

AUTO-PRODUÇÃO DE ENERGIA NO SETOR DE CELULOSE E PAPEL

Humberto Luís Alves Batista

Gerente de Recuperação, Utilidades, Plantas Químicas e Águas e Efluentes
RIOCELL S.A.

INTRODUÇÃO

Os recursos básicos necessários na fabricação de celulose e papel são madeira, água e energia. Enquanto as fontes de fibras celulósicas podem ser diversas e substituíveis, não é possível fabricar celulose e papel sem água e energia. Se uma indústria compra toda a energia necessária, ou chega a ser capaz de gera-la usando resíduos ou combustíveis, a grande quantidade de energia usada nos processos de fabricação e seu custo torna imprescindível um eficiente gerenciamento energético.

O black-out que deixou 4 milhões de residências e também indústrias sem energia nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste no final de abril último, revela que o Brasil está operando muito perto de seu limite. A capacidade de geração de energia para estas regiões é de algo em torno de 41,5 mil MWh. O consumo de energia, porém, está chegando a 39 mil MWh nos horários de pico. Embora este não tenha sido o motivo do black-out, o fato deixou claro que, se não forem feitos investimentos no setor elétrico, o país e seu segmento produtivo poderá passar por uma séria crise energética. Dentro do panorama apresentado, é fundamental, para o setor de celulose e papel, pensar em soluções alternativas, visto que temos 95,3% do total de energia comprada adquirido de concessionárias destas regiões, base 1995 com total de 4.707.980,0 MW.

MATRIZ ENERGÉTICA DO SETOR DE CELULOSE E PAPEL

A estrutura da matriz energética brasileira, apresentada a seguir, demonstra a grande dependência da energia elétrica gerada nas Centrais Hidro e Termoelétricas.

MATRIZ ENERGÉTICA - BRASIL - %										
ANO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
PETRÓLEO	43,6	43,3	42,0	41,4	41,8	39,4	40,4	39,5	40,0	38,9
CARVÃO	5,0	5,1	5,3	5,2	4,9	5,1	5,1	5,1	4,7	4,6
GÁS NATURAL	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
NUCLEAR	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,3	0,9	0,5
CENTRAIS H/T	42,0	41,1	42,8	43,4	44,3	45,9	46,6	47,4	46,7	48,4
RENOVÁVEIS	8,9	9,3	9,1	9,5	8,5	8,3	7,5	7,4	7,4	7,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

As Centrais Elétricas Auto-Produtoras estão incluídas em Centrais Hidro/Termoelétricas

Fonte: Balanço Energético Consolidado / ANFPC

As utilizações de unidades termoelétricas nas empresas do setor de celulose e papel são muito importantes dentro das matrizes energéticas das mesmas contudo ainda não chegam a impactar significativamente na matriz energética do país. Este aspecto pode ser melhor entendido ao se verificar que o consumo energético do setor é estimado em apenas 3 a 4% do consumo energético do país entre 1986 e 1995, conforme pode observado no quadro a seguir.

No período compreendido entre 1986 e 1995 a produção do setor cresceu de 6086 mil t para 8443 mil t, correspondente a 38,7%, enquanto que o consumo de energia cresceu 43,3%, de 4718 mil tEP para

6760 mil tEP. O intervalo de maior crescimento corresponde aos anos de 1990 a 1994, período que o setor viveu principalmente a entrada de grandes unidades de produção, quando o consumo de energia aumentou em 30,7%. Em 1995, 8,82% da energia consumida pelo segmento industrial no Brasil foi feito pelo setor de celulose e papel, quase 2% maior que em 1986 quando este valor era de 7,37%.

O setor de celulose e papel possui geração própria de energia equivalente a 38,9% de suas necessidades com motores e equipamentos e compra, portanto, 61,1% da energia de concessionárias. Dentro deste quadro as indústrias de papel são as mais dependentes (geração de 6,7%) sendo que os fabricantes exclusivo de papéis sanitários produzem apenas 2,2% de suas necessidades. O segmento mais independente são os produtores unicamente de celulose que, em 1995, produziram 85,1% do consumo total, dos quais apenas 0,3% de fonte hidrelétrica e os restantes 99,7% de fonte térmica. As fábricas integradas de celulose e papel tinham 50,4% de suas necessidades atendidas por geração própria.

PERFIL DE CONSUMO ENERGÉTICO - BRASIL - %										
ANO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
CONS. TOT. (1000 tEP)	149326	155833	159166	162407	159702	164413	166820	172273	180061	187674
SETOR ENERGÉTICO	8,1	8,8	8,4	8,4	8,3	8,4	8,2	8,0	8,1	7,8
RESIDENCIAL	16,7	17,0	16,8	16,7	17,4	17,3	17,3	16,6	16,1	16,4
COMERCIAL	4,2	4,2	4,3	4,5	4,9	4,8	5,0	5,0	5,0	5,3
PÚBLICO	3,0	3,1	3,2	3,2	3,4	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9
AGROPECUÁRIO	4,6	4,8	4,8	4,7	4,5	4,6	4,5	4,6	4,6	4,6
TRANSPORTE - TOTAL	20,5	19,4	19,2	19,8	20,2	20,6	20,3	20,5	20,6	21,2
RODOVIÁRIO	17,2	16,4	16,4	17,3	17,8	18,2	18,1	18,1	18,4	19,1
FERROVIÁRIO	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
AÉREO	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3
HIDROVIÁRIO	1,4	1,1	1,1	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,4
INDUSTRIAL - TOTAL	42,9	42,7	43,2	42,6	41,2	40,9	41,0	41,6	41,8	40,8
CIMENTO	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	1,8	1,5	1,5	1,4	1,5
FERRO-GUSA E AÇO	9,7	9,9	10,6	10,8	9,1	9,1	9,0	9,4	9,4	8,9
FERRO-LIGAS	1,3	1,2	1,4	1,6	1,4	1,4	1,6	1,5	1,3	1,2
MINERAÇÃO E PELOT.	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5
NÃO-FERR. E OUTROS	4,6	4,7	5,0	5,0	5,3	5,6	5,5	5,5	5,3	5,1
QUÍMICA	4,5	4,4	4,3	4,2	4,3	4,1	4,2	4,2	4,2	4,1
ALIMENTO E BEBIDA	7,1	7,2	6,7	6,0	6,5	6,4	6,9	6,8	7,3	7,4
TÊXTIL	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3
PAPEL E CELULOSE	3,2	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,7	3,8	3,7	3,6
CERÂMICA	2,2	2,0	1,9	1,9	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5
OUTROS	5,1	5,2	5,2	5,1	4,8	4,6	4,1	4,4	4,6	4,6
NÃO-IDENTIFICADO	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Fonte: Balanço Energético Consolidado / ANFPC

As informações que se seguem são baseadas em levantamento anual realizado nas empresas do setor e refletem o perfil de consumo energético, tendo como base o ano de 1995. A maioria das empresas do setor consomem mais de um tipo de combustível em sua matriz energética.

Em 1995 a potência instalada nas empresas era de 1979,4 MWh e a geração própria de 769,3 MWh. Desse valor de geração própria, as indústrias de papel equivalem a 28,4 MWh ou 3,7% (0,3% para sanitários e 3,3% para demais fabricantes de papéis), as indústrias integradas a 450,3 MWh (58,5%) e as indústrias de celulose a 290,6 MWh (37,8%).

Analisando as informações de 89 empresas e estimando em relação a outras 49, temos que 90 empresas consomem óleo combustível, 11 o gás natural e 5 empresas consomem outros derivados de petróleo. Relativo a biomassa florestal tínhamos 84 empresas consumindo lenha, 24 consumindo cavacos de

madeira, 20 aproveitando cascas como combustível e 7 usando outros resíduos para geração própria. Bagaço-de-cana consumido por 5 empresas, carvão mineral por outras 2, licor negro por 22 empresas e 3 outras empresas consumidoras de combustíveis alternativos completam o perfil de consumo do setor.

O quadro a seguir mostra a evolução da produção do setor e o consumo global de combustíveis, em 1000 tEOC, o que corresponde a aumento no consumo total de 55,5% entre 1986 e 1995. Neste período, observamos um significativo aumento no consumo de licor negro em 94,6%, maior que 88,2% verificado para óleo combustível, e sua participação na matriz energética passa de 37,7% para 46,1%.

A disponibilização de gás natural possibilitou o aumento de consumo deste energético e, com a previsão de construção de gasodutos pelas regiões sul-sudeste, este perfil de crescimento deverá ser mantido no decênio 1996 - 2005.

A necessidade de destinação adequada para casca das árvores e outros resíduos florestais, reduzindo impacto ambiental e aproveitando sua capacidade energética, fez aumentar em 90% o consumo. Considerando que este setor industrial é de base florestal, o cavaco de madeira passou a ser consumido como fonte energética e experimentou um aumento de 60,2% no consumo.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DO SETOR E CONSUMO DE ENERGÉTICOS, EM 1000 tEOC											
Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Celulose e Papel - ANFPC											
	ANO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
PRODUÇÃO (1000 t)		6086	6266	6409	6523	6581	7039	7602	7704	8020	8443
ÓLEO COMBUSTÍVEL		406	504	464	536	542	615	703	660	694	764
GÁS NATURAL		0	0	0	0	48	63	98	101	95	130
OUTROS DERIVADOS		10	9	5	25	10	4	6	4	4	10
LENHA		647	495	517	427	438	435	426	465	452	471
CAVACOS		382	393	411	398	445	385	493	502	614	612
CASCA		150	142	181	273	251	283	374	358	293	313
RESÍDUOS		79	85	77	109	112	101	116	127	140	122
BAGAÇO		35	60	73	65	58	66	40	38	18	5
CARVÃO MINERAL		139	167	173	170	153	144	126	143	123	134
LICOR NEGRO		1169	1235	1332	1268	1381	1560	1866	2115	2298	2219
ENERGIA ELÉTRICA		40	23	30	37	34	43	44	28	31	26
OUTROS		29	31	32	20	2	0	6	1	13	8
CONS. ESPECÍFICO (kgEOC/1000 t)		509	502	519	510	528	526	565	589	595	570
TOTAL		3096	3144	3325	3328	3474	3699	4298	4540	4775	4813

Nos 10 anos analisados verificamos um aumento de 12% no consumo específico de combustíveis, porém temos a influência de que neste cálculo foi levado em consideração apenas a produção líquida vendável das indústrias integradas, ou seja, não foram computadas as quantidades de celulose que são transformadas em papel.

O percentual do número de empresas do setor que possuem geração própria é de 25%. As fábricas de papel são em número de 10 com energia própria de origem hídrica, 1 de origem térmica e também 1 com geração térmica e hídrica, um total de 91 empresas não possuem auto-produção.

As empresas integradas de papel e celulose são em número de 18 com e 9 sem geração própria. Das 18 com auto-geração temos 11 com origem térmica, 6 com geração térmica e hídrica e apenas 1 empresa com geração exclusivamente hídrica.

Dentre as empresas produtoras de celulose encontramos 3 com auto-produção de origem térmica e 1 com geração térmica e hídrica. As unidades sem geração própria são em número de 2. O consumo de energia elétrica de origem própria é de 62,75% do consumo total nas empresas integradas, 35,32% no caso das produtoras de celulose e 1,93% nas fabricantes de papel. O quadro a seguir mostra o perfil do consumo de energia elétrica gerada pelas empresas em 1995 e variação sobre o ano de 1994.

PERFIL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA PELAS EMPRESAS DE CELULOSE E PAPEL

FONTE	CONSUMO - MW	PARTICIPAÇÃO %	VARIAÇÃO % 95/94
TERMOELÉTRICA	3.935.496,0	90,3	13,3
- LIXÍVIA NEGRA	2.308.117,0	53,0	6,1
- ÓLEO COMBUSTÍVEL	324.647,0	7,4	23,8
- BIOMASSA	1.107.509,0	25,4	32,3
- CARVÃO MINERAL	195.223,0	4,5	-1,4
HIDROELÉTRICA	435.068,0	9,7	-2,8
SUBTOTAL	4.358.536,0	100,0 (48,1)	11,5
COMPRADA	4.707.980,0	(51,9)	3,9
TOTAL	9.066.516,0	(100,0)	7,4

CUSTO DA ENERGIA

Tradicionalmente, os elementos essenciais nos custos de produção são insumos/materiais e mão-de-obra. Grandes esforços foram aplicados para reduzir ambos fatores de custo. Práticas sofisticadas de compras, combinada com precisos sistemas de entrega just-in-time otimizaram os custos com materiais, e avanços nos processos produtivos permitiram reduções nos consumos específicos de insumos.

Na arena da mão-de-obra, a automação tem sido a maior contribuição na redução dos custos. Sistemas digitais de controle e a instalação de novas máquinas capazes de operar sob supervisão de equipamentos de controle numérico e computadores foram essenciais na redução do número de horas-homem requerida na produção. Estas ações são essenciais para minimizar o impacto do custo da mão-de-obra tão honerado pelo nosso "custo Brasil".

Contudo, as indústrias, de um modo geral, ainda estão se deparando com enormes pressões competitivas que, nos últimos anos, estão causando um significativo aumento na consciência do impacto do custo da energia elétrica no custo do produto final.

Pelo exposto de que o setor de celulose e papel é altamente demandante em energia, os custos totais são expressivos, considerando tanto a auto-produção quanto a compra de energia elétrica de concessionárias.

Os valores equivalentes aos dispêndios das empresas do setor com o consumo de energia elétrica comprada no ano de 1995 totalizaram R\$ 244,4 milhões, com R\$ 161,6 milhões (66,1%) correspondentes a consumo, R\$ 78,8 milhões (32,2%) referente a demanda, R\$ 356,0 mil (0,1%) gastos com ajuste de fator de potência e R\$ 3,6 milhões (1,5%) com empréstimo compulsório.

Para trabalharmos dados de custo de energia no setor de celulose e papel, passamos a abordar o segmento de celulose kraft branqueada de fibra curta, em detrimento a composição de custo dos diversos segmentos do setor, devido a disponibilidade e qualidade das informações. Além disso, devido a diferença entre o consumo de energia nos diferentes segmentos, teríamos dados que não se aproximaria de nenhum segmento se tomado individualmente. Como exemplo podemos citar

que uma unidade de polpa termo-mecano-química branqueada requer aproximadamente 3 vezes mais energia que uma unidade de polpa kraft fibra curta branqueada.

O quadro a seguir apresenta a participação do custo da energia na composição do custo variável médio e custo total médio de produção de celulose.

PARTICIPAÇÃO DO CUSTO DA ENERGIA NO CUSTO DE PRODUÇÃO														
CELULOSE KRAFT BRANQUEADA DE FIBRA CURTA - US\$/ton métrica														
Fonte: RISI - Resource Information Systems, Inc.														
ANO	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
CAVACO	50	49	54	58	65	75	99	81	79	87	79	96	95	
ENERGIA	25	22	13	15	12	13	16	13	11	10	10	12	12	
VARIAÇÃO % ENERGIA	-6,6	-11,8	-42,4	16,6	-17,3	7,6	22,6	-22,0	-10,2	-12,0	4,8	14,5	2,5	
PARTIC. % ENER./VAR.	10,7	9,9	6,1	6,7	4,8	4,8	4,7	4,5	4,1	3,6	3,6	4,0	4,2	
QUÍMICOS	44	39	35	37	39	38	53	42	37	38	31	37	34	
MÃO-DE-OBRA	19	20	24	22	23	23	28	26	23	21	23	30	31	
OUTROS	36	35	37	38	45	50	67	54	48	47	39	49	47	
TRANSP. N. EUROPA	58	56	50	54	66	71	78	73	71	73	70	73	71	
CUSTO VAR.TOT. MED.	233	222	213	224	251	270	342	289	269	275	251	297	288	
VAR. % C. VARIÁVEL	-3,3	-4,6	-4,0	5,1	12,1	7,7	26,3	-15,5	-6,7	2,1	-8,6	18,1	-2,8	
OVERHEAD	31	32	39	37	39	39	48	44	40	39	44	52	51	
DEPRECIÇÃO	72	72	71	70	69	70	72	76	79	82	76	77	77	
CUSTO FINANCEIRO	87	87	81	73	69	67	65	67	69	68	60	59	57	
CUSTO TOTAL MÉDIO	422	412	405	403	429	447	526	476	458	467	431	484	473	
VAR. % CUSTO TOTAL	-3,0	-2,2	-1,8	-0,5	6,4	4,2	17,9	-9,7	-3,7	1,9	-7,6	12,2	-2,3	

Como se observa, os esforços de redução no consumo de energia e aspectos da economia brasileira fizeram com que a participação do custo de energia na composição dos custos da celulose reduzisse em 7,1% entre os anos de 1984 e 1994. A redução de custo neste período, de US\$ 25/t para US\$ 10/t, corresponde a 60%, um ganho apreciável em busca da competitividade.

Os ganhos com energia foram, até o momento, os mais expressivos, o que contribuiu na redução da participação do custo da energia no custo variável de 10,7% para 4,2%. Mesmo com todos investimentos realizados com a modernização de equipamentos e automação, entre 1984 e 1996 tivemos ganhos unicamente no custo de energia (-52%) e químicos (-22,7%), este último influenciado pelo custo nas eletrólises de clorato de sódio e cloro-soda. O aumento mais significativo ficou por conta do cavaco (90%) e, em seguida, o custo de mão-de-obra com 63,1%. A partir de 1994 observamos um novo incremento no custo da energia, basicamente em função de distorção no câmbio após a implantação do Plano Real.

Mesmo com uma participação relativamente baixa na composição do custo total, ainda há espaço para trabalhar na redução do custo da energia. Isto em função de comparação com outros países grandes produtores de celulose onde o custo de energia é, em geral, mais baixo que no Brasil.

O histórico apresentado no quadro a seguir, de 1977 a 1996, mostra a performance individual dos países no esforço de redução de custos da energia.

Todos os países experimentaram um aumento no custo da energia até 1981/1982, causado principalmente pelo choque do petróleo a partir de 1979 e a importância do óleo combustível na matriz energética dos países e empresas. O Canadá foi o único país que não conseguiu reverter este aumento nos anos que se seguiram, chegando em 1996 com custo 26,3% maior que em 1977.

CUSTO DE ENERGIA NA COMPOSIÇÃO DO CUSTO TOTAL																				
CELULOSE KRAFT BRANQUEADA DE FIBRA CURTA - US\$/ton métrica																				
Fonte: Pulp & Paper Yearbook 1994; RISI Resource Information Systems, Inc.																				
Pulp & Paper August 1996; RISI Resource Information Systems, Inc.																				
ANO	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
BRASIL	25	22	28	38	39	33	27	25	22	13	15	12	13	16	13	11	10	10	12	12
CHILE	24	24	33	49	52	45	38	36	32	23	23	20	20	21	16	13	10	9	9	9
PORTUGAL	30	32	35	48	46	40	34	30	28	26	22	21	18	20	20	21	17	13	10	9
ESPANHA	51	54	67	83	85	77	71	65	65	54	47	47	44	50	48	45	37	40	44	41
FINLÂNDIA	20	20	21	27	25	20	15	11	9	6	6	6	5	5	5	4	3	3	4	3
SUÉCIA	19	20	25	34	34	29	23	20	19	16	17	16	16	16	16	18	10	10	10	10
CANADÁ - LESTE	19	20	22	25	29	32	34	33	31	25	25	25	26	27	28	27	25	24	23	24
EUA - SUL	27	28	32	38	43	44	43	43	40	29	29	26	26	25	23	21	20	18	17	16

A melhor performance fica por conta da Finlândia, com uma redução de 85%, equivalente a US\$ 17,00, estabelecendo uma participação de apenas US\$ 3,00/t no custo médio da celulose. Em valores absolutos, a redução de US\$ 21,00 obtida por Portugal foi a mais significativa.

PROJEÇÕES PARA ÁREA DE ENERGIA

As fábricas estado-da-arte até 2020 irão produzir papel e celulose de mercado de alta qualidade, observando rigorosa legislação referente aos níveis de emissões hidrúcas e aéreas e disposição de resíduos. A ênfase na operação das fábricas será a minimização do impacto ambiental (aproximação ao efluente zero) incluindo branqueamento pelo menos completamente isento de cloro elementar.

As plantas utilidades que servirão uma fábrica de polpa kraft branqueada, construída a partir da próxima década, poderá ter uma tecnologia muito similar a atual, ou resultar numa planta de energia muito diferente seguindo tendências em estudo. A definição de toda a fábrica do ano 2020 será baseada nos aspectos ambientais. Para os processos, alguns dos aspectos ambientais são: incineração de lodo para redução do volume de aterro a céu aberto, branqueamento isento de cloro elementar ou completamente isento de compostos com cloro para eliminar potenciais emissões de compostos clorados indesejáveis, maior eficiência energética para reduzir o consumo de combustíveis e geração de energia, emissões gasosas, e emissões de efluente zero.

Nas caldeiras, as taxas de emissões mínimas serão o ponto de partida e, para tanto, maior eficiência energética será imprescindível para ajudar a reduzir as emissões totais. As exigências ambientais variam muito de acordo com o local de instalação da fábrica, entretanto a maioria irá se confrontar com exigências para emissão de NOx, CO e particulados. Em caso de utilização de rejeitos da fábrica como combustível, a emissão de SO2 não seria um fator limitante visto o baixo conteúdo de enxofre nestas fontes de energia. Entretanto, se combustíveis com alto teor de enxofre forem usados como queima complementar, tais como coque e carvão, deverá ser necessário implementar ações para atingimento do requisito de emissão de SO2.

Há uma projeção no polpeamento kraft na direção do aumento do consumo de energia elétrica e diminuição no consumo de vapor por tonelada de produção. Esta projeção considera as tendências de utilização de ciclos combinados de geração de energia pelas empresas, através do uso de turbinas a gás operando com gás natural e gaseificação do licor negro, e a evaporação de

efluente do branqueamento para reciclagem. Dentro deste panorama temos um aumento da quantidade de sólidos a ser consumido pelo processo de recuperação, ao levarmos em conta uma redução de perda de fibra no processo de branqueamento devido ao aproveitamento dos filtrados.

Todos estes fatores influenciam no custo da energia frente ao custo médio variável de produção e ao custo médio total. O quadro seguinte mostra este aumento do custo de energia na composição do custo da celulose produzida no Brasil até o ano 2011. É esperado que, até 2020, todo ganho obtido na redução do custo da energia entre 1977 e 1996 tenha sido absorvido pela tendência de aumento.

PROJEÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DO CUSTO DA ENERGIA NO CUSTO DE PRODUÇÃO CELULOSE KRAFT BRANQUEADA DE FIBRA CURTA - US\$/ton métrica															
Fonte: RISI - Resource Information Systems, Inc.															
ANO	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
CAVACO	95	100	106	109	115	126	141	151	153	160	171	175	178	191	206
ENERGIA	13	15	15	14	16	17	17	18	18	19	19	19	20	21	22
VARIAÇÃO % ENERGIA	7,0	13,9	1,6	-6,0	12,0	8,3	3,7	3,1	2,1	3,3	1,2	1,0	3,0	4,7	4,5
PARTIC. % ENER./VAR.	4,5	5,0	4,8	4,4	5,0	5,0	4,6	4,7	4,6	4,7	4,6	4,5	4,7	4,7	4,7
QUÍMICOS	33	34	34	34	35	37	41	43	44	46	47	47	47	50	53
MÃO-DE-OBRA	31	32	33	33	34	35	35	36	35	35	35	35	35	36	36
OUTROS	46	46	47	48	48	50	52	53	53	53	54	55	56	57	58
TRANSP. N. EUROPA	72	75	77	77	75	77	80	83	86	89	90	88	89	91	95
CUSTO VAR.TOT. MÉD.	289	302	312	315	322	341	366	383	389	402	416	421	425	447	471
VAR. % C. VARIÁVEL	0,1	4,6	3,4	1,0	2,2	5,9	7,3	4,7	1,4	3,5	3,5	1,1	1,1	5,1	5,3
OVERHEAD	50	49	49	49	50	51	51	50	48	46	45	45	44	43	43
DEPRECIÇÃO	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	90	92	94	96	98
CUSTO FINANCEIRO	57	60	61	60	59	59	57	57	60	64	67	67	67	67	66
CUSTO TOTAL MÉDIO	473	490	503	505	514	534	558	575	582	599	618	625	631	653	677
VAR. % CUSTO TOTAL	0,0	3,4	2,7	0,5	1,6	3,9	4,5	3,1	1,3	2,9	3,0	1,2	0,9	3,6	3,7

Como se constata, há expectativa de que aconteça aumento no custo de todas as naturezas de gastos. O preço do cavaco é o que deverá apresentar maior crescimento (116,8%), seguido pela energia (69,2%). A participação da energia no custo não sofre grande alteração em virtude do custo médio de produção, apesar do aumento absoluto verificado individualmente.

Analisando uma projeção dos custos da energia na composição dos custos totais de diversos países, constatamos que a Finlândia continua com maior vantagem competitiva neste aspecto. Os custos são próximos a zero, principalmente devido a busca da alta suficiência, aproveitamento de todos os resíduos, reciclagem e eliminação das perdas.

PROJEÇÃO DO CUSTO DE ENERGIA NA COMPOSIÇÃO DO CUSTO TOTAL CELULOSE KRAFT BRANQUEADA DE FIBRA CURTA - US\$/ton métrica																	
Fonte: Pulp & Paper August 1996; RISI Resource Information Systems, Inc.																	
ANO	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
BRASIL	12	12	13	15	15	14	16	17	17	18	18	19	19	19	20	21	22
PORTUGAL	10	9	8	8	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ESPAÑA	44	41	41	43	44	43	45	50	50	51	50	48	46	45	45	45	43
FINLÂNDIA	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0
SUÉCIA	10	10	11	12	13	12	13	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16
CANADÁ - LESTE	23	24	24	25	25	24	25	26	26	26	27	28	27	27	28	28	29
EUA - SUL	17	16	16	16	15	14	15	15	15	14	14	15	15	14	15	15	15
INDONÉSIA	21	21	21	22	22	20	21	22	22	22	21	21	21	20	20	20	20

Nesta projeção passa a ser incluída a Indonésia, em virtude dos grandes investimentos realizados neste setor e conseqüente expectativa de aumento de produção, e da competitividade deste país em termos de madeira e mão-de-obra. Os custos de energia são mantidos relativamente estáveis no período considerado.

O Brasil perde sua vantagem na natureza de gasto energia para a maioria dos países produtores de polpa kraft branqueada de fibra curta para exportação. Somente não acontece frente a Canadá e Espanha. Apesar disto, o custo médio da celulose produzida no Brasil deverá ainda ser entre 10 e 15% inferior ao custo médio mundial em 2011, muito influenciado pelo custo da madeira.

Um aspecto importante que deve passar a ser considerado é a possibilidade aberta no Brasil a co-geração. A produção de eletricidade via co-geração é ainda pouco utilizada no Brasil, respondendo por apenas 20% do consumo, enquanto em países com menor grau de industrialização atinge mais de 10%. A co-geração no Brasil deve se tornar uma das principais fontes de expansão da oferta de energia, como aconteceu nos Estados Unidos ao longo dos últimos quinze anos.

O aumento da oferta de gás natural, os riscos da escassez de energia como conseqüência da redução de investimentos no setor elétrico, as tarifas crescentes de energia e a recente regulamentação da venda de excedentes de eletricidade são os principais fatores que irão impulsionar o uso mais extenso da co-geração.

As empresas do setor possuem experiência em geração elétrica e, mesmo não sendo a atividade fim, estas devem estar atentas a possibilidade de co-geração em virtude de que o aumento da escala de geração poderá trazer ganhos de custo da energia para seu empreendimento fim. A decisão recairá muito sobre o aspecto de que a geração de eletricidade é capital-intensiva e a empresa estaria realizando aplicações distantes de seu fim industrial.

Há ainda a condição de que uma unidade poderá fornecer eletricidade para outras unidades do mesmo grupo. Uma unidade gera a eletricidade correspondente e entrega à empresa de transmissão de energia e a outra unidade retira na outra ponta. Para tanto deverá ser aguardado uma maior definição sobre o futuro do sistema de transmissão nacional e os custos desta transmissão.

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NO SETOR

Nos últimos anos várias ações tem sido tomadas nos diferentes segmentos do setor visando a conservação de energia. A conservação é, em primeira instância, a redução física dos consumos e demandas. As tentativas seguem basicamente o princípio de que a redução dos gastos com energia não pode, de maneira alguma, implicar em perdas de qualidade e volume final de produção.

Estas ações devem iniciar na fase de projeto e se estender durante a operação dos equipamentos e processos. Esta afirmativa é avaliada por aspectos como o dimensionamento de um sistema de bombeamento. O investimento inicial em uma bomba centrífuga corresponde a apenas 8% dos custos totais durante um período de 10 anos de operação. O consumo de energia equivale a 87% dos custos totais e a sua manutenção a 5%. Portanto, é essencial que o dimensionamento seja o adequado para evitar perdas por operar fora da curva de ótima eficiência.

Medidas práticas de conservação de energia são implementadas nas indústrias e abrangem reduzir perdas com:

- Opção inadequada do combustível;
- Baixa eficiência de combustão;
- Eficiência de geração nos turbos-geradores;
- Transmissão e conversão de energia elétrica;
- Motores elétricos sobredimensionados;
- Vazamentos em redes de ar de serviço e instrumentação;
- Radiação e convecção em sistemas de troca de calor e tanques de estocagem e aquecimento;
- Isolamentos térmicos mal dimensionados e/ ou danificados;
- Condensado contaminado;
- Vapor através de purgadores mal dimensionados ou com defeitos;
- Calor nos gases de saída das caldeiras e calcinadores;
- Calor nos efluentes hídricos;
- Processos eletroquímicos;
- Prensagem inadequada de papel e celulose;
- Secagem em excesso de papel e celulose;
- Evaporadores operando com alto coeficiente de película;
- Vapor para atmosfera por desbalanço do sistema;
- Vazamentos em geral;
- Descontinuidades operacionais do processo, em geral; e
- Alterações favoráveis nos processos de fabricação.

Referências:

1. Pulp & Paper Yearbook, 1994; RISI Resource Information Systems, Inc;
2. World Pulp Review, August 1996; RISI Resource Information Systems, Inc;
3. Energy Engineering and Management in the Pulp and Paper Industry: A TAPPI PRESS Anthology of Published Papers 1986 - 1990; TAPPI Technical Association of the Pulp and Paper Industry;
4. Las Economías de Energía en la Industria Papelera; Universidad Politécnica de Barcelona - Escola Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrassa;
5. Energy Saving in Pumping Systems at Pulp and Paper Mills; K. Alfredson, D. Jennings;
6. Power Contractual Agreements and the pulp and paper Industry; B. B. Pendergrass - Project Manager HNTB; 1988 Engineering Conference; TAPPI Technical Association of the Pulp and Paper Industry;
7. Balanço Energético Consolidado - 1986 a 1995; ANFPC Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose;
8. Relatório de Consumo de Utilidades no Setor, 1995; ANFPC Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose;
9. Consumo de Energia Elétrica no Setor de Papel e Celulose, 1995; ANFPC Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose;
10. Industrial Power Management - A Productivity Innovation for the 1990's; L. M. Davis, R. C. Patterson, L. J. Powell, D. J. West, R. G. Durso, J. D. Fisher - General Electric; 1992 Engineering Conference; TAPPI Technical Association of the Pulp and Paper Industry;
11. The 2020 Mill-Utility Requirements for Market Kraft Pulp; John C. Rickard - Process Consultant CRS Serrine Engineers, Inc.; 1993 Engineering Conference; TAPPI Technical Association of the Pulp and Paper Industry;