

Sistema Inteligente de Gestão de Energia em uma Instituição Pública de Ensino

André Ross Borniatti*. Daniel Pinheiro Bernardon**. Giuliano Bolognesi Archilli***. Isabel Figuera Hartmann****. Lucas Thadeu Orihuela da Luz*****. Luciane Neves Canha*****. Marcia Henke*****. Pedro Daniel Bach Montani*****. Táisson Soares Graebner*****. Tiago Bandeira Marchesan*****

*Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil; (e-mail: andre.borniatti@gmail.com)
 **Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil; (e-mail: dpbernardon@ufsm.br)
 ***CPFL Energia S.A., Campinas/SP, Brasil; (e-mail: giuliano@cpfl.com.br)
 ****Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil; (e-mail: isafiguera@gmail.com)
 *****Mont Soluções em Engenharia Ltda, Porto Alegre/RS, Brasil; (e-mail: lucasthadeuluz@gmail.com)
 *****Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil; (e-mail: lucianecanha@ufsm.br)
 *****Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil; (e-mail: henke@redes.ufsm.br)
 *****Mont Soluções em Engenharia Ltda, Porto Alegre/RS, Brasil; (e-mail: pedro@montsolucoes.com.br)
 *****Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil; (e-mail: tsgraebner@hotmail.com)
 *****Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil; (e-mail: tiago@ufsm.br)

Abstract: The article proposes the implementation of an energy management system in a Public Educational Institution based on NBR ISO 50.001 / 2018 with a view to reduce electricity expenses. The necessary steps for its implementation will be described in order to implement proactive methods and practices for the supervision, control and acquisition of data in public institutions. This work is in the final stage of implementation and was developed at the Technology Center (CT) of the Federal University of Santa Maria (UFSM). The other actions institutionally implemented by the University to reduce losses and waste of electrical energy and their results, such as the installation of capacitor banks, review of the administrative process for bill payment, guidance to the agents involved on the rational use of electricity and adjustment in demand contracted with RGE, a local electricity distribution concessionaire. Partial results demonstrate a reduction of up to R \$ 150 thousand in UFSM's monthly electricity bill.

Resumo: O artigo propõe a implementação de um sistema de gestão de energia em Instituição Pública de Ensino baseado na NBR ISO 50.001/2018 com vistas a redução de despesas com energia elétrica. Serão descritas as etapas necessárias para a sua implantação com a finalidade de implementar métodos e práticas proativas para a supervisão, controle e aquisição de dados em instituições públicas. Esse trabalho encontra-se em fase final de implementação e foi desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), utilizando o Centro de Tecnologia (CT) como projeto piloto. Também serão comentadas neste trabalho as demais ações implementadas institucionalmente pela Universidade para a redução de perdas e do desperdício de energia elétrica e os seus resultados, tais como instalação de bancos de capacitores, revisão no processo administrativo de pagamento das faturas, orientações aos agentes envolvidos sobre a utilização racional da energia elétrica e ajuste na demanda contratada junto a RGE, concessionária local de distribuição de energia elétrica. Resultados parciais demonstram uma redução de até R\$ 150 mil na fatura mensal de energia elétrica da UFSM.

Palavras-chaves: Energia elétrica; Consumo de Energia Elétrica; Gestão de energia; Recursos Públicos; Eficiência energética.

1. INTRODUÇÃO

Entre as Instituições Públicas de Educação Superior, encontram-se, atualmente, 69 (sessenta e nove) Universidades Federais. Essas instituições desempenham um importante papel no desenvolvimento científico e tecnológico do país, respondendo por uma parcela significativa da produção científica brasileira e pela formação de profissionais nas mais diversas áreas de conhecimento. Constatou-se que, em grande parte destas instituições públicas, o gasto com energia elétrica é um dos maiores custos do orçamento anual. De acordo com a Secretaria de Ensino Superior (SESu), do Ministério da Educação, o valor total pago em 2015 apenas pelas

Universidades Federais foi de cerca de R\$ 430.000.000,00. Esta situação motivou uma chamada pública da ANEEL com utilização de recursos dos programas de P&D e Eficiência Energética (ANEEL Chamada N°. 001/2016).

Este trabalho se originou de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética, denominado Projeto P&D 0396-0038/2016, executado pela RGE, UFSM e Mont Soluções e tem o objetivo de propor ações proativas que reduzam as despesas com a energia elétrica e promovam a conscientização quanto à utilização eficiente deste insumo. Será abordada a implementação do Sistema de Gestão de Energia na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), interior do estado do Rio Grande do Sul.

O sistema de gestão de energia que está sendo implementado na UFSM apresenta potencial de redução de despesas com energia elétrica, contemplando metodologia, ações eficientes de gestão, controle da contratação, utilização da energia e, custo da fatura de energia elétrica com a distribuidora de energia. O sistema prevê a elaboração de um programa de eficiência com metas e justificativas das ações, apoiados pela administração da UFSM. O objetivo é empreender ações visando conscientizar e envolver docentes, técnicos administrativos, alunos e demais partes interessadas no programa, avaliar as oportunidades com a implementação de projeto de minigeração e eficiência energética baseado em fontes renováveis, dentre outras funções.

Para que fosse possível a redução das despesas com energia elétrica na UFSM foi criada uma Equipe para implementar e gerir um Sistema de Gestão de Energia (SGE) adotando a Norma NBR ISO 50.001/2018. A norma define a necessidade de criação de uma política energética, indicadores de desempenho energético, definição de objetivos e metas da organização, que devem ser atualizadas periodicamente. A forma de aquisição e utilização da energia devem ser analisadas no início do trabalho e revisadas periodicamente.

Este artigo abordará a sistemática implementada do projeto detalhando as ações de eficiência energética, medidores utilizados, software para acompanhamento do sistema, ações de eficiência energética e instalação do sistema de geração fotovoltaico.

2. SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA

Considerando-se a quantidade de unidades e extensão física do campus, inicialmente o SGE será implantado no prédio principal do Centro de Tecnologia (CT) onde já há um nível de maturidade inicial em relação ao tema criando, desta forma, condições favoráveis ao ajuste dos processos e controle de documentos obtendo resultados mais rapidamente. Após consolidação no CT, planeja-se a expansão do SGE para as demais unidades da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

A NBR ISO 50.001/2018 preconiza desde a aquisição, utilização, práticas de consumo consciente, eficiência energética, entre outros pontos referente a energia elétrica.

O sistema está sendo estruturado de forma a atender todos os requisitos da Norma adequados a uma Instituição Pública de Ensino Superior. Pela amplitude da instituição, atenção especial deverá ser dada à comunicação e responsabilidade entre as diversas unidades.

Foi instalado um medidor de energia elétrica na subestação do CT, possibilitando análise individual do consumo de energia do prédio, para monitoramento de dados e indicadores de desempenho. O medidor é dotado de comunicação a um banco de dados da universidade através de rede sem fio (LoRaWAN). Os dados serão adquiridos automaticamente pelo software, juntamente com os demais parâmetros para que o cálculo dos

indicadores seja realizado com a menor intervenção humana possível, evitando de erros.

Para acompanhar e apoiar a implementação, monitorar resultados e centralizar a documentação, está em fase final de desenvolvimento um software para suportar todas as funções do SGE de forma que a gestão do sistema seja efetuada com eficácia garantindo o pleno controle de todos os documentos do sistema. Considerando que o software está sendo desenvolvido concomitantemente à implementação do sistema é importante que a plataforma tenha funções que possam facilmente ser parametrizadas para contemplar necessidades futuras visando garantir plena aderência a todas as necessidades do projeto. Para garantir que o software suporte plenamente os requisitos do projeto a especificação foi elaborada considerando esta particularidade. A Figura 1 demonstra a tela de login do sistema.



Fig. 1 Tela do software de Gestão de Energia

Após implementação do software, será criada uma página no Facebook com a finalidade de divulgação para a comunidade em geral. Nesta etapa o projeto alcançará todas as unidades do CT e a participação e conscientização da quantidade máxima de servidores e partes interessadas possíveis. Também estão previstos treinamentos no sistema e conscientização na utilização racional e inteligente da energia elétrica.

Como parte integrante deste sistema tem-se a análise das instalações e a implementação de ações de eficiência energética. Um primeiro diagnóstico energético já foi realizado conforme as seguintes etapas:

- Mensuração do consumo de energia elétrica nos principais usos finais e indicações de ações de eficiência energética envolvendo a substituição de tecnologias mais eficientes nas suas instalações;
- Estudo para instalação de sistema de geração de energia elétrica a partir de painéis solares de acordo com as regras da Geração Distribuída;
- Estruturação de um processo de Etiquetagem das Instalações das Edificações da Unidade;
- Análise da inserção das disciplinas de eficiência energética e geração distribuída na grade curricular dos cursos de

Engenharia Elétrica, Civil e Arquitetura, além de suas pós-graduações;

- Estudos referentes ao impacto da geração distribuída na rede da distribuidora:

- Perfil de tensão no(s) alimentador(es);

- Carregamento do(s) transformador(es) (medir e simular);

- Injeção de harmônicos;

- Perdas (aumento ou redução);

- Ilhamento;

- Correção de fator de potência e serviços ancilares, incluindo modelos de remuneração para o consumidor;

- Limite e sustentabilidade da inserção de geração distribuída na rede local;

- Eficiência técnica e econômica da(s) tecnologia(s) escolhida(s).

Esta análise resultou na implementação nas seguintes ações:

- Substituição de 1.300 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e reatores, por lâmpadas com tecnologia led tubular de 18W nas salas de aula e/ou salas administrativas. Os reatores utilizados são do tipo eletrônicos e consomem 1W;

- Substituição de 56 pontos com lâmpadas e reatores de VSAP (Vapor de Sódio de Alta Pressão) de 250W por luminárias de Led de 150W na iluminação de suas vias públicas.

- Foi implementado também um sistema de telegestão para a otimização da utilização da iluminação das vias públicas internas da UFSM, visando a redução da potência em horários de menor circulação, ou seja, durante a madrugada e, consequentemente redução de custos com energia elétrica.

Para as ações na iluminação foi considerada a necessidade de atendimento a NBR 5413 com realização de medições antes e depois das substituições afim de que o nível de iluminamento atendesse a referida norma.

- Instalação de um sistema de minigeração de energia elétrica utilizando cerca de 380 módulos fotovoltaicos, com capacidade instalada de aproximadamente 100 kWp. Figura 2 demonstra a planta instalada ao lado do Prédio 09E (Intituto de Redes Inteligentes).



Fig. 2 Planta de Minigeração Fotovoltaica

Buscando a maximização de resultados, existem outras iniciativas como sendo parte integrante das ações de implementação do sistema de gestão de energia em andamento, tais como:

- Inclusão e monitoramento de resultados através de Sistema de arrefecimento geotérmico e reconfigurações fotovoltaica solar, conforme demonstrado na figura 3.



Fig. 3 Planta experimental reconfiguração geotérmica

Esta planta de microgeração está instalada próximo ao Centro de Eventos da UFSM.

- Otimização Recursos Integrados de Geração na UFSM.
- Impacto da Minigeração nas Redes Elétricas da UFSM.
- Arranjos Técnico e Comercial da Minigeração.
- Sistema de Telegestão da Iluminação Pública.
- Iluminação de Salas de Aula e corredores.
- Sistemas de Climatização.
- Sistema de Comunicação dos Medidores com LoRaWAN.
- Central de Monitoramento.

Ao todo foram instalados 60 medidores de energia nas unidades acadêmicas da UFSM, com acesso remoto via *smartphone*, *notebook*, *tablet*, etc., possibilitando monitoramento do consumo de energia elétrica em tempo real. A figura 4 mostra a localização dos medidores instalados no campus de Santa Maria.

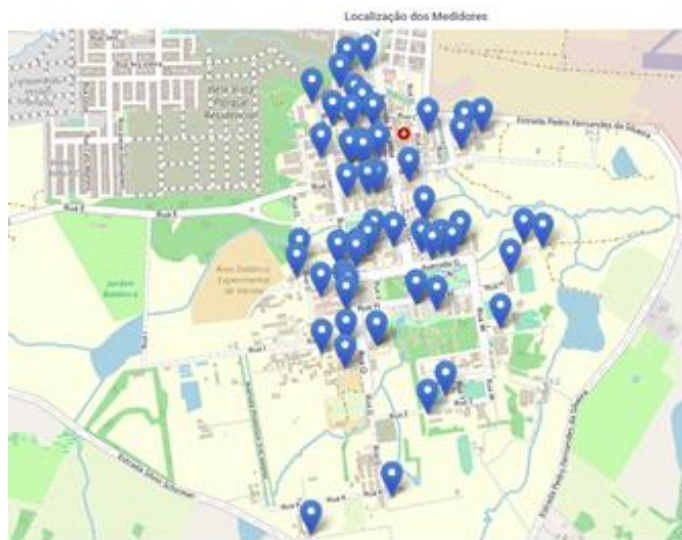


Fig. 4 Localização dos medidores no Campus Santa Maria

3. DEMAIS AÇÕES IMPLEMENTADAS

Com o objetivo de controlar e reduzir os custos com energia elétrica na Universidade Federal de Santa Maria diversas ações foram realizadas. Entende-se que várias pequenas ações têm resultados significativos em seu somatório. As principais ações são relatadas abaixo.

a. Ações para evitar o pagamento de multas:

- Ajuste no processo administrativo de pagamento das faturas de energia elétrica: O processo foi revisto e redefinido. A partir de outubro/2019 os pagamentos são executados ainda dentro do prazo de vencimento da fatura, logo sem a incidência de multas de mora.

- Instalação de bancos de capacitores: Com o objetivo de ajustar o fator de potência das instalações da Universidade e estancar o pagamento de multas por excesso de reativos foram instalados dois bancos de capacitores totalizando 600kVAR, um em cada troncal dos alimentadores da UFSM. Um investimento de R\$ 40.000,00. A partir de agosto/2019 o fator de potência foi ajustado e não teve mais a incidência de multas por este motivo. A figura 5 mostra o equipamento instalado na Av. Roraima e a figura 6 demonstra a evolução dos pagamentos com multas por excesso de reativos.



Fig. 5 Banco de Capacitores instalado na UFSM



Fig. 6 Pagamento de multas por excesso de reativos

Ajuste na contratação de energia junto a RGE: Foi ajustado o contrato de fornecimento junto a RGE, concessionária local, conforme legislação vigente. A partir de agosto/2019 não existem mais valores na conta por ultrapassagem da demanda contratada.

b. Ações visando evitar o desperdício de energia elétrica:

- Orientações quanto a utilização das salas de aulas e salas administrativas: Algumas orientações ao corpo de professores da UFSM foram realizadas com o objetivo de evitar o desperdício de energia elétrica, tais como:

- Uso moderado de ar-condicionado e elevadores
- Desligar tudo nas salas antes de sair
- Desligar frigobares em salas e usar refrigeradores coletivos
- Desligar Quentinhas após as 18h
- Evitar banhos na Casa do Estudante entre 18 e 21h

Estas orientações foram disseminadas a partir de áudios enviados pela Reitoria a cada Centro de Ensino e também por

mensagens no site e e-mail's para todos os servidores. A adesão foi ampla e contribui muito para que os resultados fossem alcançados.

- Instalação de 12 lâmpadas Leds para iluminação do estacionamento principal do CT: Em continuidade a instalação de luminárias com tecnologia LED, a UFSM instalou mais 12 pontos de iluminação pública em substituição às lâmpadas vapor de sódio. Estas luminárias possuem tecnologia mais moderna e rendimento mais alto o que possibilita a redução da potência mantendo a intensidade luminosa anterior. Estas luminárias são equipadas com dispositivos de comunicação que permitem telegestão, logo podem reduzir o fluxo luminoso durante a madrugada, o que contribui para baixar os custos com a energia elétrica.

4. RESULTADOS

O resultado principal deste projeto é a implementação do Sistema de Gestão de Energia no CT, onde será possível padronizar, monitorar e controlar as despesas com energia elétrica da UFSM. Planeja-se a expansão futura deste Sistema aos demais Centros da Universidade.

Em um dos pilares do sistema, estão as ações de eficiência energética e os resultados das suas ações foram:

- Energia Gerada pelo SSFV de 142,44 MWh/ano;
- Energia economizada na iluminação de 82,8 MWh/ano;
- Demanda retirada da ponta de 25,03 kW;
- Investimento de aproximadamente R\$ 1 MM
- Redução anual na fatura de R\$ 127.127,69

Outros resultados referentes as demais ações implementadas na UFSM, temos:

- Retirada de todos os valores de multas pagas pela Universidade na fatura de energia elétrica, seja por atraso no pagamento, excesso de reativos ou ultrapassagem na demanda contratada.

- Redução do desperdício através da orientação aos professores, alunos, servidores técnico-administrativos e demais agentes envolvidos quanto a correta utilização da energia elétrica.

Somando estes resultados, temos uma redução de aproximadamente R\$ 150.000,00 na fatura de energia elétrica, conforme demonstrado na figura 7.

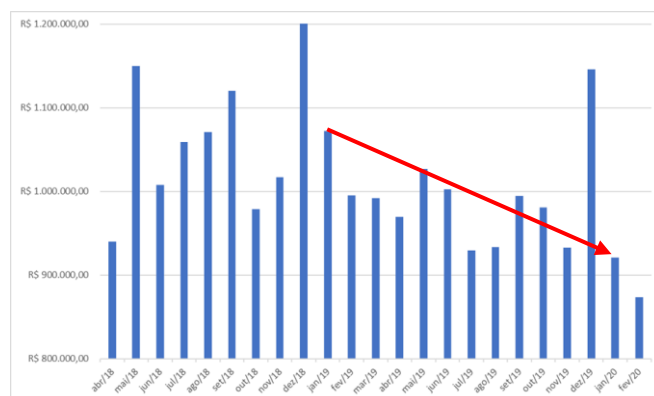


Fig. 7 Evolução da Fatura de Energia Elétrica da UFSM

5. CONCLUSÃO

O uso racional da energia é uma necessidade para a preservação dos recursos da natureza e redução de custos, portanto, depende de uma mudança de cultura associada a várias ações como ajuste da demanda contratada, troca de modalidade ou de subgrupo consumidor, conscientização dos servidores, alunos e demais pessoas envolvidas para que os mesmos estejam engajados e comprometidos e, as metas de economia sejam alcançadas. Para isso todos no meio acadêmico devem ser constantemente incentivados a contribuir com os esforços para a economia de energia e seus benefícios para a organização e para a sociedade como um todo.

Considerando que a UFSM é uma universidade pública, quando estamos nos referindo a reduzir custos, podemos considerar esta redução expandida para toda a sociedade, uma vez que os impostos pagos por todos os cidadãos são utilizados para este fim, inclusive. Como resultado secundário e não menos importante, a UFSM terá mais recursos para destinar à educação, sua atividade fim.

Outros resultados importantes deste projeto serão obtidos através da geração de conhecimento em relação a produção e uso da energia que resultará das diversas pesquisas que fazem parte deste trabalho.

De acordo com o Portal UFSM em números, a UFSM possui aproximadamente 2.700 técnicos administrativos em educação, 2.000 docentes, além de cerca 30.000 alunos que se renovam permanentemente e terão grande potencial para disseminar os conceitos de uso racional da energia em suas áreas de atuação na sociedade.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – (CAPES – PROEX) – Código de Financiamento 001.

Os autores agradecem a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM por apoiar o desenvolvimento da pesquisa através do Programa de PósGraduação em Energia Elétrica.

Os autores agradecem o apoio técnico e financeiro do Grupo CPFL Energia pelo projeto P&D 0396-0038/2016, aos programas de P&D e PEE regulados pela ANEEL.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 50.001, Sistemas de Gestão da Energia - Requisitos com orientação para uso, 31 de agosto de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução 482/2012. 17 de abril de 2012.

Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução 687/2015. 24 de novembro de 2015.

Disponível em:

<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. CHAMADA Nº. 001/2016 - PROJETO PRIORITÁRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ESTRATÉGICO DE P&D: “EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E MINIGERAÇÃO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR”, Brasília, outubro 2016. Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/documents/656831/15136291/FAQ+1/d67acfd0-9919-4666-a448-1385cc83fa11>. Acesso em: 19 mai. 2020.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 414, 09 de setembro de 2010. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2018.

ANEEL (2017a) - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Bandeiras Tarifárias. Brasília, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/1VUdU57>. Acesso em: 04 jun. 2020.

BRASIL, Lei n. 8.631, de 04 de março de 1993. Dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica, extingue o regime de remuneração garantida e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder executivo, Brasília, DF, 05 de mar. 1993. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1993/lei-8631-4-marco-1993-363230-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 17 abr. 2018.

CPFL ENERGIA. Tarifas RGE. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2MNeZLg>. Acesso em: 15 jun. 2020.

PORTAL UFSM EM NÚMEROS. Disponível em: <https://portal.ufsm.br/ufsm-em-numeros/publico/index.html>. Acesso em: 19 jun. 2020.

PROJETO P&D 0396-0038/2016. RGE, UFSM e Mont Soluções. Soluções Inovadoras de Eficiência Energética e Minigeração em Instituição Pública Federal de Ensino. 2017.