

TARIFAS EXERGÉTICAS PARA IRRIGAÇÃO

Celso Shiguetoshi Tanabe¹, Dely Oliveira Filho¹, Glauco Aiex Corrêa¹

RESUMO: Atualmente, as análises energéticas são fundamentadas no Primeiro Princípio da Termodinâmica, que apenas considera o balanço de energia. Por outro ponto de vista, a análise da energia examina a degradação desta, i. e., a qualidade da energia. Este artigo propõe que a eficiência como parâmetro de planejamento energético seja calculada pelo Segundo Princípio da Termodinâmica. Propõe-se que a tarifa de energia elétrica seja inversamente proporcional a esta eficiência denominada eficiência exergética. Mostra-se aqui que a implantação de tarifas exergéticas irá premiar a atividade de irrigação, seguido pelo setor industrial em contraposição aos setores residencial e comercial.

PALAVRAS-CHAVE: exergia, irrigação, tarifas, energia elétrica

ABSTRACT: Presently with rare exceptions, the energetic analysis are performed based on the First Principle of Thermodynamics, that considers the energy balance. On the other hand, the energetic analysis based on the Second Principle of Thermodynamics deals with the energy degradation, i. e., the quality of the energy. This article recommends that the efficiency as a system planning parameter be considered by the view of the Second Principle of Thermodynamics. It is recommended that the electric rate in particular as well as the other energetic sources in general be priced as a direct function of the inverse of the exergetic efficiency. It is given particular attention to the simulation of the use of exergetic rates to the irrigation activity in contrast to the other economic sectors. It is shown here, that the implementation of exergetic rates will prize the activity irrigation, followed by the industrial sector as opposed to residential and commercial sectors.

KEYWORDS: exergy, DSM, irrigation, electric energy

INTRODUÇÃO: O uso racional dos recursos naturais tem sido a tônica de diferentes setores, i. e. planejadores ambientais, sociedade, órgãos de fomento e de financiamento, etc. A racionalização do uso da energia em geral e dos processos de conversão, pode ser feita segundo a sua eficiência. A eficiência pode ser medida, pelo Primeiro Princípio da Termodinâmica (SPT), eficiência energética, e pelo Segundo Princípio da Termodinâmica, eficiência exergética. A eficiência energética é a relação entre energia útil e energia disponível, e a eficiência exergética é a relação entre trabalho útil e trabalho disponível. No caso do aquecimento de água a baixa temperatura (chuveiros elétricos) a eficiência energética é praticamente de 100%, enquanto que a exergética é de cerca de 5%, e no caso de utilização de motores para irrigação, a eficiência energética é da ordem de 85%, enquanto que a eficiência exergética é acima de 90%. Processos em que o objetivo é a obtenção de tração (motores) geralmente tem uma alta eficiência exergética, pois tração é exergia, e processos onde o objetivo é o aquecimento a baixas temperaturas em geral têm uma baixa eficiência exergética, apesar de poderem ter uma alta eficiência energética. Isto significa que uma alta eficiência energética não necessariamente corresponde a uma alta eficiência exergética. A racionalização econômica também não reflete a racionalização do ponto de vista do Segundo Princípio da Termodinâmica. Se considerações exergéticas fossem tomadas, o planejamento de sistemas de energia elétrica seria profundamente alterado (Oliveira & Galiana, 1995). No setor rural, a irrigação é uma atividade cujo uso final da energia é principalmente o bombeamento de água, ou seja uso de

¹

força motriz. Por esta razão pode-se considerar esta atividade eficiente do ponto de vista do SPT. A curva de carga do sistema elétrico brasileiro apresenta um pico de demanda acentuado no horário de 17 as 22 horas, devido a coincidência de cargas dos principais setores. Dentre as tentativas de amenizar este problema se destaca a implantação do sistema de tarifa horo-sazonal, THS, (CEMIG, 1995) que taxa o consumo e a demanda de energia elétrica de modo diferenciado em função do horário do dia e época do ano. Porém observa-se que a THS possui um importante ponto fraco, qual seja de taxar diferenciadamente apenas em função da tensão de fornecimento e não do uso final ou serviço provido pela energia elétrica. Por exemplo o setor industrial e comercial se enquadram na mesma tarifa para uma determinada classe de consumo. Já na tarifa exergética o valor deverá ser estipulado para cada uso final da energia ou setor econômico de acordo com a sua eficiência exergética, ou seja, o uso-final/setor mais eficiente terá uma tarifa menor, enquanto que os usos-finais/setores menos eficientes terão uma tarifa maior.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o cálculo da tarifa exergética de energia elétrica para os diversos setores foi considerada a metodologia de Oliveira, Tanabe & Corrêa (1997):

$$T_i = \frac{T_m * \sum_{j=1}^n C_j}{\sum_{j=1}^n \frac{C_j}{\epsilon_j}}$$

em que, T_i = tarifa exergética para cada um dos setores econômicos; T_m = tarifa média da concessionária; ϵ_i = eficiência exergética do setor i ; C_j = consumo do setor j expresso como uma fração do consumo total; ϵ_j = eficiência exergética do setor econômico j . A equação 1 foi elaborada de maneira que o valor total arrecadado antes e depois da implantação do sistema de tarifas exergéticas não sofra modificações. Para efeito de comparação com a tarifa exergética, calculou-se a tarifa de energia elétrica média por setor, que foi obtida pela razão entre o total arrecadado em cada setor e o total consumido pelo mesmo (CEMIG, 1994; IBGE, 1996). Calculou-se ainda os gastos com energia elétrica para casos específicos de sistemas de moto-bombas de até 100 cv para irrigação funcionando 3000 horas a. a. supondo as atuais tarifas THS, (sistema funcionando fora-de-ponta) e a tarifa exergética proposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Pela ótica do SPT, o bombeamento de água é uma atividade nobre haja visto que a energia potencial hidráulica pode ser convertida em trabalho com alto rendimento. A irrigação, bem como a tração elétrica para o transporte, deve ser contemplada com tarifas menores em relação a atividades e/ou usos finais da energia que não sejam tão eficientes exergeticamente. A tarifa exergética proposta pode complementar a THS no sentido de taxar a energia elétrica não somente pela hora de consumo, e época do ano, mas também pelo tipo de uso-final. Tarifas exergéticas podem ser implementadas em diferentes níveis de detalhamento. Tanto pode-se taxar a energia elétrica para cada dos setores econômicos ou para cada dos usos finais da energia. Hoje aplica-se tarifas diferenciadas por setores, sem no entanto explicitamente considerar os rendimentos exergéticos, portanto a implementação de tarifas exergéticas por setor é exequível, o que pode não ser viável para cada dos usos finais da energia. Contudo algumas atividades específicas poderiam mesmo em um primeiro momento serem contempladas, tais como a irrigação e tração elétrica para transporte. A título de exemplo calculou-se os custos de energia para sistemas de irrigação de 5 a 100 CV de potência. Concluiu-se que a tarifa básica rural e a tarifa de irrigação para projetos públicos, foram cerca de 129% e 108%, respectivamente, mais caras do que a tarifa exergética para irrigação calculada segundo a equação 1. A atual tarifa para irrigação noturna é, no entanto, menos onerosa ao consumidor do a tarifa exergética mas deve-se frisar que a irrigação só poderá ser realizada de 23 as 5 horas. Finalmente ressalta-se que a THS para este exemplo é semelhante a tarifa exergética, desde que não se irrigue no horário de ponta e que se enquadre nas restrições da concessionária de se

comprar energia em alta tensão e de se consumir um determinado nível de potência. Considerando as proporções de uso final da energia para cada dos setores, bem como as eficiências exergeticas segundo Oliveira, Tanabe & Corrêa, 1997, então, se o custo final da energia elétrica for de 100 para o setor industrial, os setores comercial, residencial e a atividade de irrigação terão de ser respectivamente 224, 230 e 89. A análise exergetica deve ser feita dinamicamente pelo fato de haver variação do uso final da energia de cada setor com o tempo, nível de detalhamento, e a variação da eficiência exergetica de cada uso final da energia.

CONCLUSÕES: Este artigo propôs a utilização de pesos relativos para a construção de tarifas de energia para cada dos setores macroeconômicos e da atividade de irrigação visando a contemplar aqueles setores que são mais eficientes exergeticamente. A racionalização energética realizada de acordo com a ótica do Segundo Princípio da Termodinâmica refletirá na utilização racional dos recursos energéticos pois este considera a qualidade da energia envolvida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CEMIG, 1995, Companhia Energética de Minas Gerais, **Gerenciamento pelo Lado da Demanda - GLD da Região do Vale do Jequitinhonha**, Departamento de Utilização da Energia, Belo Horizonte, MG, Brasil.

CEMIG, 1994, Companhia Energética de Minas Gerais, **12º Balanço Energético Estadual - 1978-1993**, Conselho Estadual de Energia, Belo Horizonte, MG, Brasil.

DNAEE, 1995, **Preços das Tarifas Elétricas**, Portaria nº 460 do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, Brasília, DF, Brasil.

Oliveira F., D.; Galiana F. D., 1995, **A Model for the Planning of Electric Energy Systems. Including Energetic Considerations**, The Institute of Electrical and Electronic Engineers Power Industry Computer Applications Conference, Utah, U.S.A.

Oliveira F, D.; Tanabe C. S. & Corrêa, G. A., 1997. **Demand Side Management through Exergetic Analysis - Case studies: smal scale water heating systems and type-of-use rates for the irrigation sector in Minas Gerais, Brasil.** 20th International Conference of the IV Section of the CIGR on Rural Eletrification and Rational Use of Energy in Agriculture, Rabat, Marrocos.