

conservação de energia na indústria de celulose e papel

A.F. Lima¹, S.W. Park¹, A.M.F.L.J. Bonomi², J.H.F. Pinto² e R.J. Sant'Ana².

SINOPSE

Em virtude do setor de Celulose, Papel e Papelão ser um grande consumidor de energia e da importância sócio-econômica que representa para o Brasil, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas — IPT resolveu elaborar, em conjunto com a Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose — ANFPC a 2.^a Edição modificada do Manual de Recomendações em Conservação de Energia visando atender às necessidades do Setor, dando ênfase especialmente à formação de Programas de Conservação e Substituição de Energia nas empresas.

Neste sentido o Manual procura mostrar:

- que há no setor potencialidade a explorar

- a importância e a viabilidade de implementação de programas de conservação de energia em cada empresa
- a necessidade de considerar a economia/de energia como um parâmetro de sua gestão empresarial
- como esses programas podem ser implantados
- em que setores da planta podem ser obtidas economias de energia, e como podem ser realizadas

O presente trabalho visa, de forma sintética, mostrar os principais aspectos do Manual particularmente, um "check-list" das medidas potenciais de conservação de energia e uma sugestão para a implantação de Programas de Conservação de Energia nas empresas.

I. Introdução

No final da década de 70, o Brasil importava 85% do petróleo que consumia. Esta dependência fez o país sentir bastante forte a crise do petróleo e suas conseqüências. Apesar da produção interna de petróleo hoje cobrir a metade do consumo total, a situação ainda continua séria. A energia como item não sofria restrições de disponibilidade e representava, no preço final da maioria dos produtos manufaturados, uma fração pouco relevante. Assim mesmo, o governo, de início, procurou implantar políticas severas para reduzir seu consumo, usando para este efeito aumentos substanciais tarifários com que pretendia forçar a conservação de derivados de petróleo e a sua eventual substituição.

O Setor de Celulose, Papel e Papelão que, em 1982, figurava, como consumidor industrial de óleo combustível, em terceiro lugar, oferece um exemplo típico no esforço de implementar uma política de racionalização do uso de derivados de petróleo e de sua substituição, expresso no protocolo assinado, em outubro de 1980, com o Governo Federal.

Trabalho apresentado no IV Congresso Latino-americano de Celulose e Papel, realizado na Cidade de México — México — 19 a 24 de maio de 1986.

- (1) Centro Técnico em Celulose e Papel — CTCP/IPT
- (2) Agrupamento de Engenharia Térmica — AET/DEM/IPT

Como opções para substituição de óleo combustível figuram-se ao setor, entre outros: energia elétrica, lenha, carvão, bagaço-de-cana. A decisão particular depende fortemente da disponibilidade regional e da localização da indústria.

Sobre todo o esforço desempenhado em direção a substituir insumos de energia não se deve esquecer o princípio da conservação de energia que hoje, mais do que qualquer época anterior, influi na avaliação econômica de um processo e da indústria que o emprega.

Economias relativamente pequenas, contribuídas pelas indústrias individuais, representam integridades, sobre o país, um valor que pode ser decisivo não somente para a rentabilidade das atividades industriais, mas para a própria sobrevivência nacional.

Por medidas de conservação, entendem-se aquelas que levam a redução do consumo específico global de energia da planta; consistem em alterações no processo ou em determinados equipamentos e sistemas, evitando ou eliminando perdas freqüentemente não percebidas no trabalho diário junto à instalação, ou pelo desconhecimento do potencial de economia que envolvem. Medidas de conservação podem ser simples e baratas, tais como otimizar as rotinas de manutenção e regulagem de equipamentos, melhorar o isolamento em linhas e taques, impedir vazamento de vapor. Podem, também, envolver a substituição de equipamento e alteração do processo, o que requer investimentos mais consideráveis e decisões empresariais delicadas que se baseiam em avaliação econômica das inovações propostas.

Dentro deste panorama global, e em decorrência da importância sócio-econômica que o setor de Celulose, Papel e Papelão representa, o Instituto Tecnológico de Pesquisas S.A. — IPT, em conjunto com a Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose — ANFPC, chegaram a elaborar uma segunda edição modificada do "Manual de Recomendações em Conservação de Energia". Procurou-se, nesta nova edição, aproveitar a experiência e os ensinamentos coletados desde a primeira edi-

ção do Manual e da sua divulgação. Desde então chegou-se a identificar melhor as falhas e necessidades existentes, o que motivou tanto uma substancial ampliação do conteúdo, como um detalhamento mais condizente com o fim a que se destina: de sensibilizar as empresas a participar na criação de programas de conservação e substituição de energia em suas unidades. Neste sentido, o Manual procurou, ainda que de modo sucinto, mostrar a necessidade e urgência, como viabilidade da implementação de novos e ampliação de já existentes programas de conservação de energia, nas indústrias do setor.

O presente trabalho aborda os pontos e tópicos mais relevantes do Manual, que se referem, em particular, ao diagnóstico e avaliação da situação energética da indústria, às medidas sugeridas para conservação e ao gerenciamento adequado para auferir sucesso e eficiência na execução em programas desta natureza.

II. Diagnóstico energético do Setor

O diagnóstico tem por finalidade identificar a evolução do perfil energético do setor de Celulose e Papel e avaliar os fatores que influem no consumo específico das diversas operações unitárias e do estabelecimento industrial como um todo.

Informações que se relacionam às condições operacionais, ao suprimento e consumo de energia, ao consumo de reagentes e materiais têm sido coletadas para os anos de 1982 e 1983. Como englobou 61

estabelecimentos industriais, o que corresponde a 40% das indústrias nacionais e a 70% de toda a produção de pasta e papel, o quadro daí resultante é bastante representativo.

Na computação das informações, observou-se uma falta de dados, em várias áreas, uma incoerência, em outras. Estas falhas devem ser atribuídas, entre outras, à falta de instrumentos de medição ou do hábito de coletar e registrar sistematicamente informações relativas ao processo, notadamente em estabelecimentos de pequeno porte.

Estes fatos afetaram, de certa forma, o propósito inicial de se conseguir uma "radiografia" do setor, com valores de consumo real de energia, que provasse ser útil, quando o empresário ou técnico procurasse analisar impacto e efeito de medidas de conservação e substituição de insumos energéticos.

A figura 1 ilustra a distribuição relativa do consumo de vários insumos, usados para o fim de aquecimento, onde a justaposição dos dados referentes aos anos de 1979 e 1983 permite notar a profunda alteração que se processou no quadro global.

A tabela 1 reúne valores médios de consumo específico de energia para aquecimento, em indústrias na produção de pasta química e de papel e em indústrias integradas.

Se bem que os valores constantes da tabela 1 visem, antes de tudo, dar uma indicação da ordem de grandeza, os valores para consumo específico de energia, no caso de pasta química, merecem comentário. Como já foi mencionado,

TABELA 1
CONSUMOS ESPECÍFICOS MÉDIOS DE ENERGIA PARA
AQUECIMENTO

Consumo específico de energia (GJ/t)	Categoria da indústria		Integrada
	Pasta química	Papel	
Valor médio	22,10	9,98	18,74
Desvio padrão	14,66	4,63	6,74
Valor máximo	39,52	27,69	29,12
Valor mínimo	5,51	4,65	8,07
n.º de empresas	4	38	17

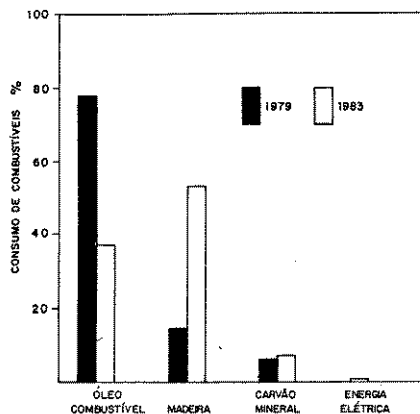


FIG. 1

Consumo de combustíveis usados para aquecimento. Anos: 1979 e 1983.

unidades de porte pequeno carecem, geralmente, de acompanhamento de processo por controle diversificado que, por si, acarreta um considerável ônus em homens-horas e equipamento, ônus este raras vezes justificado pela dimensão limitada de produção e valor total envolvido. As poucas indústrias que contribuíram com dados pertinentes, eram todas de grande porte. Uma possuía digestor contínuo superdimensionado, outra gera toda energia elétrica necessária ao processo, fornecendo ainda parte à infra-estrutura da região. Além disso, o consumo específico de energia por unidade de produto é, no caso de pasta química, muito superior à demanda energética que a produção numa unidade igual de papel ou papelão exige.

A polpação, em fábrica kraft, consome, em média, 15% da energia total, em forma de vapor, e este consumo pode, conforme condições combustíveis específicos, a operação chegar a 30%. Uma variável operacional de maior influência neste consumo, é a relação licor/madeira, para a qual a figura 2 ilustra o efeito sobre o consumo específico de energia.

Os dados aqui utilizados proviham de sete digestores e a curva hipotética mostra o aumento de consumo com o valor da relação licor/madeira. Merece menção que valores menores de consumo específico foram encontrados para digestores contínuos, de grande porte que operam com relação licor/madeira baixa.

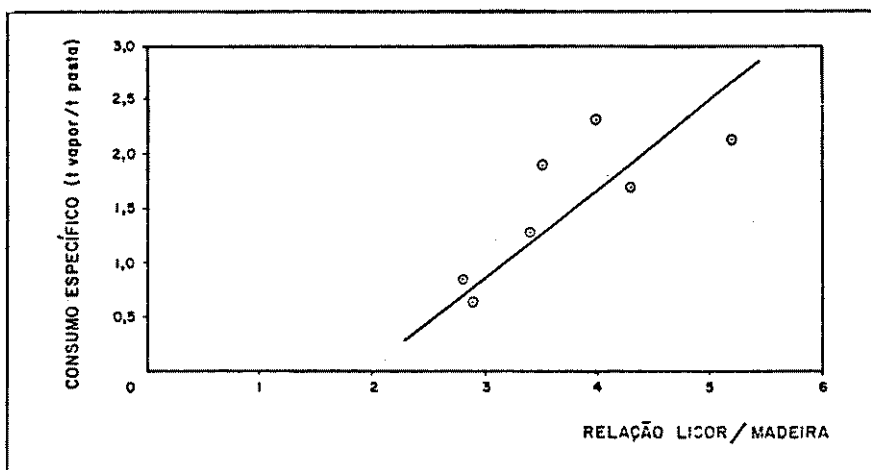


FIG. 2

Efeito da relação licor/madeira sobre o consumo específico de vapor pelo digestor. Amostragem: 7 digestores.

Embora não fosse possível estabelecer uma boa correlação entre consumo específico de vapor e a produção do digestor, a figura 3 indica ser preferível operar próximo da capacidade nominal do digestor, devido ao fato que o consumo específico diminui com o aumento da produção.

A operação de lavagem da pasta consome só moderadamente energia, em forma de vapor vivo, mas pode contribuir, pela recuperação de energia térmica de outras áreas do processo.

Entre as empresas, que forneceram informações relativas ao sistema de lavagem, dezoito possuíam sistema de filtro rotativo, uma possuía difusor atmosférico e quatro tinham sistemas mistos.

A temperatura média da água de lavagem é de 69°C; a maioria

utiliza água quente cuja recuperada, em geral, do tanque de descarga da polpação.

Três empresas lavam a pasta, a temperatura ambiente o que indica que não há recuperação de energia, o que não só diminui a eficiência; em energia, da instalação, mas compromete a própria lavagem que é mais eficiente com o uso de água quente (70 — 80°C).

O sistema de evaporação é responsável por 15 a 20% do consumo total de energia. Parâmetros que influem diretamente neste consumo são: temperatura do licor fraco, a concentração de sólidos no licor fraco e no licor concentrado, intensidade de incrustação dos tubos.

A figura 4 mostra como, por exemplo, o aumento de número de efeitos faz baixar o consumo de

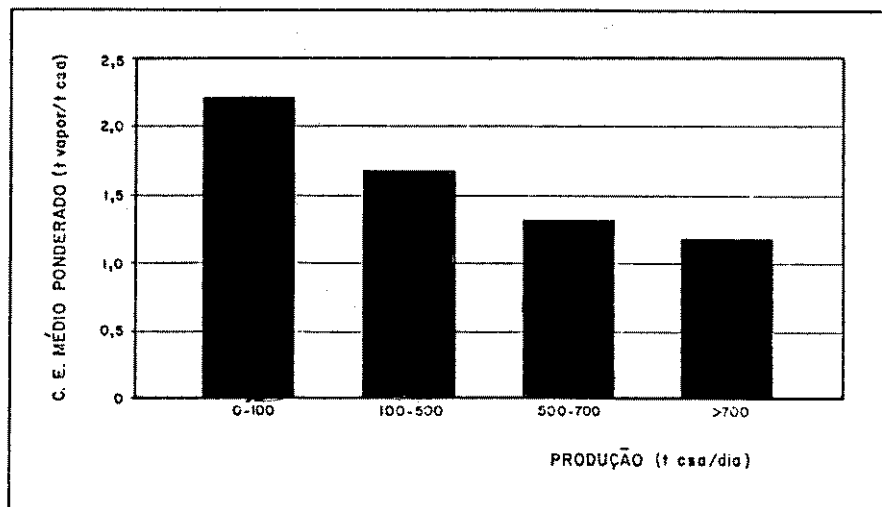


FIG. 3

Distribuição do consumo específico médio ponderado dos digestores, por faixa de produção. Amostragem: 20 digestores.

vapor, na evaporação. Tratando-se, no entanto, de uma medida que requer investimento elevado, cada empresa deve avaliar a economia que resulta da sua implantação. Mais da metade das instalações que operam no Brasil, contam com cinco ou mais efeitos.

No esforço de reduzir seu consumo de óleo combustível, muitas unidades industriais, no Brasil, têm instalado caldeiras a lenha para gerar vapor. Em unidades produtoras de pasta kraft, uma operação que ainda não pode dispensar o uso de óleo é a queima do carbonato de cálcio, em forno de cal. Mas já existem, além de

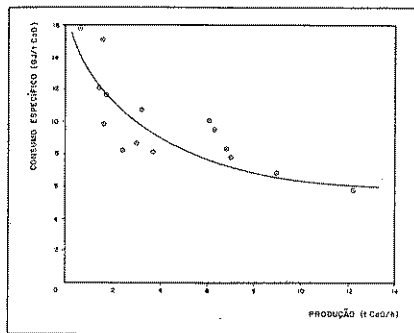


FIG. 5

Efeito da escala de produção do forno no consumo específico de combustível. Amostragem: 15 fornos.

talado para cada máquina, é comum o consumo individual ser calculado pelo rateio proporcional à produção de cada máquina. Em alguns casos, foi disponível, apenas, o consumo global da fábrica, o que dificultou uma análise acurada dos fatores responsáveis pela variação do consumo específico.

A tabela 2 e a figura 6 indicam valores e distribuição do consumo específico (expresso em kg de vapor por kg de produto) extraídas do quadro resultantes das informações.

O valor mais elevado de consumo específico, encontrado para papel de impressão, explica-se pela inclusão do vapor consumido em seu acabamento.

No caso dos papéis para uso sanitário, o valor mais alto provém da secagem ser promovida mais por evaporação do que por prensagem a fim de preservar as características estruturais destes papéis.

Embora a prensagem possa contribuir substancialmente para um menor consumo de energia, durante a secagem, os papéis sanitários representam um caso típico, onde o compromisso entre o critério da conservação de energia e a garantia de qualidade estabelece limites de atuação.

A tabela 3 indica os valores de consistência que folhas de diferentes tipos de papel mostram após serem passado pela seção de prensas.

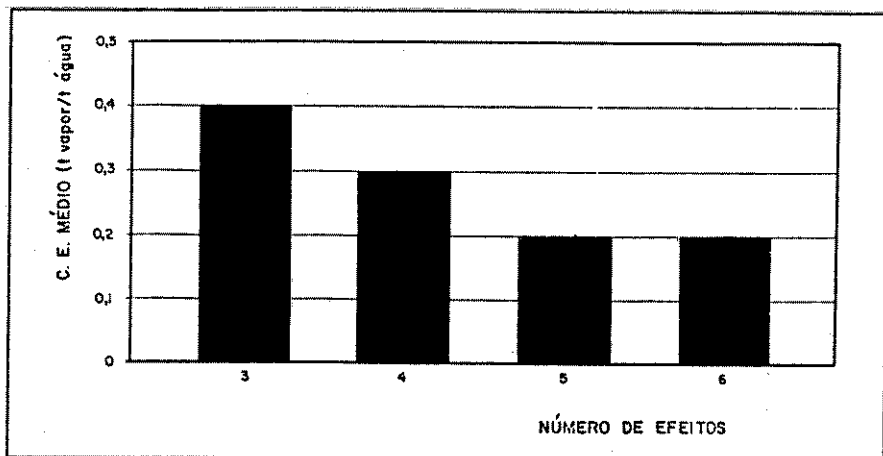


FIG. 4

Influência no número de efeitos no consumo específico de vapor pelos evaporadores.

um forno que opera satisfatoriamente com biomassa sólida, projetos, em estágio de avaliação, para empregar biomassa, ou na forma sólida ou na forma de gás.

A figura 5 ilustra, com dados provenientes de quinze fornos industriais, a queda do consumo específico de energia com o aumento de produção da cal.

Sem levar em consideração um combustível específico, a operação do forno de cal responde por 10% do consumo total de energia pela unidade e continua oferecer diversas oportunidades para conservar energia.

No setor de produção de papel e papelão, coletaram-se informações de 121 máquinas. Destas, 94% usam formação em mesa plana, predominando em sua produção, papéis para embalagem, imprimir/escrever, sanitários e cartão/cartolina. É comum uma mesma máquina produzir diversos tipos de papel.

Como poucas fábricas dispõem de medidor de vazão de vapor ins-

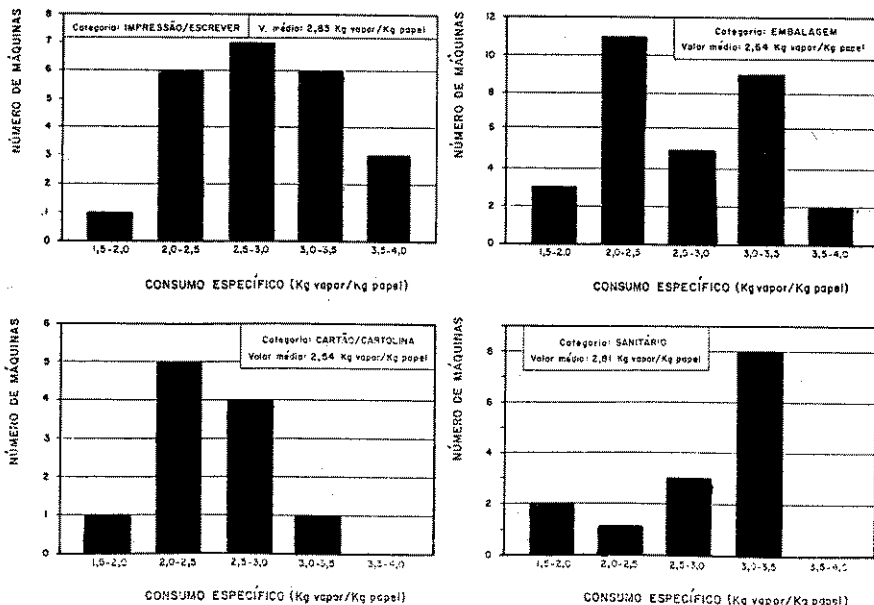


FIG. 6

Distribuição das máquinas de papel por faixa de consumo específico, para os diferentes tipos de papel. Amostragem: 70 máquinas.

TABELA 2
VALORES MÉDIOS DO CONSUMO ESPECÍFICO PARA OS DIFERENTES TIPOS DE PAPEL

Consumo específico (kg/vapor kg/papel)	Embalagem	Tipo de papel		
		Impressão	Sanitários	Cartão/Cartolina
Médio	2,64	2,83	2,81	2,54
Desvio padrão	0,53	0,47	0,58	0,43
Valor máximo	3,50	3,80	3,40	3,40
Valor mínimo	1,84	1,85	1,70	1,99
N.º de máquinas	30	23	14	11

TABELA 3
CONSISTÊNCIA DA FOLHA APÓS A SEÇÃO DE PRENSAS

Consistência %	Embalagem	Tipo de produto	
		Impressão/Escrever	Cartão/Cartolina
Média	41,4	40,9	44,4
Desvio padrão	3,9	3,9	2,1
Valor máximo	48,0	49,7	48,0
Valor mínimo	34,0	35,0	41,0
N.º de máquinas	31	19	11

TABELA 4
CONSUMO ESPECÍFICO E CONSUMO DE VAPOR EM MÁQUINAS DE PAPEL PARA AS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS E ESPANHOLAS (VALORES MÉDIOS)

Tipo de produto	Consumo específico (kg vapor/kg papel)		Economia de vapor (kg vapor/kg água evaporada)	
	Brasil	Espanha*	Brasil	Espanha*
Embalagem	2,64	2,65	2,08	1,65
Impressão	2,83	3,12	2,14	2,24
Cartão/Cartolina	2,54	1,76	2,37	1,65

* Fonte: Centro de Estudos de la Energia — Sectores papel/textil In: Situación energética em la industria. Madrid, CEE — s.d. n. 5.

Uma vez que o consumo de vapor é proporcional ao consumo de energia no processo e à energia necessária para a evaporação de água, o consumo de vapor (expresso em kg vapor por kg de água evaporada) reflete a eficiência do sistema de secagem. Índices baixos denotam, portanto, processos de secagem mais eficientes.

A figura 7 ilustra o consumo de vapor na secagem, por tipo de produto, considerando a instalação ou não de coifas na seção de secagem.

A tabela 4 enfeixa a súmula de informações levantadas, pelo IPT, na fabricação de papel e, a título de comparação, índices obtidos em

estudo semelhante realizado na Espanha.

Embora não seja uma operação unitária do processo de fabricação de pasta e papel, propriamente dito, inseriu-se no Manual um capítulo que trata da geração de vapor por ser uma operação que, também, apresenta potencial para economia de energia.

A figura 8 mostra a distribuição de excesso de ar, referente a 40 caldeiras que incluem tipos que operam com óleo, madeira e bagaço-de-cana.

O excesso de ar reflete diretamente as condições em que se dá a combustão e, portanto, as condi-

ções de operação da caldeira e dos seus queimadores, do condicionamento do combustível e da sua carga, sendo um dos fatores que determinam seu rendimento.

É importante ressaltar que somente para metade das caldeiras, incluídas no levantamento, podiam-se obter informação sobre as concentrações de O₂ ou CO₂, nos gases de exaustão. Este fato aliado aos índices altos de excesso de ar, conforme figura 8, revela um potencial que vale ser explorado pelo setor.

A figura 9 ilustra de que modo se distribui a incidência do custo de energia, do óleo e/ou da biomassa, referido ao faturamento da indústria.

Nota-se que nas fábricas onde se consome biomassa este valor não passa de 4%.

Os valores médios de 7,6% e 2,7% para óleo e biomassa, respectivamente, fazem a substituição do óleo economicamente atrativa e merecedora de análise por parte do empresário.

Unidades fabris que mostram um índice elevado de incidência devem elaborar e pôr em prática um programa de conservação de energia. Certamente, há numerosas medidas de conservação de efeito imediato a diminuir aqueles índices.

III. Medidas de Conservação e Substituição de Energia

No Manual, abordaram-se medidas de conservação de energia e alternativas na substituição de insumos energéticos, que se aplicam às operações da indústria de celulose e papel.

As três categorias, nas quais as recomendações se encaixam, distinguem-se pela aplicabilidade destas:

- de natureza imediata, envolvendo apenas recursos internos da empresa
- medidas que requerem investimentos substanciais e cuja implantação deve ser procedida de estudos de viabilidade econômica
- medidas que exigem desenvolvimento tecnológico e/ou comprovação industrial, o que, em geral, implica em prazo maior para sua implantação.

O escopo do presente trabalho não permite abordar estas medidas de uma maneira descritiva e detalhada. Optou-se, portanto, em apresentar somente uma listagem dos pontos a observar, "check-list". Para maiores detalhes, é oportuno consultar a publicação: "Conservação de Energia na Indústria de Celulose e Papel — Manual de Recomendações" — IPT — São Paulo — Brasil (já publicado), bem como as referências ali citadas.

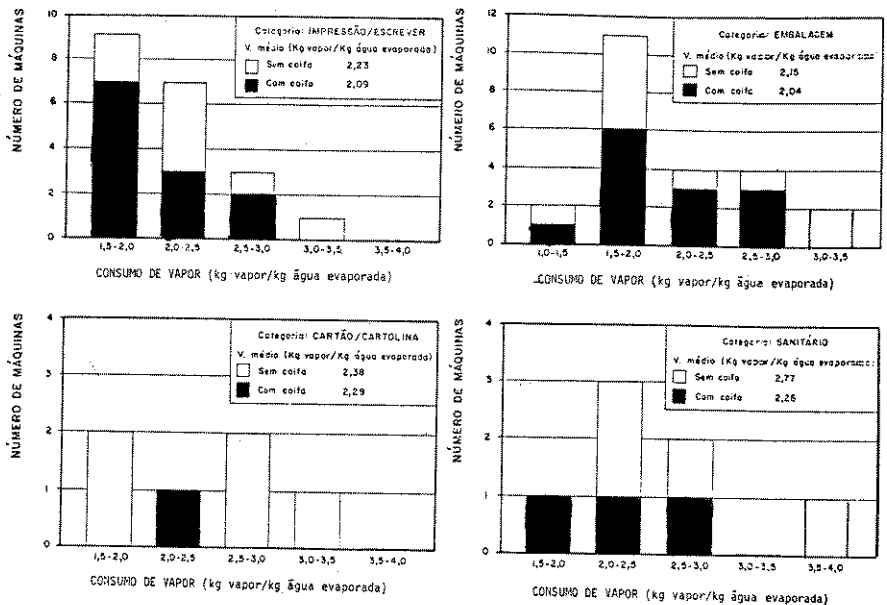


FIG. 7

Distribuição das máquinas de papel, por faixa de consumo de vapor por tipo de produto. Amostragem: 57 máquinas.

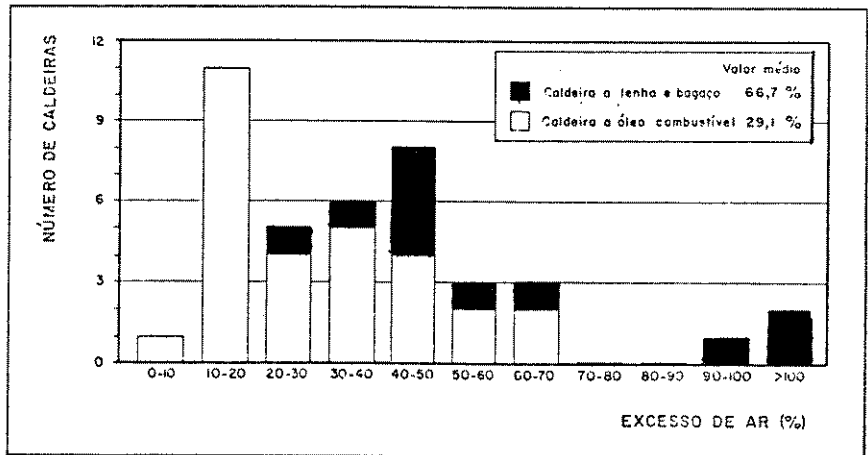


FIG. 8

Distribuição das caldeiras por faixa de excesso de ar. Amostragem: 40 caldeiras.

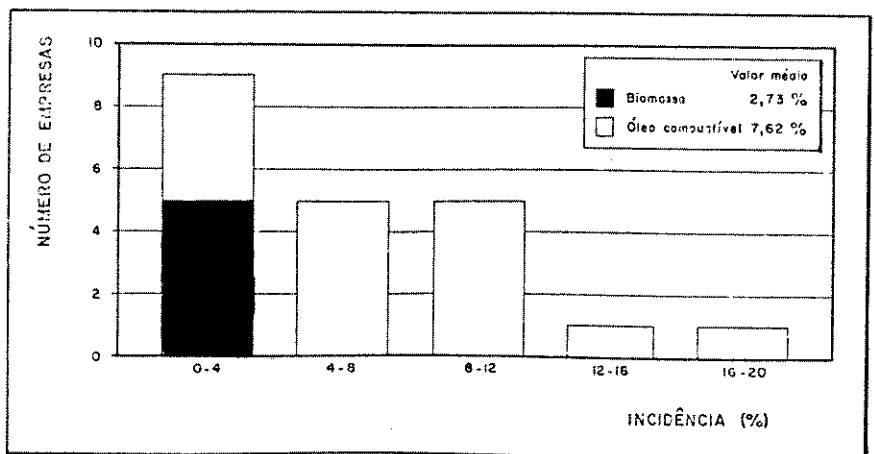


FIG. 9

Distribuição das empresas pesquisadas por faixa de incidência do custo de óleo combustível ou biomassa sobre o faturamento. Amostragem: 21 empresas.

CHECK-LIST DAS MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE ENERGIA

— Preparo de matérias-primas

- Otimização das dimensões dos cavacos para polpação
- Maximização de recuperação de finos e casca

— Polpação

- Otimização das principais variáveis operacionais do cozimento
 - Redução da relação licor/madeira
 - Aumento da temperatura do licor
- Redução do consumo de vapor na digestão
 - Digestão contínua
 - Aquecimento indireto do licor de recirculação do digestor com recuperação do condensado
 - Impregnação dos cavacos com vapor, antes da sua digestão
 - Digestão em dois estágios
 - Retirada de licor quente do digestor
- Aprimoramento dos procedimentos operacionais da digestão
 - Uso de aditivos na polpação
 - Controle da digestão
 - Cozimento conjunto de folhosas e coníferas
 - Utilização direta do licor verde no digestor em substituição a uma parcela de licor branco
- Recuperação do vapor do tanque de descarga
 - Medidas de aproveitamento racional de vapor de "flash"
- Aprimoramento dos projetos e dos procedimentos operacionais no sistema do tanque de descarga
 - Implantação de um sistema avançado de controle
 - Isolamento térmico do tanque acumulador de água quente
 - Aprimoramento do projeto dos tanques de descarga
- Aprimoramento do sistema de lavagem de pasta celulósica

Dimensionamento econômico

Uso de sistemas de lavagem sob pressão

— Branqueamento

- Alteração de variáveis operacionais
 - Consistência da massa na operação nas torres
 - Temperatura da pasta e dos chuveiros
 - Gradiente de temperatura entre estágios
 - Reciclagem de água no branqueamento
- Modificações do processo ou da instalação
 - Branqueamento por deslocamento
 - Seqüência de branqueamento

— Evaporação

- Otimização das principais variáveis operacionais do sistema
- Utilização do vapor do tanque de descarga para aquecimento e pré-evaporação do licor negro
- Redução do consumo de vapor vivo na evaporação
 - Elevação do número de efeitos
 - Termocompressão do vapor
 - Esquemas de recompressão mecânica
 - Comparação das alternativas propostas para redução do consumo de vapor vivo
- Eliminação dos ejetores a vapor — substituição por bombas de vácuo
- Reaproveitamento dos condensados do sistema de evaporação
- Aprimoramento dos procedimentos operacionais e de manutenção dos evaporadores
 - Controle das incrustações — otimização do tempo e da frequência da limpeza dos evaporadores
 - Ajustes operacionais no sistema
 - Controle, por computador, do sistema de evaporação
 - Medidas adicionais

— Caldeira de recuperação

- Aumento da eficiência através da otimização das variáveis operacionais
 - Teor de inertes no licor negro
 - Perfil de temperatura da caldeira
- Otimização de sopradores de cinza
- Recuperação do calor de gases de exaustão
- Cobertura das bicas de fundidos e recuperação de calor na chaminé do tanque de dissolução
- Aquecimento indireto de licor negro concentrado

— Caustificação e forno de cal

- Elevação da temperatura do licor branco
- Eliminação ou diminuição do consumo de vapor na caustificação
- Controle de "dregs" e da carga de cal
- Aumento de teor de sólidos na lama, na entrada do forno de cal
- Melhorias no filtro rotativo de lama para aumento do teor de sólidos
- Utilização de "Flash-Dryer" para lama de forno de cal
- Recuperação ou redução de perdas de calor pelas paredes do forno de cal
 - Pintura da parede do forno
 - Recuperação de calor na parede por capota
 - Isolamento e refratários do forno de cal
- Recuperação de calor do produto do forno de cal
- Eliminação de perdas de pó de cal por manuseio e recuperação de pó arrastado pelos gases efluentes do forno
- Recuperação de calor dos gases de combustão
- Diminuição do teor de inertes no ciclo de cal
- Utilização de oxigênio para enriquecimento da combustão

- Substituição de óleo combustível por combustíveis alternativos
 - Gás natural e hidrogênio
 - Queima de resíduos florestais
 - Queima de biomassa em suspensão

— Sistema de preparação de massa na fabricação de papel

- Desagregação
- Refinação
 - Variáveis operacionais
 - Tipo de refinador
 - Velocidade do refinador
 - Desenho dos discos

— Máquinas de papel

- Aumento da consistência da folha, na seção de prensagem
 - O processo de remoção de água na prensagem
 - Pressão e tempo de residência no "nip"
 - Seleção e condicionamento adequado dos feltros
 - Efeito da temperatura da folha no desaguamento
 - Tipos de prensas
- Aumento da consistência da folha na zona de vácuo
 - Roteiro para cálculo da economia de vapor na seção de secagem através do aumento da consistência da seção de vácuo
 - Alternativas para o aumento da consistência na seção de vácuo
 - Comparação entre os sistemas de vácuo
- Aumento do coeficiente de evaporação da seção de secagem
- Coifas e sistemas de ventilação dos bolsões de ar
- Sistemas de alimentação de vapor e extração de condensados das máquinas de papel
 - A alimentação de vapor
 - A extração de condensado
 - O controle da vazão de vapor de arraste de condensado (Blow-through")
 - A recuperação do condensado e do vapor de "flash" da máquina de papel
 - Fatores operacionais

- Isolamento das laterais dos cilindros secadores
- Controle da unidade final do papel
- Redução da frequência de quebras e rejeitos da máquina de papel

— Geração e distribuição de vapor

- Geração de vapor
 - Manipulação dos combustíveis
 - Tratamento de água de caldeiras
 - Redução das perdas de chaminé em caldeiras
 - Substituição de óleo combustível por lenha
- Distribuição de vapor
 - Redes de distribuição
 - Perdas de energia em tubulações
 - Seleção do nível ótimo de pressão em equipamentos
 - Purgadores
 - Recuperação e aproveitamento do condensado

IV. Gerenciamento Energético

Com a finalidade de proporcionar orientação e centralização de esforços na conservação de energia em diversas indústrias, o Conselho Nacional de Petróleo (CNP) propôs, em 1981, a formação de Comissões Internas de Conservação de Energia (CICE) que teriam a tarefa de avaliar a situação energética das instalações a gerir seus Programas de Conservação de Energia.

No setor de Celulose e Papel apenas 60% das indústrias optaram pela implantação de CICE e nota-se na maioria das empresas, que formaram tais comissões, uma falta de acompanhamento satisfatório, de modo que a adoção de medidas de conservação acaba sendo, de certo modo, empírica, uma vez que não há uma sistemática definida para avaliação dos seus efeitos.

O gerenciamento de energia exige, para cada unidade, a formulação de um programa definido de atuação, com objetivos e métodos claros. Experiências em programa de conservação, neste e noutros setores industriais, ensinaram a necessidade de estabelecer etapas básicas de atuação, mesmo quando

se trata das medidas mais simples a serem implantadas. Tais etapas devem ser convenientemente adaptadas e desenvolvidas aos casos específicos.

Os passos que se recomendam são os seguintes:

1. Formação da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE)
 - a escolha dos membros da CICE, o estabelecimento da política de atuação e a posição da CICE no organograma da fábrica dependem do porte da empresa e do grau de sua preocupação com os assuntos energéticos.
2. Análise do consumo de energia, na unidade

A possibilidade de realizar economia no consumo de energia depende do conhecimento correto e abrangente da situação que se pretende alterar.

A análise do consumo de energia compreende as seguintes atividades:

- levantamento energético da instalação
- atualização do fluxograma do processo
- coleta de dados
- balanço de massa e de energia
- distribuição do consumo de energia entre os diversos produtos
- estabelecimento de metas para reduzir e/ ou substituir o consumo energético
- relatórios de acompanhamento do consumo de energia

A execução das diversas ações, muitas vezes deve ser e, é superposta, conforme a experiência do grupo, as conveniências da empresa e as exigências em determinadas ocasiões.

3. Projetos de conservação de energia

- identificação das medidas de conservação de energia
- análise técnico-econômica

- estabelecimento de prioridades
- implantação das medidas por ordem de prioridade

4. Acompanhamento e avaliação

São aspectos fundamentais dos quais depende o sucesso do programa de conservação e substituição e que permitem rastrear o seu desenvolvimento e verificar em que grau as metas estabelecidas tenham sido atingidas.

A estratégia inicial da CICE, em geral, consiste em colocar em prática aquelas medidas que abatem as perdas de energia, de acessibilidade imediata, para, em seguida, dedicar-se a projetos de maior complexidade.

Chegando a um estágio avançado de execução, o programa de conservação pode seguir para abordar outros enfoques, como:

- alteração das prioridades finais do produto, sem sacrifício da qualidade global, mas torná-lo um consumidor menos exigente de energia
- melhorias no controle do processo e implantação de administração de energia da planta acoplado um sistema "on-line" em conjunto com um computador.

Alternativas desta natureza já são

tecnicamente viáveis e são já adotadas em alguns países.

V. Conclusão

O presente trabalho visou apresentar, de modo sucinto, os aspectos principais do Manual de Recomendações para a Conservação de Energia na Indústria de Celulose e Papel, elaborado tecnicamente pela equipe do IPT.

Um programa de conservação de energia deve resultar da conscientização profunda em todos os setores e níveis da empresa. Deve ser elaborado e executado pelos seus próprios técnicos, sendo submetido à avaliação e reestruturação periódica, de acordo com as condições e recursos técnicos e econômicos disponíveis.

A finalidade do Manual é de abrir o leque de possibilidades que se oferece à indústria, dentro das quais devam conceber e implementar seus programas de conservação.

Dentro desta mesma filosofia, o Manual, em seu enfoque principal, dirige-se às pequenas e médias entidades produtoras do setor que, geralmente, enfrentam maiores dificuldades estruturais, quando tentam implementar seus programas de conservação. Embora as empresas maiores e seus problemas específicos tenham sido abordados, estas unidades maiores recebem já apoio das comissões internas (CI-

CE) e de grupos permanentes de assistência e suporte técnico que faziam parte da sua estrutura, muito antes da crise do petróleo ter sobrevivido.

Neste sentido o Manual procura mostrar:

- a existência de um campo a explorar no setor, fazendo o diagnóstico baseado em dados de produção, de consumo de energia, de tipos de processo e de equipamento, de instrumentação e sistemas de controle e de outros elementos, que possam influir
- a importância e a viabilidade da implantação destes programas nas diversas empresas, bem como a necessidade de encerrar a economia de energia como uma preocupação imprescindível da sua gestão empresarial
- como estes programas podem ser implantados
- em que parte da planta pode ser conseguida economia e a maneira como obtê-la
- quais são os meios teóricos e práticos para identificar e avaliar eventuais potenciais de economia de energia
- avaliação econômica, sempre quando possível, das medidas de conservação propostas.

