

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Filipe QUINTAES (1); Emerson LOPES (2); Luiz MEDEIROS (3); Ítalo FREITAS (4)

(1) IFRN – Campus Mossoró, Endereço: Rua Raimundo Firmino de Oliveira, 400, Conjunto Ulrick Graff, bairro Costa e Silva, Mossoró/ RN CEP: 59628-330, telefone: 84-3315-2766, e-mail: filipe@dca.ufrn.br,

(2) IFRN – Campus Mossoró, e-mail: emerson@cefetrn.br

(3) IFRN – Campus Mossoró, e-mail: luiz_cscm@hotmail.com

(4) IFRN – Campus Mossoró, e-mail: italodebidom@hotmail.com

RESUMO

A partir da análise dos faturamentos de energia elétrica do IFRN – Campus Mossoró, durante a qual puderam ser observados os inúmeros excedentes do valor da demanda de potência energética contratada, o que resultava na cobrança de multas e ajustes pela concessionária, como a tarifa de ultrapassagem, surgiu o presente projeto propondo a pesquisa, estudo e desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de energia elétrica.

Fazendo-se uso de uma rede de comunicação com protocolo Modbus, dados de parâmetros de controle poderão ser obtidos, tornando-se possível o desenvolvimento de um sistema de supervisão e controle da subestação abaixadora (13,8kV/380V) de 450 kVA do IFRN – Campus Mossoró, sendo este o principal objetivo, do projeto intitulado de: SGE – Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica que esta em desenvolvimento na unidade de Mossoró.

De modo a realizar o projeto, segue-se a metodologia iniciando pelo estudo da condição em se encontram as cargas elétricas do IFRN – Campus Mossoró, mantendo o sistema de uma forma com que possa ser ampliado quando houver necessidade de instalar novas cargas. Com isso, o *as-built* do projeto elétrico da instituição poderá ser desenvolvido. Em seguida, uma pesquisa será realizada para adquirir informações referentes às recentes tecnologias atuantes nos programas de regulação de energia elétrica e equipamentos serão selecionados para posterior elaboração do sistema de gerenciamento de energia.

O SGE propõe também o desenvolvimento, através do Elipse SCADA, de um programa do tipo SCADA destinado a supervisionar e controlar um sistema de gerenciamento de energia com ênfase nas principais variáveis elétricas. Neste momento, qualquer dos componentes do processo poderá ter sua maneira de funcionamento alterado pelo operador, o que permitirá uma estimativa de consumo e demanda de faturas futuras.

Busca-se, assim, como resultado, a obtenção do funcionamento de um protótipo de um sistema de gerenciamento de energia elétrica confiável e de baixo custo, proporcionando ao IFRN – Campus Mossoró economia nas despesas de energia elétrica, bem como aquisição da eficiência energética.

Palavras-chave: automação, instrumentação, gerenciamento, tarifação elétrica, eficiência energética

1. INTRODUÇÃO

A partir da análise dos faturamentos de energia elétrica do IFRN – Campus Mossoró, durante a qual puderam ser observados os inúmeros excedentes do valor da demanda de potência energética contratada, o que resultava na cobrança de multas e ajustes pela concessionária, como a tarifa de ultrapassagem, surgiu o presente projeto propondo a pesquisa, estudo e desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de energia elétrica.

Para o gerenciamento dos recursos energéticos é fundamental dispor de informações de alta confiabilidade, baseadas em dados coletados em tempo real, enriquecidas por relatórios analíticos e gráficos objetivos, que facultem o perfeito acompanhamento das condições técnicas e econômicas das instalações, visto que o SGE busca garantir um equilíbrio, através da eliminação ou diminuição das grandes variações do uso de energia elétrica por equipamentos de diferentes potências ao longo do dia, proporcionando uma redução dos custos da instituição, bem como alcançar a eficiência energética.

A relação custo x benefício é altamente positiva para os objetivos econômico-financeiros das empresas em razão das perspectivas, mediatas e imediatas, de eliminação de perdas e com o IFRN – Campus Mossoró não é diferente. Essas perdas são motivadas, principalmente, pela cultura do desperdício de energia; penalidades por contratos de energia mal elaborados como, por exemplo, demandas mal dimensionadas; descontrole nas medições dos insumos energéticos; dimensionamento inadequado de fontes consumidoras de energia (iluminação, motores, etc.); sobrecarga nos transformadores e cabos de energia e inadequações nas chaves de rateio de custos.

Através da implantação do sistema de gerenciamento de energia elétrica, o IFRN – Campus Mossoró espera, além de ganhos decorrentes da eliminação de multas, adquirir a máxima eficiência energética possível, por meio do aumento da vida útil dos equipamentos utilizados em suas instalações, melhor dimensionamento da demanda, eliminação dos desperdícios, ampliação da eficiência das unidades consumidoras de energia e mudança nos padrões de consumo.

O interesse por programas que supervisionem e controlem o uso de energia elétrica é justificado pelo fato das empresas sentirem cada vez mais a necessidade de redução de custos, além do preço desses equipamentos e sistemas terem reduzido significativamente, apesar de sua crescente capacidade de operação. A importância dos sistemas de gerenciamento de energia elétrica é impulsionada, ainda, pelo aumento da rigidez nos critérios de faturamento e tarifas de energia elétrica, e sua aplicação à quase que totalidade dos processos industriais.

O projeto SGE pretende avaliar e sugerir uma modificação do contrato tarifário junto a COSERN - concessionária de energia elétrica atuante em Mossoró e em todo o estado do Rio Grande do Norte - contribuir para a capacitação técnica local e despertar o interesse de profissionais que possam ser inseridos neste âmbito do mercado. Com os conhecimentos alcançados durante a execução deste projeto de pesquisa ação, os futuros profissionais poderão atuar nos setores relacionados à manutenção, operação e desenvolvimento de novos projetos de gerenciamento de energia elétrica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De modo a proporcionar um melhor entendimento quanto aos passos necessários para implantação de um sistema de gerenciamento de energia elétrica, é importante conhecer conceitos referentes à estrutura tarifária do consumo de energia elétrica atualmente em vigor no Brasil (ANEEL, 2000), onde os consumidores são classificados quanto ao valor de tensão de fornecimento.

Consumidores do Grupo A (Alta Tensão): Consiste em consumidores ligados em tensão iguais ou superiores a 2,3 kV, subdivididos em:

- Subgrupo A1: 230 kV ou mais
- Subgrupo A2: 88 kV a 138 kV
- Subgrupo A3: 69 kV
- Subgrupo A3a: 30 kV a 44 kV
- Subgrupo A4: 2,3 kV a 25 kV
- Subgrupo AS: Subterrâneo

Consumidores do Grupo B (Baixa Tensão): < Consiste dos consumidores ligados em tensão inferior a 2,3 kV (110 V, 220 V e 440 V), subdivididos em:

- Subgrupo B1: Residencial e Residencial Baixa renda
- Subgrupo B2: Rural, Cooperativa de Eletrificação Rural e Serviço Público de Irrigação
- Subgrupo B3: Demais Classes
- Subgrupo B4: Iluminação Pública

A Figura 1 apresenta a topologia do Sistema Elétrico de Potência e dividindo os enfocando a divisão dos consumidores de alta tensão e baixa tensão.

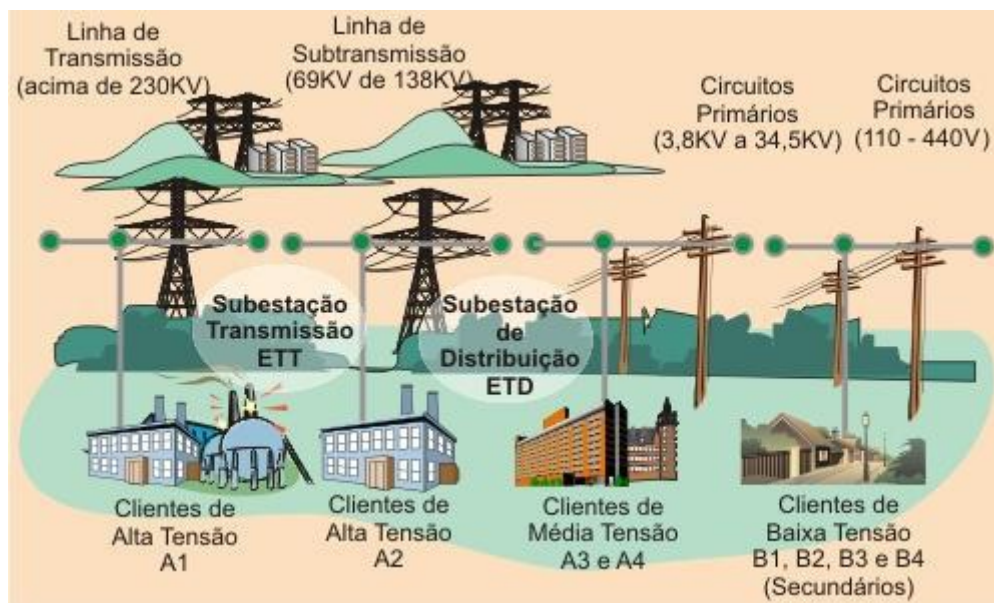


Figura 1. Sistema Elétrico de Potência

No desenvolvimento do projeto, as atenções estão voltadas para consumidores do Grupo A, no caso em estudo o IF/RN, que estão sujeitos a modalidade tarifária horosazonal, que é uma estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Existem três alternativas de tarifa nesta modalidade:

- Tarifa Convencional
- Tarifa Verde
- Tarifa Azul

Sendo que, verificaremos as bases das tarifas verde e azul, mas não sem antes a revisão de alguns conceitos que serão necessários para o entendimento destas modalidades tarifárias: Horário da ponta: Corresponde ao intervalo de 3 (três) horas diárias consecutivas, definido pela concessionária, de segunda à sexta-feira; Horário fora de ponta: Corresponde às horas complementares ao horário de ponta, acrescido do total das horas dos sábados e domingos e feriados nacionais. Este horário está dividido entre o período indutivo, quando o consumidor de energia não pode ter o fator de potência capacitivo e período capacitivo, quando o consumidor de energia não pode ter o fator de potência indutivo; Demanda Medida: É o resultado da divisão o consumo medido pelo tempo de medição, sendo que, para o faturamento, este intervalo é de 15 minutos; Demanda Contratada: É o valor de demanda a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, conforme valor e período de vigência do contrato. Este valor, que é contratado pelo consumidor, deverá ser pago à concessionária, seja ou não utilizada; Tolerância da Demanda Medida: trata-se de um percentual sobre a demanda contratada (varia de acordo com o a tensão de fornecimento) que, uma vez superado pelo consumidor, caberá a aplicação da tarifa de ultrapassagem em toda a parcela que exceder respectivamente a demanda contratada; Período seco: Compreende o intervalo de 7 meses consecutivos, situado entre os fornecimentos abrangidos pelas leituras dos meses de Maio a Novembro de cada ano Período úmido: Compreende o intervalo de 5 meses consecutivos, situado entre os fornecimentos abrangidos pelas leituras dos meses de Dezembro de um ano a Abril do ano seguinte.

Tarifa Azul

Esta modalidade tarifária tem aplicação compulsória para unidades consumidoras atendidas em tensão igual ou superior a 69 kV (A1, A2 e A3), sendo opcional para demais consumidores. Exige um contrato específico entre a distribuidora de energia e o consumidor onde, entre outras cláusulas, podemos destacar:

Dois valores de demanda contratada (KW), um para o segmento de ponta e outro para o segmento fora de ponta;

Para cada posto horário, é aplicada uma tarifa diferente, sendo a tarifa de ponta na ordem de 3 vezes o valor da tarifa fora de ponta;

Dentro do período de faturamento, a demanda faturável será o maior valor dentre a demanda contratada e a demanda medida em cada posto horário;

São aplicadas tarifas diferentes para o período de ponta e fora de ponta em caso de ultrapassagem da demanda contratada;

Embora não seja explícita, a Resolução 456 permite que sejam contratados dois valores diferentes de demanda, um para o período seco e outro para o período úmido;

Para o consumo de energia (kWh), existem tarifas com preços diferentes para os períodos de:

- Ponta Úmida (PU)
- Fora de Ponta Úmida (FPU)
- Ponta Sêca (PS)
- Fora de Ponta Sêca (FPS)

Tarifa Verde

Esta modalidade tarifária só pode ser aplicada a unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV (A3a, A4 e AS), sendo neste caso também necessário um contrato específico, onde podemos destacar as seguintes características:

Um único valor de demanda contratada (KW), independente do posto horário (ponta ou fora de ponta), sendo aplicada uma única tarifa para esta demanda;

Dentro do período de faturamento, a demanda faturável será o maior valor dentre a demanda contratada e a demanda medida;

Um único valor de tarifa para o caso de ultrapassagem de demanda;

Embora não seja explícita, a Resolução 456 permite que sejam contratados dois valores diferentes de demanda, um para o período seco e outro para o período úmido

Para o consumo de energia (kWh), existem tarifas com preços diferentes para os períodos de:

- Ponta Úmida (PU)
- Fora de Ponta Úmida (FPU)
- Ponta Sêca (PS)
- Fora de Ponta Sêca (FPS)

A Figura 2 apresenta um sistema completo de gerenciamento de energia elétrica, com as seguintes funções disponíveis:

- Medição global de energia;
- Controle de demanda e consumo de energia elétrica;
- Controle de fator de potência;
- Qualidade de energia;
- Medição setorial de energia para fins de rateio;
- Medição setorial de energia com verificação de índices de qualidade

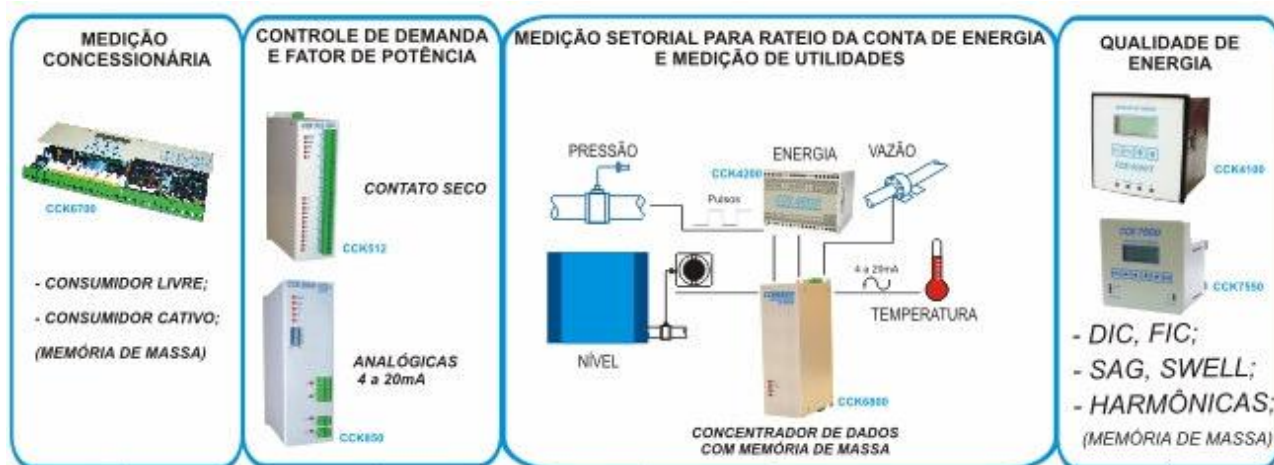


Figura 2. Sistema de Gerenciamento de Energia

Para o projeto em questão será executada uma análise de viabilidade técnica e também da necessidade da utilização de um projeto completo ou de um projeto básico.

Como apresentado na Figura 2, todos os equipamentos utilizados para estas funções são interligados a um microcomputador da qual é possível, a partir do software desenvolvido ter total acesso as informações das variáveis monitoradas permitindo assim o gerenciamento do sistema.

Podemos ressaltar ainda que, como característica intrínseca neste tipo de sistema, sua implantação dá-se por função, de forma modular, não exigindo desta forma grandes investimentos iniciais para obtenção de resultados significativos.

E caso não consigamos uma parceria com algum fornecedor, existe no mercado nacional analisadores com preços acessíveis e com isso tornando possível a aquisição com o recurso previsto para o desenvolvimento do projeto.

3. OBJETIVO

O SGE, tratando-se de um projeto de pesquisa ação, busca o desenvolvimento de um sistema de supervisão e controle da subestação abaixadora (13,8kV/380V) de 450kVA do IFRN – Campus Mossoró. Para tanto, será feito uso o uso de uma rede de comunicação com protocolo Modbus, através da qual, dados de parâmetros de controle podem ser obtidos.

Seguindo-se a metodologia, o SGE será executado em três fases. Primeiramente, faz-se o estudo da condição em que se encontram as cargas elétricas do IFRN – Campus Mossoró, mantendo o sistema de uma forma com que possa ser ampliado quando houver necessidade de instalar novas cargas. A partir de então, o as-built do projeto elétrico da instituição poderá ser desenvolvido. Logo depois, uma pesquisa será realizada para adquirir informações referentes às recentes tecnologias atuantes nos programas de regulação de energia elétrica e equipamentos serão selecionados para posterior elaboração do sistema de gerenciamento de energia. Esses instrumentos serão obtidos mediante as parcerias feitas com empresas fornecedoras, de modo conseguir doações em troca de divulgação, apresentação e treinamento de seus produtos para os futuros profissionais da área. Um exemplo de parceria de sucesso na instituição é a WEG Motores.

Por fim, o SGE propõe o desenvolvimento, através do Elipse SCADA, de um programa do tipo SCADA destinado a supervisionar e controlar um sistema de gerenciamento de energia com ênfase nas principais variáveis elétricas. Neste momento, qualquer dos componentes do processo poderá ter sua maneira de funcionamento alterado pelo operador, o que permitirá uma estimativa de consumo e demanda de faturas futuras.

Busca-se, assim, como resultado, a obtenção do funcionamento de um protótipo de um sistema de gerenciamento de energia elétrica confiável e de baixo custo, proporcionando ao IFRN – Campus Mossoró economia nas despesas de energia elétrica, bem como aquisição da eficiência energética.

4. METODOLOGIA

De modo a realizar o projeto de pesquisa, estudo e desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de energia elétrica segue-se uma metodologia cuja aplicação dividi-se em oito etapas:

Análise da atual situação das cargas elétricas do IFRN – Campus Mossoró, com perspectiva de ampliação do sistema para instalação de novas cargas e desenvolvimento do as-built do projeto elétrico da instituição;

- Estudo do estado da arte das tecnologias utilizadas em sistemas de gerenciamento de energia elétrica;
- Definição da topologia do projeto a ser utilizada (básica, intermediária ou completa), de acordo com a necessidade, as parcerias firmadas e os recursos disponíveis para aquisição dos equipamentos;
- Elaboração de projeto detalhado de instrumentação e automação do sistema de gerenciamento de energia proposto, fazendo-se uso de desenhos de montagem mecânica, diagramas unifilares e detalhes de instalações elétricas;
- Desenvolvimento de um programa de supervisão e controle do tipo SCADA, através do Elipse SCADA, dedicada ao comando de um sistema de gerenciamento. Nesta fase o operador poderá alterar o modo de operação de cada um dos elementos envolvidos no processo, como de controle de demanda e controle do fator de potência, permitindo uma estimativa de consumo e demanda de faturas futuras;
- Implementação e execução do projeto conceitual proposto. Nesta etapa esta prevista a parametrização do controlador e as instalações dos equipamentos;
- Aquisição das medições, com as possíveis alterações em suas variáveis de controle (demanda, consumo, fator de potência) com o objetivo de validação do projeto proposto;
- Análise dos resultados práticos do sistema de gerenciamento.

PROCESSO DE SUBMISSÃO DOS ARTIGOS

O projeto ainda encontra-se em fase de desenvolvimento, o analisador de demanda já foi instalado, já foi identificadas cargas, cujo horário de funcionamento foi adequado em função da demanda máxima registrada no horário noturno, como é o caso da bomba submersa para abastecimento de água.

A Figura 3 apresenta o projeto do quadro de medição instalado, as Figuras 4 e 5 apresentam as

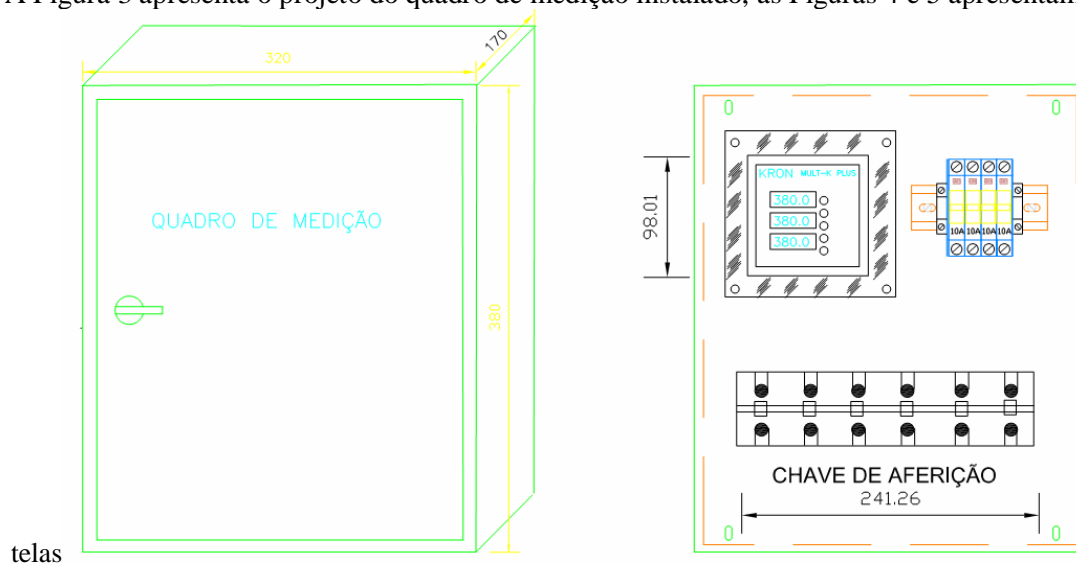


Figura 1 – Grafo de uma rede social



Figura 4. Tela de controle de acesso ao supervísório SGE

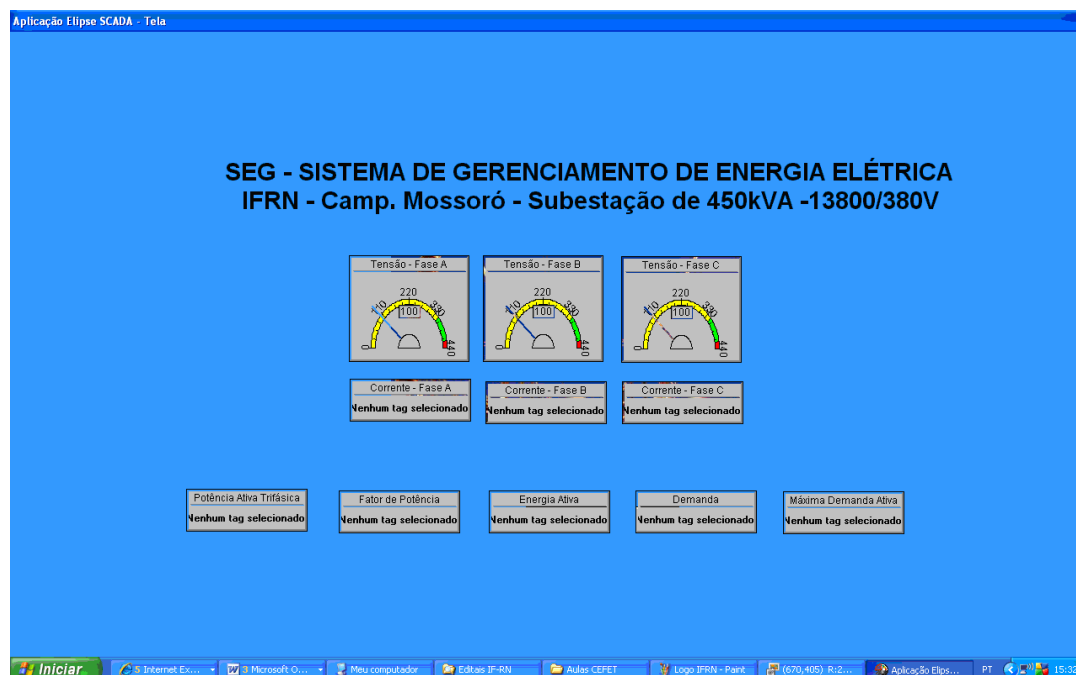


Figura 4. Tela de monitoração das variáveis elétricas do supervísório SGE

As tensões foram monitoradas e registradas com objetivo de verificar os limites máximos e mínimos. E conforme apresentado Na Figura 5 as amplitudes de tensão foi de $\pm 7V$, o que representa uma variação percentual de $\pm 3,18\%$. E confirmando os limites adequados de qualidade do fornecimento.

Também foi registrada a taxa de distorção harmônica média de corrente 3,87% e ficando abaixo de 5%.

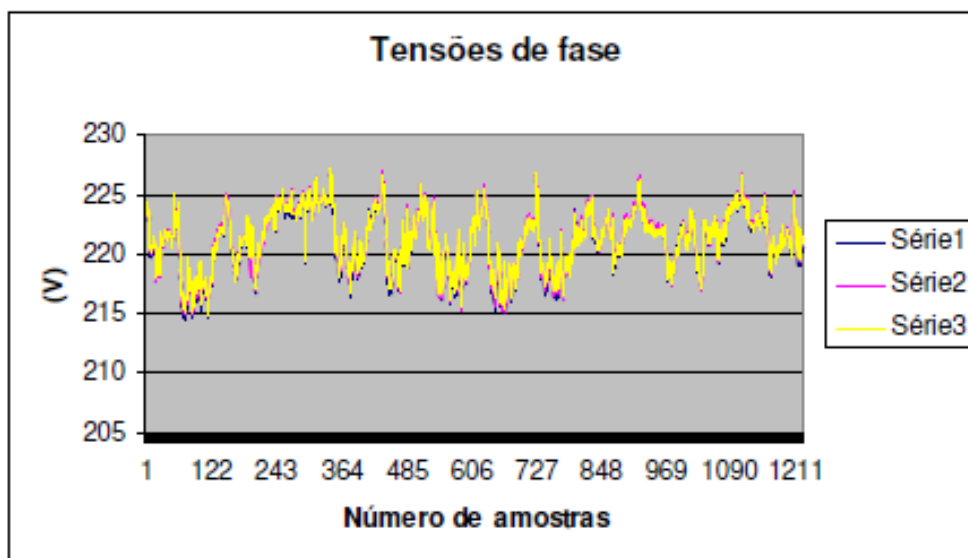


Figura 5. Registro das tensões de fase

Em relação a avaliação de demanda ainda estamos adquirindo dados uma vez que a subestação possui dois transformadores e só dispomos apenas de um analisador de demanda.

5. CONCLUSÃO

O projeto do sistema de gerenciamento de energia elétrica do IFRN Campus Mossoró está sendo desenvolvido de forma satisfatória mostrando ser factível a sua execução e de grande interesse para a instituição, uma vez que o sistema possibilitará a redução de custos com o fornecimento de energia elétrica, como para os alunos em virtude de disponibilizar uma aplicação dentro da instituição que servirá para aulas de campo. Os instrumentos e equipamentos necessários para sua implementação foram projetados e especificados para avaliar as principais características e propriedades das variáveis elétricas de interesse, são disponibilizadas mais de quarenta variáveis.

Além das vantagens de eficiência e interoperabilidade na comunicação da rede MODBUS, com a utilização desse protocolo de comunicação foi possível a integração com o sistema supervisório sem maiores dificuldades, uma vez que este protocolo não é de domínio privado.

6. REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 456 – Condições Gerais de fornecimento de Energia Elétrica**. 2000.
- [2] GEORGINI, M. **Automação Aplicada – Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs**. São Paulo. Érica, 2000. 218 p. Inclui índice: ISBN 65-7194-724-4.
- [3] SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. São Paulo: Érica, 1998. 229 p. Inclui índice. ISBN 85-7194-591-8.