

# PLANEJAMENTO DE ENERGIA E UTILIDADES DA COSIPA <sup>1</sup>

*André Luiz Pereira Frias<sup>2</sup>  
Uilian Rodrigues da Silva<sup>2</sup>*

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia aplicada no Planejamento de Energia e Utilidades da Cosipa, assim como as soluções e melhorias desenvolvidas nos últimos anos. O modelo matemático utilizado para elaboração dos Planos Plurianuais, Anuais e Mensais de Energia foi concebido de forma a retratar fielmente o Sistema de Energia da Cosipa, permitindo uma total integração entre as variáveis de entrada e saída dos diversos balanços de energia e utilidades, respeitando as necessidades do Plano de Produção e Manutenção.

**Palavras Chaves:** Planejamento energético; Gestão energética.

## **ENERGY AND UTILITIES PLANNING OF COSIPA**

## **Abstract**

This report aims to present the methodology applied in the Energy and Utilities Planning of Cosipa, as well as the solutions and improvements developed in the last years. The mathematical model used for the elaboration of the Pluriannual, Annual and Monthly Plans of Energy was conceived in a way of portraying the Energy System of Cosipa faithfully, allowing a total integration between the entrance and exit variables of the several energy and utilities balances, respecting the needs of the Production and Maintenance Plan.

**Key words:** Energy planning; Energy administration.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao XXVIII Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades, 15 a 17 de agosto de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Assistente Industrial da Gerência de Oxigênio e Distribuição de Utilidades – Cosipa.*

## 1 INTRODUÇÃO

O custo total de energia da Cosipa é da ordem de 25% do custo total de produção. Dentre os desafios constantemente colocados para os profissionais responsáveis pela gestão energética das empresas, está certamente a questão do bom planejamento. Para uma gestão eficaz, são necessárias metas consistentes, e espera-se que estas metas sejam a melhor referência para uma determinada situação.

Neste trabalho faremos uma breve descrição dos processos da COSIPA e as melhorias implantadas no Planejamento de Energia e Utilidades nos últimos anos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Unidades Produtivas

A Cosipa é uma companhia siderúrgica integrada, onde as diversas etapas da fabricação do aço são interdependentes e contínuas. Objetivando um melhor entendimento da Matriz Energética da Cosipa, passamos a uma breve descrição das principais Unidades geradoras e/ou consumidoras de energia.

**Coqueria** – A Cosipa possui 203 Fornos de Coqueificação de Carvão Mineral, constituídos em 5 Baterias divididas em 2 Grupos: Baterias 1, 2 e 3 (Grupo I) e Baterias 4 e 5 (Grupo II). A capacidade total de produção é de 1.685.000 t/ano. Além do Coque, são gerados subprodutos como o Gás de Coqueria (COG – coke oven gas) e o Alcatrão. O COG é utilizado como combustível na própria Coqueria como em outros processos na Usina, podendo ser utilizado para Geração Elétrica em eventuais sobras. Já o Alcatrão é vendido, tendo uma pequena parcela (5%) utilizada nas Caldeiras da Central Termoelétrica para complementação dos combustíveis necessários durante as preventivas do Alto Forno nº 2.

**Sinterizações** – O sinter, uma das matérias primas dos Altos Fornos, é produzido em duas Sinterizações, com capacidade total de 5.600.000 t/ano de sinter. Além de ser um grande consumidor de energia elétrica, o processo de Sinterização utiliza o Coque Fino e Carvão Antracito.

**Altos Fornos** – São dois Altos Fornos, com capacidades de produção anuais de 1.500.000 t e 2.960.000 t de gusa respectivamente. Neste processo é gerado o Gás de Alto Forno (BFG – Blast Furnace Gas), o qual é consumido nos próprios Altos Fornos, Coquerias e Caldeiras da Central Termoelétrica.

**Aciaria** – É equipada com três conversores, sendo um deles com sopro combinado, três máquinas de Lingotamento Contínuo de um veio, e uma máquina de dois veios. A Aciaria tem uma capacidade de 4.500.000 t/ano de aço líquido, destinadas à produção de placas, que na maioria são encaminhadas às Laminações, onde são transformadas em laminados planos, sendo o excedente exportado. A Aciaria é grande consumidora de Oxigênio e gera o Gás de Aciaria (LDG), que atualmente não é utilizado como combustível, sendo queimado.

**Laminação de Chapas Grossas** - A Laminação de Chapas Grossas produz até 1.100.000 t/ano e conta com dois Fornos de Placas, um Laminador de Chapas Grossas, linha de tesouras, corte a gás e Forno de Tratamento Térmico.

**Laminação de Tiras a Quente** - Na Laminação de Tiras a Quente há três Fornos de reaquecimento de placas, dois Laminadores Esboçadores, um Laminador de Tiras a Quente com seis cadeiras, três Bobinadoras e linha de tesouras. Esta unidade produz

chapas ou bobinas a quente que podem ser comercializadas ou encaminhadas para os processos seguintes. Sua capacidade é de 2.250.000 t/ano.

**Decapagens** - As bobinas a quente são encaminhadas às unidades de Decapagem 1 e 2 da Laminação a Frio, um processo químico que remove a oxidação das superfícies, utilizando solução de ácido clorídrico e grandes quantidades de vapor.

**Laminação de Tiras a Frio** - Na seqüência, essas bobinas passam pelo Laminador de Tiras a Frio, Fornos de Recozimento, Laminadores de Encruamento, Linhas de Tesouras a Frio, Linhas de Inspeção, além das diversas áreas de estoque e embarque de produtos acabados.

Os processos de Laminação a Quente e a Frio são grandes consumidores de energia elétrica e combustíveis.

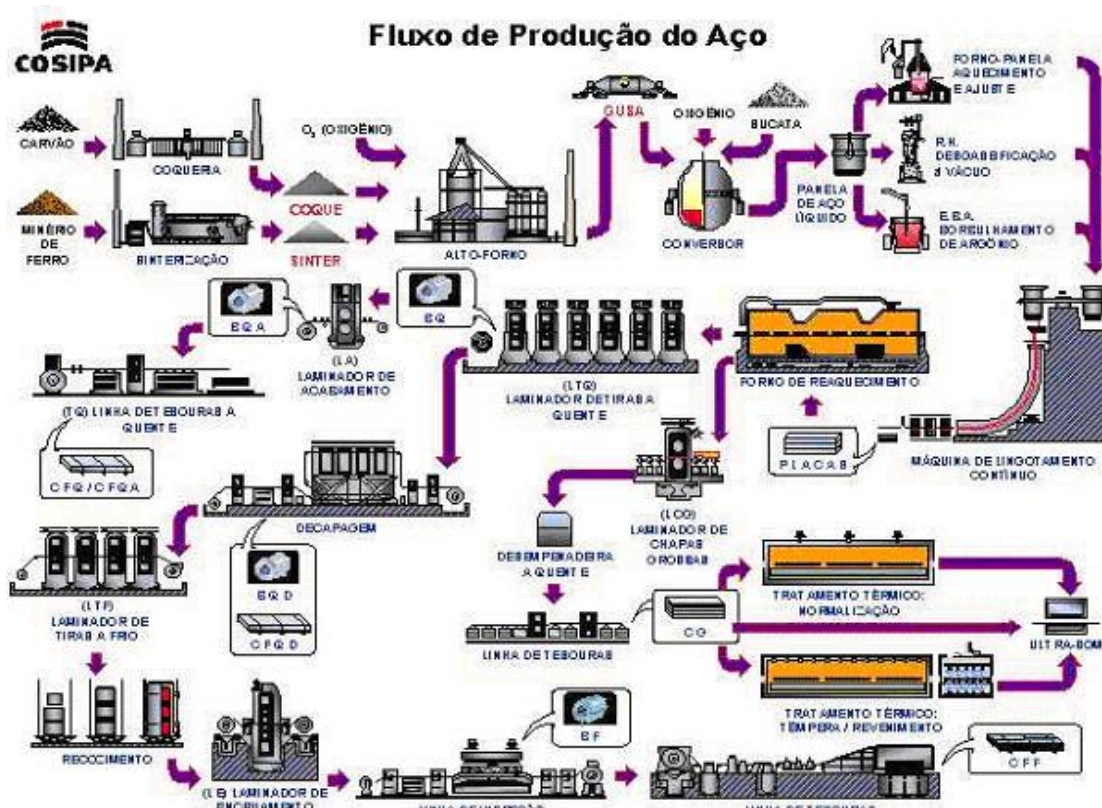


Figura 1: Fluxograma Simplificado de Produção – Cosipa.

## 2.2 Sistema de Energia

**Central Termoelétrica (CTE)** – É constituída de 6 Caldeiras que produzem vapor a 42 kg/cm<sup>2</sup>, as quais movimentam 4 Turbos Sopradores (2 operando) suprimindo a necessidade de Ar para os Altos Fornos e FOX6; 3 Turbos Geradores com capacidade de geração total de 27 MW. Além destes equipamentos, a CTE é responsável pelo fornecimento de vapor de processo (15 kg/cm<sup>2</sup>) para as diversas Unidades Produtivas, através da Extração dos Turbos Geradores 1 e 3.

**Fábricas de Oxigênio (FOX)** – A Cosipa conta com 2 fábricas (FOX 4 e 5) em operação atualmente, com capacidade de produção de 44.000 Nm<sup>3</sup>/h de Oxigênio Gasoso. As FOX's também produzem Nitrogênio e, no caso da FOX 5, Argônio. Fornecem ainda Ar para complementação do Sistema de Ar Comprimado em rede e Fábrica de Oxigênio nº 6, esta última, de responsabilidade da empresa White Martins.

**Anel de Ar Comprimido** – A Cosipa dispõe de uma rede de Ar Comprimido para atendimento de diversas unidades, sendo alimentadas por 4 salas de compressores.

**Sistema de Distribuição de Combustíveis** – O Sistema de distribuição de Gás de Coqueria é composto de 3 compressores (2 operando), um Gasômetro com Capacidade de 10.000 m<sup>3</sup> e uma Estação de Mistura (gás natural + nitrogênio) para atender as necessidades de combustível nos Fornos de Placas das Laminações a Quente uma vez que há déficit de COG na Usina. Já o Sistema de Gás de Alto Forno é composto por um Gasômetro de 125.000 m<sup>3</sup> e não possui compressores de gás. O BFG não é totalmente aproveitado na Cosipa.

**Sistemas de Água** – A Cosipa possui três pontos de captação de água distintos: Casa de Bombas nº 1 (água salobra e de uso principal nos condensadores da CTE); Casa de Bombas nº 4 (água doce com amplo uso na reposição de sistemas de recirculação) e por último, a captação no Rio Quilombo, onde a água é processada na Estação de Tratamento de Água (ETA) para uso predominantemente humano. Dispõe de diversos os Sistemas de Recirculação e Tratamento de Águas, totalizando 96% de Recirculação de Água Doce.

### 2.3. Tipos de Planejamento de Energia e Utilidades na COSIPA:

Apesar da responsabilidade do Planejamento Energético na Cosipa ser da Área de Energia, a periodicidade e a sistemática de elaboração de previsões de necessidades de Energia e Utilidades, são as mesmas do Planejamento de Produção propriamente dito.

Na Tabela 1, podemos observar os tipos de planejamento energético da Cosipa, ordenados em função do tempo compreendido (macro => micro).

**Tabela 1:** Etapas do Planejamento de Energéticos da Cosipa.

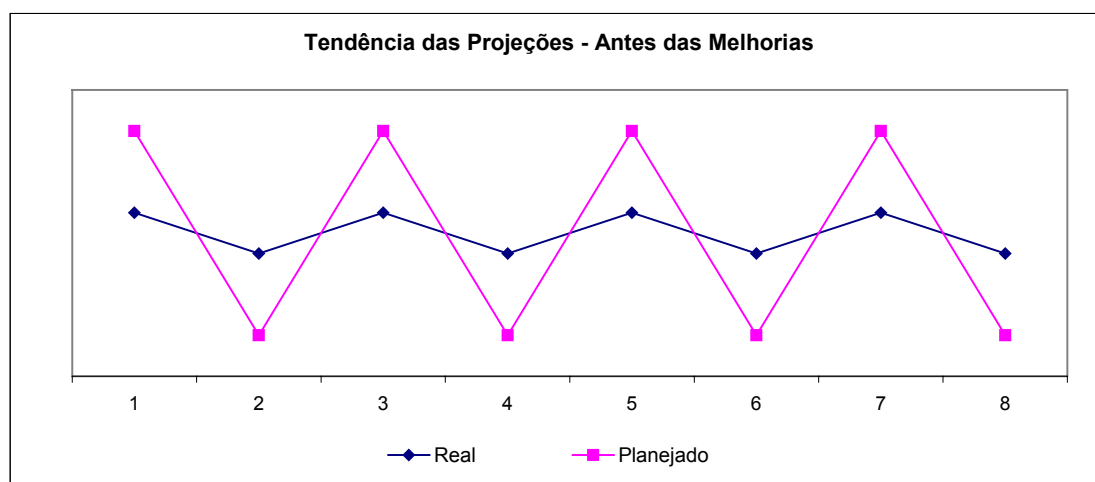
<b>Produto</b>	<b>Descrição</b>
1. Planejamento por Cenários	Focado na análise de investimentos futuros ou análise de viabilidade econômico-financeira. Quase sempre atemporal
2. Plurianual	Planejamento para os próximos 5 anos, baseado no Plano Plurianual de Produção (PPA)
3. Anual / Bianual	Foco no orçamento da empresa e ações operacionais de curto e médio prazo.
4. Trimestral / Projeção Anual	Reavaliações do Planejamento Anual, com base em projetos de melhorias ou redefinições do Plano de Produção/Manutenção. Com relação ao orçamento da Empresa, caracteriza-se como “Plano Desafio” e oportunidades de melhorias.
5. Mensal / Semanal / Diário	Foco na gestão do “dia a dia”. Caracteriza-se pela análise das possibilidades de otimização do sistema de energia, principalmente com relação as manutenções preventivas programadas.
6. Planejamento por Evento	Planejamento específico de uma manutenção de equipamento ou intervenção em um sistema de distribuição. Pode compreender dias ou mesmo horas. É sempre realizado em conjunto com o planejamento operacional

## 2.4 Melhorias nos Métodos de Elaboração do Planejamento de Energéticos

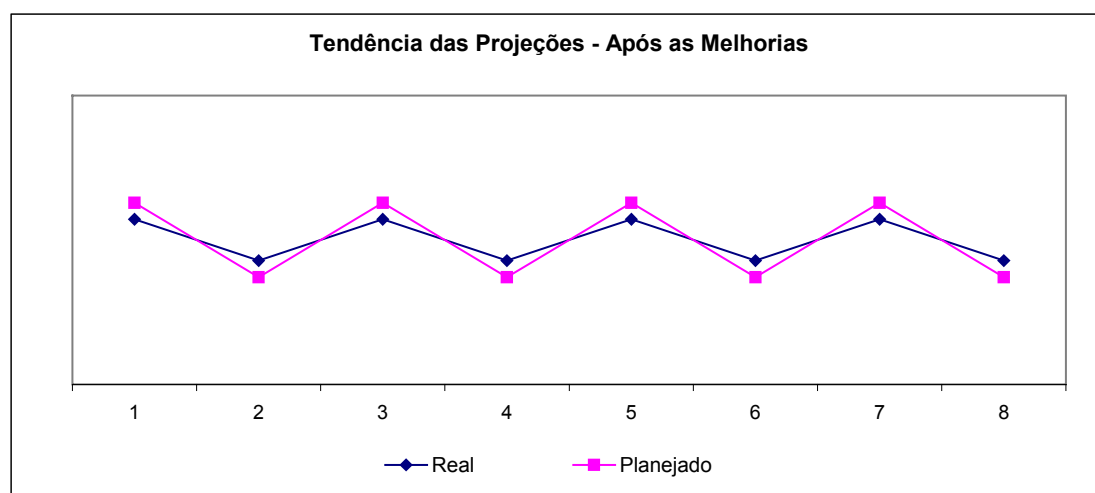
A migração do modelo de comercialização de energia elétrica “cativo” para “livre”, onde a precisão dos valores projetados foi fundamental para uma contratação adequada, foi um dos principais “alavancadores” das melhorias implantadas no Planejamento de Energéticos da Cosipa.

Além deste item, a gestão do meio ambiente, assim como a crescente necessidade de redução do custo do produto, onde insere-se a questão energética, foram decisivos para a criação de novas ferramentas de previsibilidade.

Nas Figuras 2 e 3, demostramos de forma apenas ilustrativa, que as projeções de necessidades futuras apontavam corretamente a tendência quando comparadas com os valores reais apurados. Apesar deste ponto positivo, apresentavam grande grau de erro nos valores projetados, tanto para cima, quanto para baixo.



**Figura 2:** comparação das projeções planejadas e valores reais apurados – antes das melhorias implantadas.



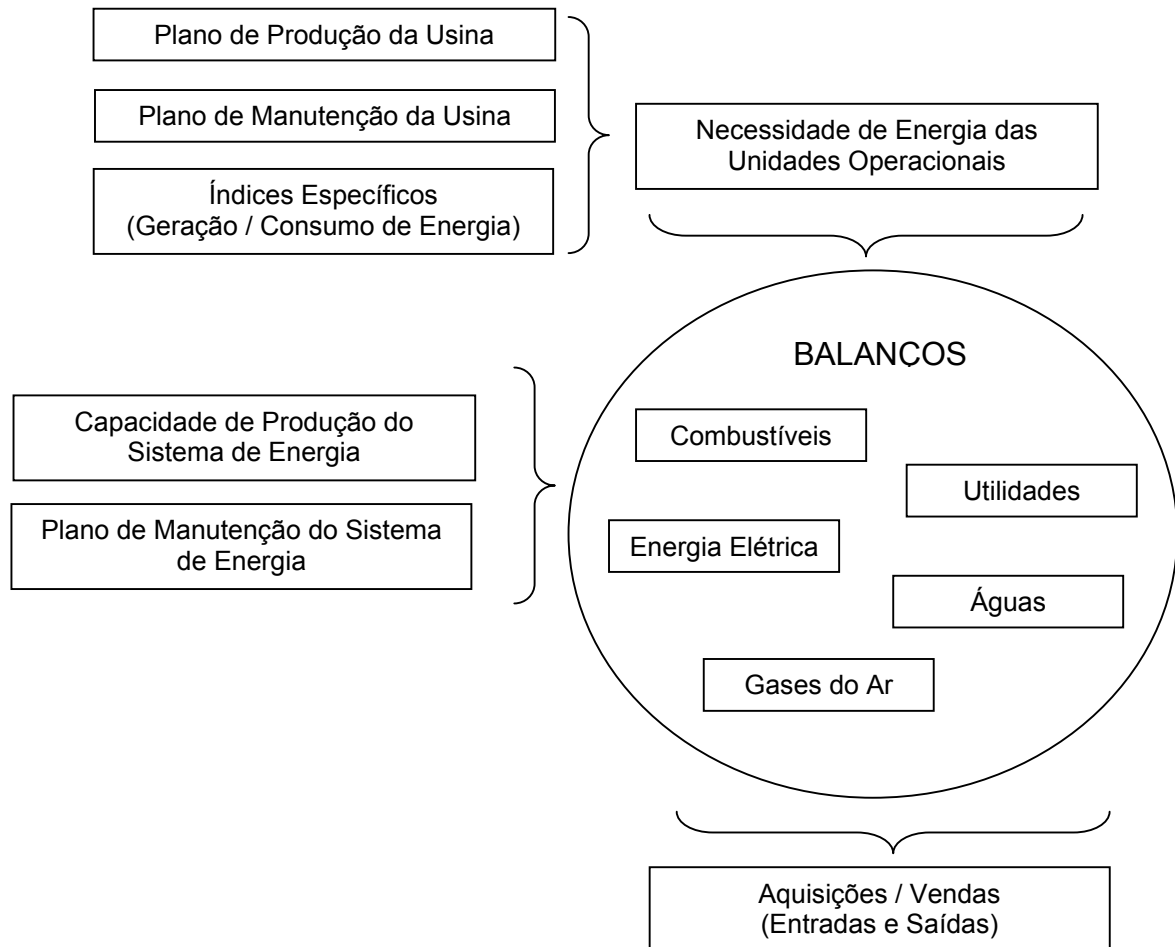
**Figura 3:** comparação das projeções planejadas e valores reais apurados – após as melhorias implantadas.

No ano de 2002, a Cosipa iniciou a construção de um modelo matemático objetivando melhorar o índice de previsibilidade do planejamento de energéticos.

Todas as melhorias implantadas passaram necessariamente pela reestruturação do modelo matemático utilizado, apesar da plataforma permanecer a mesma (MS Excel).

O grande desafio foi construir um modelo matemático que retratasse da forma mais fiel possível, a realidade do sistema de energia da Cosipa, com todas as interdependências possíveis.

A seguir, listaremos as melhorias implantadas, indicando os métodos anteriores e os atuais.



**Figura 4:** Variáveis de Entrada e Saída do Planejamento Energético.

#### 2.4.1 Plano de produção da usina

A principal premissa para a elaboração de um Plano de Energia é o Plano de Produção da Usina.

Apesar do Plano de Produção ser bastante abrangente, no modelo anterior, apenas levávamos em consideração, as principais Unidades, tratando as demais no item “outros”.

No novo modelo, as áreas de menor consumo foram incluídas, como por exemplo, as Unidades de Refino Secundário, como Forno Panela e Desgaseificação, que se mostraram grandes responsáveis pelas variações no consumo, apesar de possuírem consumos médios relativamente baixos.

#### 2.4.2 Plano de manutenção

As pequenas intervenções para manutenções dos equipamentos devem ser respeitadas no Plano de Energia, apesar de representarem um grande complicador na construção de um modelo matemático.

No modelo anterior, apenas as intervenções mais longas eram contempladas.

Para os Planos Anuais, a utilização dos índices de eficiência dos equipamentos são suficientes, mas quando projetamos períodos mais curtos, aprendemos que o conhecimento antecipado das pequenas intervenções podem ser objeto de um grande leque de soluções referente a otimização da matriz energética, pelo menos na Cosipa. O Plano de Manutenção do Sistema de Energia, também passou a ser mais valorizado, uma vez que os modelos matemáticos da Central Termoelétrica, Fábricas de Oxigênio, Sistema de Águas, Sistemas de Combustíveis e Ar Comprimido, foram detalhados e validados a exaustão.

### **2.4.3 Necessidades das unidades operacionais**

A quantidade de energia ou utilidade consumida ou gerada, dividida pelo produto de uma determinada Unidade Operacional, conhecida como índice específico, é o que determina a eficiência energética dos processos.

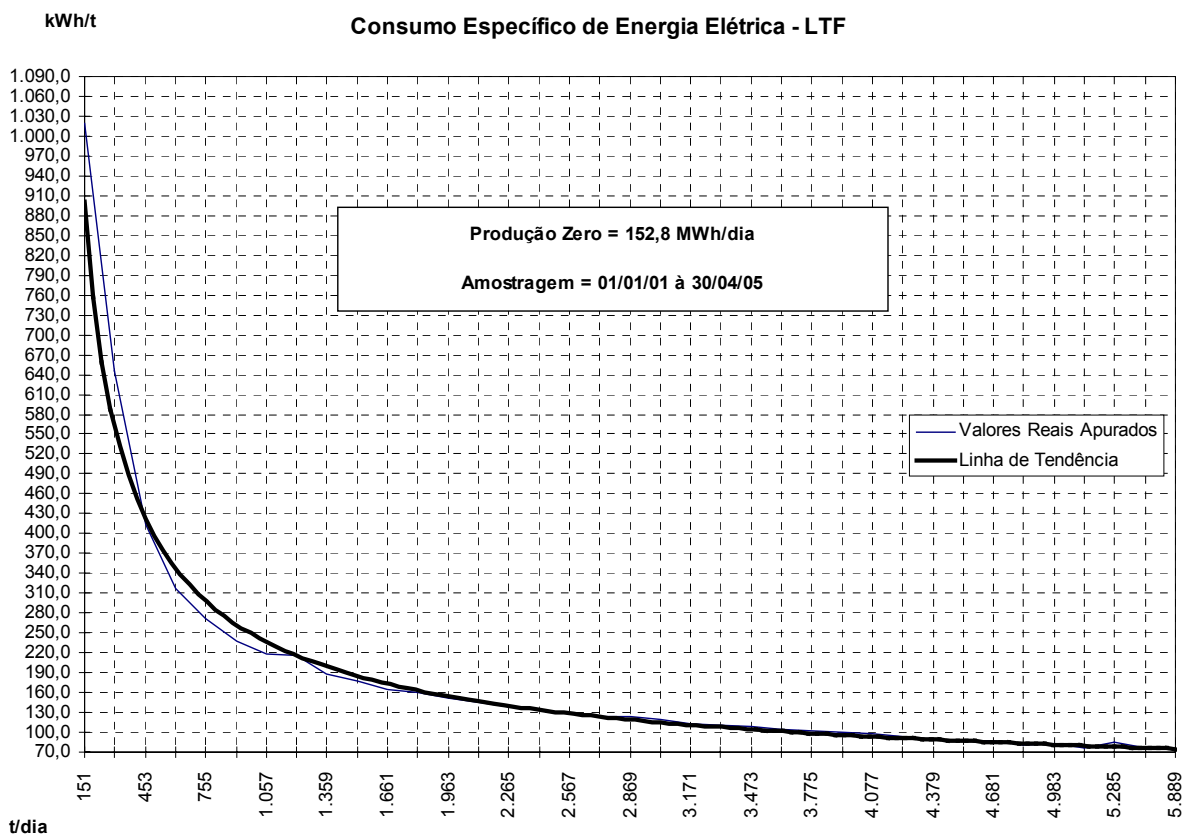
Através do conhecimento e acompanhamento destes índices, aliados ao Plano de Produção da Usina, é possível a determinação das necessidades das Unidades.

Buscando enriquecer o modelo matemático proposto, foi analisado junto as Unidades Operacionais, o melhor modelo para determinação destes índices. Em alguns casos, uma variável antes considerada como sendo de “entrada”, passo a ser de “saída”. Sendo assim, novas premissas passaram a ser acompanhadas e inseridas no contexto.

A maioria dos índices específicos, não são lineares, pois variam conforme ritmo de produção. De uma forma geral, as Unidades consomem menos especificamente quando produzem mais.

Neste sentido, foram construídos gráficos de referência, através do levantamento histórico dos principais consumidores de gás e energia elétrica. A utilização do perfil de consumo das Unidades foi fundamental para resolver o problema indicado na Figura 1.

Na Figura 5, podemos observar o perfil de consumo de energia elétrica do Laminador de Tiras a Frio da Cosipa. Quanto maior a produção diária, menor o consumo específico.



**Figura 5:** Perfil de consumo de Energia Elétrica do Laminador de Tiras a Frio

#### 2.4.4 Determinação dos balanços

Uma vez determinadas as necessidades das Unidades, se obtêm os valores dos diversos Balanços (energia elétrica, gás natural, vapor, etc).

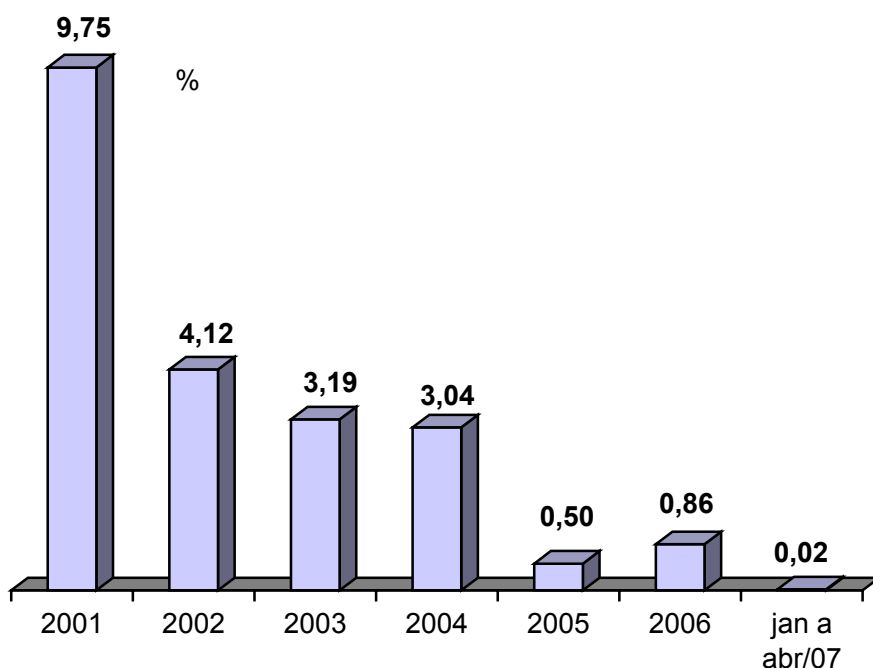
No modelo anterior, as interdependências destes balanços não estavam totalmente vinculadas. No modelo atual, todas as relações estão claramente identificadas e espelham fielmente o processo real. Neste aspecto, destacamos o grande avanço de ordem prática, onde os comportamentos simulados passaram a ser objetos do Planejamento Operacional do Sistema de Energia propriamente dito, demonstrando-se eficaz na otimização das “sobras” e “faltas”, além de balizar análises de viabilidade econômica referentes a flexibilização da matriz energética.

#### 2.4.5 Sistema de energia

As interdependências dos Balanços são conseqüência da concepção do Sistema de Energia. O poder de flexibilização da matriz energética dependerá basicamente das possibilidades concebidas. Por este motivo, os modelos matemáticos das Fábricas que compõem o Sistema de Energia da Cosipa foram minuciosamente detalhados e estão em constante aperfeiçoamento. Toda situação não observada anteriormente, é imediatamente convertida em fórmula e inserida no modelo. O mesmo acontece quando da alteração dos processos.

Na Figura 6, podemos observar a queda na margem de erro (planejamento anual x real apurado) de uma variável de saída do planejamento energético. No caso, o consumo de energia elétrica total da Cosipa.





**Figura 6:** Margem de Erro da Projeção do Consumo de Energia Elétrica da COSIPA Plano Anual X Real Apurado

### 3 CONCLUSÕES

Em função do alto índice de interdependências e nível de respostas possíveis do modelo matemático atual, é possível uma variedade de tomadas de decisões de ordem operacional, econômica e ambiental.

Dentro os resultados de ordem prática obtidos, destacam-se:

- Determinação do ponto ótimo de geração elétrica na CTE;
- Determinação das datas mais favoráveis para manutenções de equipamentos do Sistema de Energia, inclusive com análise de viabilidade econômica com relação a Custo de Mão de Obra x Custos de Energéticos;
- Excelente previsibilidade com relação aos contratos de energia elétrica, gás natural, etc;
- Determinação da melhor configuração operacional das Fábricas de Oxigênio;
- Determinação do ponto ótimo de envio de Oxigênio para os Altos Fornos (Ar Soprado x Oxigênio);
- Determinação do ponto ótimo de temperatura do Ar Soprado (Combustíveis nos Regeneradores X Coque).