



CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E USO DE ALTERNATIVAS NUMA EMPRESA PRIVADA

Ernst B. H. U. Von Blücher
Elzio Trindade Barreto

"O presente trabalho foi elaborado pelo 'Grupo de Energia' da Souza Cruz e apresentado no 3º Congresso de Utilidades do Instituto Brasileiro do Petróleo, em novembro de 1981. Dados e informações foram revistos e atualizados em outubro de 1982."

INTRODUÇÃO

Para compreender o esforço da Companhia Souza Cruz nas suas atividades energéticas é necessário situá-la no contexto industrial brasileiro.

O parque fabril da Companhia Souza Cruz é constituído por 15 (quinze) unidades industriais, localizadas em 9 (nove) Estados da Federação, em diferentes regiões geo-econômicas do país.

As atividades industriais estendem-se do processamento e beneficiamento do fumo, fabricação de cigarros, cigarrilhas e fumo para cachimbo, à impressão e fabricação de embalagens dos seus produtos.

As atividades comerciais compreendem a exportação de fumo a 45 países e a distribuição e venda

de seus produtos nos recantos mais longínquos do território brasileiro.

Ambas as atividades são energeticamente intensivas. As atividades industriais demandam energia térmica, principalmente vapor, e energia eletromotriz para movimentar os equipamentos de produção, enquanto que, as atividades comerciais, requerem mobilidade, transportes flexíveis e eficientes, para chegar ao consumidor final.

Comissão Interna Para Energia — CIPENE

Em princípio de 1979, a redução compulsória do consumo de óleo combustível e diesel, teve reflexos imediatos sobre as atividades fabris da empresa e exigiu providências de curto prazo.

A nova conjuntura energética, configurou-se de forma inequívoca como permanente, requerendo mudanças urgentes na política energética empresarial.

Foi constituído um Grupo de Trabalho para traçar novas diretrizes, cuja consolidação deu origem a uma comissão de alto nível e caráter interdepartamental, denominada: "Comissão Interna para Energia - CIPENE".

A CIPENE passou a estabelecer a política energética da empresa, harmonizando-a com necessidades e recursos e compatibilizando-a com a conjuntura energética do país. A política é consolidada em um documento denominado "Área-Chave Energia" e sofre periódicas revisões.

A nível de tecnologia de engenharia e produção, foi criada uma equipe de especialistas de energia, no Departamento de Engenharia, cuja denominação passou a ser "Grupo de Energia".

Cabe ao Grupo de Energia, operacionalizar a política da CIPENE, prestando assessoria às unidades fabris e à área de transporte da empresa.

Um intenso e extensivo trabalho de conscientização criou uma mentalidade de conservação de energia e resultou na criação de Grupos de Energia em todas as unidades industriais da empresa.

As atividades dos Grupos de Energia são subordinadas às diretrizes da CIPENE, porém, em âmbito de conservação de energia das próprias áreas de atuação, realizam a sua missão independentemente. A constituição dos Grupos de

Energia das unidades fabris é mista, isto é, compreende profissionais de engenharia, produção, administração e transporte; reuniões periódicas discutem o planejamento energético local. A operacionalização cabe à engenharia e ao corpo técnico da unidade.

Com esta estrutura, a empresa tem alcançado excelentes resultados, no seu planejamento energético, ao mesmo tempo em que mantém limites bem definidos de responsabilidades.

A atual conjuntura energética requer uma alteração da matriz energética para viabilizar a continuidade das atividades econômicas da empresa. Admite-se, como premissa, que o principal insumo energético — o petróleo e seus derivados — está em vias de esgotamento e por conseguinte o seu custo tornar-se-á proibitivo, como combustível. Diante desta perspectiva, a estratégia mais eloqüente é "conservar" a energia disponível, otimizando o seu uso e pesquisar "alternativas" não derivadas do petróleo.

O leque de opções é muito amplo, mas nem sempre viável, por isso, dada à diversificação de localização das suas unidades industriais, a Souza Cruz teve que adotar um planejamento e priorização de âmbito nacional. As soluções para o norte são distintas das do sul, as dos centros urbanos de elevada concentração demográfica, diferente das de zonas industriais. Cada caso é um caso.

Outros fatores, tais como o mercado, também tem suas influências, posto que podem exi-

gir prioridades de prazo mais ou menos longo. Todo este conjunto de variáveis teve que ser considerado para elaborar o planejamento energético da empresa. Este planejamento energético fixou como meta a substituição gradual dos óleos combustíveis na geração do vapor. O plano foi dividido em três períodos de dois anos, de sorte que, no biênio final, isto é, 1985/86 o consumo de óleo combustível estará reduzido a situações de emergência, decorrentes de fatores imprevisíveis, porquanto a estrutura das alternativas energéticas, certamente, ainda não estará totalmente consolidada.

Alternativas Energéticas

Detectada a necessidade de substituição energética, foram iniciadas as pesquisas da disponibilidade de alternativas, a curto e longo prazo, os seus custos, os recursos tecnológicos requeridos, as implicações ambientais e ecológicas.

Em razão de estratégia empresarial, foram selecionadas, para iniciar o programa de substituição, as unidades do sul, isto é, os Centros de Processamento de Fumo, por serem as mais carentes e viáveis em termos de substituição de energéticos.

A lenha e o carvão mineral apresentaram as melhores condições de uso a curto prazo, se bem que implicassem em pesados investimentos financeiros e tecnológicos.

Outras alternativas, como a eletricidade e o gás, se configuraram como viáveis, a despeito de a segunda apresentar limitações de or-

dem legal (Port. DIRAB/CNP-100).

A energia elétrica apresentou as condições necessárias para o seu uso em áreas densamente povoadas e dispõe de cobertura tecnológica nacional, posto haver fabricação de caldeiras elétricas dentro de requisitos técnicos satisfatórios.

Alternativas como o gás pobre de biomassa e de carvão mineral, também mereceram análise; entretanto, o gás de biomassa foi descartado devido ao seu desfavorável balanço energético na geração de vapor.

O gás de carvão mineral foi considerado como fonte viável na região de Blumenau e fez com que a empresa participasse do investimento em um projeto de gaseificação, consorciando a iniciativa privada, o Estado de Santa Catarina e o Governo Federal.

Além das fontes citadas — caracterizada a viabilidade e economicidade da lenha — a empresa elegeu o reflorestamento energético como fonte autônoma e segura num futuro de perspectivas incertas.

O projeto de reflorestamento já está em fase de viabilização, tendo sido adquiridas áreas adequadas ao suprimento energético das fábricas de cigarros de Uberlândia e Recife nas proximidades das próprias unidades. As florestas energéticas, pela correta seleção dos espécimes selecionados e do adequado dimensionamento, darão auto-suficiência energética às fábricas usuárias, num prazo de 5 a 7 anos, por um período não inferior a 20 anos, sem necessidade de replantio

Outro projeto de relevante importância energética é o da densificação de resíduos de serraria e florestais ou mesmo a sua utilização direta, ainda em fase de implantação. Briquetes de resíduos de biomassa ou cavacos constituem um combustível limpo, eficiente e uniforme, e garantirão a auto-suficiência de unidades fabris da empresa em Santa Catarina, no Paraná e no Pará.

Além das alternativas já em uso ou em vias de utilização, a empresa vem desenvolvendo intensa pesquisa na recuperação dos resíduos de produção, tais como pó de fumo, papel, papelão, madeiras etc., peletizando-os ou queimando-os *in natura*.

A turfa é outro insumo energético de enorme potencialidade e devido a sua existência em várias regiões do país, apresenta potencialidades energéticas de longo prazo, razão pela qual a empresa vem acompanhando os trabalhos de prospecção do CPRM e experiências do IPT. Experiências de densificação e uso *in natura* como combustível primário tem-se revelado como altamente eficientes em vários países europeus.

O biogás também tem merecido atenção, mas apresenta perspectivas pouco favoráveis em unidades fabris da empresa, por problemas de espaço físico e baixa eficiência de conversão.

Transportes

A área de transporte é vital para as atividades da empresa e por isso mesmo, foi alvo de uma política

bem definida na "Área-Chave Energia"

Em abril de 1979 a Souza Cruz decidiu aderir ao álcool hidratado como combustível para veículos. O assunto foi amplamente discutido e analisado, concretizando-se em setembro do mesmo ano pelas primeiras unidades convertidas. O plano de conversão para o álcool hidratado prosseguiu, e hoje, superada grande parte dos problemas decorrentes do uso do novo combustível, cerca de metade a frota de vendas foi convertida ou é dotada de novos motores a álcool, de fábrica. Continua em estudo a utilização de alternativas para garantir a mobilidade e eficiência da frota em situações de emergência e o gásogênio e óleos vegetais ou ésteres deles derivados estão em pauta.

Para o transporte urbano de carga, o veículo elétrico a baterias apresenta um potencial de utilização muito favorável, devido as condições das vias de tráfego, topografia e raio de ação, em zonas urbanas, aliado ao baixo custo operacional, ausência de emissões atmosféricas e ruído.

A Souza Cruz adquiriu dois veículos elétricos de carga da "Gurgel", que a partir de janeiro de 1982, entraram em fase de teste para avaliação de desempenho.

Monitoração dos Consumos de Energéticos

Anterior à crise energética, combustíveis e energia eram simples componentes do orçamento operacional. Energia era um componente do custo, que represen-

tava menos de 1% no custo de produção. Hoje, custo e disponibilidade pesam decisivamente na produção.

Com a intervenção do Governo no controle do consumo de derivados de petróleo, limitando as compras através de quotas e estabelecendo um sistema de acompanhamento dos seus usos através de planilhas, ao mesmo tempo medindo a eficiência de produção por coeficientes específicos e obrigando a utilização de registros oficiais, viu-se a empresa diante de uma situação que requeria providências imediatas. O inesperado gerou uma situação de desafio técnico e financeiro, cujo confronto teria que ser bem sucedido, sob risco de cortes de produção e até mesmo sobrevivência, num mercado altamente competitivo.

A existência de unidades fabris de norte a sul do país exigia soluções compatíveis com as realidades regionais.

Desta forma, a necessidade da época gerou um "Informativo Mensal de Energia", onde deveriam ser registrados, basicamente, consumos, compras, investimentos, custos e coeficientes específicos relativos ao consumo de óleos combustíveis, estendendo-se posteriormente a todas as formas de energia, fosse para uso térmico, força eletromotriz, iluminação, transporte e/ou geração de força e luz.

Este "Informativo Mensal de Energia" sofreu, ao longo do tempo, mudanças de conteúdo e forma, ditadas pela necessidade de operacionalizar a análise dos resul-

tados e permitir contínuas atualizações nos programas de Conservação de Energia e Fontes Alternativas.

Partindo das informações de produção e consumo de combustíveis derivados de petróleo, contidas no Informativo Mensal de Energia, foi estabelecido um coeficiente específico (quantidade de matéria-prima manipulada/consumo de combustíveis derivados de petróleo), cuja unidade de referência era o "Equivalente BPF", tendo em vista ser o óleo combustível mais relevante e tradicional.

Com a introdução de fontes de energia e combustíveis alternativos não derivados do petróleo, foi necessário introduzir uma "unidade referência" de energia a fim de que, além dos combustíveis derivados do petróleo, também outras formas de energia utilizadas, tais como lenha, carvão, eletricidade e outras fossem a ela referida, de modo coerente e universal.

A unidade-referência escolhida foi o Gigajoule, múltiplo do Joule, unidade de energia do SI.

Por que Computarizar?

Pela extensão da coleta de dados energéticos às Unidades de Vendas e Distribuição dos produtos finais, a quantidade de informações manipuladas, controles financeiros, contábeis e indicadores energéticos, cresceu de tal modo que o seu "processamento" tornou-se muito demorado, impreciso e, por isso mesmo, pouco operacional.

O planejamento empresarial exigia rapidez e qualidade no processamento das informações, quer no seu aspecto, quer no econômico-financeiro.

Mais uma vez, a necessidade gerou a solução ou seja, o Sistema Computarizado, fazendo com que as informações contidas no Informativo Mensal de Energia passassem a constituir a "entrada de dados" para computador. Os "Print-Outs", das áreas térmicas, elétrica e de transportes constituem as bases para um completo sistema de contabilidade energética, contendo, também, os "indicadores energéticos", base da Administração Energética da Souza Cruz. Mais de 200 "Informativos", com milhares de dados energéticos, são mensalmente processados e podem ser solicitados em qualquer unidade da empresa que disponha de terminal de vídeo, interligado com a Matriz no Rio de Janeiro, por microondas.

Numa segunda etapa, o sistema computarizado de informações prevê a possibilidade de simulações a qualquer tempo como elemento básico de estratégia e planejamento gerencial.

A Matriz Energética

A considerar o número de unidades fabris, equipamentos e processos diferenciados, unidades administrativas de distribuição, unidades administrativas de serviços, a Souza Cruz estruturou a sua matriz energética em um modelo simples e "macro" onde o uso da

energia primária foi classificado por sua aplicação final, ou seja:

— Energia para fins térmicos ou para aquecimento;

— Energia elétrica ou para força e luz;

— Energia para transportes ou para a movimentação de matéria-prima e produtos acabados;

— Energia para fins diversos ou para autogeração, transporte interno etc.

Além disso, a definição dos limites de controle implicaria na maior ou menor complexidade dos relatórios internos, pessoal envolvido etc.

Os pontos principais para a definição desses limites foram:

Satisfazer as necessidades do CNP, órgãos de estatística etc.

Viabilizar a estrutura de administração energética dirigida, ou seja, para as áreas técnicas, elétrica e de transportes, possibilitando a administração dos recursos internos e/ou externos quer para Unidades Fabris quer para Unidades de Serviços.

Banco de Dados

Para o desempenho dinâmico do setor energético, a disponibilidade de dados, de custos, técnicos, coeficientes médios de consumo de energia por produção e muitos outros são indispensáveis e constituem instrumentos básicos do trabalho diário.

A necessidade de dados energéticos foi detectada tão logo foram iniciadas as atividades do Grupo de Energia da Souza Cruz. Começando por noticiários de jornais,

portarias do Governo, publicações técnicas nacionais e estrangeiras, passando por seminários e cursos especializados em conservação de energia e fontes alternativas, foram coletadas informações sobre fabricantes de equipamentos, de firmas projetistas, de engenharia, de montagem, de consultoria energética e tudo o mais que diz respeito a energia, passou a constituir um vasto cabedal de informações de inestimável significado.

Até boatos devem ser analisados!

Hoje, a empresa dispõe de um Banco de Dados com os elementos necessários para assegurar decisões rápidas e razoavelmente confiáveis no campo energético.

Assessoria e Auditoria Energética

O modelo de matriz energética adotado pela Souza Cruz prevê o controle do uso da energia utilizada através dos registros dos consumos das energias primárias que entram nas unidades de controle e dos produtos ou serviços que as mesmas têm como saída.

Excetuam-se a esse tratamento as unidades administrativas cujo controle tem por fim complementar o universo energético da Souza Cruz.

Como conseqüência dos controles foi introduzido um mecanismo de trabalho que consistia em se fazer uma "análise clínica" das condições de instalações, equipamentos, geração etc. e estabelecer um programa de medidas a curto, médio e longo prazos.

Esse trabalho, a que chamamos de auditoria energética, é, na reali-

dade, bem mais amplo do que o simples exame analítico e parcial, pois, estabelece um programa e permite o planejamento físico-financeiro.

Decorrente da auditoria energética também se estabelece uma rotina de acompanhamento às diversas unidades quer no desenvolvimento dos projetos quer na sua execução.

Conservação

A área de conservação precieitua o uso eficiente da energia. A partir do momento em que questionamos essa eficiência, estaremos estabelecendo o ponto de partida para o trabalho de conservação.

Ao longo do tempo, a Souza Cruz já vem desenvolvendo um trabalho com efeitos bastante positivos na área de energia. Muitos anos antes da crise do petróleo, o Dept.^o de Engenharia preparou e distribuiu para todas as Unidades Fabris da Cia., manuais de "Normas e Instruções Permanentes—Mecânica" e "Normas e Instruções Permanentes—Elétrica" que orientava e definia sobre instalações de redes de vapor, condensado, isolamento térmico, purgas, geração de vapor etc. bem como na área de geração e instalações elétricas.

Apesar do padrão de instalações mantido, com a chegada da crise, o trabalho na área de conservação começou pelo trivial quer no aspecto técnico quer no aspecto administrativo.

No aspecto técnico vale citar como principais medidas:

portarias do Governo, publicações técnicas nacionais e estrangeiras, passando por seminários e cursos especializados em conservação de energia e fontes alternativas, foram coletadas informações sobre fabricantes de equipamentos, de firma: projetistas, de engenharia, de montagem, de consultoria energética e tudo o mais que diz respeito a energia, passou a constituir um vasto cabedal de informações de inestimável significado.

Até boatos devem ser analisados!

Hoje, a empresa dispõe de um Banco de Dados com os elementos necessários para assegurar decisões rápidas e razoavelmente confiáveis no campo energético.

Assessoria e Auditoria Energética

O modelo de matriz energética adotado pela Souza Cruz prevê o controle do uso da energia utilizada através dos registros dos consumos das energias primárias que entram nas unidades de controle e dos produtos ou serviços que as mesmas têm como saída.

Excetuam-se a esse tratamento as unidades administrativas cujo controle tem por fim complementar o universo energético da Souza Cruz.

Como conseqüência dos controles foi introduzido um mecanismo de trabalho que consistia em se fazer uma "análise clínica" das condições de instalações, equipamentos, geração etc. e estabelecer um programa de medidas a curto, médio e longo prazos.

Esse trabalho, a que chamamos de auditoria energética, é, na reali-

dade, bem mais amplo do que o simples exame analítico e parcial, pois, estabelece um programa e permite o planejamento físico-financeiro.

Decorrente da auditoria energética também se estabelece uma rotina de acompanhamento às diversas unidades quer no desenvolvimento dos projetos quer na sua execução.

Conservação

A área de conservação preceitua o uso eficiente da energia. A partir do momento em que questionamos essa eficiência, estaremos estabelecendo o ponto de partida para o trabalho de conservação.

Ao longo do tempo, a Souza Cruz já vem desenvolvendo um trabalho com efeitos bastante positivos na área de energia. Muitos anos antes da crise do petróleo, o Dept.^o de Engenharia preparou e distribuiu para todas as Unidades Fabris da Cia., manuais de "Normas e Instruções Permanentes—Mecânica" e Normas e Instruções Permanentes—Elétrica" que orientava e definia sobre instalações de redes de vapor, condensado, isolamento térmico, purgas, geração de vapor etc. bem como na área de geração e instalações elétricas.

Apesar do padrão de instalações mantido, com a chegada da crise, o trabalho na área de conservação começou pelo trivial quer no aspecto técnico quer no aspecto administrativo.

No aspecto técnico vale citar como principais medidas:

1. Reestudadas as condições de purga sendo definidos os purgadores mais adequados para cada tipo de equipamento, bem como "indicadores" (vaposcópios) das suas condições de trabalho;

2. Revisão nas condições de isolamento de equipamentos e instalações;

3. Separação das redes de distribuição de vapor de acordo com as características do processo;

4. Revisão da instrumentação de campo;

5. Eliminação de vazamentos de vapor em equipamentos e instalações;

6. Utilização de aquecimento elétrico para os tanques de serviço;

7. Eliminação de ar aprisionado nas redes de distribuição de vapor;

No aspecto administrativo, as principais medidas foram:

1. A introdução de controlos internos, relatórios mensais e comparativos entre as fábricas;

2. Reciclagem no treinamento dos operadores das caldeiras e dos equipamentos de produção conscientizando-os para o problema da economia de energia;

3. Revisão dos conceitos operacionais nos aspectos de programação, diária de produção, horários de produção etc.;

4. Criação de Grupos de Trabalho para tratar dos problemas da área de energia.

Evidentemente que, decorridos já três anos de trabalho, torna-se bastante difícil a obtenção de resultados de economia significativos com as medidas inicialmente adotadas.

Atualmente a área de conservação dirige todo o seu potencial a curto, médio e longo prazos para:

1. Questionamento das eficiências térmicas dos equipamentos do processo envolvendo os seguintes estudos:

— Fluxos de ar de entrada e saída;

— Recuperação de calor das exaustões;

— Aerodinâmica (distribuição de ar) da máquina;

— Atomização sem utilização de vapor;

— Instrumentação.

2. Questionamento do rendimento térmico de sistemas de refrigeração, envolvendo estudo para a aplicação de Bomba Térmica ao invés de Torre de Refrigeração.

3. Sistemas de bombeio de condensado.

4. Novos equipamentos para o processamento de fumo.

Convém destacar que todo o trabalho que envolve os equipamentos de processo tem o acompanhamento nesta área não apenas na sua elaboração, como também na execução, avaliação e parecer final.

RETROSPECTIVA E RESULTADOS ALCANÇADOS

A fase inicial da administração energética na Souza Cruz visava apenas compatibilizar a disponibilidade de combustível, com as necessidades de produção.

A experiência acumulada permitiu concluir que era possível obter mais do que simples compatibilização. No ano de 1980 foi possí-

vel aumentar a produtividade com menor consumo de combustível.

Concluídos os procedimentos mais imediatos de conservação de energia que poucos investimentos exigiram, constatou-se que novas reduções de consumo de combustíveis por métodos de conservação só poderiam ser viabilizados por tecnologias sofisticadas e que implicarão em investimentos de monta. Esta etapa de conservação está em fase de elaboração de projetos.

Ainda na área fabril vale ressaltar que foram implantadas e operacionalizadas 10 antefornalhas a lenha, 3 caldeiras a carvão mineral de combustão em leito fluidizado e 1 caldeira elétrica. Em consequência destas medidas, os 5 Centros de Processamento de Fumo da Souza Cruz estão operando, desde 1982, somente com combustíveis alternativos nacionais.

O planejamento energético de redução gradual caminha no sentido da independência do óleo combustível em 1986, como pode ser constatado nos três gráficos seguintes.

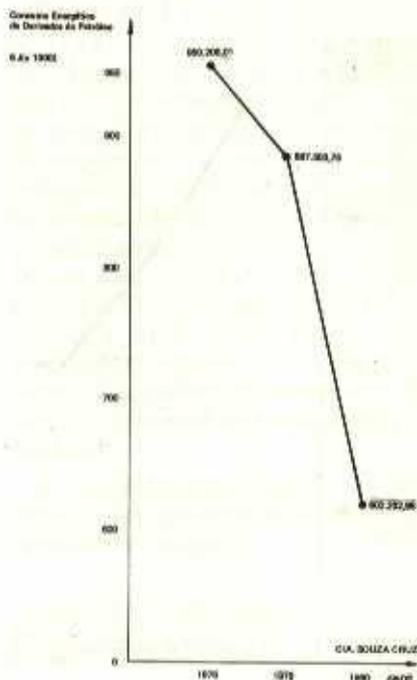
CONSUMO GLOBAL DA SOUZA CRUZ EM 80

No período de dois anos (1978/1980), a empresa obteve uma redução de 37% no consumo de óleos combustíveis.

Esta redução, que pode ser apreciada no gráfico 1, foi acompanhada de um aumento de produtividade de 43,5% nas Fábricas de Cigarros (kg de fumo/GJ), 44% nos Centros de Processamento de

Fumo (kg de fumo/GJ), 55% no Departamento Gráfico (kg de papel/GJ) e 202,6% na Fábrica Inducondor (kg de fumo/GJ).

Consumo Energético de Derivados do Petróleo GJ (x1000)

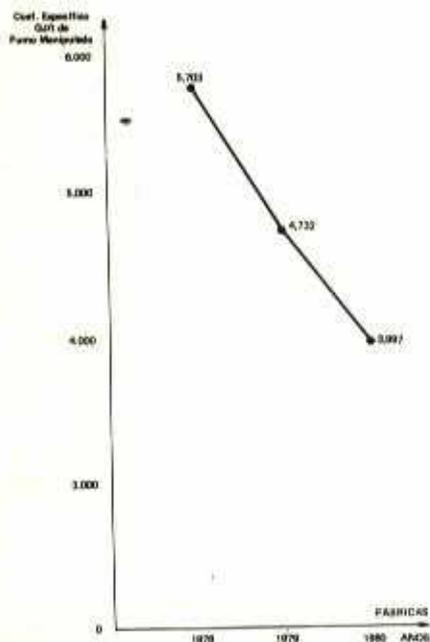


EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS FÁBRICAS DE CIGARROS

O gráfico 2 mostra a melhoria de eficiência energética das Fábricas

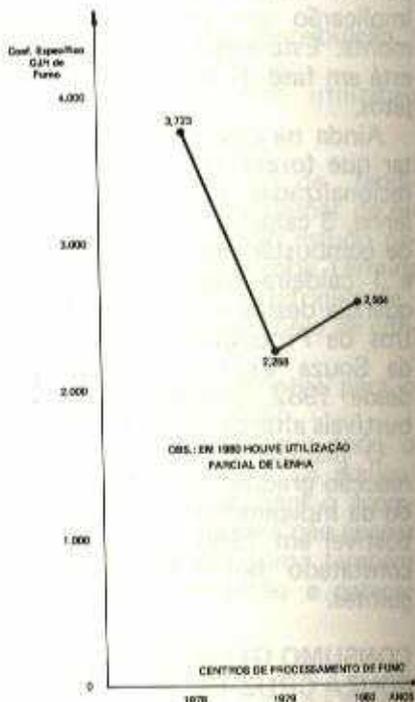
cas de Cigarros pela variação do índice de consumo de energia (GJ) por unidade de matéria-prima (tonelada de fumo), no período de 1978/1980.

**Coef. Específico
GJ/t de
Fumo Manipulado**



dade de matéria-prima (tonelada de fumo), no período de 1978/80.

**Coef. Específico
GJ/t de
Fumo**



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS CENTROS DE PROCESSAMENTO DE FUMO

O gráfico 3 mostra a variação de consumo de energia (GJ) por uni-

Houve uma melhoria de 31% entre 1978/1980; entretanto, a variação de 1979 para 1980 foi negativa e piorou em 14,4%. Esta piora deve-se a variação de eficiência de caldeiras a óleo adaptadas

para lenha, além de um problema de atitude dos próprios operadores em relação ao novo tipo de combustível e a falta de mecanização de alimentação das antefornalhas instaladas em regime de emergência.

ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS

Conceituações Básicas

A situação energética ficou perfeitamente configurada desde 1979, de sorte que, definida a nova política da Souza Cruz, a procura das alternativas ao óleo passou a ter prioridade máxima.

Três alternativas energéticas caracterizaram-se imediatamente como viáveis, saindo de uma ampla relação de "alternativas energéticas não convencionais", previamente estudadas: Eletricidade, Lenha e Carvão Mineral.

Cada uma das três alternativas teve o seu campo de aplicação definido em função da disponibilidade local, exigências ambientais e estratégias de produção.

Cada uma das três alternativas teve o seu campo de aplicação definido em função da disponibilidade local, exigências ambientais e estratégias de produção.

Para os Centros de Processamento de Fumo da Souza Cruz, localizados no sul do país (RS, SC e PR), havia no mercado basicamente duas opções viáveis para fornecimento de energia térmica em substituição ao óleo BPF: a lenha (e o seu subproduto, o carvão

vegetal) e o carvão mineral da região.

Em termos de disponibilidade e de custo, o carvão mineral apresentava-se como a fonte de energia mais atraente; entretanto, a sua utilização de forma limpa e eficiente exigia o emprego de equipamentos bastante mais sofisticados do que para utilização de lenha.

Foram consultados mais de 40 (quarenta) fabricantes de caldeiras e Centros de Pesquisa no Brasil e no Exterior (Grã-Bretanha, Estados Unidos, Alemanha e Finlândia) e assim, chegou-se à conclusão de que a solução seria o emprego da moderna e revolucionária tecnologia de combustão em leito fluidizado de calcário. Entretanto, o emprego desta nova tecnologia levaria um tempo superior ao disponível. Era necessária uma providência a curto prazo, mesmo que esta fosse provisória. O abastecimento energético das unidades fabris de processamento de fumo era inadiável.

A solução plausível foi a conversão das caldeiras existentes para queima de lenha.

Conversão de Caldeiras, a Utilização da Lenha

Os Centros de Processamento de Fumo, localizados em Tubarão—SC e em Rio Negro—PR, possuem caldeiras flamatubulares compactas (tipo tradicional marítima) escocesa com três passes de gases) queimando óleo BPF.

A conversão dos equipamentos para a queima de lenha em toras

foi realizada utilizando uma fornalha aquatubular compacta independente instalada à frente da caldeira existente. A opção por fornalha independente decorreu da dificuldade da execução de soldas no costado e no espelho frontal da caldeira existente, decorrente de pouca confiabilidade e alto risco que isto constituiria, devido à idade destes equipamentos (corrosão, intergranular, concentração de tensões, fadiga etc.). A antefornalha foi projetada e fabricada pela Potencial Ltda. em São Paulo.

Estes conjuntos (num total de cinco) estão operando há dois anos de forma bastante confiável. A produção total de vapor do conjunto é aproximadamente igual à da caldeira original a óleo (4 ton/hora vapor saturado, a 10kgf/cm²), pois o aumento na área de troca de calor proporcionado pela antefornalha contrabalança os coeficientes de troca de calor da combustão de lenha em relação ao óleo.

A eficiência das caldeiras convertidas é aproximadamente igual à das caldeiras tradicionais a lenha. Com esta conversão, houve necessidade de aumentar a frequência da operação de limpeza dos tubos, da parte flamatubular.

Antigamente, com óleo, a limpeza dos tubos era realizada a cada 270 horas de operação. Nas caldeiras convertidas, esta limpeza é feita a cada 140 horas de operação contínua. Houve também necessidade de instalar um simples túnel para lavagem dos gases para evitar o lançamento de fagulhas e mate-

riais particulados em geral pela chaminé.

O investimento total para conversão de uma destas novas caldeiras é da ordem de Cr\$. 10.000.000,00 (agosto/81), sendo, aproximadamente, a metade referente à antefornalha e o restante às obras civis (cinzeiros, fundações etc.), equipamentos complementares e instalação geral. No caso em análise, este investimento foi amortizado em, aproximadamente, um ano, devido a grande redução no custo operacional (lenha x óleo BPF).

Vale ressaltar que é determinação da política energética da empresa a utilização de lenha apenas de forma renovável, acompanhada por todo um sistema de reflorestamento e conservação do meio-ambiente. Em 1981, foi criada a Souza Cruz Florestal S.A., com o objetivo de desenvolver sistemas de reflorestamento com bases tecnológicas para a utilização energética.

Vale a pena ser mencionado que foram realizados estudos visando a gaseificação de carvão mineral e de lenha; o gás seria queimado nas caldeiras existentes. Entretanto, chegou-se à conclusão de que o custo do gaseificador e dos equipamentos auxiliares seria superior ao de uma caldeira nova para queima direta do combustível em questão, o que torna esta opção indesejável.

Diante da finalidade do combustível na empresa (geração de vapor saturado para processo), a utilização de gás só é viável quando o gaseificador abastece um conjunto de indústrias ou todo um

município, como é o caso dos projetos para utilização de gás de carvão da CEG do Rio de Janeiro e da COMGÁS em São Paulo.

A Combustão em Leito Fluidizado, a Utilização do Carvão Mineral Nacional

Os carvões minerais nacionais possuem uma série de características (altos teores de cinzas, altos teores de enxofre, baixos pontos de amolecimento das cinzas etc.) que os torna difíceis de serem queimados de forma eficiente e limpa pelos métodos tradicionais. Quando queimados em grelhas, emitem grande quantidade de óxidos de enxofre e de nitrogênio e a sua eficiência de combustão é baixa e é difícil a captação do material particulado carregado pelos gases de combustão.

A Companhia Souza Cruz é pioneira na América Latina na utilização industrial da Combustão em Leito Fluidizado. Em meados de 1979 a empresa enviou 10 toneladas de carvão da mina de Charqueadas (COPELMI-RS) para serem testadas na Johnston Boiler Co. em Ferrysburg, Michigan — EUA. Nos primeiros testes feitos em um protótipo, foram identificadas uma série de alterações que seriam necessárias ao projeto original da Johnston. O Departamento de Engenharia da Companhia Souza Cruz, em conjunto com o corpo técnico da Johnston, desenvolveu as alterações necessárias ao projeto para utilização do carvão brasileiro. Novos testes foram efetuados

com sucesso. Em fevereiro/80 foi formalizado o pedido para 3 (três) caldeiras. As caldeiras chegaram de navio, em Paranaguá—PR, em fevereiro/81 e em julho/81, entraram em operação as 2 (duas) unidades instaladas no Centro de Processamento de Fumo em Blumenau—SC e a unidade (1) instalada no Centro de Processamento de Santa Cruz do Sul—RS.

Foi escolhido um fabricante estrangeiro de caldeiras pois, infelizmente, no Brasil, a tecnologia do leito fluidizado ainda não está disponível comercialmente. A Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, sob o patrocínio do Conselho Nacional do Petróleo, já projetou e construiu, de forma experimental, caldeiras, fornalhas e gaseificadores, utilizando com grande sucesso esta nova tecnologia. Certamente, em breve estes equipamentos estarão disponíveis no mercado nacional.

A combustão em leito fluidizado consiste na queima do carvão (ou outro combustível sólido, líquido ou gasoso) dentro de um leito em suspensão dinâmica por um fluxo de ar, formado por algum material granulado não combustível (areia, cinzas, calcário, dolomita etc.). Nestas condições há um íntimo contato entre o combustível e o ar, o que permite uma queima eficiente e em baixa temperatura (850°C). Quando o combustível a ser queimado possui enxofre, o leito deverá ser formado por calcário granulado; desta maneira os óxidos de enxofre formados na combustão são absorvidos pelo calcário calcinado, ficando, por-

tanto, este poluente retido nas cinzas, sob forma de inofensivos sulfatos. A baixa temperatura de combustão não permite o amolecimento das cinzas e é responsável pela baixa emissão de óxidos de nitrogênio.

Para a partida das caldeiras é utilizado o querosene. Em cerca de meia hora, os leitos atingem a temperatura de ignição do carvão; a partir deste momento inicia-se a alimentação de carvão e é desligado o querosene.

Duas das poucas desvantagens de uma caldeira de leito fluidizado são: a necessidade de uma instrumentação mais sofisticada (além de todos os controles de uma caldeira tradicional, há necessidade de controle do nível e da temperatura do leito) e o maior consumo de energia elétrica (cerca de 60% mais que uma caldeira tradicional a grelha).

As caldeiras adquiridas possuem um controlador contínuo de excesso de oxigênio nos gases de combustão, desta forma é garantida uma combustão eficiente independente das variações na composição do combustível. Uma grande vantagem da combustão fluidizada é a flexibilidade na utilização de outros combustíveis. Com pequenas alterações estas caldeiras podem queimar os mais variados combustíveis líquidos (álcool, querosene, óleo diesel, óleo BPF, óleos vegetais, alcatrão etc.), gasosos (gás de nafta, gases do carvão e lenha, gás natural etc.) e sólidos (turfa, carvão vegetal, lenha picada, xisto, resíduos industriais etc.).

Na utilização de combustíveis sólidos a caldeira representa, em volume, uma pequena parte do espaço ocupado pelos equipamentos para recebimento, transporte, preparo e estocagem do combustível e para remoção e tratamento dos resíduos de combustão.

Todo o projeto das novas áreas de caldeiras de Blumenau e de Santa Cruz do Sul foi realizado pelo Departamento de Engenharia da Companhia Souza Cruz. Foi tomado todo o cuidado possível com relação à conservação do meio-ambiente. Os gases de combustão passam por um multiciclone e posteriormente por um filtro de mangas de alta eficiência (99,7%). As mangas do filtro são especiais para alta temperatura (até 260°C), são feitas de fibra de vidro revestidas com PTFE.

O local onde os caminhões descarregam o carvão e o calcário e onde é carregado o resíduo da combustão, as cinzas, é totalmente fechado com um sistema de despoeiramento de alta potência para garantir que não haja emissão de particulados para o exterior. Os transportadores são do tipo de corrente totalmente vedados, os silos verticais são metálicos e totalmente fechados, dotados de sistema de dilúvio contra incêndio e sistema próprio de despoeiramento. Na instalação foi colocado um conjunto de peneira (inclinada oscilante) e britador (de duplo rolo, um liso e outro ondulado) para a preparação granulométrica do carvão. As cinzas extraídas do fundo do leito da caldeira passam por

transportadores helicoidais resfriados por fluido térmico que transfere o calor das cinzas para a água de alimentação da caldeira, aumentando desta forma a eficiência térmica do sistema. Toda a instalação recebeu tratamento acústico de forma a manter os níveis de ruídos inferiores aos previstos em lei.

Caldeiras Elétricas

Introdução

A eletricidade pode ser considerada a forma ideal de energia: segura, limpa e eficiente. Entretanto, no passado, as vantagens da energia elétrica eram obscurecidas pelo fato de constituir uma alternativa de alto custo e nobre demais, para a produção de água quente ou vapor, face à onipresença do óleo combustível barato e eficiente.

O mercado energético atual — ainda com base no petróleo — com custos ascendentes e suprimento não confiável, associado a problemas ecológicos, torna as caldeiras elétricas, equipamentos, cada vez mais atrativos, práticos e em alguns casos rentáveis. Caldeiras elétricas operam com eficiência superior a 95% sem causar impactos ambientais.

Importante também, é a confiabilidade de fornecimento da energia elétrica, comparada ao petróleo. Energia elétrica pode ser obtida de uma crescente variedade de energias primárias.

Aplicação

Caldeiras elétricas consistem de um vaso de pressão, isolamentos térmicos, controles, componentes elétricos, válvulas, bombas e tubulações. Podem ser utilizadas como fonte energética principal, reserva para geradores de vapor ou água quente a combustível fóssil ou em regime de complementação. Sem decréscimo na eficiência, caldeiras elétricas podem ser utilizadas em situações de baixa produção quando caldeiras convencionais são bem menos eficientes.

Comparando a energia dos combustíveis fósseis e a energia elétrica de origem hídrica, a última pode apresentar vantagens sazonais. A utilização noturna de caldeiras elétricas, na presença de tarifas especiais, pode apresentar vantagens econômicas.

Caldeiras elétricas entram em carga gradativamente, evitando picos de demanda nos sistemas de distribuição das concessionárias, a despeito de sua intensiva solicitação energética.

O consumo de energia elétrica e conseqüente produção de vapor são variáveis, de modo que é possível a manutenção do controle da carga elétrica da unidade industrial sem superar a demanda pré-fixada. A facilidade do controle da caldeira, localmente ou em posição remota, acrescenta flexibilidade operacional às vantagens do sistema. As penalidades, devido o baixo fator de potência de unidades de consumo, impostas pela legislação vigente e conseqüente necessidade

de correção são eliminadas ou pelo menos, minimizadas.

Vantagens e Desvantagens

Certos componentes dos sistemas de geração de vapor, como de-aeradores, equipamentos para tratamento d'água, válvulas de descarga de fundo são comuns também a caldeiras elétricas. Entretanto, as exigências periféricas são bem menores, não há necessidade de paredes corta-fogo, sistemas de armazenagem, transporte de combustíveis, pré-aquecedores de óleo, controle de emissões, chaminé, manuseio de cinzas, controle de ruídos e outros. A necessidade de espaço físico é bem menor e o investimento para a instalação dos periféricos é eliminado. Há menos partes móveis e instrumentação. Não há massa refratária e as operações são reiniciadas sem o perigo de choque térmico. Caldeiras elétricas são projetadas para operação automática, dispensando supervisão constante.

A simplicidade do conceito da caldeira elétrica reduz a quantidade e complexidade dos sistemas de controle e segurança indispensáveis a outros geradores. Riscos associados a combustão e manutenção para remoção de resíduos de combustão são eliminados.

O automatismo cobre o suprimento de energia, a pressão, a temperatura, o nível d'água, a condutividade, a demanda de potência e a seqüência de partida e parada.

A desvantagem principal é o seu alto custo operacional. Uma análise financeira de "custos-benefícios" determinará a escolha.

Caldeira Elétrica a Eletrodo

A caldeira adquirida e instalada na Fábrica Porto Alegre, da Companhia Souza Cruz, é do tipo de eletrodos a jato d'água.

Caldeiras elétricas a eletrodo diferem do equipamento a elemento imerso, na maneira pela qual a energia elétrica é convertida em térmica e na maneira em que esta é transferida à água.

Nas caldeiras, a resistência à energia flui através do material da resistência, gera calor que por condução é transferido a água. Caldeira a eletrodo utilizam as propriedades condutivas e resistivas da própria água. Uma corrente alternada passa entre dois eletrodos, utilizando a água como condutor. Há geração de calor na própria água, com vaporização parcial. Não há perdas de calor na transferência. Proteção de nível baixo da água é total e infalível, visto a ausência d'água interromper o fluxo de corrente elétrica. O elemento aquecedor nas caldeiras a eletrodos é a própria água e, portanto, não há no sistema, pontos de temperatura mais elevada que a da própria água e o vapor. Esta baixa temperatura de operação reduz a tendência de formação de incrustações e elimina o problema do choque térmico.

O número de eletrodos depende da capacidade de geração de vapor requerida, porém, são sempre em grupos de três (um para cada fase do sistema elétrico trifásico). Água quente ou vapor é produzido imergindo eletrodos na água ou por jateamento de água entre o ponto

neutro do sistema elétrico e o eletrodo. Caldeiras a eletrodo submerso não são recomendadas em aplicações com uma grande necessidade de água de complementação e com baixa qualidade da água de alimentação, porém produzem vapor com alto grau de pureza.

Caldeiras de eletrodos a jato d'água normalmente bombeiam água da parte inferior do vaso para o cilindro de injetores. A água flui através destes e é jateado sobre os eletrodos, criando o caminho para a corrente elétrica. A parte da água não vaporizada cai sobre um contra-eletrodo, constituindo, desta maneira, um segundo ponto de geração de vapor. O controle de fluxo de vapor é obtido através de um defletor de jato que intercepta total ou parcialmente os jatos d'água. O comando do defletor é obtido através de sinais de pressão e/ou de carga elétrica, mantendo a pressão constante ou limitando a demanda de potência.

O desligamento da bomba de circulação d'água interrompe a operação da caldeira.

Tratamento rigoroso da água de alimentação é essencial para caldeiras elétricas. A água de alimentação deverá ser abrandada, ter controle de pH, desaerada e a condutividade deve ser monitorada e regulada continuamente. Se a condutividade for baixa, a capacidade de geração é reduzida, exigindo tratamento químico da água. Se a condutividade estiver alta, os níveis de corrente são atingidos, implicando em corrosão dos eletro-

dos. O surgimento de sólidos dissolvidos e matéria orgânica é denunciado pelo aparecimento de espuma e conseqüentes curto-circuitos do eletrodo a terra, podendo ativar os sistemas de proteção de falha a terra ou sobrecorrente. Mesmo assim, vemos que a segurança é total.

O controle da alta condutividade em caldeiras elétricas a eletrodo efetua-se através da descarga de fundo ou superfície. A frequência das descargas é função da própria condutividade, quantidade de água de alimentação e do retorno de condensado.

O Custo Operacional, em Análise (Agosto, 1981)

Caldeira elétrica a eletrodo, tipo jato d'água.

Capacidade nominal de geração de vapor: 5.000 kg/h

Tensão de alimentação: 13.200 V

Pressão de serviço: 10 kg/cm²

Regulação linear: 0—100%

Demanda de potência: 3.300 KW

Tarifas de energia elétrica para o subgrupo A4 (Sistema Hidráulico). Conforme Portarias n^{os} 0053 e 0054, de 25 de junho de 1981, do DNAEE.

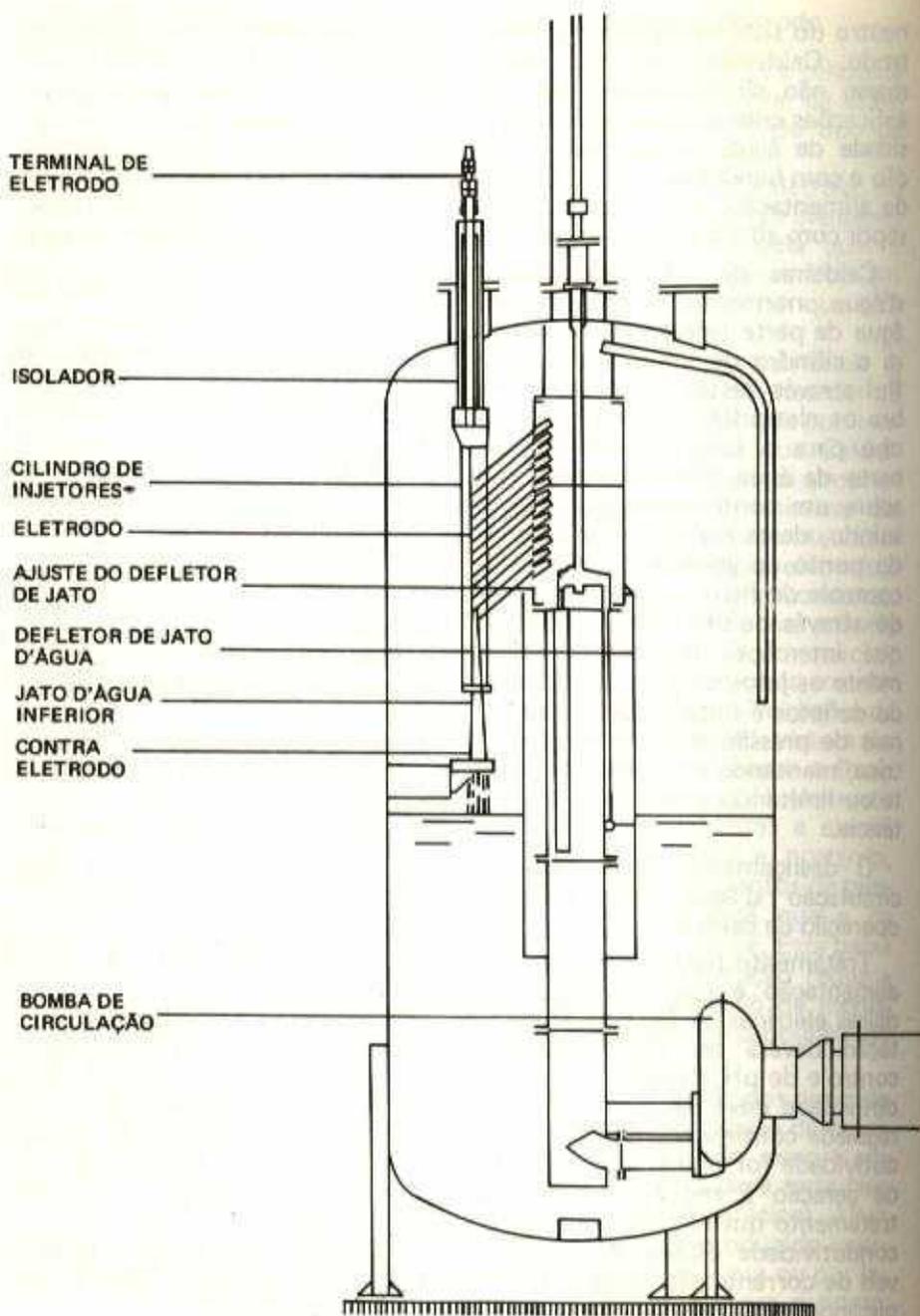
Demanda: Cr\$ 856,00/Kw

Consumo: Cr\$ 1.910,00/MWh

Empréstimo Compulsório Eletrobrás: Cr\$ 1,218100/KWh

Considerando produção constante de 5.000 kg de vapor saturado por hora, 16 horas por dia, 22 dias por mês.

a) Custo da demanda de potência: Cr\$ 856,00/Kw x 3300 Kw = Cr\$ 2.824.800,00



b) Custo do consumo energético: Cr\$ 1.910,00/MWh x 3,3 MW x 352h = Cr\$ 2.218.656,00

c) Empréstimo Compulsório da Eletrobrás: Cr\$ 1,218100/KWh x 3300KW x 352h = Cr\$... 1.414.944,90

d) Total: Cr\$ 6.458.400,90/mês (1)

e) No caso de uma caldeira consumindo óleo combustível, para uma mesma produção de vapor, conforme o exemplo acima, a situação se configuraria assim:

$$5000 \text{ Kg/h de vapor} \quad \text{---} \quad \frac{13 \text{kg de BPF}}{\text{kg de vapor}} =$$

$$= 384,6 \text{ kg de BPF/h}$$

384,6kg de BPF/h x 352h = 135.379,2kg de BPF/mês a Cr\$ 22,00/kg temos:

135.379,2kg de BPF/mês x Cr\$ 22,00kg de BPF = Cr\$... 2.978.342,40/mês (2)

f) Conclusão: O custo da energia elétrica, necessária para a mesma geração de vapor, seria 117% mais caro do que o óleo BPF requerido.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA CALDEIRA E DO FILTRO

1. Caldeira

- Fabricante: Johnston Boiler Co.

- Capacidade: 11.400 kg/hora vapor saturado a 10 kg/cm² a partir da água a 100°C.

- Coeficiente global de troca de calor: 7.400 BTU/hr. sqft

- Vazão aproximada de gases na capacidade máxima: 16.000Nm³/hora.

- Comprimento: 8,7 m

- Altura: 4,4 m

- Largura: 3,5 m

- Peso total: 42 toneladas (seca)

- Consumo aproximado de carvão na capacidade máxima: 2.800 kg/hora (carvão CV40 – CAEBB – Santa Catarina).

- Área de troca da fornalha: 48 m²

- Área de troca por convecção: 279 m²

- Área total de troca de calor: 327 m²

2. Filtro de Gases

- Fabricante: Enviro-Systems and Research Ind.

- Modelo: 432SDPS10-5-104

- Número de células independentes: 12

- Quantidade de mangas: 432

- Tipo de manga: Fibra de Vidro (Globe Albany). (Estas mangas podem ser fabricadas no Brasil pela Albany em Blumenau—SC.)

- Dimensões das mangas: ϕ 5" x 104"

- Área total de filtragem: 4.960 sqft

- Velocidade de filtragem com todas as células operando: 3,36 afpm

- Velocidade de filtragem com uma célula desativada: 3,65 afpm

- Temperatura máxima de operação: 260°C

- Sistemas de limpeza: de duas (2) maneiras independentes, pulsante e reversão de fluxo.

- Comprimento: 9,2 m
- Altura: 8,2 m
- Largura: 3,3 m
- Peso: 7,5 toneladas (vazio)

RESUMO DOS CUSTOS DA NOVA ÁREA DE CALDEIRAS EM SANTA CRUZ DO SUL

- Caldeiras e multiclone — US\$ 500,00
- Filtro de gases — US\$ 100,000

• Taxas de importação, fretes e seguros internacionais — US\$... 600,00

• Equipamentos complementares, Instalação Geral e Construção Civil — US\$ 550,000

Total — US\$ 1,750,000

Como se pode observar, a parte importada representou cerca de um terço do valor total deste investimento, os demais equipamentos foram todos fabricados pela indústria nacional.



Ernst B.H.U. Von Blücher é físico diplomado pelo Instituto de Física da Universidade do Estado da Guanabara e pós-graduado em Engenharia Econômica pela Universidade Estácio de Sá. Durante anos trabalhou em controle automático na Petrobrás e em outras empresas no campo da instrumentação. Com estágios de especialização técnica e gerencial na Europa, é palestrante e autor de trabalhos sobre diversos temas referentes a controle e energia.



Elzio Trindade Barreto, engenheiro mecânico, diplomado pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Pernambuco, tem especialização em Projetos e Instalações Industriais, com ampla experiência na indústria siderúrgica, de cimento, de açúcar e de fumo. Como integrante do Grupo de Energia da Cia. Souza Cruz, foi responsável pela área de conservação de energia, tendo participado de diversos projetos originais de termodinâmica com vistas a melhorias no rendimento térmico de equipamentos de processo. É palestrante autor de diversos trabalhos publicados.