



**XX SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GET 14
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO XIV

GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO - GET

A BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ATRAVÉS DO GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA E INSERÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA EM PRÉDIOS PÚBLICOS

**Leonardo Stöhlirck (*) Lukas Neusser Luiz Fernando Guarenti Martins
Luciane Neves Canha Alzenira Da Rosa Abaide**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

RESUMO

O Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) pode proporcionar reduções significativas na demanda e consumo dos prédios públicos de ensino e servir para que a sociedade visualize a real aplicação das políticas governamentais para o uso racional da energia elétrica. Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir dos estudos iniciais realizados na Universidade Federal de Santa Maria que visaram ao levantamento de dados sobre o sistema elétrico do Campus para subsidiar a aplicação de técnicas de GLD na UFSM de forma a reduzir o consumo e a demanda e incentivar o uso de fontes alternativas de energia.

PALAVRAS-CHAVE

Gerenciamento pelo Lado da Demanda, Eficiência Energética, Energias Alternativas, Prédios Públicos

1.0 - INTRODUÇÃO

As necessidades energéticas mundiais apresentam um notável crescimento a cada ano, impulsionadas pelo crescimento econômico dos países. Apesar do atual momento de recessão mundial, a retomada do crescimento necessita, obrigatoriamente, de uma base energética sólida e, em países que são ditos “países em desenvolvimento”, como o Brasil, isso se torna essencial. Contudo, sabe-se que a maioria das fontes atuais de energia é proveniente de recursos energéticos não renováveis, limitando, assim, o seu uso. O planejamento energético deve, portanto, buscar a sintonia entre a geração e a demanda de energia, através do aumento da participação de recursos energéticos alternativos e renováveis na matriz energética aliado ao aumento da eficiência dos processos e do gerenciamento eficaz do uso da energia elétrica.

Outro fator que influencia diretamente no planejamento energético de um sistema está ligado ao nível de desperdício das instalações elétricas, o que implica na necessidade da introdução de ações que visem a minimizar os desperdícios e aumentar a eficiência. Um destes elementos é a inserção de técnicas que promovam o Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), pois o mesmo busca aliar o desenvolvimento sustentável com o crescimento econômico do sistema.

De um modo geral os prédios públicos, principalmente centros de ensino superior cujas instalações são antigas, apresentam inúmeros pontos de desperdícios de energia, (BASTOS, 2006). Os fatores que contribuem para este problema são vários: falta de práticas de incentivo ao combate ao desperdício de energia, equipamentos que não atendem aos requisitos do Selo Procel (PROCEL, 2002), uso inadequado de aparelhos elétricos, dentre outros. Nos prédios públicos de ensino, em especial nas universidades federais pode-se verificar uma série de ações e

(*) Avenida Roraima, n° 1000 – Centro de Tecnologia (CT) – Centro de Estudos em Energia e Meio Ambiente (CEEMA) — sala 509 - Prédio Anexo/Laboratórios – CEP 97.105-900 - Santa Maria – RS, – Brasil
Tel: (+55 55) 9975-0976 – Email: leonardostohlirck@yahoo.com.br

pesquisas isoladas que almejam a economia de energia elétrica, mas que nem sempre revertem seus resultados para a comunidade acadêmica devido à falta de uma ação eficiente e conjunta entre os diversos setores que compõem a instituição.

Este trabalho objetiva avaliar e relatar o estudo de caso realizado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde se verifica um crescimento acentuado no consumo e demanda de energia elétrica e evidencia-se, em determinados meses o pagamento de multas por ultrapassagem da demanda contratada. Este fato aliado à falta de uma política eficaz de combate aos desperdícios levou ao desenvolvimento de uma série de pesquisas visando inicialmente avaliar as condições técnicas do sistema elétrico da UFSM, características e hábitos de consumo. Com estas informações pretende-se propor medidas de combate aos desperdícios de forma a introduzir técnicas de GLD no Campus que controlem a demanda e reduzam o consumo.

Com a análise das contas de energia dos últimos anos, a UFSM tem registrado além de ultrapassagens, sucessivos aumentos na demanda de energia elétrica, como pode ser visualizado na Figura 1. Esse crescimento reflete um incremento na demanda atual de aproximadamente 6% ao ano, ou seja, maior que o crescimento interno da oferta de energia elétrica no Brasil, que cresceu somente cerca de 4,9% no mesmo período (BEN, 2008). Atualmente, com o programa de expansão das universidades federais (REUNI) espera-se um significativo aumento no consumo de energia, devendo a UFSM estar preparada para tal.

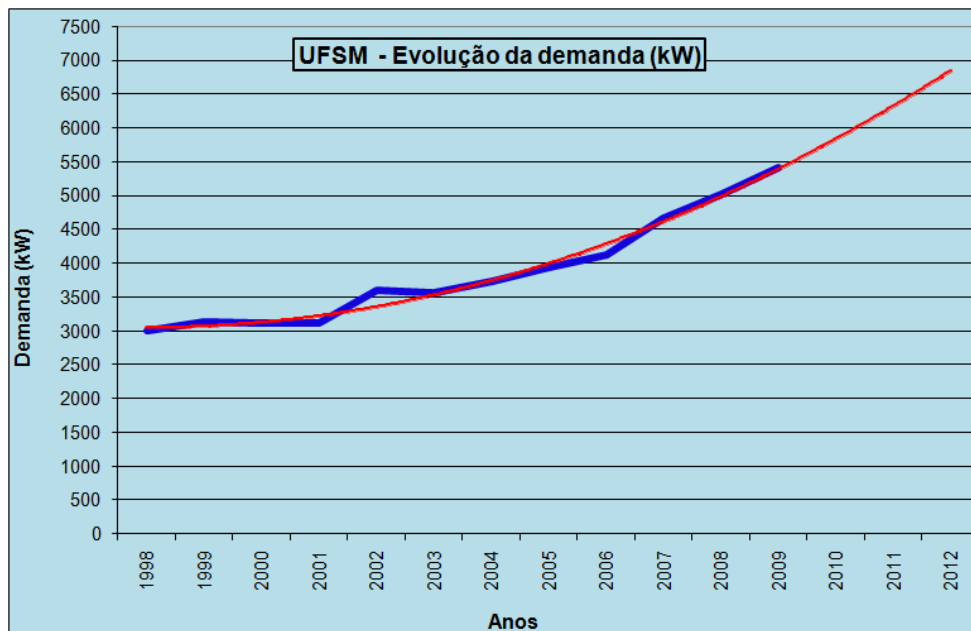


FIGURA 1 – Evolução da demanda do ano de 1998 até 2009 com sua curva de tendência

A UFSM possui um sistema com medição em média tensão de 13,8kV e sua rede de distribuição interna data, na maior parte, da década de 70 e já não estão corretamente dimensionada para atender a atual demanda. Com o objetivo de identificar os potenciais de economia de cada instalação da instituição, fez-se necessária a criação de uma base de dados atualizada.

Iniciou-se então, uma completa inspeção das instalações elétricas da UFSM, agregando o levantamento completo da rede de distribuição, medições da demanda e o levantamento de carga de alguns prédios. Com isso, pode-se estimar a real porcentagem de significância de cada equipamento sobre a magnitude total da curva de carga. Observando-se, desta forma, a quantidade de aparelhos e a duração de utilização dos mesmos ao longo do dia de acordo com os hábitos e costumes dos funcionários, alunos e professores da UFSM.

Os prédios destinados ao alojamento dos alunos foram alvos de estudos específicos, pois neles existe a possibilidade de instalação de coletores solares, que podem contribuir significativamente para a redução do consumo dos chuveiros elétricos no horário de ponta. Além do levantamento da carga instalada e medição da demanda, foi aplicado um questionário que objetivou conhecer os hábitos de consumo dos alunos da casa do estudante (CEU).

A correta aplicação de técnicas de gerenciamento da demanda e um controle contínuo da utilização da energia elétrica poderão ajudar a evitar os desperdícios e aumentar a eficiência de todo o complexo elétrico da UFSM. Atualmente o Brasil possui alguns programas que estimulam a busca pela eficiência energética, como o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. No entanto, ainda faltam ações mais eficazes por parte dos gestores públicos no sentido de buscar a redução da demanda e consumo de forma continuada com incentivo ao uso de fontes alternativas de energia.

2.0 - CARACTERIZAÇÃO DA CARGA EM ESTUDO

A UFSM é uma Instituição Federal de Ensino Superior, constituída como Autarquia Especial vinculada ao Ministério da Educação, e foi fundada em 18 de março de 1961. É composta por nove unidades universitárias, e sua sede e principal área é denominada "Campus", localizada no centro geográfico do estado do Rio Grande do Sul, distante 290 km de Porto Alegre, junto à RST 287, no bairro Camobi de Santa Maria (2).

A área territorial total da UFSM é de 1.863,57 hectares, nos quais as edificações perfazem 266299,69 m² de área construída no Campus.

O aquecimento e refrigeração dos ambientes são realizados em sua quase totalidade a partir de aparelhos de ar-condicionado do tipo janela.

No campus localizam-se prédios destinados ao alojamento de alunos de graduação e pós-graduação, a Casa do Estudante Universitário do Campus (CEU II). Nestes, o aquecimento da água para banho é feito através de chuveiros elétricos.

3.0 - METODOLOGIA

Determinados dados sobre a rede elétrica, assim como a obtenção de parâmetros do sistema elétrico de potência, pedem uma base atualizada da situação atual da rede elétrica. Com isso, pretende-se identificar pontos em que o sistema possa estar mais debilitado e com sobrecarga, portanto, quando se possui um levantamento físico atualizado e georeferenciado de toda rede elétrica, pode-se encontrar a melhor maneira para diminuir os desperdícios relacionados às perdas da energia elétrica.

Para satisfazer a falta de informações do sistema elétrico da UFSM, fez-se uma completa inspeção da rede de distribuição. Com o auxílio de um GPS (*Global Positioning System*) os quase 12 km de extensão da rede de média tensão foram mapeados, fotografados e atualizados em meio digital. Todas as características da rede de distribuição foram apontadas, como altura e tipo de poste, tipo de estrutura de sustentação, bitolas e tipos de cabos, tipos de chaves e transformadores, conforme o padrão da concessionária local.

Em sintonia com o levantamento físico das instalações, fez-se a medição das principais grandezas elétricas de cada subestação dos prédios do Campus. Todavia, no caso desse trabalho, concentraram-se os estudos para a demanda média de cada prédio registrada pelo MUG. O medidor ficava instalado em cada subestação por, no mínimo, sete dias corridos. Através da medição foram detalhados os dados sobre o comportamento e uso da energia elétrica durante o dia.

O multimedidor de grandezas foi programado para registrar a cada intervalo de 1 minuto os dados da demanda ativa, reativa, tensão, corrente e o fator de potência. Esse medidor gera um arquivo na sua memória de massa que pode ser exportado para uma planilha do Excel. Dessa forma, os dados são devidamente tratados através de planilhas do programa, o que possibilita uma melhor visualização curva de carga.

O terceiro passo foi o levantamento de carga de alguns prédios. Nesses, através da confecção de uma planilha, apontou-se todos os equipamentos elétricos do prédio do Centro de Tecnologia (CT) e dos prédios da Casa do Estudante.

Quando se compila todos esses dados levantados, podem-se identificar as características individuais de cada tipo de prédio presente no campus e, uma vez conhecendo-se essas características, pode-se analisar a viabilidade da aplicação de técnicas de gerenciamento de carga específicas a cada um deles. Nesse contexto, a UFSM demonstra apresentar uma grande diversidade de cargas, pois no Campus existem inúmeras instalações de pequena potência descentralizadas, o que dificulta ainda mais o seu gerenciamento.

3.1. Conceitos e técnicas do GLD

Atualmente o sistema elétrico é regulado pela produção, ou seja, ao momento que a carga vai aumentando, as unidades geradoras tendem a suprir esse aumento; contudo, o controle na demanda vem em contradição ao atual modelo de gerenciamento, objetivando diminuir os grandes investimentos em parques geradores e os impactos ambientais associados. Desta forma, o planejamento e execução de várias atividades que implicam em mudanças no consumo de energia elétrica, mantendo a qualidade do seu uso, são caracterizados como Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD). As mudanças desejadas geralmente podem ser melhor visualizadas na curva de carga típica de cada consumidor. Nelas torna-se evidenciada a possibilidade do deslocamento do pico da demanda, através da mudança de hábitos de consumo. No caso da efetiva redução, pode-se, inclusive, gratificar os consumidores com compensações financeiras, criando assim um ciclo sustentável de redução da demanda.

Porém, segundo (CAMARGO & TEIVE, 2006), é preciso diferenciar as ações isoladas de cada consumidor das ações das concessionárias, pois as ações individualizadas não são consideradas técnicas de GLD e normalmente nem sempre as mesmas são otimizadas no sistema como um todo. É considerado GLD, portanto, o emprego de ações que contribuam para a redução da demanda e ao mesmo tempo tenham um ótimo gerenciamento, de forma que se possa melhorar todo o sistema de distribuição.

Nesse contexto é que se insere o sistema de distribuição de energia elétrica da UFSM. As ações coletivas, objetivando a melhor utilização de energia, observando os pré-requisitos do GLD devem buscar um ótimo gerenciamento das cargas, deslocando e priorizando demandas de todo o sistema ao longo do dia. O GLD procura otimizar o sistema, aliando a confiabilidade e qualidade ao comportamento da carga de forma a promover mudanças nas características de consumo.

3.1.1 Objetivos do Gerenciamento Energético

O GLD objetiva necessariamente a melhor alocação dos recursos energéticos disponíveis. Essa distribuição uniforme, feita de maneira inteligente, poderá contribuir para a redução dos desperdícios associados à utilização da energia elétrica.

Assim, destacam-se alguns objetivos principais do gerenciamento, como segue:

- Eliminação dos desperdícios;
- Controle instantâneo das medições do consumo de energia;
- Aumento da eficiência das instalações;
- Controle dos contratos de energia (consumidores com medição em alta tensão);
- Mudança nos padrões de consumo;
- Verificar instalações internas mal dimensionadas;
- Melhor alocação dos recursos energéticos dentro da instalação;
- Aumento da flexibilidade operacional e da confiabilidade do sistema;

Existem ainda dois aspectos importantes no que tange ao GLD, à conservação estratégica e ao crescimento estratégico da carga:

- **Conservação Estratégica**

Integra a conservação de energia ou diminuição dos desperdícios de energia através de auditorias de energia. Isso pode ser feito com tarifas para a conservação, uso final de outras formas de energia, como a energia solar ou sistemas de cogeração e geração distribuída para grandes sistemas.

A conservação estratégica visa, necessariamente, a diminuição do pico da curva de carga, obrigando assim os consumidores a usar racionalmente a energia e buscar alternativas eficientes para suprir a comodidade que a energia proporciona.

- **Crescimento Estratégico**

O crescimento estratégico pode ser considerado como uma das formas mais lucrativas para as concessionárias de energia. Essa técnica alia o crescimento uniforme do consumo com a manutenção plena da demanda de ponta do sistema. A técnica do crescimento auxilia também no aumento do fator de carga (FC) típico de cada instalação.

O crescimento estratégico incentiva o uso de novas tecnologias industriais e pode corresponder a uma parcela maior no mercado de energia. Podem-se aplicar, por parte da concessionária, tarifas promocionais aos consumidores que aumentarem seu consumo em horários que demandam menos energia. Uma indústria pode implantar mais um turno de trabalhos na madrugada, aumentando dessa forma sua produção e ganhando bonificações financeiras da concessionária. Atualmente já existem algumas tarifas promocionais para esse tipo de uso de energia, como por exemplo, a tarifa para irrigantes, que utilizam somente o período da noite para fazer a irrigação das plantações.

4.0 - RESULTADOS

Quando se analisaram as curvas de carga medidas em nos prédios da UFSM, comprovou-se, na maior parte dos casos, a influência dos equipamentos de ar-condicionado que contribuem drasticamente para o aumento da energia consumida. Isso é notável não apenas em função das mudanças na temperatura na estação do verão, mas também no inverno ele contribui também para o aumento da demanda. Nas estações de temperatura mais amenas, como o outono e a primavera, a demanda diminui consideravelmente comprovando a forte influência do uso dos equipamentos responsáveis pelo conforto térmico.

Os dados obtidos do levantamento da carga instalada no Centro de Tecnologia (CT) detalham que cerca de 67% da demanda total do prédio é de responsabilidade dos equipamentos de iluminação e aparelhos de ar-condicionado e ventiladores, como pode-se visualizar na Figura 2.

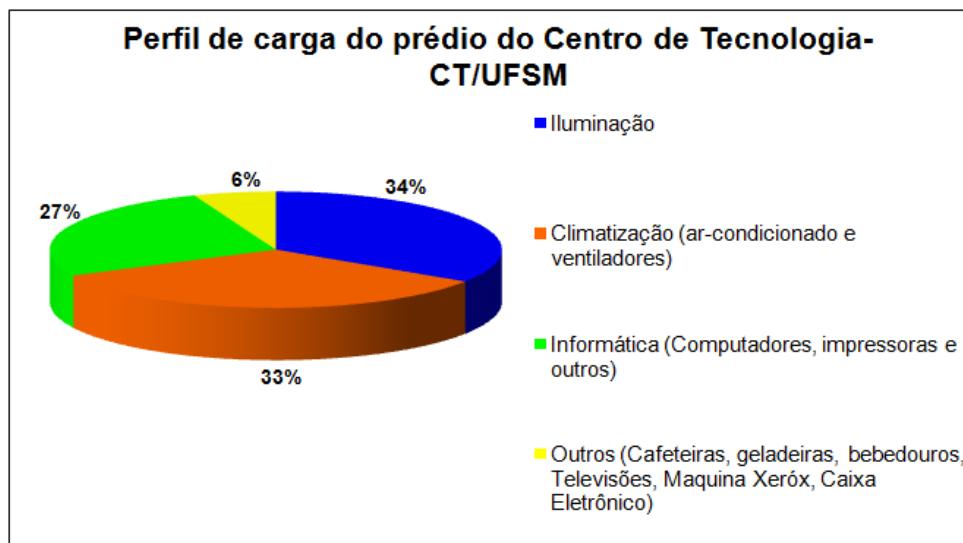


FIGURA 2 – Perfil da carga instalada no Centro de Tecnologia.

Em prédios, como os destinados para o alojamento dos alunos, têm-se uma característica totalmente diferente. Uma vez que nesses, existe a predominância de uma carga tipicamente residencial, onde o aparelho que demanda maior potência é o chuveiro elétrico, principalmente no horário de ponta do sistema (entre 18 e 21 horas). Juntamente com a medição aplicou-se um questionário aos moradores da CEU II, mostrando que aproximadamente 43% da população da CEU II utilizam o chuveiro elétrico no horário de ponta. Aliando esses dados e estudando a curva de carga medida no prédio, conclui-se que o aparelho responsável pelo aquecimento da água para o banho é o grande responsável pelo crescimento da demanda neste horário que é superior a 80% da média diária de acordo com a Figura 3.

A Figura 4 apresenta as curvas de carga de quatro prédios comparadas à curva de carga geral da UFSM. Nela visualizam-se as características de consumo do Prédio 7 (Centro de Tecnologia), Prédio 33 (CEU II), Prédio 44 (Centro de Ciências Rurais) e Prédio do Centro de Processamento de Dados (CPD).

Excetuando-se a CEU II, cujo perfil de consumo é predominantemente residencial, os demais prédios acompanham o comportamento de carga da UFSM que é tipicamente comercial.

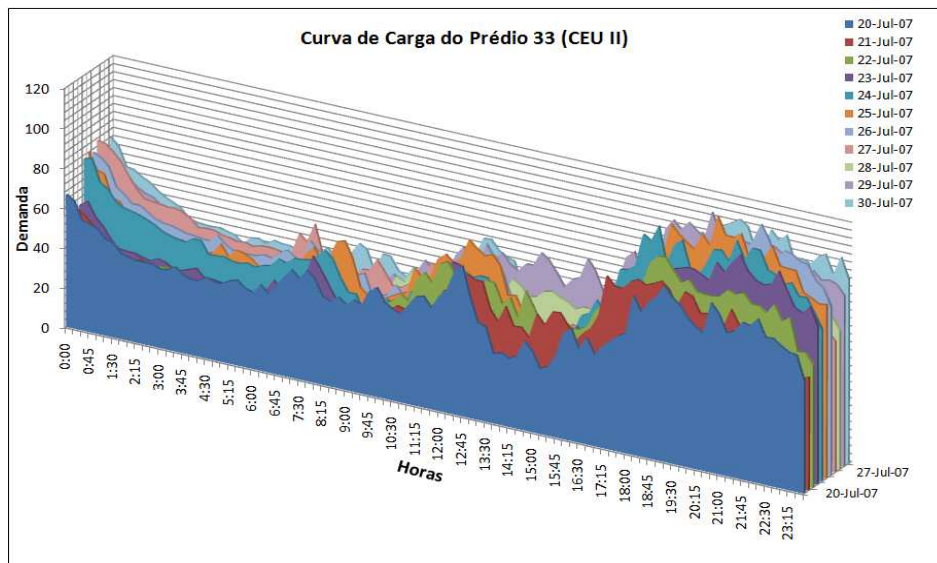


FIGURA 3 – Curvas de carga do prédio 33 da Casa do Estudante durante uma semana.

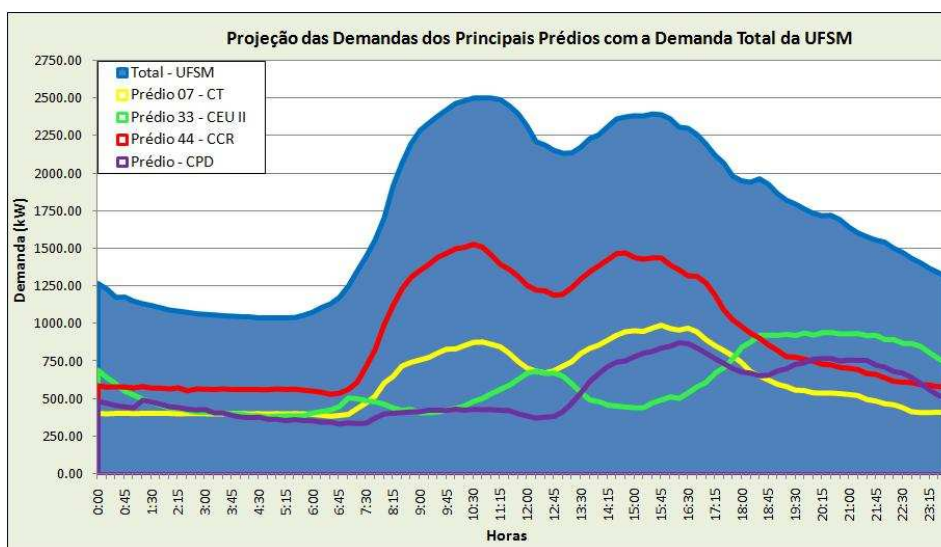


FIGURA 4 – Projeção das Demandas dos principais prédios com a Demanda média Total da UFSM.

A partir da análise dos dados coletados pode-se identificar uma série de ações de GLD a serem introduzidas nas instituições de ensino como a UFSM. Alguns procedimentos podem ser tomados de forma que se minimizem os crescimentos súbitos da demanda. Deve-se iniciar o gerenciamento por programas educacionais que objetivam mudar os hábitos de consumo de energia. Dessa maneira, busca-se a consciência das pessoas frente aos desperdícios que são evidenciados em prédios públicos do país. Contudo, essas ações, de forma isolada, geralmente tendem a não atingir os devidos objetivos.

Pode-se também, realizar uma reprogramação das cargas, otimizando a utilização de alguns aparelhos e distribuindo o seu uso ao longo do dia, melhorando o fator de carga do sistema. Assim, pode-se restringir o uso de aparelhos de ar-condicionado em horários de pico da demanda. Quando este método falha, pode-se cortar o fornecimento da energia, aplicando assim o corte forçado da demanda por controladores de demanda que podem ser setorizados e ajustados às características de cada prédio. Existem controladores de demanda que podem ser

programados e os controladores em tempo real, o que aumenta ainda mais a flexibilidade do gerenciamento. Esta medida deveria ser adotada na UFSM a partir da instalação de um controlador de demanda em um prédio piloto de forma que os resultados possam ser avaliados e melhorados.

Quando se fala em eficiência energética, deve-se também pensar em fontes alternativas de energia. Em estudo específico, nos prédios da CEU II, obteve-se a relação custo-benefício da instalação de um sistema de aquecimento para a água do banho através de coletores solares. Identificou-se que a instalação seria viável e traria benefícios significativos, pois aliviaria o sistema principalmente no horário de ponta. A introdução de fontes alternativas de energia nos prédios públicos é um elemento chave nos programas de GLD. No caso de uma instituição de ensino pública onde são realizadas inúmeras pesquisas visando à redução no consumo energética, é fundamental que formas alternativas de geração sejam colocadas em prática a fim de que a própria sociedade passe a verificar a eficácia destes sistemas e dissemine o uso de tais técnicas.

5.0 - CONCLUSÃO

Em consequência dos novos programas de reestruturação e crescimento da oferta de cursos superiores por parte do governo federal (Reuni) a UFSM deverá aumentar ainda mais sua infraestrutura na construção de novos prédios e laboratórios. Atualmente a UFSM é o maior consumidor de energia elétrica da cidade de Santa Maria e deverá aumentar consideravelmente a quantidade de energia consumida. A UFSM já investiu recursos financeiros para a modernização da medição em média tensão e na extensão de 3 novos alimentadores internos, no entanto ela terá que disponibilizar novos investimentos para que sustente as suas necessidades energéticas nos próximos anos.

Uma das formas de aliar esse crescimento da demanda à diminuição dos desperdícios é a aplicação de técnicas de GLD, pois, sabe-se que o valor da demanda (kW) é significativamente maior do que o valor do consumo (kWh), logo, ações que contribuam para o gerenciamento e corte do pico da demanda representarão impactos mais significativos e lucrativos para a instituição que podem ser replicados em projetos de eficiência energética no Campus, diminuindo ainda mais os desperdícios.

Nesse sentido, a inserção de técnicas de gerenciamento e de fontes renováveis de energia tendem a contribuir para a melhor distribuição dos recursos energéticos sem a ampliação física dos sistemas de geração e transmissão. Com relação ao meio ambiente, colabora-se no sentido de diminuir a parcela da poluição gerada por usinas termelétricas, por exemplo. No caso das instituições públicas de ensino, os governos estarão efetivamente incentivando o uso de fontes alternativas de energia e a redução do consumo mediante técnicas de GLD de forma a contribuir com o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Normalmente, em empresas privadas, o aumento da eficiência das instalações elétricas está ligado à substituição de lâmpadas e equipamentos por aparelhos mais eficientes, contudo, em órgãos públicos, que necessitam obrigatoriamente de licitações para a aquisição de equipamentos, nem sempre o quesito eficiência é levado em conta. Adquirem-se, muitas vezes, materiais e equipamentos que implicam em grandes desperdícios de energia, mas que no quesito preço, tendem a ser os mais baratos. Deveria haver, portanto, uma mudança de paradigmas dos gestores públicos para que fosse inserida a questão eficiência energética nos processos de licitação, tomada de preços e pregões de forma a cultivar-se a predominância de um perfil de uso racional e eficiente da energia em prédios públicos.

Nesse contexto, a educação afirma sua importância, na medida em que forma cidadãos conscientes. No que diz respeito às fontes de energia, essa consciência deve estar vinculada ao uso racional da energia elétrica e à diminuição dos desperdícios. Somente o uso sustentável dos recursos naturais poderá garantir a sobrevivência da vida no planeta, e, a educação, sem dúvida, é a chave para que os seres humanos busquem conviver em harmonia entre si e com o meio ambiente.

6.0 - PERSPECTIVAS FUTURAS

A próxima etapa do trabalho será a simulação e aplicação das técnicas de GLD nas curvas de demanda de cada prédio. Em resposta as diferentes características específicas de cada prédio serão avaliadas as técnicas que terão maior eficiência frente a essas diferenças. Em geral, sistemas de gerenciamento cortam o fornecimento da energia por determinados períodos de tempo em aparelhos específicos, nesse sentido, pode-se instalar um sistema

setorizado para que gerencie a utilização da energia em cada prédio da UFSM, observando as características particulares de cada um.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BEN 2008. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2008: Ano base 2007: Resultados Preliminares, Rio de Janeiro: EPE, 2008. 44 p;
- (2) UFSM EM NÚMEROS. Elaborado pela Coordenadoria de Planejamento Informacional – COPLIN. Pró-Reitoria de Planejamento, Junho de 2008;
- (3) CAMARGO, C. C. B., TEIVE, R. C. G. (2006). Gerenciamento pelo lado da demanda: aspectos técnicos, econômicos, ambientais e políticas de conservação de energia elétrica – Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2006, 287 p;
- (4) SOUZA, R. C. Rodrigues e Sardinha, Márcia Drummond (2005). Avaliação de ações de eficiência energética na Universidade Federal do Amazonas. In: I Congresso Brasileiro de Eficiência Energética. Belo Horizonte. MG.
- (5) BASTOS, Paulo R.F. De Moura, (2006). Eficiência Energética na Universidade Federal da Bahia. In: XVII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, Belo Horizonte, MG.
- (6) PROCEL (2002). Manual de Prédios Eficientes em Energia Elétrica. Cláudia Barroso Krause... [et al.]; José Luiz Pitanga Maia, coordenador – Rio de Janeiro: IBAM/ELETOBRÁS/PROCEL, 2002. 228p.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Leonardo Stöhlirck

Natural de Ibirubá, RS. Nascido em 22 de março de 1983
 Graduando (previsto 2009) em Engenharia Elétrica pela UFSM
 Estudante e aluno de iniciação científica modalidade PIBIC/CNPQ
 Membro do Centro de Estudos em Energia e Meio Ambiente (CEEMA/UFSM).

Lukas Neusser

Natural de Aachen, Alemanha. Nascido em 19 de dezembro de 1974
 Engenheiro Eletricista formado pela UFSM em 1999.
 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFSM
 Membro do Centro de Estudos em Energia e Meio Ambiente (CEEMA/UFSM).

Luiz Fernando Guarienti Martins

Natural de Santa Maria, RS. Nascido em 07 de julho de 1964
 Engenheiro Eletricista formado pela UFSM em 1999
 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFSM
 Membro do Centro de Estudos em Energia e Meio Ambiente (CEEMA/UFSM).

Luciane Neves Canha

Natural de Santa Maria, RS. Nascida em 16 de março de 1971
 Engenheira Eletricista formada pela UFSM em 1994
 Doutora em Engenharia Elétrica pela UFSM em 2004.
 Pesquisadora do Centro de Estudos em Energia e Meio Ambiente (CEEMA).

Alzenira da Rosa Abaide

Natural de Santa Maria, RS. Nascida em 04 de setembro de 1957
 Engenheira Eletricista formada pela UFSM em 1980
 Doutora em Engenharia Elétrica pela UFSM em 2005.
 Pesquisadora do Centro de Estudos em Energia e Meio Ambiente (CEEMA).