

OTIMIZAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA DA CIA PARAIBUNA DE METAIS – JUIZ DE FORA¹

Cláudio de Oliveira Franco Latorre²

Jean de Carvalho Breves³

Rodrigo Barros Cesário Costa⁴

Cristiano Santiago Oliveira⁵

Luiz Flávio Mourão Arantes⁶

Resumo

O objetivo do trabalho é a Otimização da Matriz Energética da Cia Paraibuna de Metais – Juiz de Fora, visando à redução dos custos de produção através da aplicação de metodologia específica, nas áreas de Ustulação, Lixiviação, Eletrólise, Fundição e Utilidades. Neste contexto, é feita a preparação detalhada dos Fluxogramas de Produção por área, com os balanços de massa e de energia identificados, quantificados e representados nos mesmos, visando à formatação da Matriz Energética – Situação Atual, etapa preparatória para a organização dos dados e identificação das oportunidades de otimização do uso de energéticos. Esta identificação é feita através de análises das particularidades dos processos, em todas as suas fases, relativamente ao uso de energéticos, tendo como foco a determinação dos consumos e dos custos específicos de produção. A partir da identificação dessas oportunidades, são feitos os estudos de viabilidade técnica e econômico-financeira das mesmas, analisando-se e demonstrando-se os seus impactos na Matriz Energética da Indústria e, conseqüentemente, na redução dos custos específicos de produção, visando reunir subsídios que permitam a priorização das ações e a tomada de decisões. Como destaque do trabalho apresenta-se também, uma importante e completa ferramenta para a gestão dos consumos e dos custos específicos com energéticos e utilidades da Indústria, apoiada na Matriz Energética formatada, permitindo a atualização periódica dos dados e o acompanhamento sistemático dos índices de controle criados, possibilitando aos gestores a adoção de medidas corretivas e preventivas para otimizá-los.

Palavras-chave: Matriz energética; Eficiência energética.

¹ XXVI Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades – 24 a 26 de agosto de 2005 – Salvador – BA.

² Engenheiro Mecânico (PUC/MG, 1983), professor de Máquinas Térmicas II e Auditoria Energética (PUC/MG, 1986 a 1992), MBA em Gestão Estratégica pelo CEPEAD – UFMG e Marketing pela Fundação Dom Cabral – PUC-MG, consultor sênior com especialização em Utilização de Insumos Energéticos e Matriz Energética, tendo atuado em empresas de diversos segmentos. Gerente da Área de Engenharia da EFFICIENTIA SA (Empresa CEMIG).

³ Engenheiro Mecânico (UEMG – 1999), da equipe técnica da Área de Engenharia da EFFICIENTIA SA (Empresa CEMIG), Pós-graduado em Gestão Estratégica de Negócios, com atuação em projetos de eficiência energética em empresas de diversos segmentos de mercado.

⁴ Engenheiro de Controle e Automação (PUC-MG, 2004), é Engenheiro de Soluções Energéticas contratado da EFFICIENTIA SA (Empresa CEMIG), com atuação em projetos de eficiência energética em empresas de diversos segmentos de mercado.

⁵ Engenheiro Eletricista (CEFET-MG, 2003), é Engenheiro de Soluções Energéticas contratado da EFFICIENTIA SA (Empresa CEMIG), com atuação em projetos de eficiência energética em empresas de diversos segmentos de mercado.

⁶ Engenheiro Eletricista (UFMG-MG, 2004), é Engenheiro de Soluções Energéticas contratado da EFFICIENTIA SA (Empresa CEMIG), com atuação em projetos de eficiência energética em empresas de diversos segmentos de mercado.

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda o detalhamento da Matriz Energética da Cia Paraibuna de Metais - Juiz de Fora, incluindo todas as fontes de energia disponíveis e utilizadas na mesma, além da metodologia empregada para o estudo e a priorização de ações e alternativas para sua otimização, englobando, basicamente, o seguinte:

- Balanços de Massa e de Energia;
- Identificação e Quantificação das Fontes de Energia utilizadas;
- Identificação e Quantificação das Perdas em Equipamentos e Processos;
- Definição e Formatação da Matriz Energética da Unidade de Juiz de Fora, incluindo todas as fontes de energia disponíveis;
- Estabelecimento de Índices de Desempenho de Equipamentos e Processos (Consumos e Custos Específicos) para a situação atual;
- Determinação das alternativas e dos potenciais de recuperação e/ou minimização das perdas em equipamentos e processos;
- Orçamento das alternativas, melhorias e sistemas de recuperação e/ou minimização das perdas identificadas e estudadas;
- Análise econômico-financeira das alternativas identificadas e estudadas;
- Análise de custo / benefício das alternativas identificadas e estudadas.

Os trabalhos foram conduzidos com base em levantamentos em campo, medições e avaliações por métodos analíticos, abordando todas as fases do processo produtivo, incluindo as áreas de Ustulação, Lixiviação, Eletrólise, Fundição e Utilidades, conforme fluxograma básico a seguir.

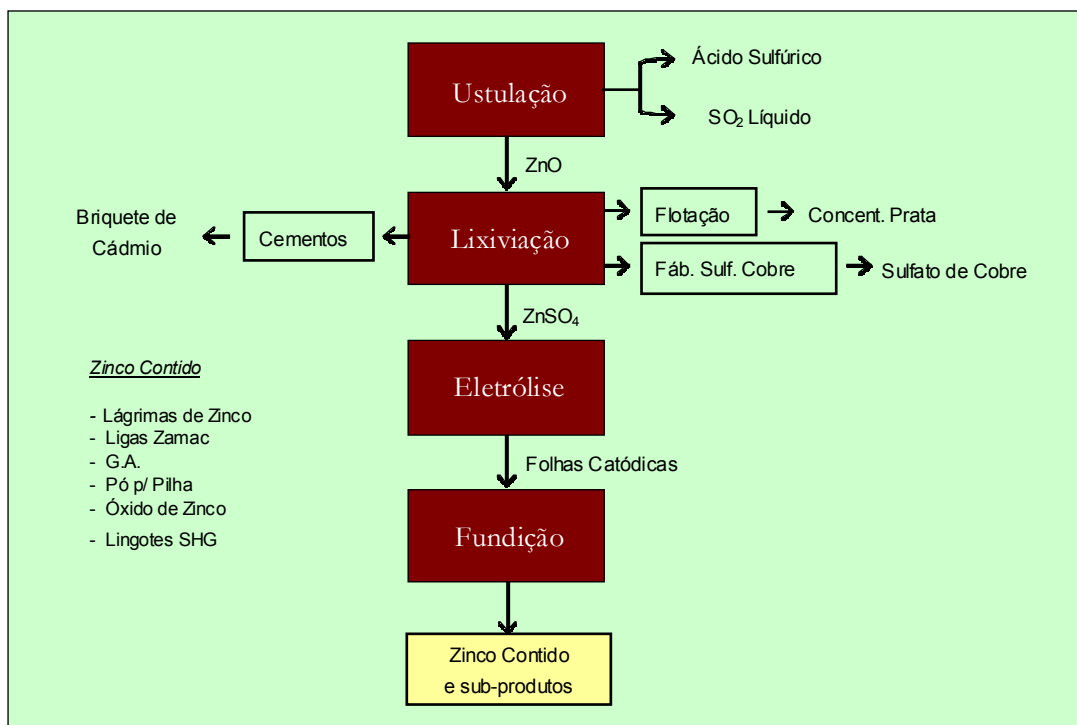


Figura 1. Fluxograma Básico do Processo.

Para possibilitar a avaliação criteriosa, a Matriz Energética foi construída no formato de diagramas ou fluxogramas / figuras, onde constam os estudos dos usos e fontes de energia em todas as fases do processo industrial, objetivando identificar e

priorizar as ações para otimização da mesma e, conseqüentemente, para a redução dos consumos e dos custos específicos de produção.

Para as análises foram utilizados, como referência, os dados consolidados entre os meses de junho/2003 a julho de 2004, período considerado típico e representativo das atividades da Unidade Industrial. Entretanto, visando possibilitar o acompanhamento sistemático dos índices que retratam o desempenho energético da Unidade Industrial e o conhecimento detalhado dos consumos e dos custos específicos de produção, a Matriz Energética foi montada de forma a viabilizar a atualização periódica dos dados, constituindo-se, assim, numa importante ferramenta de gestão das informações.

METODOLOGIA

O conceito de Matriz, na sua própria definição, pode ser considerado bastante amplo e, muitas vezes, genérico. Neste trabalho, entretanto, a Matriz Energética tem foco bem definido, sendo construída a partir de uma grande base de dados composta de todos os energéticos utilizados nos processos (com suas características físico-químicas e seus consumos e demandas correspondentes), das matérias-primas utilizadas (incluindo suas características e composição) e dos volumes de produção, por fase, área ou setor, levando-se em consideração as particularidades inerentes a cada processo produtivo.

Nesse contexto e apoiados nos balanços de massa e energia, são feitos diversos cruzamentos no âmbito dessa grande base de dados, produzindo-se vários índices e informações balizadoras importantes para o gerenciamento dos custos de produção com energéticos. Esses índices e informações são, então, analisados, avaliados e, algumas vezes, complementados em função das características peculiares de determinados processos, passando-se à fase de priorização das ações e medidas para a otimização da Matriz Energética, com base em análises técnicas e econômico-financeiras das oportunidades identificadas.

A seguir é feita uma abordagem, de forma resumida, da metodologia empregada:

A primeira etapa dos trabalhos é dedicada ao detalhamento de todas as fases dos processos produtivos a serem analisados, por área, objetivando-se, além do conhecimento de suas particularidades, a montagem dos diagramas e fluxogramas representativos dos mesmos. A lógica de montagem destes diagramas e fluxogramas é definida em função das características de cada processo, tendo-se em vista o planejamento dos trabalhos das equipes de profissionais envolvidos, o que significa que a Matriz Energética montada tem caráter exclusivo e particular para cada indústria. Nesta etapa, portanto, relacionam-se todos os equipamentos consumidores de energéticos, que são organizados de forma a retratar fielmente o processo produtivo, sendo os mesmos tratados individualmente ou em grupos, conforme a necessidade e a importância do mesmo na Matriz. Paralelamente, todas as características dos equipamentos e processos são cadastradas e lançadas em planilhas especificamente preparadas para o tratamento e o refinamento dos dados. A partir dos dados levantados é montada a Matriz Energética da Unidade, por área, que é apresentada no formato de diagramas ou fluxogramas, com todos os blocos representativos dos equipamentos (ou conjunto de equipamentos) integrados entre si, retratando o processo produtivo.

Cada um desses blocos possui um “link” que, quando acionado, remete a novos diagramas com o detalhamento daquele equipamento / processo sob o ponto de vista da utilização de energéticos (balanços de massa e energia), além de todas as informações e índices resultantes dos cruzamentos de dados programados e efetuados na Matriz.

A montagem desse banco de informações e índices, alicerçado em levantamentos de campo e medições, deve ser feita de forma criteriosa, uma vez que se constitui na base de todo o trabalho desenvolvido e influi, decisivamente, na qualidade e na confiabilidade do mesmo, razão pela qual esta etapa é considerada de fundamental importância.

Formatada a Matriz Energética da Unidade Industrial, com todos os fluxos de massa e de energia perfeitamente identificados e quantificados, tem início a segunda etapa dos trabalhos:

Primeiramente as informações e índices calculados ou medidos são organizados de forma a indicar, em ordem prioritária de importância, onde devem ser concentradas as análises e avaliações.

Especial atenção é dedicada à avaliação dos consumos e custos específicos determinados na etapa anterior, objetivando o estudo de alternativas que levem à otimização do uso das fontes de energia disponíveis e, conseqüentemente, à redução dos custos com energéticos. Como produto principal dessa segunda etapa são relacionadas todas as ações estudadas que levem à melhoria da eficiência energética de equipamentos e processos, com a projeção dos custos de implantação e dos resultados prospectivos, permitindo a análise econômico-financeira das alternativas.

Na terceira etapa são projetados os impactos futuros das ações estudadas na Matriz Energética da Unidade Industrial, detalhadamente por equipamento, processo e área, de forma a subsidiar a tomada de decisões sobre a implementação das mesmas.

Portanto, a metodologia utilizada, aqui descrita de forma bastante resumida, permite a montagem da Matriz Energética de forma clara e didática, possibilitando a visualização dos consumos e dos custos correspondentes com cada um dos energéticos por equipamento e por fase do processo industrial. A Matriz Energética foi construída, também, de forma a permitir a atualização sistemática dos dados, além de simulações diversas, gerando inúmeras informações e índices indispensáveis para a gestão contínua dos custos de produção com energéticos da indústria.

RESULTADOS

As oportunidades de otimização do uso de insumos energéticos são analisadas no trabalho, sendo as mesmas priorizadas em função do seu impacto na Matriz Energética da Cia Paraibuna de Metais – Juiz de Fora. Por tratar-se de uma Unidade que busca sempre a eficiência no uso de insumos energéticos, os trabalhos foram concentrados em pontos específicos das instalações, num processo de

“garimpagem” que somente tornou-se possível a partir da aplicação da metodologia descrita no item anterior.

Com relação à energia elétrica, destacam-se diversas oportunidades de aplicação de conversores de frequência em motores elétricos de sistemas de bombeamento e ventiladores, automação do sistema das torres de resfriamento, “retrofitting” de compressores e redução de vazamentos de ar comprimido. Já com relação ao uso de energia térmica, destaca-se a possibilidade de Cogeração, através da instalação de um superaquecedor no processo (Internamente no forno Ustulador ou externamente) e substituição da Estação Redutora de Pressão por uma Turbina de Contrapressão, além da possibilidade de utilização de parte do condensado gerado no processo para secagem de concentrado de prata em trocadores de calor.

Na Tabelas 1 e 2 a seguir são relacionadas algumas das ações avaliadas, com seu impacto potencial na Matriz Energética da indústria, por área.

Tabela 1. Potencial de economia com energia elétrica.

EQUIPAMENTO / SISTEMA ANALISADO	SETOR / PLANTA	ANÁLISES REALIZADAS	ECONOMIA MÉDIA QUANTIFICADA	
			kWh/mês	kW
Ar Comprimido	UTIL.	Geração parcial de ar a baixa pressão (retrofitting em compressores)	345.600	480
Ar Comprimido	UTIL.	Correção de vazamentos de ar comprimido nas redes	204.414	220
Torres de Arrefecimento de Água / Purificação	UTIL.	Implementação de automatismo em função da temperatura da água	8.820	---
Soprador Intermediário	UST.	Utilização de Conversor de Frequência	42.949	59,7
Bomba de Alimentação de Água para Caldeira de Recuperação	UST.	Utilização de Conversor de Frequência	42.318	58,8
Bomba de Recalque de Solução para Torres 2 / 3 / 4 (BC-2115B)	EL.ET.	Utilização de Conversor de Frequência	79.681	112,1
Bombas de Recalque de Solução para Torres 5 / 6 / 7 / 8 (BC-2117B)	EL.ET.	Utilização de Conversor de Frequência	70.496	97,9

Tabela 2. Potencial de economia com energia térmica.

EQUIPAMENTO / SISTEMA ANALISADO	SETOR / PLANTA	ANÁLISES REALIZADAS	ECONOMIA MÉDIA QUANTIFICADA	
			(MWh/ano)	kW
Forno Ustulador / Caldeira de Recuperação (Geração de Vapor)	UST.	Cogeração com capacidade firme de 915 kW Instalação de Superaquecedor no processo e substituição da Estação Redutora de Pressão por Turbina de Contrapressão	7.246,8	915
Tenda de Secagem de Concentrado de Prata	LIX.	Utilização do condensado gerado na Lixiviação (vazão média de 9.806 kg / h) para secagem do concentrado de prata, comparativamente ao uso de GLP para processar esta mesma secagem	672.692	---

Além dos impactos diretos na Matriz Energética da indústria, em função do potencial de implementação de diversas ações de eficiência, outros resultados proporcionados pelo trabalho, de igual importância, estão relacionados à melhoria da gestão dos

custos de produção com energéticos, fruto da aplicação da metodologia desenvolvida para criação e acompanhamento dos índices de desempenho.

DISCUSSÃO

O trabalho realizado, que inclui a formatação de um grande banco de informações e de índices de desempenho, relativos ao uso de energéticos em todas as áreas da indústria, detalhadamente por equipamento (de forma individual ou em grupo), permite o gerenciamento dos custos de produção com esses insumos de maneira diferenciada. Em função da amplitude do mesmo, apresenta-se, como exemplo, apenas algumas das telas referentes à Matriz Energética da Lixiviação. Esta mesma configuração é adotada para os demais setores da indústria.

A forma de construção do Diagrama Geral da Lixiviação, apresentado na Figura 1, é feita obedecendo-se a diversos critérios específicos e particulares da planta da Unidade, o que possibilita a organização e o tratamento dos dados de acordo com o planejamento dos trabalhos. Cada bloco do Diagrama corresponde a um equipamento (ou a um grupo de equipamentos) ou a uma área do setor da Lixiviação, que é analisado, sob o ponto de vista do uso de energéticos, de forma individual, consideradas suas especificidades. Essa análise é feita em diversas planilhas e diagramas de apoio, nos quais todos os dados são inseridos e trabalhados para que se transformem em informações e índices gerenciáveis.

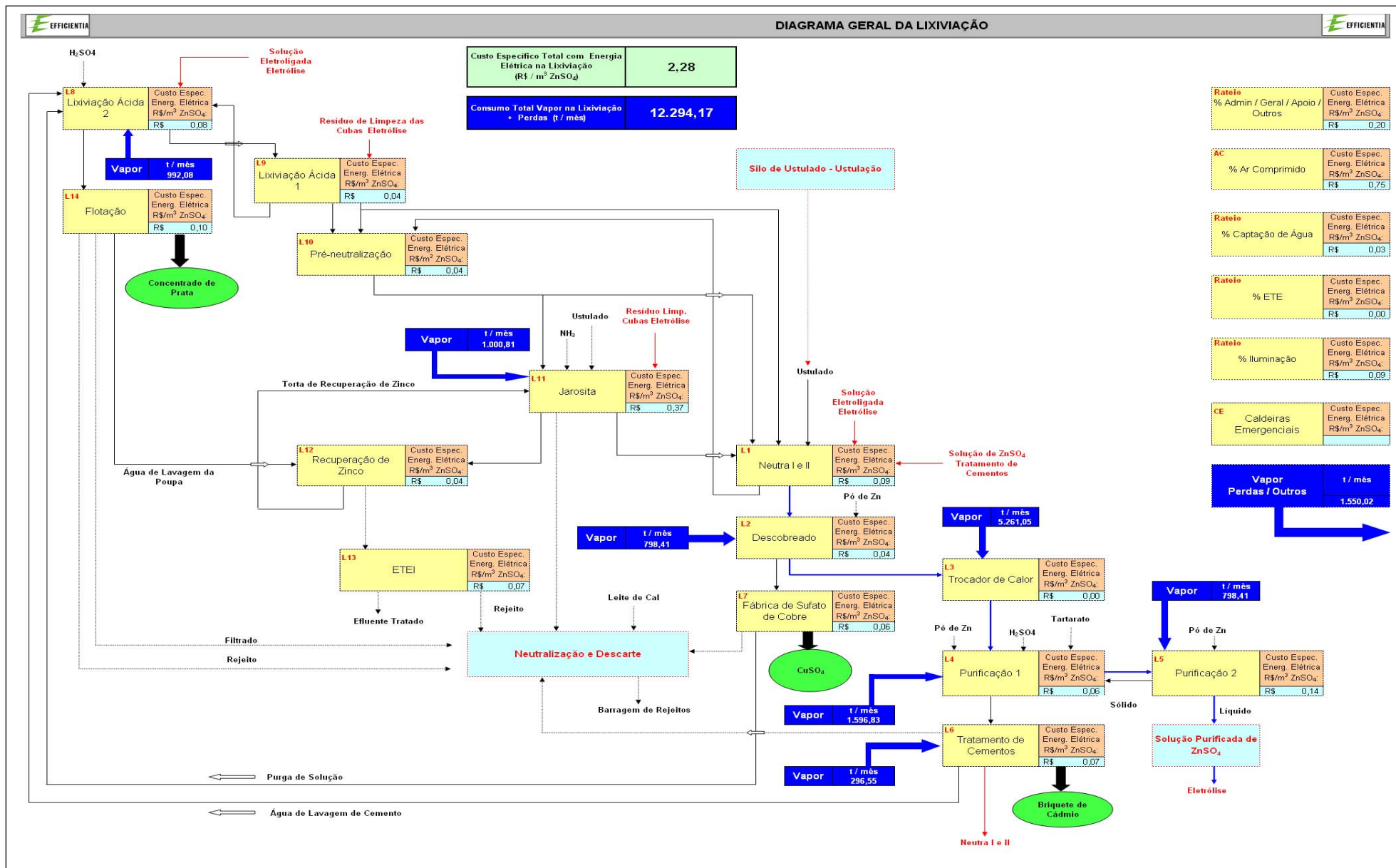


Figura 1. Diagrama Geral da Lixiviação.

A Figura 2, a seguir, apresenta, como exemplo, uma das telas do sistema, que contém as informações utilizadas para as análises referentes ao setor denominado “Descobreado”, que pode ser acessada através de um “link” colocado no Diagrama Geral.

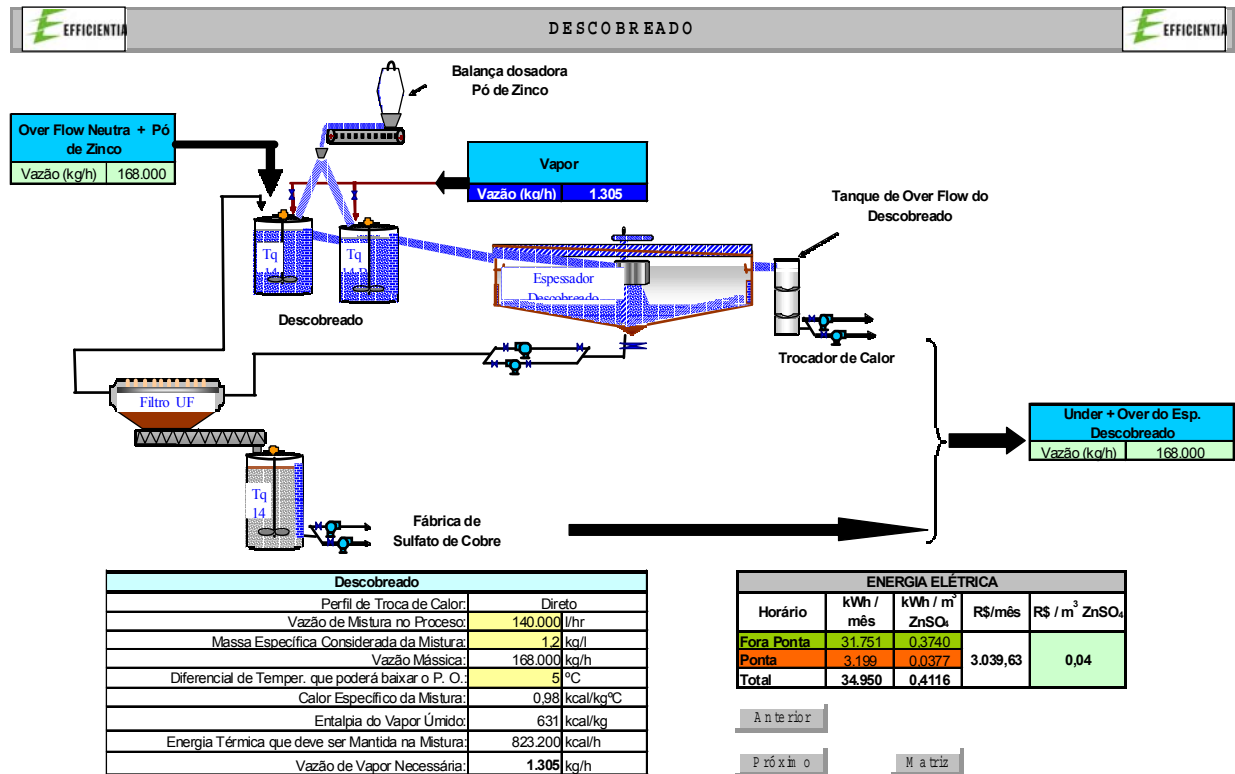


Figura 2. Diagrama - Setor Descobreado.

Através dessa tela pode-se visualizar algumas das informações e índices criados a partir do cruzamento de dados da Matriz Energética da indústria, incluindo todas as variáveis que podem influenciar a eficiência do processo e, conseqüentemente, os custos de produção. Nessa figura pode-se visualizar, por exemplo, os consumos e os custos com a energia elétrica utilizada, os consumos de vapor e a geração de condensado no setor, cujo aproveitamento foi aconselhado para secagem do concentrado de prata em trocadores de calor, visando reduzir os custos com GLP no processo.

Todas estas informações estão agregadas aos balanços de massa e de energia da Lixiviação, utilizada com exemplo, sendo os principais índices transportados para o Diagrama Geral, conforme mostrado na Figura 1. Este tipo de abordagem da Matriz Energética possibilita o acompanhamento periódico do desempenho energético específico de cada equipamento e setor, formando uma importante base de informações (histórico) que permite o estabelecimento de “bench-marks” para os diversos processos da indústria (por equipamento, inclusive). Ainda com base no exemplo mostrado, referente à Lixiviação, o tratamento dos dados permite, também, a priorização das análises e avaliações de acordo com a importância do equipamento no processo, conforme ilustrado na Figura 3 a seguir, referente à energia elétrica.

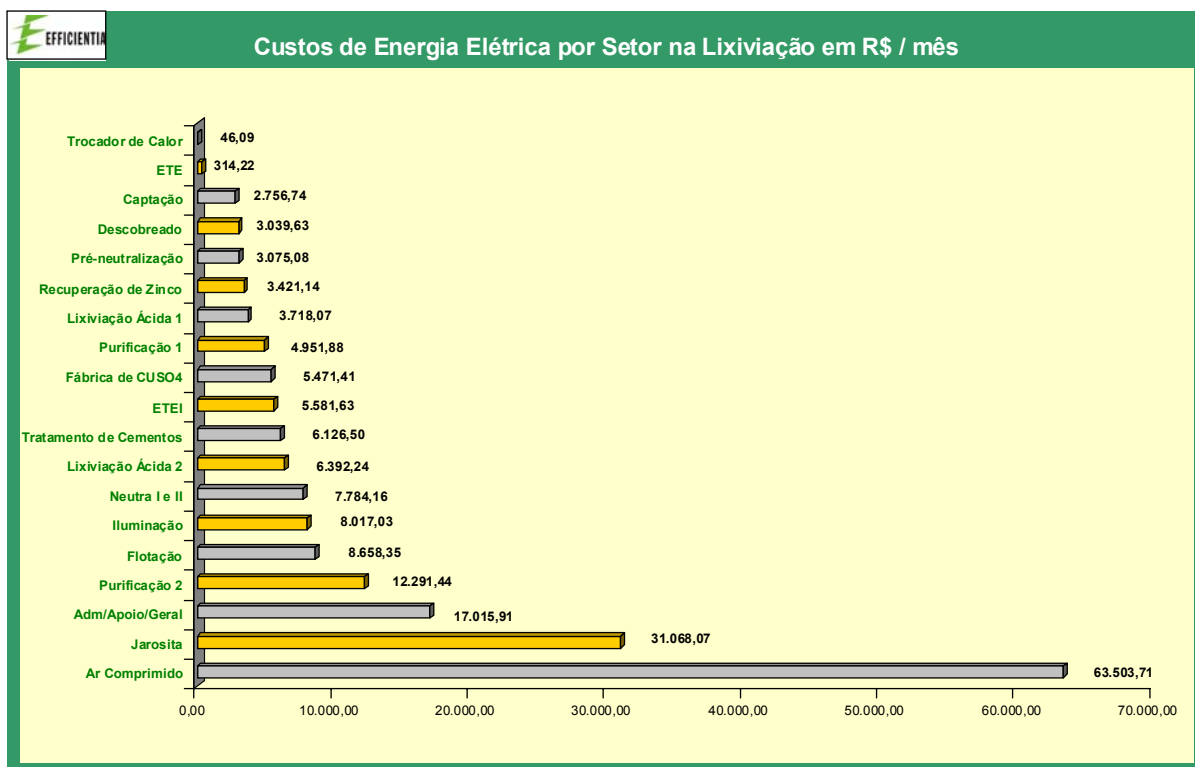


Figura 3. Gráfico de Custos de Energia Elétrica por Setor na Lixiviação.

Com base nas informações mostradas na Figura 3, as primeiras avaliações e intervenções foram dirigidas ao sistema de ar comprimido, ao Setor Jarosita e ao Setor Administração / Apoio Geral, nesta ordem, que juntos representam mais de 57% dos custos com energia elétrica da Lixiviação. Abordagem semelhante foi adotada em termos dos outros setores da indústria.

A título de informação, a Matriz Energética da Lixiviação, aqui exemplificada por algumas figuras, é constituída por 34 telas com planilhas, tabelas, diagramas e desenhos ilustrativos, que trazem toda a base de dados, as interpretações e memórias de cálculo correspondentes. Esta metodologia, utilizando-se as mesmas formas de apresentação e navegação, é utilizada para a construção da Matriz Energética das demais áreas da indústria, produzindo-se índices específicos utilizados para o gerenciamento sistemático dos custos de produção. Os índices criados são sempre comparados com aqueles divulgados por outras empresas do segmento, com processos de produção similares, de forma a produzir referências para o gerenciamento dos custos com energéticos, nas várias fases do processo produtivo.

CONCLUSÃO

Nesse trabalho apresentou-se, de forma bastante resumida, a formatação da Matriz Energética da Cia Paraibuna de Metais – Unidade de Juiz de Fora, integrante do Grupo Votorantim, além de alguns resultados produzidos a partir de avaliações da mesma. A metodologia desenvolvida permite o estabelecimento de diversas informações e índices de desempenho por equipamento, processo ou área, mostrados de forma clara e didática, criando uma poderosa ferramenta de gestão dos custos específicos de produção com energéticos. Entretanto, o que se tem

verificado em indústrias desse e de outros segmentos é o acompanhamento de índices gerais que retratam, muitas vezes, apenas os consumos ou custos específicos de energia da empresa como um todo e, em alguns casos, de alguns setores determinados, mas sempre numa visão “macro”. Essa forma de acompanhamento, no entanto, não permite determinar, com precisão, alterações importantes que ocorrem, muitas vezes, em um determinado equipamento de um setor em particular e que geram impactos importantes diretamente nos custos de produção da indústria. A abordagem da Matriz Energética, da forma como comentado nesse trabalho, tem o diferencial de possibilitar a obtenção desses índices com o detalhamento necessário que se pretende, partindo de uma visão geral da indústria e descendo até o nível de um equipamento ou processo específico. Neste contexto, o gerenciamento dos custos específicos com energéticos torna-se muito mais preciso, permitindo a adoção de ações preventivas ou corretivas bem direcionadas, maximizando os resultados em termos de otimização da Matriz Energética.

OPTIMIZATION OF CIA PARAIBUNA DE METAIS'S ENERGY MATRIX

*Cláudio de Oliveira Franco Latorre
Jean de Carvalho Breves
Rodrigo Barros Cesário Costa
Cristiano Santiago Oliveira
Luiz Flávio Mourão Arantes*

Abstract

This work aims at the Optimization of Cia Paraibuna de Metais's Energy Matrix – Juiz de Fora's Plant – in order to reduce production costs by using specific methodologies in all areas. In this case, the Production Flow Sheets are carefully prepared for each area, containing mass and energy balances duly identified, quantified and clearly displayed in order to format the Energy Matrix, Current Situation, and preparatory phase for data organization as well as identification of opportunities to optimize the use of energy sources. This identification is made by the analyzing the particularities of the processes in all its phases relatively to the use of energy sources focusing on the determination of consumption and specific production costs. After the identification of these opportunities, technical and economic-financial studies are conducted in order to assess their viability by analyzing and showing their impact on Juiz de Fora's Plant's Energy Matrix and consequently on specific production costs. This aims to gather subsidies which allow the prioritization of actions and decision making. It is worth highlighting that this work is also an outstanding as well as complete tool for consumption management and specific costs of the Plant's energy sources based on the formatted Energy Matrix. This makes periodic data update possible as well as systematic follow-up of control indexes generated, which allows managers to adopt corrective/preventive measures in order to optimize these indexes.

Key-words: Energy matrix; Energy efficiency.