

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Eficiência Energética na Indústria do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

AUTORES:

Maryana Scoralick de Almeida Tavares

Maurício Beltrão de Rossiter Corrêa

Rita de Cássia Costa

Benedito Antonio Luciano

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal de Campina Grande

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 6º PDPETRO.

Eficiência Energética na Indústria do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Abstract

This paper has the intention to expose the importance of the investigation of energy efficiency inside the chain processes of oil and gas industry, studying how to spend the energy and reduce losses that may affect processes' efficiency. Also, another goal is to relate this study with the use of a powerful simulation tool called LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System), which allows simulation of energy models, analyzes energy scenarios and makes energy demand projections, among other actions.

Introdução

A eficiência energética, o bom uso de energia e a preocupação ambiental são tópicos que estão em voga em escala mundial há algum tempo, aproximadamente desde 1970¹. A demanda global de energia cresce a cada dia² e faz com que mais e mais ações acerca do crescimento da eficiência energética se tornem imprescindíveis para o governo e para as empresas de energia que, em algum momento, não terão como atender a essa demanda.

Pode-se definir eficiência energética como a razão entre o quanto de energia é consumida na entrada, e a saída de um sistema ou serviço de energia. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, do inglês *International Energy Agency*), se desde a década de 1970 medidas não tivessem sido tomadas para a melhoria de eficiência no campo energético, o consumo de energia seria 56% maior do que é hoje nos países da OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), que são países europeus e da América do Norte, em sua maioria¹. Discutir eficiência energética é fundamental nos tempos atuais, e a conjectura feita pelo IEA só reforça este fato. Além da preservação de recursos naturais não-renováveis e da redução da emissão de gases de efeito estufa, provenientes da queima de combustíveis fósseis, a eficiência energética traz também o benefício financeiro para a indústria.

Então, neste cenário, é de interesse da indústria de petróleo, gás e biocombustíveis (cujos produtos são largamente utilizados em vários setores da economia) uma reforma e uma reavaliação nos modos de produção, distribuição e consumo energéticos, com a finalidade de promover os benefícios supracitados, visto que esta indústria é conhecida como uma das mais energo-intensivas no escopo mundial. No entanto, deve-se observar que as medidas a serem tomadas não podem implicar no “decrescimento econômico” da empresa, mas somente no aumento da eficiência e da economia de recursos.

Para promover a eficiência energética nas indústrias de petróleo, gás e biocombustíveis, analisaremos as fontes de energia utilizadas neste ambiente e os processos de conversão de energia realizados pelas máquinas da indústria. Os exemplos mais simples de conversão de energia são: conversão termoelétrica, máquina térmica, conversão hidroelétrica e conversão eletromecânica.

Uma questão relevante com respeito ao setor de P&G é se os processos de conversão e uso da energia na cadeia de energia utilizada já atingiram o máximo em termos de eficiência. Para ajudar a responder esta pergunta, estudaremos isoladamente cada processo de conversão realizado dentro da indústria de P&G. O resultado esperado é poder promover eficiência energética nos vários estágios dos processos desempenhados pelas indústrias de petróleo, gás e biocombustíveis: exploração, separação, tratamento, processamento, refino.

A melhor maneira de chegar à eficiência desejada é a partir da cooperação entre o governo, a indústria e o meio acadêmico. A colaboração do Estado com a indústria e a utilização eficaz dos recursos científicos disponíveis nas universidades pode levantar bons fundos de investimento, além de

fazer com que os avanços tecnológicos sejam identificados e realizados com mais rapidez³. Partindo dessa aliança, o futuro deste segmento da indústria se constituirá num cenário mais viável, tanto no aspecto econômico quanto no ambiental.

Metodologia

As fontes de energia (ou os recursos energéticos) são encontradas de várias formas pelo planeta afora e podem existir em abundância ou não. Elas são essenciais para a vida do homem moderno, pois proporcionam a realização de atividades em casa e no trabalho. Alguns exemplos de fontes de energia são a hidráulica, a eólica, a solar, a nuclear e a fóssil, que são as mais conhecidas^{4,5}.

A energia necessária para realizar uma tarefa pode ser adquirida de dois tipos de fonte: as renováveis e as esgotáveis. Deste último, faz parte a energia proveniente dos combustíveis fósseis, tais como petróleo, gás, carvão mineral. Já as energias eólica e solar são fontes inesgotáveis e com impactos ambientais mínimos. No Brasil, a fonte de energia predominante é a hidráulica. Ela é largamente utilizada, pois aqui o potencial hidráulico é extraordinário.

No concernente às fontes de energia fóssil, sabe-se que foram formadas há milhões de anos, a partir do acúmulo de materiais orgânicos no subsolo. O uso dessas fontes e a geração de energia a partir delas provocam poluição, contribuindo com o aumento do efeito estufa e com o aquecimento global. Os combustíveis não-renováveis mais usados são o diesel, a gasolina (ambos derivados de petróleo) e o carvão mineral. O gás natural, também derivado do petróleo, é bem menos poluente⁶.

Embora a matriz energética brasileira seja bastante diversificada⁷, esse trabalho é focado no universo das indústrias que trabalham com combustíveis fósseis – nas fontes de energia utilizadas dentro da indústria de petróleo e gás, nos processos de conversão de energia que ocorrem nas etapas da produção do petróleo (especialmente produção e refino), e na eficiência dos mesmos.

A cadeia produtiva do petróleo pode ser dividida em sete etapas distintas: exploração, produção, processamento, transporte, comercialização, distribuição e utilização. Se analisarmos separadamente o óleo, tem-se exploração, produção, refino, transporte, distribuição e revenda; para o gás há exploração, exploração, produção, processamento, transporte e distribuição.

Após uma análise das fontes de energia da indústria de P&G e dos processos da cadeia produtiva, é o momento de estudar as formas de conversão de energia inerentes à indústria de petróleo, gás e biocombustíveis. Os processos de conversão mais comuns dentro dessa indústria são a termoeletrônica e a eletromecânica.

A conversão termoeletrônica ocorre a partir da combustão de um combustível renovável ou não renovável. Há uma liberação de energia em forma de calor; a partir de um gerador, esse calor é transformado em eletricidade. Se o sistema for movido a água, ele funciona da seguinte maneira: o vapor de água move uma turbina que aciona o gerador elétrico e a partir daí a energia é distribuída. A água que é desperdiçada na etapa mecânica (ou seja, nas turbinas), volta para a fornalha e assim o ciclo se fecha.

O mais comum na indústria de P&G é que a conversão termoeletrônica seja feita tendo um derivado de petróleo como combustível. Como as máquinas são de grande porte e o óleo diesel é mais econômico que a gasolina, os motores, em sua maioria, são movidos a diesel. Essa escolha é feita por diversos motivos, além da economia: os motores a diesel têm maior vida útil, maior rendimento e menores custos de manutenção. Entre as desvantagens, pode-se citar o preço mais elevado, maior peso e tamanho, a grande vibração que produz (devido à baixa rotação), o forte cheiro do combustível queimado, o ruído e uma menor capacidade de aceleração. Porém, para as aplicações da indústria de petróleo ele continua sendo o mais satisfatório.

Os motores a diesel convertem energia química em mecânica através de uma combustão interna, que ocorre com a queima do combustível no cilindro. No motor a gasolina, o combustível é inflamado por meio de uma faísca elétrica, produzida pela vela de ignição. No motor a diesel não

existem velas de ignição. Neste caso, a ignição é provocada pela compressão, que faz a temperatura do ar ficar elevada na câmara de combustão até que ocorra a queima do combustível.

O óleo diesel, que se vaporiza menos que a gasolina, não é introduzido na câmara de combustão sob a forma de mistura com ar, mas sim injetado sob alta pressão. Lá, o óleo diesel inflama-se quando entra em contato com o ar aquecido devido à forte compressão. Uma bomba acionada pelo próprio motor fornece o óleo diesel a cada injetor em determinadas quantidades e sob elevada pressão. O acelerador regula a quantidade de combustível fornecido pela bomba e, conseqüentemente, a potência gerada no motor.

Na indústria de petróleo, gás e biocombustíveis, o motor a diesel é essencial e o nosso trabalho tem a intenção de estudá-lo a fundo, podendo chegar a conclusões que ajudem a melhorar o seu desempenho e o da indústria como um todo.

Para mensurar, analisar e fazer previsões a respeito da indústria de P&G, uma ferramenta de simulação é de grande auxílio. Existem inúmeras ferramentas que implementam modelos energéticos. As que mais se relacionam com este trabalho são EFOM-ENV, ENERPLAN, ENPEP, LEAP, MARKAL-MACRO, MESSAGE-III e MICRO-MELODIE. No geral, essas ferramentas são capazes de fornecer informações sobre demanda e fornecimento de energia, fazer avaliações de eficiência e impactos (ambientais), entre outros⁸. A tabela 1 compara algumas destas ferramentas. É importante salientar que esta tabela contém apenas as informações consideradas mais relevantes para a escolha do *software* adequado.

Tabela 1: Comparação entre ferramentas de modelagem energética

Ferramenta	Objetivo		Janela de tempo	Cenário	Setores abrangidos
	Geral	Específico			
EFOM-ENV	Exploração	Fornecimento de energia, sujeito a restrições técnicas, ambientais e políticas. Avaliação através da análise de custo-efetividade.	Médio a longo prazo	Nacional	Setores de produção e consumo de energia
ENERPLAN	Previsão, exploração	Fornecimento e demanda de energia	Curto a médio prazo	Nacional	Setor de energia
ENPEP	Previsão, exploração	Demanda e oferta de energia, impactos ambientais, análise detalhada da eletricidade com base na otimização dos custos. Análise das políticas energéticas, desenvolvimento da tarifa de energia, análise de investimentos, planejamento da expansão da geração.	Curta (1-3 anos), médio e longo prazo (no máximo 50 anos)	Local, Nacional	Toda a economia
LEAP	Previsão, exploração	Demanda, oferta, impactos ambientais. O objetivo inclui a análise da política energética e da política ambiental, análise de projetos de pré-investimento, planejamento energético integrado, análise de ciclo completo do combustível.	Médio a longo prazo	Local, Nacional, Regional, Global	Todos os setores

MARKAL-MACRO	Exploração	Demanda, oferta, impactos ambientais. Abordagem integrada para a economia de energia: análise e planejamento ambiental.	Médio a longo prazo	Local, Nacional	Todos os setores
MESSAGE-III	Exploração	Oferta e demanda de energia, impactos ambientais. O objetivo inclui planejamento de expansão de geração, análise de uso final, análise da política ambiental, investimento político.	Curto, médio e longo prazo	Local, Nacional	Setor de energia
MICRO-MELODIE	Exploração	Demanda de energia, abastecimento, meio ambiente. Abordagem integrada. O objetivo inclui uma análise da energia macro-econômica.	Médio a longo prazo	Nacional	Todos os setores, com uma descrição detalhada do setor da energia

Resultados e Discussão

Para o presente trabalho, é oportuna a utilização de um *software* de simulação para fazer projeções de demanda e análise energética. Para o setor de petróleo, as projeções devem abranger uma larga janela de tempo, ou seja, é imprescindível que as projeções sejam de médio a longo prazo (prioritariamente a longo prazo). É interessante que possa ser feita uma comparação entre o cenário local e o nacional – se for possível, a um nível global. O setor de interesse é o energético, mais especificamente o da indústria de petróleo.

Sob essa perspectiva e tendo em mãos os dados da tabela 1, podemos concluir que a ferramenta mais adequada ao estudo da eficiência energética na indústria de petróleo, gás e biocombustíveis é o LEAP (do inglês *Long-range Energy Alternatives Planning System*). Desenvolvida pelo *Stockholm Environmental Institute* (Boston, USA), ela é tida como uma ferramenta inovadora, simples e eficiente.

Como já exposto na tabela, seus resultados se baseiam em dados relativos a energia e meio-ambiente. Esses dados são obtidos a partir da análise do modo como a energia é consumida, convertida e produzida em uma dada região ou economia sob um leque de suposições em relação à população, desenvolvimento econômico, tecnologia, preço etc. Com suas estruturas de dados flexíveis, LEAP permite análises tão ricas em especificação tecnológica quanto o usuário escolher.

O propósito geral desta ferramenta é fazer previsões dentro dos setores econômicos e energéticos. Mais especificamente, tem-se a demanda, o abastecimento, os impactos ambientais, a proposta ambiental, a análise de política energética e ambiental, a avaliação de uso de biomassa e terra, a análise de pré-investimento de projetos, o planejamento de energia integrada, a análise do ciclo completo de combustíveis. Essas previsões são aplicadas – e aplicáveis – tanto para países industrializados como para os em desenvolvimento.

O LEAP possui versões em inglês, francês, espanhol, português e chinês, enquanto outras ferramentas geralmente são apenas em inglês. Ele vem sendo usado para desenvolver políticas locais, nacionais, regionais e globais, abrandar a taxação por emissão de gases de efeito estufa e treinar profissionais em análise de energia sustentável em mais de 140 países ao redor do mundo, incluindo os países em desenvolvimento. A interface do programa é bastante amigável e inclusive estabelece ligações com as ferramentas dos programas da Microsoft Office. Tendo em vista a interface amigável

e o amplo leque de possibilidades de aplicação, essa ferramenta é simples, capaz de fornecer projeções confiáveis⁹ e será importantíssima no desenvolvimento deste projeto.

Conclusões

Este trabalho mostrou que a indústria de petróleo é uma das mais energo-intensivas do cenário industrial e ressaltou a importância de investigar a eficiência energética nos processos ao longo da cadeia de produção da indústria de petróleo, gás e biocombustíveis, observando a eficiência dos mesmos em cada fase da cadeia. A otimização dos processos é alcançada fazendo uso de uma poderosa ferramenta de simulação: LEAP, escolhida dentre tantas outras por ser inovadora e eficiente, pois permite fazer simulações de alternativas para promover eficiência em toda a cadeia de processos.

Agradecimentos

Ao corpo do Programa PRH 42, pelo apoio, e a ANP, pelo incentivo financeiro e por acreditar na proposta deste trabalho.

Referências Bibliográficas

¹ ICC. **Energy efficiency with case studies**. Paris, França. Novembro de 2009.

² IPIECA. **Saving Energy in the Oil and Gas Industry**. Estados Unidos. 2007.

³ U.S. Department of Energy. **Technology Roadmap for the Petroleum Industry**. Estados Unidos. Fevereiro de 2000.

⁴ **Recursos Energéticos**. Wikipédia. Brasil. http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia#Recursos_energ.C3.A9ticos. Acesso em 01/02/2010.

⁵ GUERRINI, Iria Müller. **As fontes alternativas de energia elétrica**. Centro de Divulgação Científica e Cultural. USP. São Carlos, São Paulo, Brasil. http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/01/artigo1/fontes_eletrica.html. Acesso em 03/02/2011.

⁶ MENDONÇA, Cláudio. **Fontes de energia (1) – Recursos energéticos disponíveis no Brasil**. UOL Educação. Brasil. <http://educacao.uol.com.br/geografia/ult1701u62.jhtm> Acesso em 03/02/2011.

⁷ TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amílcar; GORINI, Ricardo. **Matriz energética brasileira: uma perspectiva**. SciELO. São Paulo, Brasil. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300003. Acesso em 28/03/2011.

⁸ VAN BEECK, Nicole. **Classification of Energy Models**. Tilburg University & Eindhoven University of Technology. Países Baixos. 1999.

⁹ SAHIR, Mukhtar Hussain. **Energy System Modeling and Analysis of Long Term Sustainable Energy Alternatives for Pakistan**. University of Engineering & Technology. Taxila, Pakistan. Março de 2007.