

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TERMOECONÔMICA PARA A DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DE VAPOR EM UMA USINA DE ETANOL

FARIA, Virgílio, virgilio@fumec.br; SANTOS, Luiz, luizotavioafs@hotmail.com  
FEA, Universidade FUMEC, Belo Horizonte, MG

## RESUMO

Neste trabalho é feita uma análise termoeconômica do sistema de cogeração de energia de uma usina produtora de açúcar e álcool para a determinação dos custos de produção de energia elétrica. Após serem calculados os balanços de massa, energia e exergia de cada equipamento através da análise exergética, utilizou-se a metodologia exergoeconômica para a determinação dos custos de produção. A análise de custo exergético ou exergoeconômico envolve os balanços de custos para cada componente do sistema de cogeração. Considerando o valor de R\$ 15,00 a tonelada de bagaço de cana, observa-se a partir da análise termoeconômica o custo de geração de eletricidade de R\$ 138,50/MWh.

## INTRODUÇÃO

A termoeconomia é um ramo da engenharia que consiste na combinação da análise exergética e princípios econômicos, visando fornecer ao projetista ou operador do sistema informação importante para o projeto e operação econômica de um sistema e que não são obtidas através de análises de energia e econômicas convencionais. Podemos considerar a Termoeconomia como a minimização de custos através dos fluxos de exergia. As técnicas da análise exergética são desenvolvidas para avaliar as ineficiências termodinâmicas dos sistemas, como a destruição e perdas de exergia. No entanto, muitas vezes precisamos saber o quanto essas ineficiências irão custar. O conhecimento destes custos são muito úteis para melhorar o custo de operação do sistema, isto é, para reduzir os custos dos produtos finais produzidos pelo sistema. O objetivo deste trabalho é realizar uma análise termoeconômica para determinar os custos de produção de energia elétrica do sistema de cogeração de energia de uma usina de etanol.

## METODOLOGIA

A metodologia da análise termoeconômica requer em primeiro passo a execução das análises termodinâmica e econômica do sistema. A partir destas análises, resultam a identificação e determinação dos fluxos energéticos, exergéticos e dos custos associados à aquisição e manutenção dos equipamentos que são utilizadas para construir balanços de custos para cada unidade. Para um dado componente (k) de que recebe calor e gera potência, o balanço de custo deve levar em conta as taxas de custo (R\$/s) associadas às exergias de entrada ( $\dot{C}_i$ ) e saída ( $\dot{C}_o$ ), bem como as taxas de trabalho ( $\dot{C}_w$ ) e de transferência de calor ( $\dot{C}_q$ ), além da taxa de custo do equipamento ( $\dot{C}_e$ ), resultando a equação:

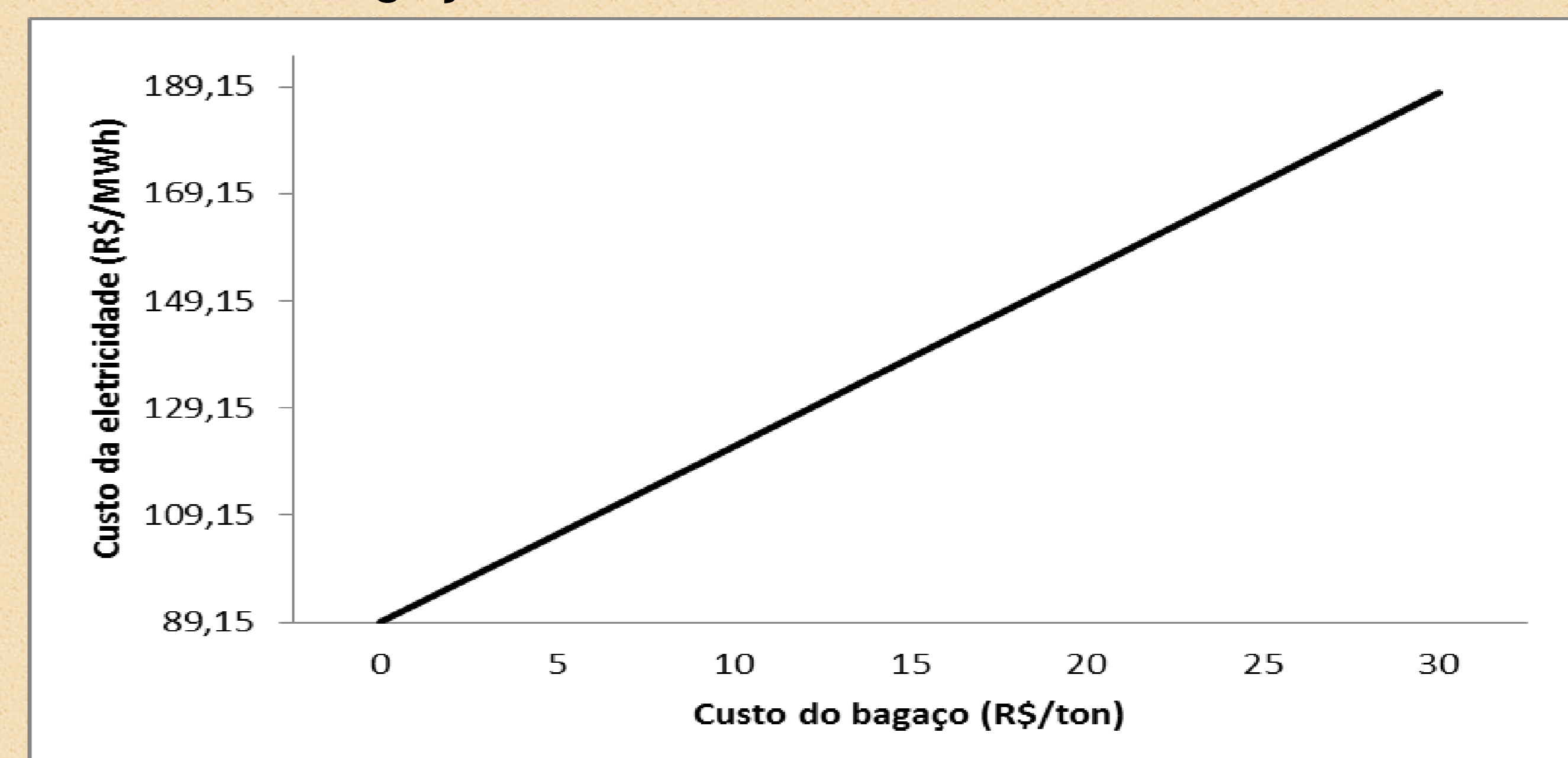
$$\Sigma(\dot{C}_i)_k + (\dot{C}_w)_k = (\dot{C}_q)_k + \Sigma(\dot{C}_o)_k + \Sigma(\dot{C}_e)_k$$

APOIO FINANCEIRO: Universidade FUMEC e FAPEMIG

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a variação do custo de geração de energia elétrica em função do preço do bagaço. O custo de geração de energia elétrica encontrado foi de R\$ 138,50/MWh onde foi obtido considerando o custo de R\$ 15,00 por tonelada de bagaço de cana.

Figura 1: Custo médio da eletricidade gerada em função dos custos do bagaço.



Fonte: Os autores, 2016.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento da análise termoeconômica determinou os custos de cada fluxo existente no sistema de cogeração da usina. Considerando o valor de R\$ 15,00 a tonelada de bagaço de cana, observa-se o custo de geração de eletricidade de R\$ 138,50/MWh. Este custo é maior que o preço médio comercializado pelas concessionárias de energia. Desta forma, mesmo o preço sendo maior, a produção de energia elétrica na usina justifica-se pelo fato de o sistema de cogeração de energia ter o objetivo de atender a demanda térmica da instalação industrial e produzir energia elétrica para consumo próprio.

## REFERÊNCIAS

- BEJAN, A., TSATSARONIS, G. & MORAN, M. **Thermal Design & Optimization**. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- CERQUEIRA, S. A. A. G. **Metodologias de Análise Termoeconômica de Sistemas**. 1999. 163p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- KOTAS, T.J. **The Exergy Method of Thermal Plant Analysis**. Flórida, USA: Krieger Publishing Company, 1995.
- LORA, E. E. S., NASCIMENTO, M. A. R. **Geração Termelétrica: Planejamento, projeto e operação**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.
- TSATSARONIS, G.. **Thermoeconomic Analysis and Optimization of Energy Systems**, *Prog. Energy Combust. Sci.*, V. 19, pp. 227-257, Pergamon Press, Great Britain, 1993.