

Análise dos Benefícios Sócio-ambientais com a Substituição de uma Caldeira de Recuperação Química em uma Indústria de Celulose e Papel

Fábio Henrique Lucas da Costa

fhcosta1@bol.com.br

José Rui Camargo

rui@unitau.br

Universidade de Taubaté, Departamento de Mecânica

Resumo. Este trabalho apresenta os resultados alcançados pela substituição de uma caldeira de recuperação química de soda (NaOH) ocorrida em uma indústria de celulose e papel. A incorporação dos conceitos de “desenvolvimento sustentável” e de “conservação ambiental” no dia-a-dia de uma empresa requer uma mudança de cultura em todos seus níveis funcionais e leva a que a indústria reaja ao desperdício, contribuindo efetivamente para a melhoria da qualidade do meio ambiente. Neste caso, os benefícios alcançados foram a redução das emissões dos óxidos de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e materiais particulados, graças aos progressos alcançados no projeto de instalações de filtragem e de tratamento de gases, e a redução dos custos de produção ou a minimização do uso de matérias-primas e insumos em razão da maior eficiência do processo. Isto levou também a menor geração de resíduos tornando, efetivamente, todo o processo eco-eficiente.

Palavras - Chave: caldeira de recuperação química, celulose e papel, eco-eficiência.

Analysis of the Social-Environmental Benefits with the Substitution of a Chemical Recovery Boiler in a Pulp and Paper Industry

Abstract. This work presents the results reached with the substitution of a soda (NaOH) chemical recovery boiler, in a pulp and paper industry. Incorporation of the concepts of “sustainable development” and “environment conservation” in the day by day in a company requires a cultural change in all of its functional levels, and it takes the industry to act against the waste, contributing effectively to the environmental quality improvement. In that case, benefits reached included reductions of the sulfur oxides (SO₂), nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO) and particulate materials emissions, due to the progresses reached with the filtration and gases treatment installation design, and production costs reduction or use minimization of raw materials and inputs due to the better process efficiency. This also took to a smaller residues generation rate, becoming, effectively, all the process eco-efficient.

Keywords: *chemical recovery boiler, pulp and paper, eco-efficiency.*

1. Introdução

O processo de recuperação química nas indústrias de celulose e papel constitui uma parte essencial do sistema (POLOWSKI, KREPPS e SCHREIBER, 2000). A caldeira de recuperação é um dos equipamentos fundamentais do processo de produção de celulose, devido aos objetivos múltiplos, tais como a produção de vapor vivo, produção de inorgânicos fundidos (retorno dos reagentes ao digestor com o mínimo de perda) e incineração (eliminação) de efluentes com potencial poluidor.

Para atender à nova carga de queima de sólidos secos em virtude do aumento de produção ao longo dos anos e atender às legislações ambientais vigentes, um aumento considerável da capacidade da caldeira de recuperação antiga, instalar um precipitador eletrostático fazia-se necessário.

Tendo em vista que a caldeira de recuperação com capacidade para 140 tss/d estava trabalhando com o dobro da capacidade, ou seja, queimando diariamente 280 tss/d, optou-se, em 2005, pela substituição da antiga caldeira de recuperação instalada em 1981 por uma nova caldeira com capacidade de 400 tss/d (Tabela 1).

A caldeira existente não possuía precipitador eletrostático e a concentração final do licor preto era feita com evaporadores de contato direto, do tipo ciclone. A nova caldeira deveria substituir a existente, deveriam ser instalados novos concentradores para queima a 75% de sólidos, atender aos parâmetros mais modernos de controle ambiental com a instalação do precipitador eletrostático e ter a possibilidade de aumentar sua capacidade, gerando mais energia elétrica própria.

Tabela 1. Dados técnicos das caldeiras de recuperação

Dados	Caldeira de recuperação A (Antiga)	Caldeira de recuperação B (Nova)
Fabricante	Gotaverken	CBC
Ano de Fabricação	1981	2005
Capacidade de queima	140 tss/d	400 tss/d virgem
Concentração licor preto	62 %	75 %
Geração de vapor	25 t/h	74 t/h
Pressão de trabalho	2 MPa	4,2 MPa
Tipo de vapor:	Saturado	Superaquecido
Temperatura do vapor	190 °C	400 °C
Economizador:	Não	Sim
Precipitador Eletrostático	Não	Sim
Lavador de gases	Não	Sim
Drenagem rápida de emergência	Não	Sim

2. Teste de Desempenho

Para verificar a eficiência do Precipitador Eletrostático, foi realizado o teste de desempenho em 10 de outubro de 2006, das 13h30 às 18h00 horas, com a caldeira na carga nominal e sendo mantida constante durante todo o teste. A amostragem em chaminés (ou dutos) é um procedimento experimental que se utiliza para avaliar as características dos fluxos gasosos e determinar qualitativa e quantitativamente os poluentes gerados nos processos e atividades industriais (Tabelas 2 a 4).

A emissão de um poluente (VALLE, 2000) é principalmente função das condições de operação da fonte e do sistema de controle do referido poluente. Consequentemente, os resultados obtidos nas amostragens são válidos apenas para as condições em que a fonte e o sistema de controle estiverem operando durante o período em que as mesmas forem executadas. O objetivo principal do teste foi fornecer dados para a avaliação das emissões gasosas oriundas da caldeira de recuperação B.

Tabela 2. Principais gases emitidos

FONTES: Monóxido de Carbono	CO (mg/Nm³)		CO (mg/Nm³) 8% O₂	
Entrada do Precipitador CR-B	10000,0		6958,7	
Saída da Chaminé CR-B	10416,7		7817,8	
FONTES: Material Particulado	C (mg/Nm³)	C (mg/Nm³) 8% O₂	Vazão (Nm³/h)	TE (kg/h)
Entrada do Precipitador CR-B	15716,7	10940,2	71264,4	1121,1
Saída da Chaminé CR-B	75,9	56,9	93569,5	7,1
FONTES: TRS	C (mg/Nm³)	C (mg/Nm³) 8% O₂	C (ppm)	TE (kg/h)
Saída da Chaminé CR-B	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
FONTES: SO₂	C (mg/Nm³)	C (mg/Nm³) 8% O₂	C (ppm)	TE (kg/h)
Saída da Chaminé CR-B	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
FONTES: H₂SO₄	C (mg/Nm³)	C (mg/Nm³) 8% O₂	C (ppm)	TE (kg/h)
Saída da Chaminé CR-B	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
FONTES: NO_x	C (mg/Nm³)	C (mg/Nm³) 8% O₂	C (ppm)	TE (kg/h)
Saída da Chaminé CR-B	122,5	91,8	59,6	11,5

TRS: Enxofre total reduzido; SO₂: Dióxido de enxofre; H₂SO₄: Ácido sulfúrico; NO_x: Óxidos de nitrogênio.

Tabela 3. Resultados obtidos

Dados	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média Aritmética
Data Coleta	10.10.2006	10.10.2006	10.10.2006	-
Início (h)	13h30min	15h30min	17h25min	-
Final (h)	14h42min	16h45min	18h32min	-
Temperatura (°C)	156,5	155,2	154	155,2
Umidade (% v/v)	28,5	29,1	29	28,9
O ₂ (% v/v)	3,2	3,8	4	3,7
CO ₂ (% v/v)	13,4	12,1	13,2	12,9
CO (mg/Nm ³)	10000	10000	10000	10000

CO (mg/Nm ³) 8% O ₂	7303,37	8502,91	7647,06	7817,78
Velocidade (m/s)	19,0225	19,4216	187335	19,0592
Vazão (m ³ /h)*	215133,1	219646,6	211864,7	215548,1
Vazão (Nm ³ /h)**	93572,8	95042,2	92093,6	93569,5
MP C (mg/Nm ³)**	80,24	76,02	71,43	75,9
MP TE (g/s)	2,0856	2,007	1,8273	1,9733
C _{SO2} (mg/Nm ³)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
C _{SO2} (ppm)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
TE _{SO2} (kg/h)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
C _{H2SO4} (mg/Nm ³)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
TE _{H2SO4} (kg/h)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
C _{TRS} (mg/Nm ³)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
C _{TRS} (mg/Nm ³) 8% O ₂ **	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
C _{TRS} (ppm)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
TE _{TRS} (kg/h)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
TE _{TRS} (g/s)	ALQM	ALQM	ALQM	ALQM
Isocinética %	98,2	100,1	101,5	99,9

(*) Nas condições da chaminé. (**) Nas condições normais de temperatura e pressão (base seca). CO: Monóxido de carbono; CO₂: Dióxido de Carbono; MP: Material Particulado.

Tabela 4. Resumo dos resultados obtidos

DADOS	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Início (h)	13:30	13:45	14:00	15:30	15:45	16:00	17:25	17:40	18:00
C _{NOX} (mg/Nm ³)*	130,28	133,62	119,31	122,05	129,52	109,96	112,08	131,25	114,09
C _{NOX} (mg/Nm ³)* 8% O ₂	95,15	97,59	87,14	92,25	97,89	83,11	85,71	100,37	87,24
C _{NOX} (ppm)*	63,44	65,07	58,10	59,43	63,07	53,55	54,58	63,91	55,55
TE _{NOX} (kg/h)	12,19	12,50	11,16	11,6	12,30	10,45	10,32	12,08	10,50
TE _{NOX} (g/s)	3,38	3,47	3,10	3,22	3,41	2,90	2,86	3,35	2,91

(*) Nas condições normais de temperatura e pressão (base seca).

3. Otimização do Processo Pós-caldeira de Recuperação B (Nova)

Com a instalação da nova caldeira, houve um aumento de produção de papel e de geração de energia própria e uma redução significativa no consumo de alguns insumos, conforme mostram as Figuras 1 a 4.

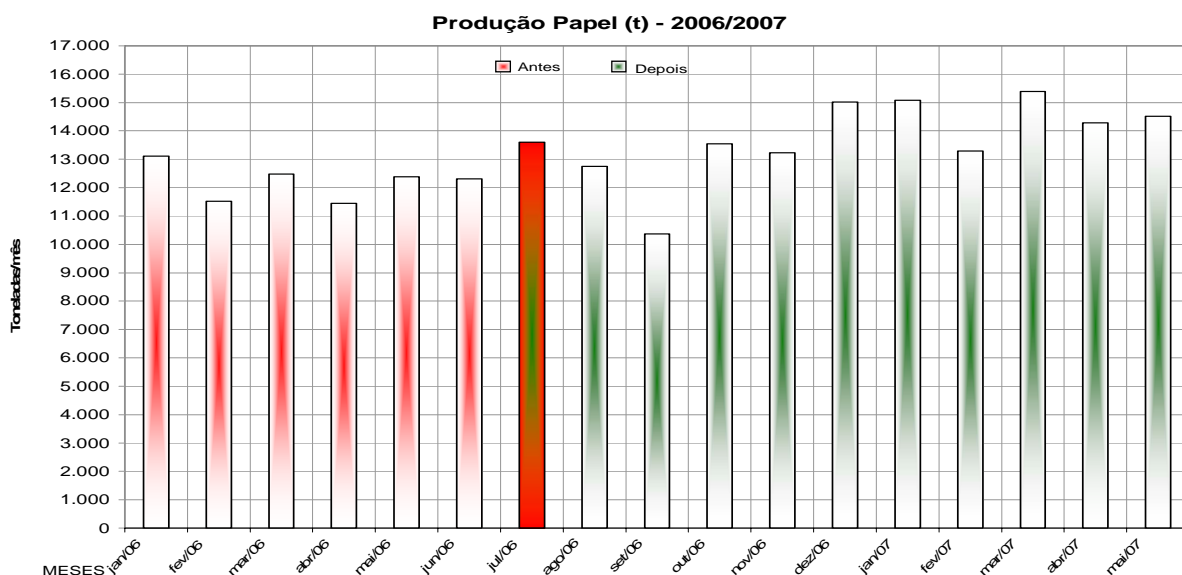


Figura 1. Produção de papel (t/mês) – 2006/2007

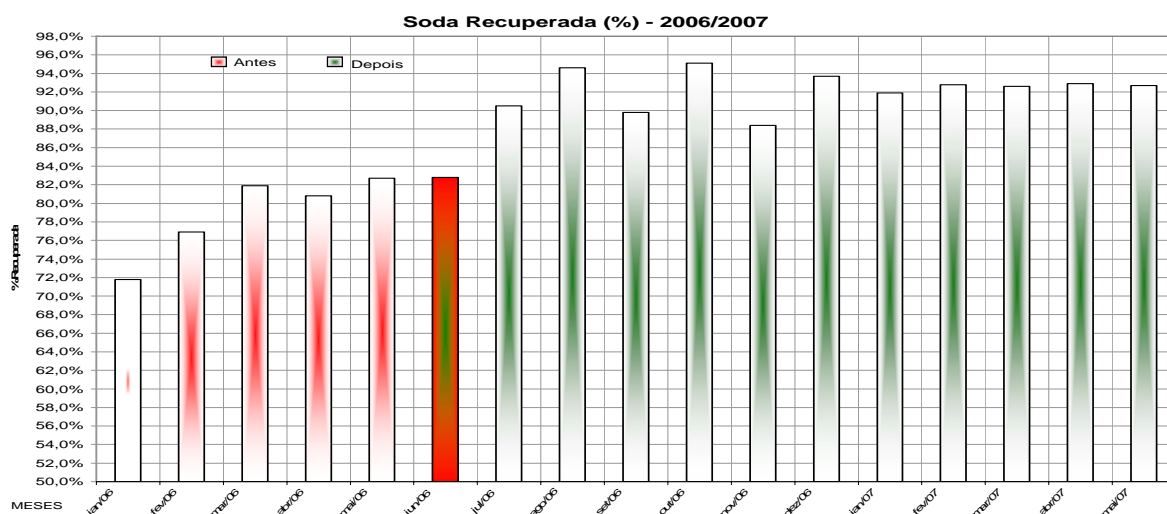


Figura 2. Soda Recuperada (t/mês) – 2006/2007

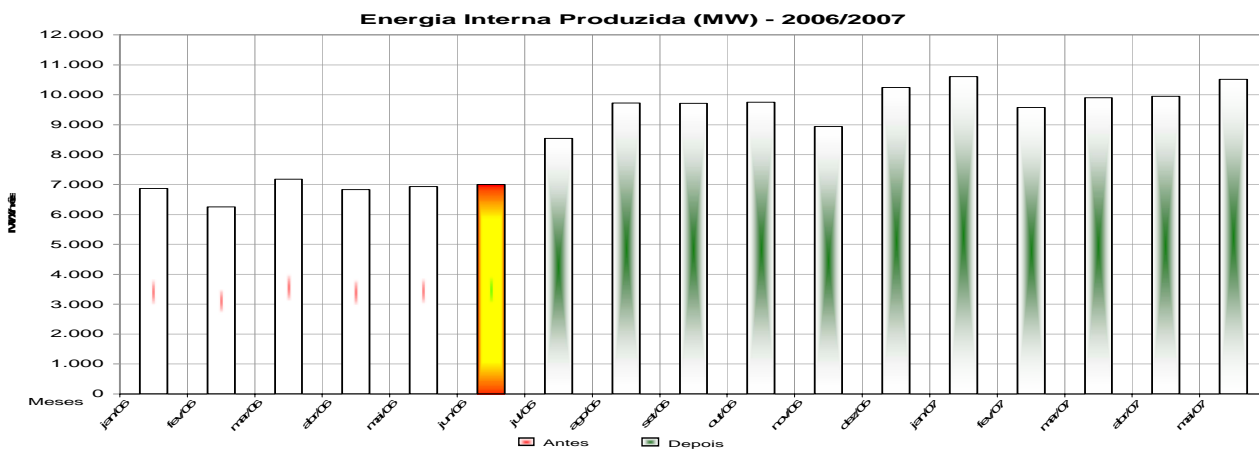


Figura 3. Energia própria (MW/mês) – 2006/2007

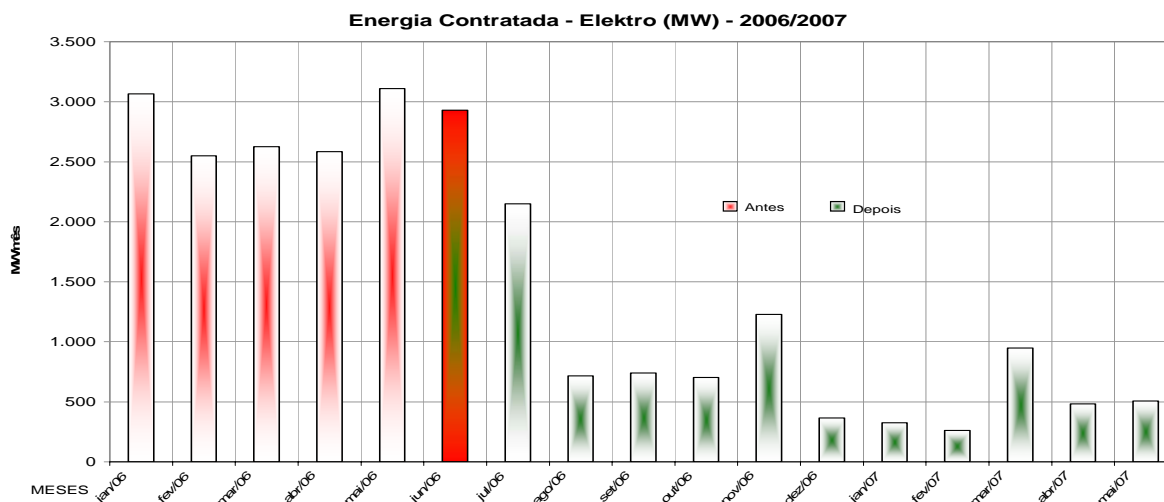


Figura 4. Energia comprada (MW/mês) – 2006/2007

4. Resultados e Discussão

Observando-se os resultados das Tabelas 2 a 4, vê-se que: - a eficiência do Precipitador Eletrostático da CR-B é de 99,5%; - os resultados obtidos são referentes às condições do processo estabelecidas no dia e período das medições (qualquer alteração pode mudar significativamente os resultados); - os resultados obtidos devem ser observados à luz dos padrões e critérios estabelecidos pelos órgãos de controle ambiental.

Observando-se as Figuras 1 a 4, percebe-se um aumento da geração de energia própria e a redução da energia comprada da concessionária, além do aumento de produção e da redução de insumos essenciais do processo. Na Tabela 5, podemos ver alguns comparativos entre as operações das caldeiras.

Tabela 5. Comparativo da operação das caldeiras de recuperação

Dados	Caldeira de recuperação A (Antiga)	Caldeira de recuperação B (Nova)
1 - Geração específica de vapor.	2,48 t vapor / tss.	4,36 t vapor / tss.
2 - Eficiência de recuperação de soda.	78,0%.	92,0%.
3 - Reposição de soda cáustica.	625 t NaOH/mês.	240 t NaOH/mês.
4 - Reposição de enxofre.	148 t S/mês.	40 t S/mês.
5 - Dependência de energia elétrica da Concessionária.	29%.	5%.
6 - Dependência de "energia" externa (biomassa para as caldeira s + item 5).	38%.	24%.

5. Conclusões

Os resultados obtidos com a instalação de uma nova caldeira de recuperação permitem as seguintes conclusões: a eliminação da ineficiência e a otimização da produtividade com prevenção de poluição explicam, sem dúvida, os resultados no aumento de lucros e a redução das emissões de TRS, SO₂. Além disso, há melhoria no aspecto visual da pluma da chaminé e ganhos ergonômicos no caso da limpeza das vigias de ar. Reduzir os

desperdícios leva uma empresa a despojar-se de muitos tipos de ineficiência. Quando sobras, substâncias tóxicas ou formas de energia são despejadas no meio ambiente como poluição, isto significa que os recursos não foram utilizados totalmente, efetivamente ou com eficiência. O objetivo geral deste trabalho foi demonstrar os benefícios da instalação de uma nova caldeira de recuperação em uma indústria de celulose e papel.

6. Referências

POLOWSKI, S. A.; KREPPS, W.; SCHREIBER, G. Instalação e partida de uma caldeira de recuperação e concentradores com regime EPC. In: SEMINÁRIO DE RECUPERAÇÃO E UTILIDADES, 9., 2000. São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2000.

ROMM, J. J. **Empresas ecoeficientes**. São Paulo: Ed. Signus, 2004.

VALLE, C. E. **Como se preparar para as normas ISO 14000**. Qualidade Ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente, 3 ed. São Paulo: Editora Pioneira, 2000.