

## **APROVEITAMENTO DE ÓLEO RESIDUAL DOS RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL E GERAÇÃO DE ENERGIA NA UFSM**

**Mauricio Sperandio<sup>1</sup>**  
**Adrieli Ruviaro<sup>2</sup>**  
**Guilherme Domeneghi<sup>3</sup>**  
**Priscila Ebert<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> CEESP, UFSM, Santa Maria – RS, Brasil, mauricio.sperandio@ufsm.br  
adrieli.ruviaro@hotmail.com; guilhermedomeneghi@gmail.com  
pri.ebert@hotmail.com

### **Introdução**

É de suma importância para o desenvolvimento sustentável dos países buscar soluções para diversificar os recursos e descentralizar a geração de energia, utilizando principalmente os recursos renováveis e que não requerem alta tecnologia (SOUZA et al., 2004). O significativo crescimento populacional colabora para o consumo demasiado dos recursos, destinados principalmente para a produção de alimentos e energia e, como consequência, há um aumento na produção de resíduos, sejam eles sólidos ou líquidos.

Diante da união desses fatores tem-se buscado uma correlação para que os recursos sejam aproveitados da melhor forma possível, aliando também a redução nas emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Tendo em vista que a produção de alimentos não é um fator a ser limitado, a solução está em reaproveitar os resíduos gerados para produção de energia. Neste contexto o presente trabalho visa reaproveitar os resíduos de óleo de cozinha produzidos nos restaurantes universitários da Universidade Federal de Santa Maria para produção de biodiesel e geração de energia no campus, visando dois principais aspectos, evitar o descarte incorreto dos resíduos e reduzir a fatura de energia da universidade que atualmente se aproxima de um milhão de reais.

O descarte do óleo de fritura pode ser um problema, se feito de maneira inadequada, causando prejuízos ao meio ambiente, pois quando submetido a altas temperaturas sofre uma degradação que modifica as características físicas e químicas, tornando-se mais viscoso e ácido (COSTA, 2011). A cada um litro de óleo despejado no esgoto urbano cerca de um milhão de litros de água são poluídos (BARBOSA & PASQUALETTO, 2007) e estima-se que no Brasil sejam produzidos quatro bilhões de litros de óleo de fritura por ano, sendo que dois bilhões são descartados (SILVEIRA & VIEIRA, 2008). Dessa forma é essencial buscar alternativas para o reaproveitamento desse resíduo, de forma a agregar valor e evitar o seu descarte na natureza.

### **Material e Métodos**

O desenvolvimento do trabalho foi feito com o auxílio do software Vensim®, onde foi desenvolvida uma modelagem em Dinâmica de Sistemas, na qual leva em consideração as curvas de demanda da universidade e a disponibilidade de matéria-prima (óleo de fritura) como variáveis de entrada, fornecendo a fatura de energia sem a inserção do gerador, a fatura com a inserção do gerador, o consumo de biodiesel e matéria-prima, bem como os custos de produção do biodiesel.

A fatura atual de energia do campus é cerca de um milhão de reais, parte desse valor é devido às ultrapassagens de demanda contratada pela universidade, com isso a modelagem é feita para que o gerador entre em operação sempre que a demanda medida ultrapassar a demanda contratada. A modalidade tarifária no qual participa a universidade, bem como os dados de demanda, capacidade de produção de biodiesel e de geração de energia são apresentados nas seções a seguir.

### Estrutura tarifária da UFSM

A estrutura tarifária é regulamentada por normativas sobre responsabilidade da ANEEL. Consumidor é o nome dado à pessoa física ou jurídica, no caso a universidade, que está conectado ao sistema elétrico de potência. A divisão entre os diversos tipos de consumidores é feita por grupos e respectivos subgrupos de acordo com a tensão de fornecimento da energia elétrica. A UFSM no caso pertence ao grupo A, ou seja, conectados a alta tensão e subgrupo A4. Este subgrupo é aberto à escolha entre duas modalidades tarifárias, a horária azul e a verde. A modalidade que a universidade possui contrato é na horária azul, considerando diferentes valores de tarifas de acordo com o horário de ponta e fora de ponta, tanto na parcela de consumo quanto na de demanda. O valor do atual contrato para o período fora de ponta é de 5 MW e na ponta é de 3 MW. Com base no histórico de um ano de medição da potência ativa, durante o período de março de 2016 a fevereiro de 2017, o pico de cada mês é apresentado na Figura 1.

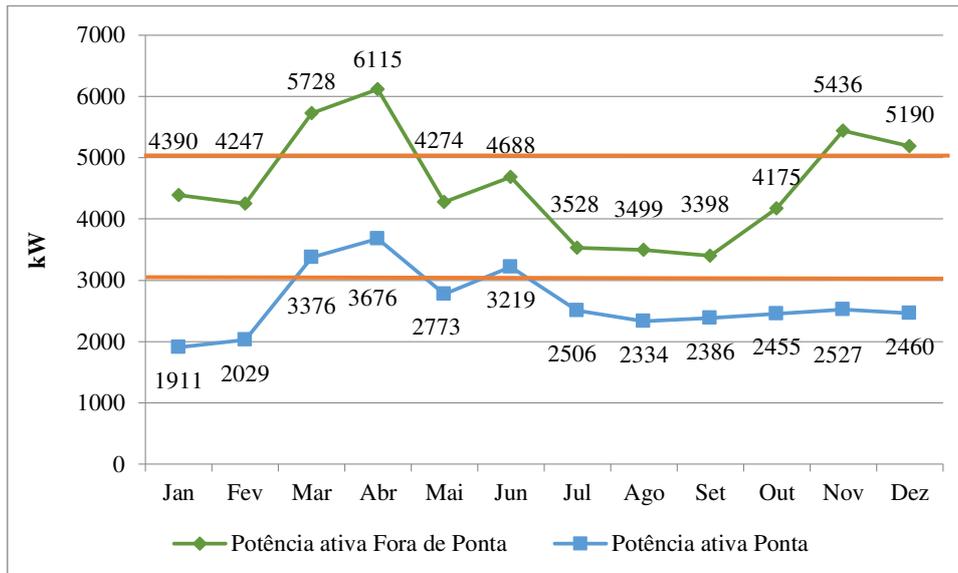


Figura 1. Picos da potência ativa nos dois períodos do dia e demanda contratada da UFSM.

A partir do resultado apresentado na Figura 1, vale ser destacada a importância em manter o equilíbrio entre a demanda contratada e a potência ativa, pois, o contrato é cobrado independente se a energia for ou não utilizada. Além disso, se a potência ativa ultrapassar em mais de 5% a demanda contratada, é cobrada a tarifa de ultrapassagem, com valor duas vezes maior quando comparado com a tarifa de demanda normal. Como pode ser visto, durante os meses de março, abril, junho e novembro a potência ativa ultrapassou em mais de 5% a demanda contratada. Já nos demais meses, pagou-se por uma demanda bem superior a atingida.

Juntamente com as parcelas de consumo e de demanda, também são considerados na composição da conta de energia elétrica final os possíveis acréscimos por bandeiras tarifárias, que podem chegar até R\$ 0,035 por kWh, e os tributos federais, estaduais e municipais.

### Capacidade de recebimento de óleo residual e produção de biodiesel

A universidade possui uma planta de produção de biodiesel instalada dentro do campus com capacidade de produção diária de 100 litros, além disso, está sendo construída uma planta semi-industrial com capacidade de produção de 600 litros por dia. Com relação a capacidade de fornecimento de óleo dos RUs, atualmente os restaurantes vendem esse resíduo a um custo de 0,50 R\$ o litro, sendo que a capacidade total de fornecimento anual de óleo dos RUs é de 2755 litros.

O biodiesel é produzido a partir da reação de transesterificação, para o caso em análise onde a matéria-prima é o óleo residual o balanço de massa da reação é igual a 0,15 litros de metanol com 0,03 litros de metilato de sódio e 0,98 litros de óleo residual, essa reação resulta em 1 litro de biodiesel, 0,11

litros de glicerina e 0,04 litros de metanol (FANTINEL, 2016). Os custos associados a produção do biodiesel incluem a compra do óleo, os custos de reagentes, a recuperação do etanol e as despesas fixas.

#### Capacidade instalada de geradores

Atualmente, a universidade dispõe de diversos grupos geradores espalhados pelo campus. Esses são utilizados como geradores de backup. A Tabela 1 apresenta uma lista de geradores disponíveis na instituição.

Tabela 1. Geradores disponíveis no campus em 2017

Quantidade	Potência (KW)
2	30
1	55
1	200
2	240
1	360
1	450
Total	1605

Diante do que apresenta a Tabela 1, fica claro que há um grande potencial que pode ser utilizado para o controle de demanda da universidade, visando a redução do valor da fatura e o descarte otimizado do óleo de cozinha. A potência instalada atualmente na universidade ultrapassa os 1,5 MW, porém estão previstos novos grupos gerados, já em processo licitatório, onde a capacidade aumenta em 580 kW, fazendo com que o total gerado pelos grupos ultrapasse os 2 MW.

Com 8 grupos geradores já instalados e mais 5 em processo, o despacho pode ser otimizado. Visando a vida útil e considerando as manutenções dos grupos, o revezamento no despacho dos mesmos é uma opção. Dessa forma aumentamos a confiabilidade do modelo, reduzindo a probabilidade de eventual ultrapassagem de demanda contratada.

#### Resultados e Discussão

A partir do modelo elaborado foi possível obter a quantidade de óleo residual utilizado, a potência gerada e o valor economizado na fatura de energia da universidade. Os meses escolhidos para simulação foram os que apresentaram ultrapassagem de demanda de acordo com a Figura 1. Os dados de consumo do gerador foram obtidos a partir da extrapolação do valor de consumo de um gerador de 635 kW com consumo de 17,4 litros a cada 15 minutos de operação para um gerador com a capacidade total instalada na UFSM apresentada na Tabela 1. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados obtidos

Mês	Consumo de óleo (litros)	Total economizado (R\$)	Potência gerada (kW)
Março	410,8	109.400,00	728
Abril	918,5	147.500,00	1.115
Junho	22,62	47.250,00	219
Novembro	63,74	29.710,00	436
Dezembro	29,49	21.310,00	190
<b>Total</b>	<b>1445,15</b>	<b>355.170,00</b>	

Com a análise da Tabela é possível observar que foi possível reduzir R\$ 355.170,00 na fatura de energia consumindo um total de 1445,15 litros de óleo. Tendo em vista que a capacidade de recebimento de óleo anual é de 2755 litros, pode-se estudar a possibilidade de redução do contrato de energia e ampliação da geração.

#### Conclusão

Este trabalho apresenta o estudo de um caso real, onde a geração distribuída é aplicada de modo a controlar a demanda de energia elétrica na UFSM. Para tal, o trabalho estuda a utilização dos grupos

geradores já instalados na instituição e a utilização de biodiesel, produzido por uma planta instalada na própria instituição e com matéria prima fornecida principalmente pelos restaurantes universitários.

A instituição conta com capacidade instalada de geração de energia elétrica próxima dos 1,5 MW, e com disponibilidade futura ultrapassando os 2 MW. Dentro da instituição está em funcionamento uma planta de produção de biodiesel com capacidade de 100 litros diários, e com outra planta semi-industrial, já em processo de instalação, que amplia a capacidade para 600 litros diários. O êxito com o desenvolvimento do trabalho é real, visto que a maior parte dos recursos já está disponível. O modelo simulado obteve resultados positivos retornando para a instituição o saldo positivo próximo dos 350 mil reais anuais, já com as deduções dos custos de produção do biodiesel que incluem a compra do óleo, os custos de reagentes, a recuperação do etanol e as despesas fixas.

Muitos são os benefícios à instituição, além das vantagens econômicas e do descarte otimizado do óleo de cozinha produzido na instituição e região, também abre um campo de pesquisa com aplicação direta dentro da universidade para as mais variadas áreas de conhecimento, como, as engenharias, a química e as ciências rurais.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, ao Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potência (CEESP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

### **Referências**

- BARBOSA, G. N.; PASQUALETTO, A. Aproveitamento do óleo residual na produção de biodiesel. Universidade Católica de Goiás. 2008.
- COSTA, F. P. Viabilidade da utilização de óleo de fritura para fabricação de biodiesel e demais produtos. VII Congresso nacional de excelência em gestão. 2011.
- FANTINEL, A. L. Análise da produção de biodiesel em pequena unidade de processamento empregando óleos residuais como matéria-prima. Universidade Federal de Santa Maria. 2016.
- SILVEIRA, D. A.; VIEIRA, G. E. G. Emprego do óleo residual de fritura na produção, v.1, p.1-8. 2008.
- SOUZA, S. N. M. DE, PEREIRA, W. C., PAVAN, A. A., NOGUEIRA, C. E. C.; SORDI, A. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. *Technology Acta Scientiarum*, v.26. 2004.