

GERENCIAMENTO DE ENERGIA COMO FERRAMENTA DE APOIO NO CUSTEIO DO PRODUTO¹

Thiago Ribeiro de Almeida²

Paulo César de Souza³

Márcio Zamboti Fortes⁴

Hélio de Paiva Amorim Júnior⁵

Carlos Jesivan Marques Albuquerque⁶

Resumo

A definição de custeio é um dos grandes desafios enfrentados pelos setores produtivos quando da avaliação de parcelas do custo da energia elétrica a serem repassadas ao custo final do produto. A energia elétrica é um dos insumos principais nas cadeias produtivas com grande peso em muitas organizações, com destaque, entre outras, para aquelas do setor metalúrgico. Este trabalho baseia-se na metodologia de divisão de custos de consumo pela realidade dos setores produtivos, visto que médias históricas servem de dados de auxílio na definição das políticas de custeio e, medições efetivas, realizadas por sistemas gerenciadores e medidores, fornecerem dados reais. Este trabalho apresenta a análise do sistema energético como ferramenta auxiliar na correta divisão da “conta energia”, e a metodologia sugerida para reavaliação de cargas e das áreas de produção de forma ponderada (em função de importância no processo), apoiando na reavaliação de contratos com fornecedores, estudo para alimentação de cargas críticas, inclusão de novos sistemas de controle de reativos e sugestões de melhorias nos sistemas gerenciais existentes.

Palavras-chave: Consumo energético; Gerenciamento energético; Custeio de produtos.

ENERGY MANAGEMENT AS a TOOL TO SUPPORT PRODUCT DEFRAID

Abstract

To define and get defrayal is one of the great challenges for industries when it is doing a correct evaluation of energy cost that will be repass in a final product cost. The electric energy is the most import input for product grid, in special for metallurgy companies. This paper is based in a correct division of energy consumption for productive areas, since historic medias can be used only for political defray, and, real electrical measures will be done using management e meters systems supplying real data's. This paper presents an energetic analysis as an auxiliary tool to use in a correct division of energy account. This will present a methodology to reevaluate loads considering process importance and considering new contracts, critical electrical suppliers, new reactive control systems e others management improvements.

Key words: Energy consumption; Energy management; Products defray.

¹ *Contribuição técnica ao 29º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades,, 13 a 15 de agosto de 2008, Porto Seguro, BA*

² *Engenheiro Eletricista, Saint-Gobain Canalizações, Barra Mansa (RJ), Brasil*

³ *Técnico Especialista, Concessionária Serviços de Eletricidade, Piraí (RJ), Brasil*

⁴ *Professor Assistente, Universidade Severino Sombra, Vassouras (RJ), Brasil. DSc. Engenharia.*

⁵ *Professor Adjunto, Universidade Severino Sombra, Vassouras (RJ), Brasil. DSc. Engenharia.*

⁶ *Professor Titular, Universidade Severino Sombra, Vassouras (RJ), Brasil. MSc. Engenharia.*

1 INTRODUÇÃO

A formação do preço dos produtos que são oferecidos ao mercado, passa entre outras avaliações como: custo da matéria-prima, mão-de-obra, depreciações, impostos e taxas, marketing, entre outros, por um item de extrema importância para indústrias do setor metalúrgico que é a “Conta Energia”.

O gerenciamento de energia de uma indústria engloba a análise de toda a estrutura de distribuição e pontos de maior consumo, avaliando-se onde se pode empregar o controle de demanda nos horários de maior tarifa da energia, com a finalidade de ajustar os contratos e tornar o consumo mais eficiente e o custo final deste insumo com menor impacto ao preço final do produto ao consumidor.

O entendimento da estrutura tarifária e as opções de aquisição da energia consumida podem trazer formas de melhorar o custo total dedicado à fatura de energia elétrica, mas, um estudo dedicado do comportamento dos consumos setoriais e o correto rateio deste consumo trazem ao analista de preço, uma visão realista do impacto da energia elétrica.

A divisão da energia entre os setores tem como objetivo determinar com maior precisão o preço dos produtos. O caso estudado e apresentado demonstra que o rateio ou divisão, não era feita através de modelos matemáticos obtidos por experiências de consumo reais, mas sim, por dados históricos, que comprovadamente não refletiam a realidade atual da organização, demonstrando que é fundamental o conhecimento do consumo de energia para então dividi-lo entre os setores. Ao mesmo tempo, é necessário estudar as questões contratuais para verificar em qual estrutura tarifária a empresa tem melhores resultados econômicos.

Para a validação da metodologia proposta, realizou-se um estudo de caso pertinente a uma empresa de médio porte realizada na região Sul do Estado do Rio de Janeiro. Esta empresa apresentava como problemas principais:

- Ultrapassagens da demanda contratada;
- Excesso de consumo de reativo;
- Inexistência de um modelo matemático de divisão da energia dentre os diversos setores.

2 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

A base de dados deste estudo foi desenvolvida seguindo avaliações realizadas por Almeida e Souza⁽¹⁾ em uma empresa no setor metalúrgico. Elaborou-se uma divisão da energia consumida na indústria baseada em medições em tempo real, junto a alguns medidores já existentes. Nesta instalação, não é possível identificar-se os consumos setoriais nas subestações de distribuição, pois algumas subestações não possuem equipamentos para medir o consumo. Desta forma, utilizou-se um equipamento móvel, gerando assim, amostras do consumo nos pontos inicialmente sem avaliação.

Como a quantidade de subestações era superior ao número de equipamentos móveis, fez-se efetuar medições em períodos diferentes nos pontos identificados como importantes na avaliação. Desta forma os dados obtidos não foram do mesmo dia e nem da mesma condição de carga, necessitando-se adotar métodos estatísticos de forma que os dados sejam representados.

No caso estudado adotou-se empiricamente, para efeito de validação de dados, um desvio padrão máximo de 5% em relação à média aritmética. A quantidade de dias em que o equipamento coletou dados foi obtida em função do limite do desvio

padrão, mostrando assim, a necessidade ou não de se efetuar mais medições (medições por um tempo superior).

A regra de divisão foi estabelecida consultando o diagrama unifilar de distribuição de energia da empresa, e definindo o setor responsável para cada ramo de consumo. Este diagrama foi atualizado, juntamente com a divisão setorial da empresa que passou por modificações ao longo da existência.

Desta forma, foi possível listar os setores da empresa juntamente com o cálculo que deverá ser feito para se chegar ao valor de consumo de energia setorial.

Como os disjuntores de média tensão possuem um totalizador de consumo de energia, estes dados foram considerados e registrados no circuito de média tensão. Nas subestações onde foi necessário o uso do equipamento móvel, a medição fora realizada em baixa tensão. Com isso, gerou-se um desvio nas medições, que comparado dia-a-dia, se mostrou constante e coerente.

A divisão setorial e regra de cálculo da energia estabeleceram-se da seguinte forma:

Utilidades: SE07 + SE7B + DJ05 – SE05

Fundição: DJ18 + DJ09 – SE07 – SE7B – SE1B

Metalurgia: DJ01 + DJ02 + DJ03 + DJ04 + DJ17 + DJ20 + DJ21

Produção: DJ06 + DJ10 + DJ11 + DJ19 + SE1B + SE05

Avaliou-se a necessidade de execução de medições em todos os disjuntores de média tensão, identificados pela sigla DJxx e nas subestações SE07, SE7B e SE05. A SE1B, em especial, também conta com um sistema de medição de consumo, portanto, aplica-se o mesmo método usado nos disjuntores.

3 RESULTADOS

As medições iniciais foram realizadas na SE05 entre os dias 09 e 15/10/2007. Deve-se destacar que na data 12/10/2007 a unidade fabril entrou em parada para manutenção, explicando os valores discrepantes de consumo, marcados em amarelo na Tabela 1. Na SE07 as medições foram realizados nos dias 15 e 16/10/2007 e entre os dias 23 e 25/10/2007 e, por ter perfil de carga residencial, tipicamente estável quanto ao consumo, as demais medições foram calculadas. As medições na SE7B foram realizadas entre os dias 17 e 21/10/2007.

Para preenchimento de dados, foram calculados os dados indicados em cinza na Tabela 1 através de médias aritméticas extraídas de acordo com o dia da semana. Por exemplo, para os fins de semana, a média é extraída a partir de dados reais do fim de semana em outra data em que a unidade fabril apresentou produção equivalente.

A Tabela 1 ilustra as medições com equipamento de medição móvel que foram realizadas.

Após aplicarem-se as regras de cálculos das equações obtidas através do estudo de divisão por setor, foram observados os desvios padrão por setor, conforme lista abaixo:

Utilidades: 0,32%

Fundição: 1,42%

Metalurgia: 3,66%

Produção: 1,29%

Em um primeiro momento, as medições foram efetuadas em 5 dias da semana, resultando em um curto período de tempo. Os desvios padrão não se mostraram satisfatório, conforme Tabela 2. Para identificar as possíveis alterações em relação a regimes operacionais normais de processo nesta indústria, foram efetuadas

medições na semana seguinte atingindo o objetivo estabelecido. O gráfico da Figura 1 ilustra o ganho obtido com a realização de mais medições.

Tabela 1. Medições de Consumo com Equipamento Móvel em kWh

Data	SE07	SE7B	SE05
09/10/2007 Ter			2145,7
10/10/2007 Qua			1982,3
11/10/2007 Qui			1652,3
12/10/2007 Sex			801
13/10/2007 Sab			1710,2
14/10/2007 Dom			1589,3
15/10/2007 Seg	998,2	1796,4	2231,1
16/10/2007 Ter	1090,5	1796,4	2005,4
17/10/2007 Qua	1000	1852,6	2005,4
18/10/2007 Qui	1000	1740,1	2005,4
19/10/2007 Sex	1000	1810,2	2005,4
20/10/2007 Sab	700	1065,7	1650
21/10/2007 Dom	700	988,2	1650
22/10/2007 Seg	1000	1799,1	2005,4
23/10/2007 Ter	897,5	1799,1	2005,4
24/10/2007 Qua	997	1799,1	2005,4
25/10/2007 Qui	1020,1	1799,1	2005,4
26/10/2007 Sex	1000	1799,1	2005,4

- Caso Especial
- Dado Calculado

Tabela 2. Avaliação do Desvio Padrão (%)

Sector	Medição de 5 dias	Medição de 11 dias
GE	0,38	0,32
GIF	1,57	1,42
GIM	5,32	3,66
GIC	1,99	1,29

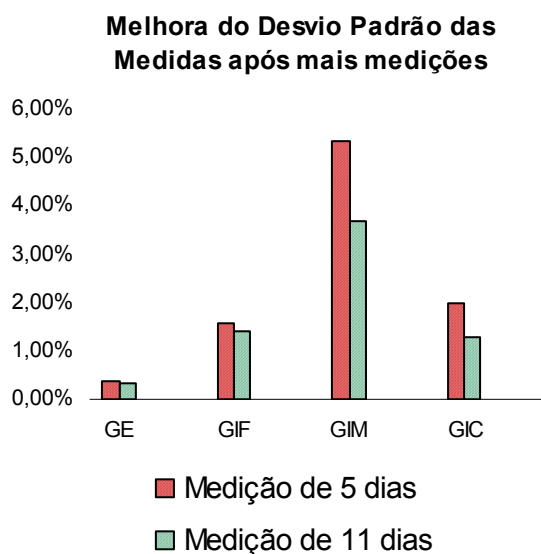


Figura 1 – Gráfico de Melhora do Desvio Padrão

Tabela 3. Totalização do Consumo de Energia em kWh

Data	Setores				Total Concessionária
	GE	GIF	GIM	GIC	
15/10/2007 Seg	4678,7	21562,3	111191,9	37064,2	183758,4
16/10/2007 Ter	6239,7	27571,9	132705,5	44660,0	220852,8
17/10/2007 Qua	6471,6	28764,5	134311,2	45483,6	224582,4
18/10/2007 Qui	5777	25820,2	123066,3	44480,9	208915,2
19/10/2007 Sex	5056,1	26618,1	123096,8	42310,9	206798,4
20/10/2007 Sab	4472,6	25381,3	114456,8	39752,5	193060,8
21/10/2007 Dom	5013,6	27802,1	130510,1	41975,3	213344
22/10/2007 Seg	5382,9	21093,7	117479,2	39030,3	192110,4
23/10/2007 Ter	5458,5	21572,7	120120,8	40107,2	196444,8
24/10/2007 Qua	6022,2	22958	124978,5	41960,1	204940,8
25/10/2007 Qui	5856,1	23892,6	118173,8	43412,7	200966,4
26/10/2007 Sex	5894,6	21947,3	121214,3	41416,6	199814,4

De acordo com o desvio padrão aceitável menor do que 5% montam-se a Tabela 3 de totalização do consumo da energia.

Com os dados totalizados de consumo energético, elaborou-se a Planilha de Rateio do Consumo conforme Tabela 4.

Tabela 4. Divisão do Consumo de Energia em kWh

Consumo Concessionária	Setores			
	GE	GIF	GIM	GIC
203.882,40	5.526,9	24.582	122.608,8	41.804,5
Desvio Padrão	0,32%	1,42%	3,66%	1,29%
Rateio	2,84%	12,64%	63,03%	21,49%

Este método mostra um consumo nos setores aproximados de: GE, 3%, GIF, 13%, GIM, 63% e GIC, 21% do total consumido pela usina. O somatório das medições mostrou diferença de 4,3% a 5% em relação ao consumo registrado pela Concessionária, conforme Tabela 5. Considerou-se que estas diferenças estão relacionadas a variações de carga durante as medições móveis, perdas técnicas em transformadores, transmissão de energia e calibração dos diferentes instrumentos utilizados neste processo de verificação de consumo.

Tabela 5. Diferença entre Concessionária e Medição Interna

Data	Totalização			
	Concessionária	Medição Interna	Diferença	% Diferença
15/10/2007 Seg	183.758,4	174.497,0	9.261,4	5,04%
16/10/2007 Ter	220.582,8	211.177,0	9.675,8	4,38%
17/10/2007 Qua	224.582,4	215.030,8	9.551,6	4,25%
18/10/2007 Qui	208.915,2	199.144,3	9.770,9	4,68%
19/10/2007 Sex	206.798,4	197.081,8	9.716,6	4,70%
20/10/2007 Sab	193.060,8	184.063,2	8.997,6	4,66%
21/10/2007 Dom	214.344,0	205.301,1	9.042,9	4,22%
22/10/2007 Seg	192.110,4	182.986,0	9.124,4	4,75%
23/10/2007 Ter	196.444,8	187.259,1	9.185,7	4,68%
24/10/2007 Qua	204.940,8	195.918,7	9.022,1	4,40%
25/10/2007 Qui	200.966,4	191.335,1	9.631,3	4,79%
26/10/2007 Sex	199.814,4	190.472,7	9.341,7	4,68%

4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E PROPOSTA DE MELHORIAS NO SISTEMA

Após as medições e desenvolvimento de cálculos matemáticos, levantaram-se os dados desde o início do ano de 2007 com o objetivo de se verificar como é feita, de forma quantitativa, a divisão do valor atualmente.

Na Tabela 6 apresentam-se os valores em moeda faturados pela concessionária e fornecedora de energia elétrica da unidade.

Identificaram-se por Centro de Custos os valores debitados dos setores ao longo do ano. A Tabela 7 relaciona os setores e o preço total debitado em seu centro de custos com impostos.

Tabela 6. Valores Faturados de Energia Elétrica em R\$

Mês	Concessionária	Mercado Livre	Compra Spot a Curto Prazo	Total Geral
Jan/07	575.233,69	294.478,00	57.018,36	926.730,05
Fev/07	518.323,58	294.478,00	42.044,58	854.846,16
Mar/07	557.161,15	294.478,00	68.616,01	920.255,16
Abr/07	593.065,37	294.478,00	114.294,91	1.001.838,28
Mai/07	532.073,92	380.789,70	não houve	912.863,62
Jun/07	531.380,33	377.973,26	não houve	909.353,59
Jul/07	545.147,42	396.124,51	não houve	941.271,93
Ago/07	546.178,62	294.478,00	109.304,39	949.961,01
Set/07	538.730,96	384.586,38	não houve	923.317,34
Out/07	544.674,82	391.865,56	não houve	936.540,38

Tabela 7 Divisão Atual entre os Setores

Mês	Setor							
	Utilidades		Fundição		Metalurgia		Produção	
Jan/07	R\$ 40.000,00	4,3%	R\$ 135.000,00	14,6%	R\$ 511.730,05	55,2%	R\$ 240.000,00	25,9%
Fev/07	R\$ 38.000,00	4,4%	R\$ 125.000,00	14,6%	R\$ 471.846,16	55,2%	R\$ 220.000,00	25,7%
Mar/07	R\$ 40.000,00	4,3%	R\$ 135.000,00	14,7%	R\$ 515.255,16	56%	R\$ 230.000,00	25%
Abr/07	R\$ 44.000,00	4,4%	R 145.000,00	14,5%	R\$ 562.838,28	56,2%	R\$ 250.000,00	25%
Mai/07	R\$ 40.000,00	4,4%	R\$ 135.000,00	14,8%	R\$ 507.863,62	55,6%	R\$ 230.000,00	25,2%
Jun/07	R\$ 40.000,00	4,4%	R\$ 130.000,00	14,3%	R\$ 509.353,59	56%	R\$ 230.000,00	25,3%
Jul/07	R\$ 41.000,00	4,4%	R\$ 135.000,00	14,3%	R\$ 525.271,93	55,8%	R\$ 240.000,00	25,5%
Ago/07	R\$ 41.000,00	4,3%	R\$ 135.000,00	14,2%	R\$ 533.961,01	56,2%	R\$ 240.000,00	25,3%
Set/07	R\$ 41.000,00	4,4%	R\$ 135.000,00	14,6%	R\$ 517.317,34	56%	R\$ 230.000,00	24,9%
Out/07	R\$ 41.000,00	4,4%	R\$ 135.000,00	14,4%	R\$ 520.540,38	55,6%	R\$ 240.000,00	25,6%

O rateio é efetuado usando-se valores típicos para os setores Utilidades, Fundição e Produção, e a diferença é debitada do setor de Metalurgia completando o valor total da conta. O desvio padrão de todos os índices é inferior a 0,4%, mostrando uma constante no rateio.

Os valores praticados estão próximos aos medidos, conforme apresenta a Tabela 8 e a maior diferença encontrada esta no setor de Metalurgia, que é beneficiado em média em 7,3% em sua conta de energia. O setor mais prejudicado é o de Produção em 3,8% a mais em sua parcela.

Tabela 8 Comparação entre os Métodos de Divisão.

Setor	Medido/Proposto	Prática Atual	Diferença
Utilidades	2,84%	4,38%	1,54%
Fundição	12,64%	14,5%	1,86%
Metalurgia	63,03%	55,79%	-7,24%
Produção	21,49%	25,34%	3,85%

A unidade estudada foi construída a mais de 70 anos, e já passou por diversas reformas e melhorias. Como toda fábrica deste porte, observa-se uma necessidade de investimento em novas tecnologias de controle e supervisão do sistema energético no que tange a falhas e controle de consumo.

O atual sistema permite novas implementações e revisões no software. O sistema coleta dados dos medidores em rede padrão TIA RS485 e concentra em um equipamento totalizador que comunica com o Sistema Supervisório. Para o completo funcionamento do sistema sem a intervenção humana para a divisão de energia, é necessária a aquisição de medidores para cada coluna da tabela 7 e atualização do software com a inserção das regras para cálculos de rateios com correções dos consumos efetivos a cada atualização de leitura em períodos de 15 minutos.

O controle de demanda e o consumo de reativo juntos já representam um gasto adicional de R\$180.000,00 durante o ano de 2007, justificando investimento e estudos para controlar a demanda e o fator de potência.

Através de entrevistas nos setores, percebe-se uma atenção especial ao tema “energia reativa” e alguns estudos estão em processo e melhorias em fase implantação com controladores automáticos de fator de potência, passando o sistema para automático.

Um projeto importante é em relação ao controle de demanda, e este poderá conter os seguinte pontos de observação:

- Verificar quais equipamentos pode-se desligar;
- Criar um sistema de alarme quando a demanda atingir nível de contrato;
- Configurar o equipamento existente para analisar e indicar a demanda em tempo real para o conhecimento da operação;
- Treinar as equipes envolvidas, tanto da operação quanto da equipe de elétrica especializada;
- Ajustar o contrato com base em novos estudos do sistema.

5 CONCLUSÕES

O termo Gerenciamento de Energia traz embutido várias formas e diversos fatores para alcançar o melhor custo-benefício na indústria. Os estudos devem ser feitos de acordo com a necessidade e com o nível de investimento disponibilizado pela empresa.

No presente trabalho apresentou-se um estudo sobre gerenciamento de energia, realizado tomando-se por base uma indústria metalúrgica de médio porte da região Sul Fluminense.

No estudo de caso realizado, verificou-se que a distribuição de energia da fábrica conta com um sistema supervisório incompleto; com isso, a divisão da energia entre os setores é feita de forma manual, cabendo ao coordenador de utilidades efetuar os devidos cálculos todo mês e o débito no setor correspondente.

Avaliando-se os históricos das contas de energia, observou-se que o sistema atual gerou multas por ultrapassagem da demanda no horário da ponta (em 2 dos 22 meses analisados). As soluções básicas para o problema envolvem a revisão da demanda contratada ou o controle eficaz através de sistemas eletrônicos.

Verificou-se que o adicional pelo consumo e demanda reativa somam valores expressivos, os quais poderiam ser revertidos como investimentos na correção do fator de potência e melhoria nos equipamentos.

Apresentou-se uma ferramenta desenvolvida para a melhoria da divisão da energia, baseando-se em estudos e medições realizadas por um período de tempo.

Mostramos que a divisão da energia é atualmente feita com base em levantamentos não documentados feitos no passado, onde provavelmente, a fábrica se encontrava com produção reduzida, com isso, evidenciando com isso um incorreto rateio entre os setores produtivos o que acarreta em elevação de custos para subprodutos de um processo, tornando-o não-competitivo no mercado.

Verificou-se que o setor de Manutenção tem impacto sob os outros setores em função de ser o principal fornecedor de matéria prima aos demais, excluindo o setor de Utilidades. Conclui-se que na base do rateio em uso, este deveria estar com produção menor, justificando a prática de 55% da divisão da energia. Nota-se neste ponto, a necessidade de constante revisão nos cálculos caso este tipo de método seja utilizado.

REFERÊNCIA

- 1 ALMEIDA, T.R.; SOUZA, P.C. O Gerenciamento de Energia na Indústria. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Elétrica. Vassouras: Universidade Severino Sombra. 2007.