

A WEB COMO FERRAMENTA DE APOIO A GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA¹

Afonso Silva Cunha Júnior²
José Carlos Alves³

Resumo

O momento é de atender requisitos de uma manufatura enxuta, insumos têm sido cada vez mais alvo de soluções de monitoramento por parte dos gestores. A energia elétrica é agora, meta estratégica das empresas e necessita de uma atenção maior ainda. Esse trabalho visa apresentar a nova solução de gestão de energia e utilidades da Usiminas Mecânica e como a *web* contribuiu para que fosse mais útil aos resultados da empresa.

Palavras-chave: Manufatura enxuta; Monitoramento de energia; Ambiente *web*; Gestão empresarial.

WEB AS A TOOL TO SUPPORT THE ENERGY MANAGEMENT

Abstract

It is time to meet requirements of a lean manufacturing, inputs have been increasingly subject to monitoring solutions by managers. Electricity is now a strategic target companies and requires greater attention yet. This paper presents a new solution for energy management and utilities Usiminas Mecânica and how the web has helped to make it more useful to business results.

Key words: Lean manufacturing; Power monitoring; Web environment; Business management.

¹ Contribuição técnica ao 15º Seminário de Automação e TI Industrial, 20 a 22 de setembro de 2011, São Paulo, SP.

² Mestrado em Automação e Sistemas, Analista de Automação e Sistemas, Usiminas Mecânica.

³ Especialista na área de Ciências da Computação e administração de empresas, Diretor, Wireless Network.

1 INTRODUÇÃO

Após a crise econômica de 2008, grande parte das empresas mudaram a forma de agir e pensar. Grandes economistas como Kjell Nordström definiram esse momento como a nova gestão pós crise ou gestão das empresas na nova economia. Foi um ano de muito aprendizado onde, em todas as áreas de negócio, ouviam-se as seguintes palavras: agregar valor e medir os indicadores chave dos processos.

Essas novas necessidades nasceram junto com o pensamento enxuto, desafios provenientes do sistema Toyota de produção que visam uma maior produtividade. Como a automação busca valores como otimização, qualidade e a melhoria contínua dos processos foi a partir desse ano que surgiram grandes oportunidades para desenvolvermos e aperfeiçoarmos os nossos projetos.

Na nova gestão, foi observada, nos vários clientes, a necessidade da informação de forma fácil, ágil e em um ambiente mais amigável, ou seja, que eles já tivessem intimidade. Outro aspecto importante seria desenvolver informações gerenciais com os dados do sistema de gestão de energia que pudesse auxiliar nas decisões estratégicas otimizando e garantindo melhores resultados para a empresa.

2 GESTÃO

O sistema de gestão de energia e utilidades da Usiminas Mecânica nasceu como projeto em 2002, a situação inicial era crítica. Eram 16 subestações e nenhum sistema de medição e controle. Contava apenas como o medidor de energia da CEMIG digital com sistema de comunicação de dados via modem e linha discada.

Era bem deficiente principalmente ao tratar as questões de rateio dos custos de energia. Os custos eram estimados por carga instalada, sendo assim, se uma unidade de negócio não utilizasse a energia, a mesma pagava apenas por ter o recurso que consome energia. O custo era teoricamente fixo, pois existiam ainda uma série de fatores que poderiam incidir nesse custo que não estava relacionado a carga instalada, como por exemplo multas.

2.1 Situação Atual

Foi feita uma revisão do diagrama unifilar, discutido várias estratégias: de controle de demanda, rateio de energia, manutenção e outras. E definido uma infra-estrutura de hardware e software padrão de automação para tratamento dos dados e suporte as estratégias definidas. A plataforma de software utilizada inicialmente foi *Microsoft Visual C++ 6.0*, *Visual Basic 6.0*, *Visual Interdev 6.0* (códigos ASP para paginas WEB) e *Front Page*, sendo que o sistema operacional foi o *Windows Server SE 2003*.

Conforme a Figura 1, foi utilizado o protocolo *spanning tree* na configuração dos *switches hirschmann* do anel óptico promovendo uma maior segurança e garantia de comunicação com os equipamentos na ponta. Em função de redução de custos no projeto foi proposto a rede RS485 Modbus RTU^(1,2) abaixo para integrar os instrumentos de medição na rede contando com os conversores ADAM 4572. Para evitar problemas de tráfego na rede Modbus foi definido redes independentes para oscilografia em alguns casos com muitos medidores. Durante a fase de homolação foi definido o medidor yokogawa UPD-600⁽³⁾ com o melhor custo/benefício para essa necessidade, foram instalados 90 medidores nas 16 subestações presentes na fábrica.

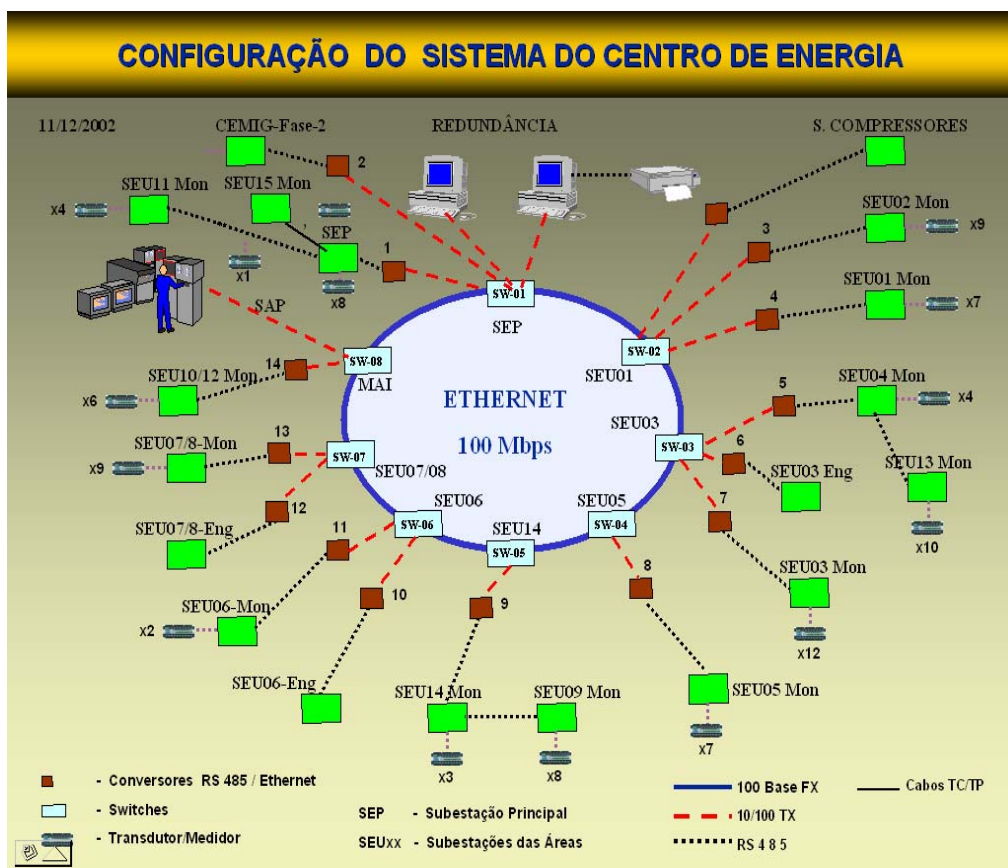


Figura 1. Arquitetura da rede de comunicação de dados.

O sistema de gestão de energia possui arquitetura mestre/escravo onde o processo analisa se a estação servidora está na rede de dados e se o serviço está disponível. E outras características presentes em todos os aplicativos de gestão de energia como:

2.1.1 Monitoração digital (on-line/ históricos)

Aquisição de dados das variáveis elétricas de cada medidor é feita a cada 1 segundo e são atualizadas numa base de dados residente, através das sub redes RS 485 via protocolo Modbus RTU.^(1,2) Existem dois grupos de sub redes RS 485: um grupo de sub rede que fará a monitoração/Supervisão das variáveis de energia Elétrica (chamada de sub rede de medição ou monitoração), e outro grupo de sub redes que fará a monitoração de variáveis de engenharia (chamada de sub rede de Engenharia para medição de harmônicas e oscilografia).

Através da sub rede de medição, o sistema fará a monitoração/supervisão das seguintes variáveis de energia elétrica: voltagem total e por fase, corrente total e por fase, potência aparente/ativa total e por fase, (horário de ponta e fora de ponta), consumo total (horário de ponta e fora de ponta), potência reativa total e por fase (indutiva e capacitiva) e, fator de potência.

Através da sub rede de engenharia é monitorado: THD ampère (distorção harmônica total), THD volt (distorção harmônica total), V máxima e mínima (com data e hora da ocorrência), I máxima (com data e hora da ocorrência), frequência, data e hora, indicação do período horário atual (ponta ou fora de ponta), valores de harmônicas (I1,I2,I3,V1,V2,V3) até a 51ª. Como cada medidor tem duas portas seriais,⁽⁴⁾ a porta

1 será ligada nas sub redes de Medição, e a porta 2 será ligada as sub redes de engenharia.

Todas as variáveis elétricas lidas são visualizadas (em tempo real) através da tela monitoração digital.

As variáveis elétricas de engenharia lidas são visualizadas (em tempo real) através da tela monitoração de harmônicas.

Ao final de cada período de 15 minutos são calculados os valores mínimo, médio e máximo do período de cada variável monitoradas. Os dados são visualizados através da tela histórico dos valores por período de 15 minutos, e graficamente pela tela gráfica de demanda e fator de potencia.

Ao final de cada período de 15 minutos são calculados os valores mínimo, médio e máximo do período de cada variável monitorada (sendo a potencia ativa media calculada a cada ciclo de 1 segundo), depois são calculados os valores mínimo, médio e máximo do dia. Os dados são visualizados através da tela gráficos dos valores diários.

2.1.2 Gráficos de tendência (*on-line/ históricos*)

É feito a aquisição de dados das variáveis elétricas: tensão trifásica, corrente trifásica, fator de potencia, potencia reativa, potencia ativa, freqüência, e potencia aparente, de cada medidor, a cada 1 segundo, de forma a perceber as turbulências na rede da concessionária ate mesmo quando ela é atingida por raios (Figura 2).^(4,5)

Os dados são visualizados (*on-line/ históricos*) graficamente pela tela gráfico de tendência monitoração.

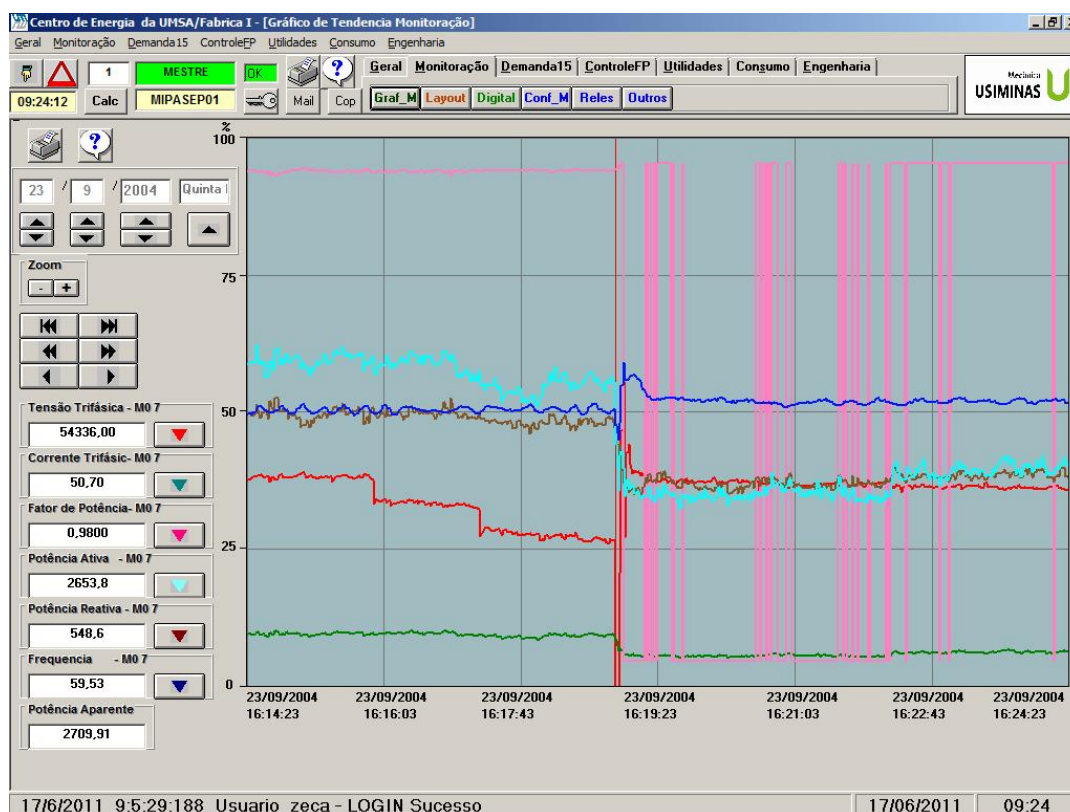


Figura 2. Gráfico de tendência.

2.1.3 Relatório de consumo

O relatório foi desenvolvido a partir do conceito de centro de custo, onde cada unidade de negócio define junto ao financeiro as suas necessidades correlacionadas

com o uso da energia. Um centro de custo pode estar associado a vários medidores, o sistema permite desenvolver fórmulas para promover um rateio mais justo possível.

Têm-se também a tributação com pesos diferenciados em horário de ponta e horário fora de ponta³. Desta forma, conseguimos reproduzir e repassar justamente ao cliente aquilo que realmente foi utilizado pelo seu projeto.

2.1.4 Controle de fator de potência

Com o intuito de garantir a qualidade da energia, o sistema atua em dois Bancos de Capacitores chamados BC1 (de 750 kVar) e BC2 (de 1.200 kVar). Evitando assim multas por ultrapassagem do fator de potência.⁽³⁾ Em função do ritmo de produção da fábrica define-se o tipo controle que será adotado para cada BC:

- controle por horários diários para ligar e desligar;
- controle por horários diários para ligar e desligar, vinculado com o valor médio da potencia reativa do período de amostragem, por exemplo dos últimos 5 minutos; e
- controle para ligar e desligar em função do valor médio da potencia reativa do período de amostragem, por exemplo dos últimos 5 minutos.

Este controle é processado a cada 5 segundos. Os seguintes passos são efetuados:

- verifica se chegou solicitação para alterar dados dos bancos e processa a atualização dos dados;
- verifica se chegou solicitação para alterar modo de operação do controle e executa o processamento solicitado;
- verifica se esta na hora de ligar/desligar bancos em função da tabela de horários de liga/desliga bancos e do tipo de controle adotado; e
- gera alarmes quando ocorre problemas nos bancos. Os alarmes serão gerados nas seguintes condições:
 - banco esta ligado, mas a leitura da DI informa o contrario, o seguinte alarme será gerado: banco xx foi desligado incorretamente;
 - banco esta desligado, mas a leitura da DI informa o contrario, o seguinte alarme será gerado: banco xx foi ligado incorretamente, neste caso o controle passara automaticamente para modo manual;
 - banco esta ligado, mas a leitura da DI informa o contrario, o seguinte alarme será gerado: banco xx foi desligado incorretamente, neste caso o controle passara automaticamente para modo manual; e
 - quando ocorrem falhas nas entradas e saídas, ou quando o Banco não responde aos comandos de ligar/desligar o banco, o seguinte alarme é gerado: erro – controle FP passou para modo manual banco xx, neste caso o controle passara automaticamente para modo manual.

Existem quatro tipos de controle:

- tipo de controle = 0, o sistema atua nos bancos em função do FP médio do período atual de amostragem, ou seja, se o período de amostragem for 300 segundos que é igual a 5 minutos, o sistema a cada 5 minutos ira calcular o FP e ira atuar nos bancos de capacitores.
- tipo de controle = 1 não esta sendo usado.
- tipo de controle = 2, o sistema atua nos bancos de capacitores em função dos horários de ligar/desligar programados diariamente.
- tipo de controle = 3, o sistema atua nos bancos de capacitores em função dos horários de ligar/desligar programados diariamente, e do valor médio da

potencia reativa dos últimos 5 minutos (ou melhor, do período de amostragem). Para o caso de ligar, o banco somente será ligado quando o valor da potencia reativa for superior ao valor fornecido no campo potência reativa ligar em kVar. Para o caso de desligar, o banco somente será desligado quando o valor da potencia reativa for inferior ao valor fornecido no campo potência reativa desligar em kVar.

Existem três modos de operação para o controle:

- manual - permite operar os bancos de capacitores em modo manual. Na passagem de modo automático para manual, os status dos bancos de capacitores não são afetados. Quando o banco de capacitor esta operando em modo manual, os botões ligar e desligar são habilitados para cada banco de capacitor. Mesmo em modo manual, apos acionado o botão ligar, o banco só será ligado apos vencer o tempo de espera para ligar banco. Este tempo é definido na tela de "dados do banco de capacitores";
- automático - permite operar os bancos de capacitores em modo automático. na passagem de modo manual para automático, os status dos bancos de capacitores não são afetados. Quando o banco de capacitor esta operando em modo automático, os botões ligar e desligar são desabilitados para cada BC. No modo automático, os bancos de capacitores são ligados e desligados automaticamente pelo sistema de automação do centro de energia. A forma de ligar/horários é definida em função do tipo de controle adotado para cada banco de capacitor, que é definido na tela de "dados dos bancos de capacitores". Na ocorrência de erros de sinais elétricos que informam o status ou atuam no banco de capacitor, o sistema passa o controle do banco de capacitor para modo manual, e um alarme será gerado. O modo de operação geral tem prioridade sobre o modo de operação individual por banco;
- manutenção - permite bloquear operações nos bancos de capacitores de modo a possibilitar a manutenção nos bancos de capacitores. Na passagem de modo manual ou automático para o modo manutenção, todos os bancos de capacitores serão desligados automaticamente pelo sistema de automação do centro de energia. Quando o banco de capacitor esta operando em modo manutenção, os botões ligar e desligar são desabilitados para cada banco de capacitor. Na passagem de modo manutenção para manual ou automático, os status dos bancos de capacitores não são afetados, ou seja, permanecem desligados.

Na confirmação de mudança de modo de operação, apos o processamento do botão confirmar uma mensagem informativa será apresentada, informando a troca de modo de operação. Esta mensagem poderá demorar ate 5 segundos, porque o controle de fator de potencia é processado a cada 5 segundos.

2.1.5 Alarmes

Os Alarmes são armazenados por dia, ele é representado no *status bar* do sistema de energia.

A visualização/operação dos alarmes é feita através da tela alarmes/mensagens de erro/eventos. Esta tela ao ser apresentada inicialmente, apresenta a ocorrência dos últimos 800 alarmes, e permite navegação histórica por dia.

Para reconhecer alarmes, basta clicar em cima do alarme. Neste momento, será inserido a dia e hora de reconhecimento do alarme, e o nome do alarme passara

para a cor verde. Os alarmes serão reconhecidos ao mesmo tempo no outro computador (caso a arquitetura *hot standby* esteja habilitada).

O sistema permite também pesquisar alarmes ou grupo de alarmes ocorridos em um determinado período histórico. Para isto, basta clicar com o botão direito em cima do alarme, e ele será transferido para lista de alarmes na tela de pesquisa, ou chamar a tela de pesquisa de alarmes. Alguns alarmes podem ser habilitados /desabilitados através da tela parâmetros do sistema.

Os seguintes grupos de Alarmes: alarmes dos filtros de dados de energia elétrica, alarmes de incêndio, compressores, controle fator de potencia, demanda de 15 minutos, *link* com cemig, *login/logon*, medidores de energia, arquitetura mestre/escravo, monitores de temperatura, recuperação dados/falhas energia, recuperação dados de medidor, redes, reles de proteção, relatório de consumo, e testes/reset de medidores.

2.1.6 Telas de configuração

Esse recurso permite a configuração de todos os equipamentos da solução de gestão de energia. Relés, medidores, conversores, *switches*, transformador de pontencial, transformador de corrente e outros.

2.1.7 Utilidades

Foi agregado também ao sistema de gestão de energia uma solução de supervisão do alarme de incêndio da fábrica, permitindo monitorar a pressão da água nos hidrômetros, botoeiras próximo às subestações e permite acionar buzinas posicionadas estrategicamente quanto as botoeiras e a pressão da água atingi um dado valor.

2.2 Atualização Tecnológica

Em função da crescente utilização do recurso energia e aquecimento do mercado de bens de capital em outubro de 2009, foi necessário atualizar a ferramenta e desenvolver alguns recursos que visam uma melhor gestão da energia. Sendo assim foi planejado:

- Atualização do *software* para arquitetura 64 bits, com todos os processos gerenciados pelo *framework*. NET;
- Desenvolvimento de *drivers* atendendo a IEC 61850;
- Homologação de novos instrumentos;
- Disponibilizar dados na intranet sobre o consumo de energia.

O sistema apenas monitorava o uso da energia, quando ocorre a ultrapassagem da demanda, em função do tipo do nosso negócio, não é possível despachar cargas em automático. Foi desenvolvido recursos na intranet para mostrar a demanda de 15 em 15 minutos conforme era integrada pela CEMIG, assim era possível acompanhar a demanda. Em fase de validação a própria aplicação enviará SMS, "*Short message service*" , serviço de mensagens curta ou torpedo, aos telefones móveis dos gestores quando a sua unidade de negócio alcançar 90% da demanda contratada.

O sistema ficava apenas na subestação principal conforme a Figura 3.

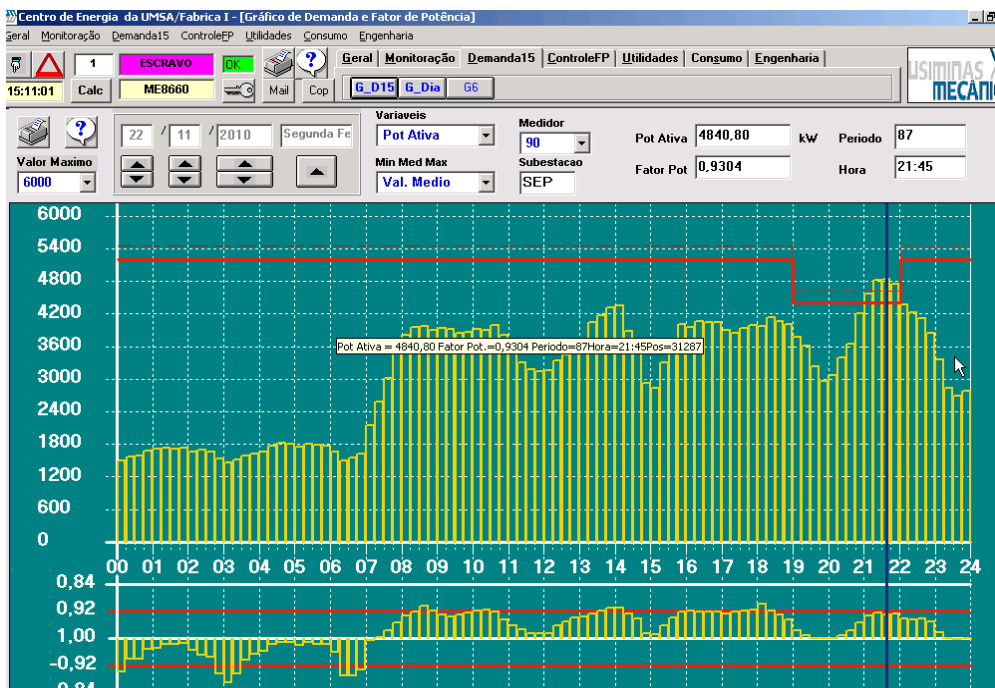


Figura 3. Demanda de 15.

Agora está disponível para todos os gestores pela intranet no portal de sistemas especialistas da Automação da Usiminas Mecânica conforme Figuras 4 e 5.



Fonte: Screen do sistema no Portal da Automação.
Figura 4. Gráfico de Consumo mensal.

E, para gestão foi disponibilizado relatórios como o da Figura 5.

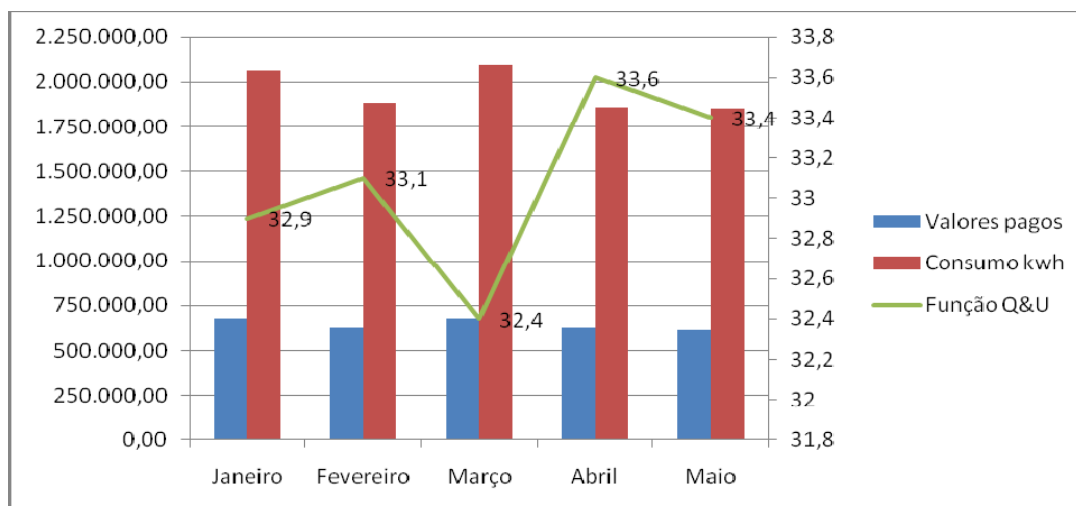


Figura 5. Gráfico de Consumo mensal.

Esse relatório mostra como a empresa está usando a energia elétrica. Quanto menor o valor da função Q&U (qualidade e uso) melhor está sendo o uso da energia ao mês. Exemplo: no mês de março usando mais energia e pagamos menos.

3 RESULTADOS

Esses recursos permitem ao gestor acompanhar de forma mais eficaz as respectivas unidades de negócio e de forma bem simples visualizar como as mesmas estão usando a energia elétrica.

5 CONCLUSÃO

O relatório sobre qualidade e uso da energia é um referencial atualmente para análise, mas temos a informação apenas no início do mês referente ao mês anterior. O desafio é agora em desenvolver a possibilidade de acompanhar esse indicador diariamente.

Agradecimentos

A gerência de manutenção da Usiminas Mecânica pelo apoio financeiro e técnico.

REFERÊNCIAS

- 1 Especificação do protocolo de aplicação modbus. < http://www.modbus.org/docs/modbus_application_protocol_v1_1b.pdf>. Pdf> acesso em: 16 ago. 2011.
- 2 Guia de implementação do modbus messaging no tcp/ip. < http://www.modbus.org/docs/modbus_messaging_implementation_guide_v1_0b.pdf>. Pdf> acesso em: 16 ago. 2011.
- 3 Manual técnico do upd-600 dayokogawa instrumentação. Disponível em: < http://www.ciberdobrasil.com.br/pdf/mp_upd600.zip> pdf> acesso em: 16 ago. 2011.
- 4 Regras de comercialização. < http://www.ccee.org.br/staticfile/staticfile/arquivo/biblioteca_virtual/regras/03_contratos_.pdf>. Pdf> acesso em: 16 ago. 2011.
- 5 Instalação do sistema de medição para faturamento. Disponível em: <http://www.ons.org.br/download/procedimentos/modulos/modulo_12/submodulo%2012.2_rev_1.0.pdf> pdf> acesso em: 16 ago. 2011.