hídrico de várias fábricas.
- A Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total variou consideravelmente entre as unidades da amostra, indo de 0,01 a 0,31 kg SO₂/tsa. A emissão média ficou em 0,09 kg SO₂/tsa.
- A escolaridade das equipes variou bastante nas empresas da amostra, mas somente duas das 11 fábricas da amostra têm menos de 50% da equipe com o ensino médio completo. O percentual de profissionais com pós-graduação (média de 5,4%) indica que as empresas estão investindo na absorção e no desenvolvimento de tecnologias. Na comparação com 2009, houve uma redução no número de empregados com apenas o ensino fundamental de 14,3 para 11,7%, mostrando um aumento de escolaridade.
- A Rotatividade do pessoal próprio variou entre 1,1 e 43,3%, com a média ficando em 12,3%. Metade das fábricas apresentou rotatividade superior a 10%, indicando a necessidade de ações para prevenir as perdas de conhecimento e dos investimentos em capacitação.

- O levantamento evidenciou a grande variação na prática da hora extra nas empresas do setor, com a média, excluindo uma fábrica que apresentou valor atípico, atingindo 7,3% das horas trabalhadas.
- O levantamento - baseado na situação existente no final de 2010 - mostra que enquanto duas das fábricas não têm qualquer empregado terceirizado, outra tem 85,9% de sua equipe composta por terceiros, evidenciando a variedade de políticas adotadas. A prática da terceirização é mais acentuada nas fábricas de celulose que nas integradas. Na média da amostra, 25,7% dos empregados são de terceiros.
- Repetindo o resultado do levantamento anterior, a caldeira de recuperação foi apontada como a restrição de processo mais comum na produção de celulose.

Fábricas de papel

- O levantamento evidenciou a maior utilização média das fábricas integradas (93,2%) em relação às que produzem exclusivamente papel (91,9%). Também chamou atenção a elevada dispersão dos resultados, com sete fábricas apresentando Fator de Utilização inferior a 90%.
- O Consumo Específico de Energia Elétrica nas fábricas de papel variou na faixa de 432,1 a 1.028,2 kW/t, com média de 628,2 kWh/t.
- As fábricas que apresentam o Consumo Específico de Água mais baixo (média de 4,1 m³/t) produzem papel para escrever.
- O Volume Específico de Efluentes das fábricas de papel variou entre 3,0 e 23,7m³/t, com a média em 11,2m³/t.
- Na média da amostra, 7,5% do tempo trabalhado foram horas extras, evidenciando que a prática da hora extra está bastante disseminada em muitas empresas, exigindo alguma atenção.
- A Rotatividade média nas fábricas foi de 14,4%, sendo menor nas fábricas integradas (9,8%). São valores elevados para um setor que exige conhecimentos específicos e tem, portanto, um alto custo de reposição de pessoal.
- Os resultados do levantamento permitem concluir que a terceirização, como opção estratégica, varia bastante nas empresas da amostra. Na média (final de 2010), 11,8% das equipes permanentes eram de empregados de empresas prestadoras de serviços.

Máquinas de papel

- As máquinas de offset mostraram Disponibilidade Operacional na faixa de 96,4% a 100,00%. Sete máquinas alcançaram o valor de 100%. As máquinas de papel para embalagem analisadas operaram, de modo geral, com nível

elevado de Disponibilidade Operacional (89,5% a 100,0%). Cinco 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 entre 86,5% e 96,9%, com a média em 93,9% e a média dos 20% melhores resultados em 96,5%. Na comparação das máquinas de offset que participaram dos estudos de 2009 e 2010 percebe-se uma melhora na Eficiência de Tempo, que cresceu de 89,8% para 93,7%. Nas máquinas de papel para embalagem, a Eficiência de Tempo variou entre 80,6% e 97,8%. A Eficiência de Tempo média da amostra foi de 92,1%. Este valor é baixo, comparativamente à média dos 20% melhores resultados, que ficou em 97,1%.
- Oito máquinas de offset conseguiram Eficiência de Produção próxima de 100%, enquanto 7 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 91,7% e 110,7%, enquanto a Eficiência de Produção média ficou em 100,0%.
- As máquinas de offset mostraram rendimentos oscilando entre 85,6% e 96,4%, com a média em 92,6%. O rendimento das máquinas de papel para embalagem variou entre 91,3% e 99,5%, com a média em 95,5%.
- As máquinas de offset estudadas apresentaram Eficiência Global média de 84,7%, com o melhor resultado alcançando 92,1%, enquanto que as máquinas de papel para embalagem conseguiram Eficiência Global média de 86,3% e a média dos 20% melhores resultados de 95,5%.
- Os resultados de Produção Específica das máquinas de offset variaram amplamente, entre 1,3 e 6,0 t/h/m, com a média ficando em 3,8 t/h/m. A Produção Específica das máquinas de papel para embalagem ficou na faixa de 1,2 a 6,0 t/h/m, com uma média de 2,7 t/h/m.
- A Disponibilidade das máquinas de offset variou de 94,6% a 99,2%, com média igual a 97,8%. Nas máquinas de papel para embalagem, a Disponibilidade variou entre 93,2% e 98,5%, com média em 96,7%.
- O número de quebras variou entre 0,26 e 3,23 por dia nas máquinas de offset, com a média ficando em 1,69 quebras por dia. A média das máquinas de couché fora da máquina e monolúcido foi de 2,03 quebras por dia, mas os números variam bastante. As máquinas de papel para embalagem também mostraram grande variação, indo de 0,39 a 8,45 por dia, com a média situada em 2,18 quebras por dia. A média dos 20% melhores resultados foi de 0,51 quebras por dia. Comparando apenas as máquinas de papel para embalagem que também participaram do estudo de 2009, o Número médio de Quebras caiu de 2,43 para 2,38 por dia.

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

Siglas e Definições⁵

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.

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. (FNQ)

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)

BREF - deriva do Inglês, "Best Available Technologies REference documents". Veja BAT.

CEA (Consumo Específico de Água) – Quantidade de água utilizada na produção de uma tonelada de celulose ou papel, em m³.

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)

IPPC - Integrated Pollution Prevention and Control.

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 média 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.

⁵ Um glossário mais completo está disponível em www.bachmann.com.br.

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

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.

Referencial de excelência - Resultado, organização, processo ou produto considerado o melhor do mundo em uma classe. (FNQ)

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 Irani S.A.
- Celulose Nipo-Brasileira S.A. - CENIBRA
- Cocelpa - Cia. de Celulose e Papel do Paraná
- Iberkraft Ind. de Papel e Celulose Ltda.
- Iguaçu Celulose, Papel S.A.
- Indústrias Novacki S/A
- Klabin S.A
- Lwarcel Celulose Ltda.
- Madepar Papel e Celulose S.A
- Trombini Industrial S.A

Referências

1. Canadian Industry Program for Energy Conservation, **Benchmarking Energy Use in Canadian Pulp and Paper Mills**, Canadá, 2008.
2. PINHEIRO PEDRO, F.; STUMP, D. **A Inserção do Setor de Papel e Celulose no Contexto da Implementação dos Esforços Globais para a Estabilização do Clima**. 2009. 48 p. ABTCP, São Paulo.
3. BRACELPA. **Conjuntura Bracelpa**. Janeiro 2011. Disponível em www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/conjuntura/CB-026.pdf. Acesso em 27.jul.2011.
4. 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.
5. BACHMANN & ASSOCIADOS e ABTCP. **Benchmarking das Fábricas de Papel e Celulose 2009**. São Paulo. 2009.
6. ENCE Huelva. Declaración Ambiental 2005. Disponível em http://www.ence.es/pdfs/declaracion_ambiental_2005.pdf. Acesso em 22.12.08.
7. Canadian Industry Program for Energy Conservation. **Benchmarking Energy Use in Canadian Pulp and Paper Mills**, Canadá, 2008. Pg. 19.
8. PAPRICAN. **Energy Cost Reduction in the Pulp and Paper Industry – An Energy Benchmarking Perspective**. Disponível em: <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/cipec/pulp-paper-industry/pdf/pulp-paper-industry.pdf>>. Acesso em 8 dez. 2008.
9. Metso. Results Pulp & Paper. Nº1/2010. Pg.22.
10. 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>. Acesso em: 6 set 2010.
11. Foelkel, Celso. **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/eucaliptos/PT19_EcoeficienciaEnerg.pdf. Acesso em 2 jun. 2011.
12. 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: 27 jul. 2011.

13. FOELKEL, C. **A Fabricação de Celulose Kraft Branqueada de Eucalipto e o Consumo de Água.** Disponível em: <http://www.celuloseonline.com.br/colunista/colunista.asp?iditem=96&IDAssuntoMateria=547>>. Acesso em: 4 jul. 2008.
14. ACCEPTA. **Practical Water Management in Paper and Board Mills** - GG111 Guide. Environmental Technology Best Practice Programme. Disponível em: www.accepta.com>. Acesso em: 5 mar. 2007.
15. Paperi ja Puu - Paper and Timber. Arauco Valdívia produces eucalyptus and pine pulp. p. 376, jun/2005.
16. CELULOSE IRANI. **Relatório de Sustentabilidade 2010.** Disponível em: www.irani.com.br/midia/relatorio_sustentabilidade2010.pdf>. Acesso em: 26.jul. 2011.
17. 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>. Acesso em: 2 set 2010.
18. Pulp and Paper International. **The SCA mill's investments have made its effluent possibly the cleanest in Sweden**, p. 13, agosto de 2007.
19. FOELKEL, C. Eucalyptus Online, capítulo 13, pg. 36. Disponível em http://www.eucalyptus.com.br/eucalptos/PT13_Residuos02.pdf>.
20. 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>.
21. Pia Nilsson, Karina Puurunen, Petri Vasara and Timo Jouttijärvi. **Continuum - Rethinking BAT Emissions of the Pulp and Paper Industry in the European Union.** Helsinki 2007 FINNISH ENVIRONMENT INSTITUTE. Disponível em: www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=65130. Acesso em 2 jun 2011.
22. Bachmann & Associados, ABRH-PR, ISAE/FGV. **2º Benchmarking Paranaense de Recursos Humanos:** Dados de 2009. Curitiba. 2010.
23. WIREMAN, T. **Developing Performance Indicators for Managing Maintenance.** Industrial Press. New York. 1998.
24. Pulp & Paper International. **And in this corner...** June 2008. pp. 39.

25. Confederation of European Paper Industries. **CEPI Sustainability Report 2007**. p. 18. Disponível em: <www.cepi.org/Objects/1/Files/CEPI%20SR%20FINAL%20WEB.pdf>. Acesso em: 15 set. 2009.
26. Harald Grossmann. **Optimized Use of Energy in Papermaking**. ABTCP-Zellcheming 2007, São Paulo, Brasil.
27. Holik, Herbert. **Retrospectiva de 100 anos de progresso na fabricação de papel**. O Papel. Fev.2010, pg. 51-73.
28. ENVIROWISE. **Reducing Water Costs in Paper and Board Mills**. Report BG348. Inglaterra. 20 p. Disponível em www.envirowise.gov.uk. Acesso em: 11 jun. 2007.
29. PPI Pulp & Paper International. December 2008. Pg. 19.
30. Jornal Digital Banas Qualidade. Nº 67. 10 de Agosto de 2009.
31. FÍBRIA. Relatório de Sustentabilidade 2009. Disponível em: www.fibria.com.br/rs2009/shared/rs2009_pt.pdf. Acesso em: 19 ago.2010.
32. TOLAND, J. **Riaupulp Keeps Growing**. *Pulp & Papel International*, Estados Unidos, v. 49, n. 1, p. 23-24, jan. 2007.
33. PPI Pulp & Paper International. January 2009. Contracapa.
34. REFERÊNCIA CELULOSE & PAPEL. O primeiro sistema de passagem da ponta sem cordas do mundo. Ano 1, nº 1, 2008, p. 7.
35. Fiber&Paper express. 2/2004. Disponível em: [www.metso.com/MP/marketing/Vault2MP.nsf/BYWID/WID-061107-2256E-8C752/\\$File/Page6from204_POR_ebook.pdf?openElement](http://www.metso.com/MP/marketing/Vault2MP.nsf/BYWID/WID-061107-2256E-8C752/$File/Page6from204_POR_ebook.pdf?openElement). Acesso em 25 jul.2011.
36. PAGLIUSO, A. T. **Benchmarking: relatório do comitê temático**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

Anexo I - Identidade dos indicadores

Com o objetivo de padronizar os indicadores e permitir comparações, foram utilizados os documentos⁶ que seguem:

- ID-CL-01 – Sólidos Secos Gerados no Cozimento
- 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-CL-08 – Produção Específica da Máquina de Secagem
- ID-MA-01 – Consumo Específico de Água (celulose)
- ID-MA-02 – Consumo Específico de Água (Papel)
- ID-MA-03 – Volume Específico de Efluentes (celulose)
- ID-MA-04 – Volume Específico de Efluentes (Papel)
- ID-MA-05 – Geração de Resíduos Sólidos
- ID-MA-06 – Consumo Específico de Energia Elétrica
- ID-MA-07 – Emissão Específica de Enxofre Reduzido Total
- 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-MP-09 – Tempo Médio de Recuperação após Quebra
- ID-MT-01 – Disponibilidade (Máquina de Papel)
- ID-RE-01 – Sólidos Secos Queimados na Caldeira
- ID-RE-02 – Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação
- ID-RE-04 – Produção Específica de álcali Ativo na Caustificação
- ID-RE-05 – Produção Específica de Cal
- ID-RE-07 – Eficiência na Evaporação do Licor Preto
- ID-RH-02 – Rotatividade
- ID-RH-40 – Grau de Escolaridade
- ID-RH-50 – Grau de Terceirização
- ID-RH-51 – Índice de Horas Extras

⁶ - Cópias atualizadas destes documentos podem ser obtidas por *download* nos sites da ABTCP (www.abtcp.org.br) ou da Bachmann & Associados (www.bachmann.com.br). Os indicadores de recursos humanos também podem ser encontrados no site na ABRH-PR (www.abrh-pr.org.br).