

Gerenciamento energético

MFN -0465

N CHAMADA:

TITULO: Gerenciamento energético

AUTOR(ES): MORENO, C.PLAZZI, T.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 10. utilidades

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 21

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 21-25.11.1988

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1988, ABTCP

PAG/VOLUME: p.587-599,

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 21, 1988, São Paulo,
p.587-599

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR: consumo de energia, conservação de energia,
gerenciamento energético

RESUMO: Em resposta a crise do petróleo, a indústria brasileira, inclusive o setor de celulose e papel, fez esforços enormes para minimizar as perdas de energia, encontrando substitutos para o petróleo como fonte energética, e otimizar suas operações pelo uso de técnicas de gerenciamento energético. Este trabalho descreve um programa de três etapas para a implementação de um programa de gerenciamento energético. A primeira etapa consiste basicamente na consolidação de dados disponíveis, possibilitando uma análise global do desempenho da produção na segunda, estes dados foram analisados como parte de uma avaliação do uso e fornecimento de energia, e, no estágio final, as medições da conservação de energia foram planejadas e implementadas

GERENCIAMENTO ENERGÉTICO



Cristina Moreno
Tadeu Plazzi

Celulose Nipo Brasileira S.A. - CENIBRA - Belo Horizonte - Brasil

INTRODUÇÃO

A indústria de celulose apresenta elevados consumos de matérias primas, insumos e energia e atua num mercado caracterizado por flutuações de preços, existindo uma procura constante da redução de seus custos através do aprimoramento dos processos produtivos. Depois da madeira, a energia é o ítem que requer maior atenção, influenciando diretamente no resultado operacional.

A produção de celulose apresenta fortes características interativas entre suas áreas, sendo significativamente importante que as decisões energéticas sejam tomadas como uma visão global de seus efeitos sobre o sistema produtivo. A questão surge de como planejar, coordenar e otimizar o consumo de energia associada à produção, surgindo neste contexto a figura do gerenciamento energético, cujo modelo necessita de informações não só de geração e consumo mas também dados de produção, insumos, custos unitários e qualidade do produto final.

Os programas de redução e conservação de energia abrangem, na maioria dos casos, soluções localizadas, através da otimização de equipamentos e processos específicos, tendo todas as tentativas de otimização global esbarrado na dificuldade de obtenção de informações confiáveis e atualizadas que permitam visualizar a fábrica como um todo. Com o advento da automação cresce a disponibilidade de informações, que somada às facilidades de manipulação (informática) tornam-se importantes aliados na gerência e planejamento industrial.

Metodologias para análises do comportamento global do processo de produção de celulose têm sido desenvolvidas em várias empresas. São modelos que utilizam computação e fornecem sistemas consistentes para determinação das inferências econômicas decorrentes de quaisquer variações de processo ou operação. Da mesma forma podem identificar linhas de atuação ou tecnologias que levem a uma solução ótima para determinado problema.

"Trabalho apresentado no 21º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABCP, realizado em São Paulo - SP - Brasil, de 21 a 25 de Novembro de 1988".

Como não se pode gerenciar o que é imensurável, torna-se imperativo conhecer quanta energia é consumida, quanto custa, onde é usada e qual sua eficiência de utilização. A resposta a tais perguntas nada mais é que um diagnóstico das operações industriais, obtido através do balanço de massa e energia na quele determinado período. Desta etapa-balanço de massa e energia, ao gerenciamento energético existe um processo evolutivo cujo grau de sofisticação depende, em essência, das condições atuais da empresa, principalmente quanto ao seu grau de automação e da estratégia do plano geral de energia, que pode ter por meta tanto a redução de custo quanto atingir uma eficiência global cada vez maior.

OBJETIVO

O choque do petróleo trouxe avanços significativos para os consumidores de energia derivados daquela fonte. Assim, os setores industriais fortemente dependentes do óleo combustível, identificaram três etapas básicas para a implantação de um projeto de conservação de energia, a saber:

- . Melhoria dos procedimentos operacionais e eliminação de perdas de energia evidentes, tais como, eliminação de vazamentos, isolamento térmico e outros
- . Substituição do óleo combustível por combustível alternativo disponível no país
- . Otimização das operações e instalações utilizando técnicas mais avançadas de gerenciamento.

A experiência brasileira nesta área nos mostrou a atuação conjunta do Governo e do Setor de Papel e Celulose com a celebração, em outubro de 1980, do Protocolo de Redução de Óleo Combustível, já a nível de segunda etapa de Conservação de Energia. Este projeto totalmente implantado e consolidado, obteve significativa redução do consumo de óleo e rendimento operacional.

Novas medidas que propiciem uma busca constante de minimização dos consumos específicos estarão associadas a um processo de conhecimento do desempenho global da fábrica e de um planejamento mais amplo a nível dos insumos energéticos.

Assim sendo, a implantação da 3ª etapa do projeto de Conservação de Energia é uma necessidade, uma vez que complementarás etapas anteriores, com expressiva redução de energéticos e de custo.

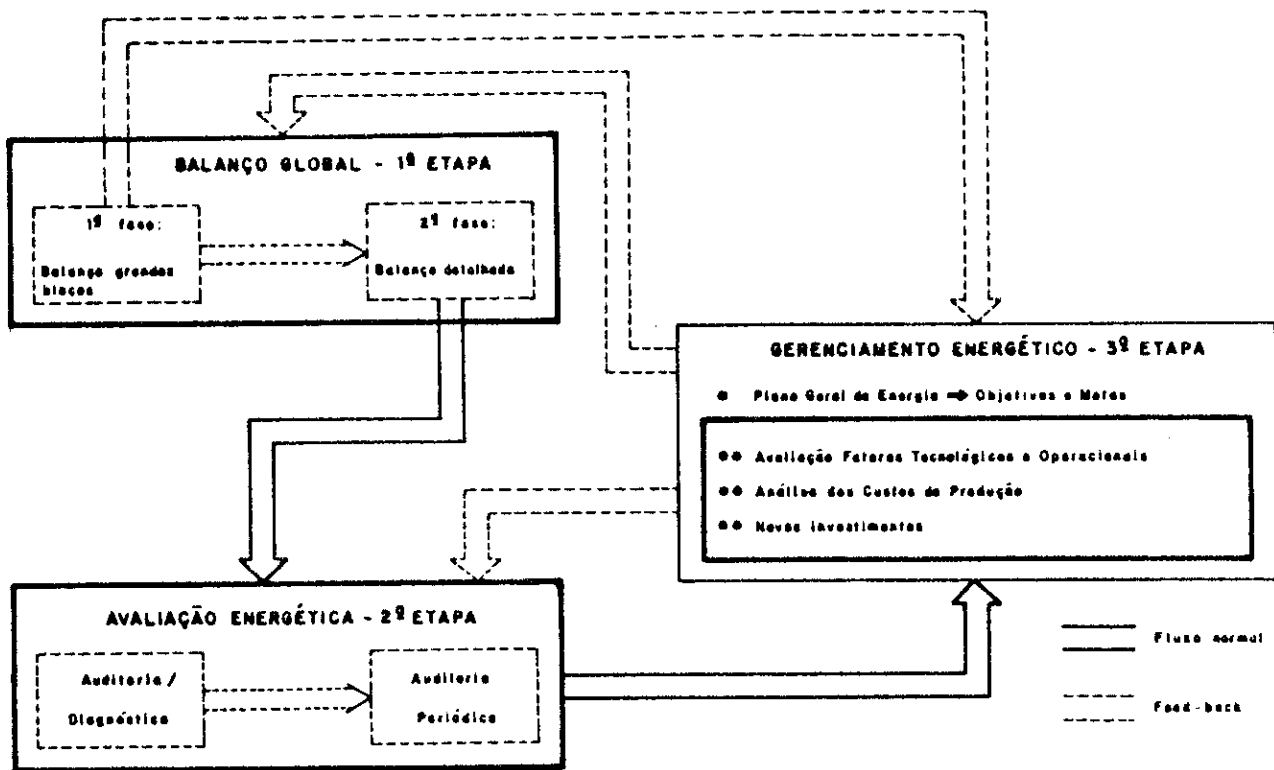
A meta de um programa de gerenciamento energético após análise específica de cada empresa é reduzir em até 30% o custo da energia, através da redução gradativa do consumo específico, passando de 7,5Gcal/tSA (média das produtoras de celulose) para 5,25Gcal/tSA. Tal objetivo é bastante factível quando se observa que já era o coeficiente energético das unidades escandinavas no início da década de 80.

O SISTEMA DE GERENCIAMENTO ENERGÉTICO

A implantação do sistema tem como finalidade principal o gerenciamento energético através do acompanhamento sistemático

dos principais parâmetros de produção, de forma integrada desde os insumos básicos até o produto final. Poderá ser implantado em 3 etapas distintas (figura 1).

FIG.01-ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DO GERENCIAMENTO ENERGÉTICO



. Balanço Global (1ª Etapa)

Consiste basicamente na consolidação de dados disponíveis, possibilitando uma análise global do desempenho da produção. Mesmo utilizando dados históricos (frequência anual, frequência mensal) oferece elementos valiosos para o conhecimento das perdas e desempenho de cada segmento do processo. Nessa etapa inicial será utilizado um sistema off-line, através de micro-computador. Deverá ser desenvolvida em 2 fases. Na primeira serão estudados os vários segmentos do processo de forma integrada e na segunda, o balanço detalhado de cada processo e/ou equipamento. A segunda fase poderá ser identificada como uma auditoria energética histórica. A análise do balanço global juntamente com a identificação das variáveis para controle conduzirão à Avaliação Energética.

. Avaliação Energética (2ª Etapa)

Essa análise energética tem por tarefa central explicitar as estruturas energéticas da empresa. Sua ferramenta básica é a auditoria energética. Como na auditoria financeira, a auditoria energética não apenas identifica as perdas mas, o que é mais importante, mostra exatamente onde e como os

recursos foram gastos. Não traz solução para os problemas mas identifica os maiores potenciais de conservação e onde devem ser concentrados os esforços. A complexidade da auditoria e o nível de detalhamento necessário dependem da própria complexidade do processo e do uso que se pretende dar às informações que são geradas.

Os resultados da avaliação energética, através da definição da estrutura energética da empresa e dos potenciais de conservação, são informações necessárias para o planejamento energético de longo prazo.

. Gerenciamento Energético (3ª Etapa)

É evidente que todas as etapas anteriores têm como objetivo gerar informações que irão alimentar o sistema de gerenciamento energético, fechando o ciclo, pois um controle adequado não pode existir se não for acompanhado do conhecimento do sistema a ser controlado. Consiste essencialmente na consolidação e análise dos dados levantados pela avaliação energética.

Mais do que um controle do consumo de energia, o gerenciamento é o responsável pela determinação das metas e estratégias a serem adotadas.

Somente através do gerenciamento energético será possível a definição do Plano Geral de Energia, que deve incluir todas as modificações necessárias para se atingir o consumo de energia ótimo por unidade de produto e o sistema ótimo de suprimento de energia.

Esse plano definirá os objetivos e metas a serem perseguidos e estará alicerçado na avaliação dos fatores tecnológicos e operacionais, na análise dos custos de produção e dos novos investimentos identificados pela avaliação energética.

Embora para efeito de descrição do Sistema tenham sido consideradas 3 etapas distintas, o gerenciamento energético é de tal forma iterativo que se torna difícil definir os limites de cada etapa. Observa-se assim (figura 1), que o "loop" formado entre as etapas 1 e 3 (Balanço Global e Gerenciamento Energético) pode num dado momento compor um determinado nível de planejamento energético. Segundo esse enfoque a avaliação energética seria o elemento de checagem da consistência do sistema.

Qualquer que seja a etapa do gerenciamento energético, a metodologia adotada é fundamentalmente a mesma, utilizando como instrumento o balanço de massa e energia. Essa ferramenta pode ser utilizada para todos os subsistemas que compõem um dado processo, fornecendo o diagnóstico da produção num certo período. O conhecimento das interfaces entre subsistemas e dos fluxos parciais e globais (de massa e de energia) propicia um controle mais efetivo da produção, identificando perdas, gargalos, má utilização de equipamentos, etc. Mais que um sistema de controle, a análise sistemática dos balanços de massa e energia constitui-se em elemento básico para o planejamento.

A implantação do sistema como um todo requer um grau de sofisticação crescente. O que se propõe é iniciar o balanço global com os recursos disponíveis, seja a nível de instrumentação e automação (sistema analógico) como de informática (off-line), podendo atingir no futuro sistemas mais complexos.

Técnicas mais avançadas de gerenciamento energético dispõem de recursos sofisticados através de programas de gerência e controle e de simulação. Dentre esses programas os mais conhecidos são: GEMS - General Energy and Material Balance System / Universidade de Idaho, MAPPS - Modular Analysis of Pulp and Paper System/Institute of Paper Chemistry, MASSBAL/Universidade de Western - Ontário, FLOWCALC/Universidade de Wisconsin-Madison.

No desenvolvimento do presente sistema de gerenciamento energético convencionou-se denominar de "Balanço Global" ao balanço de energia geral da empresa, incluindo tanto os balanços a nível de sub-sistemas como os balanços detalhados. O motivo de tal denominação é tentar introduzir um conceito universal (ou global) para essa etapa dos trabalhos, considerando a íntima relação entre produção e energia no processo de obtenção de celulose e, portanto, a necessidade de uma análise total do sistema.

METODOLOGIA PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DA 1ª ETAPA

Os balanços de massa e energia podem ser realizados para operações específicas, para um conjunto de operações ou para a fábrica como um todo.

Nesta 1ª etapa serão considerados os seguintes sub-sistemas:

- . preparo da madeira
- . cozimento
- . branqueamento
- . secagem
- . evaporação
- . geração de vapor (caldeiras e turbo-gerador)
- . caustificação
- . planta química
- . tratamento de água
- . tratamento de efluentes

Dentro de cada sub-sistema serão feitos os balanços a nível de cada operação unitária existente assim como o seu balanço global. Os balanços individuais dos sub-sistemas propiciam a elaboração do balanço da fábrica.

A metodologia proposta tornará possível o acompanhamento do consumo energético mensal e das perdas de processo, proporcionando não só o conhecimento da eficiência de cada sub-sistema como dos principais equipamentos.

Mesmo nessa etapa deverão ser consideradas duas fases; na primeira será introduzido o balanço global dos sub-sistemas e conseqüentemente o balanço global da fábrica. A segunda seria um detalhamento da anterior. A análise da primeira fase identificará aqueles sub-sistemas que merecem um conhecimento mais

detalhado, seja por sua importância como grande consumidor de energia e/ou massa, seja por sua posição estratégica a nível de processo, seja pelas perdas identificadas. Nestes casos, deverão ser feitos os balanços individuais dos equipamentos envolvidos, como uma preparação para a avaliação energética.

A metodologia para o desenvolvimento da primeira fase encontra-se esquematizada na figura 2 e compõe-se das seguintes etapas:

. Fluxograma Geral da Fábrica

É o primeiro esboço do balanço de massa e consiste, fundamentalmente, na definição de todos os insumos que são consumidos em cada módulo, das produções (produto final ou intermediários) e das interfaces/interligações entre sub-sistemas.

. Condições de Operação no Período

Definido o período a ser analisado, é preciso escolher as informações que são essenciais para o cálculo dos balanços, onde consegui-las e com que segurança. É uma etapa de simples coleta de dados.

. Determinação dos Equivalentes Energéticos

É somente uma maneira diferente de apresentar o balanço energético, sendo, portanto, a etapa mais trabalhosa de todo o sistema. Conhecidos todos os fluxos de massa (Etapa A - Fluxograma Geral da Fábrica) é necessário definir as formas de energia que são por eles transportadas (cinética, potencial, elétrica ou térmica). Para tanto é preciso definir, a priori, o grau de detalhamento que se deseja atingir.

Nesta etapa inicia-se um processo iterativo, em que são superpostas as condições de operação e o fluxograma geral, surgindo a necessidade de reavaliação de alguns insumos.

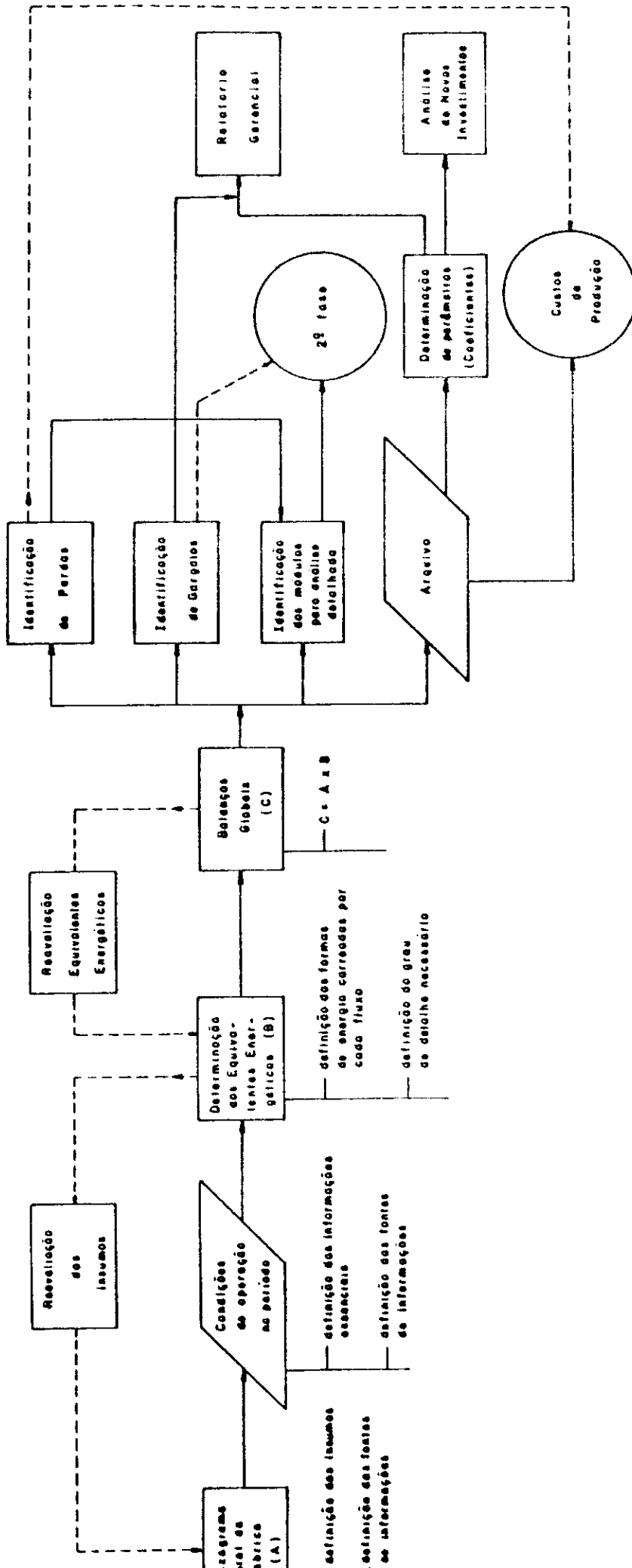
. Balanços Globais

Considerando que os equivalentes energéticos seriam o "fluxo de energia" por unidade de massa, essa etapa pode ser vista como uma consolidação, cujo resultado é obtido pela somatória da multiplicação de A - Fluxograma Geral da Fábrica por B - Equivalentes Energéticos para cada fluxo. O importante dessa etapa é que, ao se fechar o balanço cria-se um novo processo iterativo, requerendo a reavaliação dos equivalentes energéticos calculados. A análise dessa etapa é que dará origem aos passos seguintes, apontando as perdas, os gargalos e aqueles sub-sistemas que merecem uma investigação mais apurada. A apresentação do balanço pode ser sob a forma de diagrama de Sankey, matriz energética, etc.

. Arquivo

Um dos objetivos do sistema de análise sistemática de ba-

FIG.02 - METODOLOGIA CONSIDERADA PARA A 1ª FASE



lanços é a determinação de parâmetros técnicos que possam representar o desempenho da operação e que sirvam para comparação com valores internacionais proporcionando inclusive a definição de novas metas.

Os resultados do balanço ao serem arquivados irão criar parâmetros históricos, os quais através de tratamento estatístico servirão como ferramenta valiosa para o gerenciamento energético.

Relatório Gerencial

Os resultados das quatro etapas anteriores (resultados do balanço) serão apresentados sob a forma de um relatório que, embora sucinto, sirva para o conhecimento imediato da situação da fábrica e possibilite eventuais tomadas de decisão.

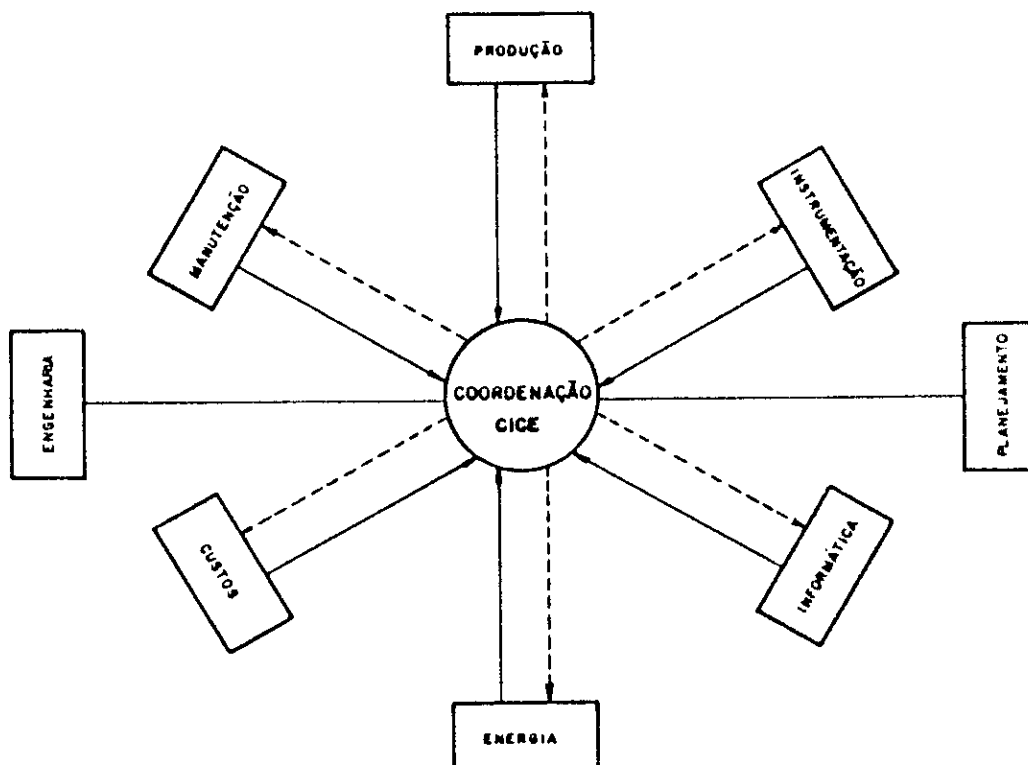
ESTRUTURA OPERACIONAL DO SISTEMA

O gerenciamento energético, por sua própria concepção apresenta interligações com todo o sistema produtivo e atua como elemento de análise e controle das "influências" interdepartamentais. Utiliza para tanto um padrão de desempenho e a adoção de objetivos e metas definidos de acordo com o planejamento global da empresa.

Para que o sistema de gerenciamento energético tenha sucesso, é essencial que metas e padrão de desempenho sejam definidos, em conjunto, pelos vários sub-sistemas que o compõem.

Para operacionalizar o sistema proposto faz-se necessário um centro de coordenação que receba alimentação de todos os segmentos, efetue a análise desses dados e re-alimente o sistema como um todo, administrando os recursos energéticos da fábrica (figura 3).

FIG.03 - ESTRUTURA OPERACIONAL DO SISTEMA



A informática está presente mais como um segmento de apoio e assessoramento do que propriamente de alimentação. A coordenação deve ser composta de membros deliberativos e consultivos que representem um consenso de toda a estrutura envolvida, legendando assim, a CICE - Comissão Interna de Conservação de Energia, como esse elemento de centralização.

A tabela 01 apresenta uma proposta de Estrutura Operacional para o Sistema de Gerenciamento Energético. São considerados dois estágios: o primeiro vinculado ao "grupo de energia" e responsável pela coordenação e análise das informações de geração e consumo energéticos e planejamento de médio e longo prazos. O segundo estágio é caracterizado como o elemento de alimentação do anterior e engloba as atividades de geração, transmissão e consumo de energia e suas interligações através da elaboração dos Balanços de massa e energia.

Tabela 01 - Estrutura Operacional do Sistema de Gerenciamento Energético

ESTÁCIO	GRUPO EXECUTOR	EQUIPE RESPONSÁVEL	PERÍODO DE AÇÃO	PRINCIPAIS ATIVIDADES
GERENCIAMENTO ENERGÉTICO PROPRIAMENTE DITO	GRUPO DE ENERGIA	CICE	Médio/longo prazo (1, 5 ou 10 anos)	<ul style="list-style-type: none"> . Plano Geral de Energia - Planejamento Estratégico . Novos Investimentos . Análise dos Custos de Produção . Avaliação dos Fatores Tecnológicos e Operacionais . Análise dos resultados do Grupo Operacional
INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO ENERGÉTICO	GRUPO OPERACIONAL	Departamento de Energia	Curto/médio prazo (dia, mês, ano)	<ul style="list-style-type: none"> . Planejamento do Suprimento de Energia . Revisões Anuais . Condições de Operação da Planta . Elaboração dos Balanços de massa e energia . Determinação dos coeficientes técnicos . Controle e Monitoramento da produção

CONCLUSÕES

A necessidade de reduzir os custos de energia sem perda da produção tem no gerenciamento energético seu principal instrumento. Um bom sistema de gerenciamento energético traz no seu âmago, um poderoso, rápido e confiável sistema de informações, permitindo uma melhor gerência e planejamento da produção através da agilização do processo de tomada de decisão, baseado, assim, em fatos correntes.

O gerenciamento energético exige para cada unidade a definição de um programa de atuação, com métodos e objetivos claros. Entretanto a identificação de possibilidades de economias no consumo de energia e de substituições de energéticos só se

rá possível via o conhecimento profundo da situação que se pretende modificar.

Embora as fórmulas de computação, o processamento de dados e os princípios básicos sejam os mesmos, não existe um sistema padronizado de gerenciamento energético. Cada unidade industrial tem que definir qual o sistema que melhor se adapta às suas necessidades. Exatamente por esta particularidade de "modelo exclusivo" é recomendável que antes de se partir para um sistema computadorizado seja feito um teste determinando o grau apropriado de sofisticação de acordo com as características daquela instalação específica.

Na sua essência o gerenciamento energético representa uma abordagem integrada das atividades da fábrica, que permite identificar e solucionar rapidamente problemas que afetam a eficiência do sistema produtivo.

Uma análise do desempenho energético do setor de celulose não integrada indica claramente que sob o ponto de vista de um programa de Conservação de Energia este é o momento ideal para implantação de um sistema de gerência de energia.

As características de estabilidade operacional já conseguidas, aliadas ao programa de substituição de combustível e à atuação das CICE, direcionam as empresas a um estágio mais avançado de planejamento e controle energético.

BIBLIOGRAFIA

- . Aarnio, S.E.; Tarvainen, H.J.; Tinnis, V. - "An Industrial Energy Management System". In: 1979 Engineering Conference Proceedings, New Orleans, 1979. Proceeding Atlanta, TAPPI, 1979 - vol. 1 - pg. 157 - 163
- . Albeche, K.S. - "Informática Industrial na Indústria de Celulose e Papel - Tendências e Aplicação". In: 19º Congresso Anual de Celulose e Papel, nov. 1986, ABCP
- . Araújo, M.E. - "Automatização de Cálculo para Diagnósticos Energéticos", 1984
- . "Balanço Energético Global da Fábrica de Alumina da Alcan (Saramenha)" - Escola de Minas e Metalurgia - UFOP/Fundação Gorceix, 1984
- . Canto, C.E. - "Sistema de Gerência de Energia" - In: 19º Congresso Anual de Celulose e Papel, nov 1986, ABCP
- . Cho, C.H.; Blevins, T.L. - "Applying Energy Management in Pulp and Paper Mills" - TAPPI, 63(6): 31-91, junho 80
- . Coleman, M. - "Energy Management and Conservation in Pulp and Paper Mills", Miller Freeman Publications, 1981
- . "Conservação de Energia na Indústria de Celulose e Papel" vol. I e II, IPT, 1985

- . "El Seminário sobre la Conservación de la Energía" - Madrid, 19 - 20 de novembro de 1985
- . Edwards, L.; Jamieson, A.; Norberg, S.E.; Petterson, B., "Material Balance for brown stock washing, screening, and oxygen bleaching in closed-mill systems" - TAPPI, 59 (9) : 83-87
- . "Energy: a Technological Rethink" - Report of PITA Seminar for all Energy - Intensive Industries - Paper Technology and Industry, 23 (4): 114-132, may 1982
- . Gadioli, D. - "Gestão de Energia na Siderurgia". In: Sistema de Energia na Siderurgia, ABM - Associação Brasileira de Metais, 1984
- . Gorecki, Jacek, "Gestão do Uso de Energia". In: Seminário Conservação de Energia, Instituto Brasileiro do Gás, São Paulo, 1979
- . Guide book/Index. 44p (ENERSAVE, for Industry and Commerce, 1) Energy, Mines and Resources Canada - Office of Energy Conservation, 1977
- . Hindmarsh, E.; Boland, D.; Townsend, D.W. - "Maximizing Energy Savings for Heat Engines in Process Plants" - Chemical Engineering, 92(4): 38 - 47, fevereiro 1985
- . "Informática", Uma Nova Ferramenta para a Análise Energética de Indústrias", GEE - Grupo de Estudos em Energia; S.M.E. - Sociedade Mineira de Engenheiros, 1985
- . Karl, W., "Energy Conservation Program at GLFP Continues to Pay Dividends" - Pulp & Paper Journal, 41 (3): 17-19, March 1988
- . Kaya, A.; Keyes, M.A., "Energy Management Technology in Pulp, Paper and Allied Industries" - Automatica, 19 (2): 111-130, 1983
- . Lima, A.F.; Camargo, A.A.S.; Neves, J.M.; Yojo, L.M.; Assumpção, R.M.V. - "Influência de Alguns Parâmetros de Processo no Consumo de Energia" - IPT, Março 1981
- . Lima, A.F.; Park, S.W.; Bonomi, A.M.F.L.J.; Pinto, J.H.F.; Sant'Ana, R.J., "Conservação de Energia na Indústria de Celulose e Papel" - O Papel, XLIX (1): 53-61, Janeiro 1988
- . Machado, A. - "Balanços Energéticos". In: Sistema de Energia na Siderurgia, ABM - Associação Brasileira de Metais , 1984
- . Mannisto, H. - "Mill Energy Audit Can Point Out Opportunities for Conservation" - Pulp & Paper, 55 (1): 155-159, Janeiro 81
- . Mannisto, H.; Ostman, P.H. - "Improved Process and Production Control Reduces Heat Consumption" - TAPPI, 65(6): 58-60 - Junho 82

- . Marriot, A. - "Big Savings to be Made Through Energy Management" - PTI, 28(4): 502-505, Junho 87
- . Methven, N. - "An Energy Conservation & Management Program". In: 1979 Engineering Conference Proceedings, New Orleans , 1979. Proceeding Atlanta, TAPPI - 1979 - v.1 pg 29-30
- . Natkin, A.; Percival, J. - "Conservación de la energía/Programa Exxon Encon" - Industria y Medio Ambiente, 7 (2): 10-12 - 1984
- . Nelson, K.; Cunningham K. - "Checklist for Reviewing Energy and Yield - Saving Projects" - Chemical Engineering, 94(12) 115-116, Setembro 87
- . Nygaard, J. - "Energy Audits in the Pulp and Paper Industry", IEA - International Energy Agency / National Swedish Board for Technical Development, 1984
- . Nygaard, J. - "Energy Input Analyses in the Pulp and Paper Industry" - International Energy Agency, 1984
- . "Pay Attention - Good Energy Management can still Lower Production Costs" - Report of Canadian Pulp and Paper Association Technical Section's Energy Management Conference - Pulp & Paper Canada, 88(6): 25-29, June 1987
- . Reside, D.A.; Roche A.A.; Bouchard, D.C.; Muratore, E. - "Kraft Mill Energy Management" - Pulp & Paper Canada, 82 (11): 126-134, November 81
- . Rodden, G. - "Efficient Energy use can Lead to big Savings for Company" - Pulp & Paper Canada, 88(6): 19-20, June 87
- . Saving Money in Heating, Cooling and Lighting. 49p. (ENERSAVE for Industry and Commerce, 2) Energy, Mines and Resources Canada - Office of Energy Conservation - 1977
- . Saving Money through Process Design and Heat Recovery - 31p (ENERSAVE for Industry and Commerce, 3) Energy, Mines and Resources Canada - Office for Energy Conservation - 1977
- . Saving Money through Production Optimization. 17p (ENERSAVE for Industry and Commerce, 4) Energy, Mines and Resources Canada - Office for Energy Conservation - 1977
- . Saving Money through Combustion Control. 51p (ENERSAVE for Industry and Commerce, 5) Energy, Mines and Resources Canada - Office for Energy Conservation - 1977
- . Saving Money through Steam and Compressed Air Management. 35p (ENERSAVE for Industry and Commerce, 6) Energy, Mines and Resources Canada - Office for Energy Conservation - 1977
- . Shewchuk, C.F., "Process Simulation Technology for the Pulp and Paper Industry" - Pulp & Paper Canada, 83(12): T 327-31, december 1982

- . Sommerfeld, J.T.; Hartley, E.M. - "Energy Management and Computers in the Pulp and Paper Industry". In: Industrial Energy Conservation Technology Conference and Exhibition 1981. Huston, 1981 Proceedings - Huston Energy Utilization Department / Texas Industrial Comission, 1981, v.1.
- . Souza, R.F. - "DIANERG - Pre-Diagnóstico Energético de Empresas". In: Congresso Brasileiro de Energia, 1987
- . Souza, R.F.; Pereira, E.; Oliveira Júnior, G. - "DIANERG - Software para Auxílio ao Pré-Diagnóstico Energético de Indústrias"
- . Souza, R.F.; Pereira, E. - "DIANERG - Protótipo de Sistema Especialista para Auxílio à Análise Energética de Indústrias - Semiotécnica das Estruturas Energéticas em Sistemas Empresariais"
- . Toor, F.U.; Mulcahy, L.T. - "Energy Management Computer Model in Use at Westvaco mill" - Pulp & Paper, 56 (7): 160-162 Julho 82
- . Twitchell, J.P.; Edwards, L.L., "Kraft mill material balance calculations for brown stock washing, screening and oxygen bleaching" - TAPPI, 57 (9): 98-102, september 1974
- . Urbas, J.C.; Dorval, P.Q., "Implementing a Conservation Program: An Energy Audit" - TAPPI, 60 (8): 81-2, August 77
- . Wahlman, M. - "Energy Balances for Pulp and Paper Processes" Pulp & Paper International, 16 (12): 60-63, 88 November 74
- . Walsh, R.A.; Bialkowski, W.L.; Kooi, S.B.L. - "Process Control Study in the Pulp and Paper Industry" - Pulp & Paper Canada, 88 (3): 121-127, March 87
- . Wasik, L.S.; Schewchuk, C.F., "Integration of Process Simulation and Computer-aided Design" - Pulp & Paper Canada, 86 (8): 64-69, August 85.