

AS POTENCIALIDADES E RESTRIÇÕES DO LEAP PARA O DESENVOLVIMENTO DE MATRIZ ENERGÉTICA

***AFONSO HENRIQUES MOREIRA SANTOS
RICARDO ALEXANDRE PASSOS DA CRUZ
RICARDO NOGUEIRA MAGALHÃES**

***MS CONSULTORIA LTDA
IX CONSULTORIA E REPRESENTAÇÕES LTDA
IX CONSULTORIA E REPRESENTAÇÕES LTDA**

1. RESUMO

Este artigo busca apresentar e discutir as principais características do modelo LEAP na elaboração de matrizes energéticas, dentro do contexto de planejamento energético de médio e longo prazos. Tais características são analisadas e comparadas a outros modelos de simulação conhecidos e utilizados mundialmente, verificando, assim, algumas potencialidades e barreiras existentes com o uso do programa LEAP.

2. ABSTRACT

This paper seeks to introduce and discuss the main features of the LEAP model preparing energy matrixes, in the medium and long term energy planning context. These characteristics are analyzed and compared to other known simulation models used worldwide, checking potentialities and existing barriers of using the LEAP program.

3. INTRODUÇÃO

O planejamento, principalmente em setores de infra-estrutura, é uma atividade essencial em qualquer contexto econômico, independente de a intervenção estatal possuir maior ou menor intensidade. A matriz energética é, de fato, um instrumento privilegiado para se simular diferentes cenários de mercado e permite avaliar possíveis efeitos, tais como: vulnerabilidades sistêmicas, riscos ambientais, oportunidades de negócios, impactos de políticas públicas etc.

Saber as condições atuais de demanda e oferta de energia de um país, por exemplo, e como tais energéticos se evoluirão, é de suma importância para que o governo possa atuar, através de políticas públicas, no sentido de atender questões bastante discutidas recentemente, como é o caso das emissões e gases de efeito estufa.

Nesse sentido, a utilização de softwares de simulação possibilita a análise de tais variáveis dentro de certo contexto como, por exemplo, uma indústria, um estado, um país ou, até mesmo, um conjunto de países. Tal análise é possível dependendo apenas do modelo que se está utilizando.

Nesse trabalho é apresentada, primeiramente, uma descrição do programa LEAP, inclusive com histórico e características, bem como sua árvore de entrada de dados. Posteriormente, faz-se uma comparação com dois programas bastante utilizados em simulações de prospecção energética,

desenvolvidos pela Agência Internacional de Energia Atômica. Finalmente, há algumas conclusões e recomendações do trabalho.

4. O PROGRAMA LEAP

Historicamente, o programa LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) foi desenvolvido pelo *Stockholm Environment Institute* (SEI), na Suécia, e sua primeira versão data de 1975. Ao final dos anos 90, o modelo foi atualizado, passando do sistema DOS para o Windows, onde houve a incorporação de uma série de ferramentas de planejamento energético.

Em 2003, é criada a iniciativa *Community for Energy, Environment and Development* - COMMEND, coordenada pelo SEI-Boston, nos Estados Unidos, com a finalidade de oferecer o acesso às novidades do modelo, oportunidade de capacitação e compartilhar experiências de aplicações, assim como sugestões via WEB.

Atualmente, o modelo possui mais de 4000 usuários em todo o mundo, distribuídos em mais de 160 países.

Destacando, agora, as características inerentes ao modelo, pode-se dizer que o principal objetivo consiste em possibilitar um suporte integrado e confiável, para o desenvolvimento de estudos de planejamento energético integrado, permitindo, assim, representar e elaborar matrizes energéticas com foque na integração existente entre energia e meio ambiente.

É um modelo de simulação, do tipo “bottom-up” e consiste essencialmente em um modelo energético-ambiental baseado em cenários, do tipo “demand-driven”.

Dentre as possíveis análises que podem ser efetuadas com o programa, destacam-se:

- Análises de políticas energéticas;
- Análises de políticas ambientais;
- Estudos de Mitigação GEE;
- Planejamento energético integrado.

Frente a um determinado cenário de demanda final de energia, LEAP atribui os fluxos energéticos entre as distintas tecnologias de abastecimento energético, calcula o uso dos recursos, impactos ambientais e detecta necessidades de ampliação dos processos de produção de energia, assim como os custos associados.

LEAP enquadra-se dentro do conjunto de Modelos denominados de Simulação com Coeficientes Técnicos. Ao invés de simular as decisões que permitiria representar a racionalidade dos consumidores e produtores ou buscar uma solução ótima, usa explicitamente cálculos de saídas destas decisões e examina as implicações de um cenário.

Outra vantagem é que a lógica global do LEAP é clara, o que faz com que o modelo seja bastante transparente. Isto possibilita ao tomador de decisão representar facilmente o sistema energético a analisar, e desse modo visualizar claramente seu funcionamento e identificar as implicações dos cenários implantados, do tipo o que aconteceria se (“What if”), assim como os impactos de mudanças estruturais.

Os cenários estão baseados na apresentação detalhada da forma em que a energia é consumida, convertida e produzida em uma região, além de uma

quantidade de suposições alternativas sobre população, desenvolvimento econômico, tecnologias disponíveis e preços.

Além disso, possui uma flexível estrutura de manipulação de dados e definição de processos, isso permite uma análise ampla com relação às especificações tecnológicas e detalhes de demandas de uso final.

Vale salientar que o LEAP, embora possa ser usado para identificar os cenários de mínimo custo, em conjunto com outros modelos, não gera automaticamente cenários de equilíbrio de mercado, ou seja, intrinsecamente, ele não incorpora nenhum processo de otimização.

A Figura 1 apresenta a tela principal do modelo, onde se pode observar a árvore do LEAP, as diversas barras, tabelas e gráficos.

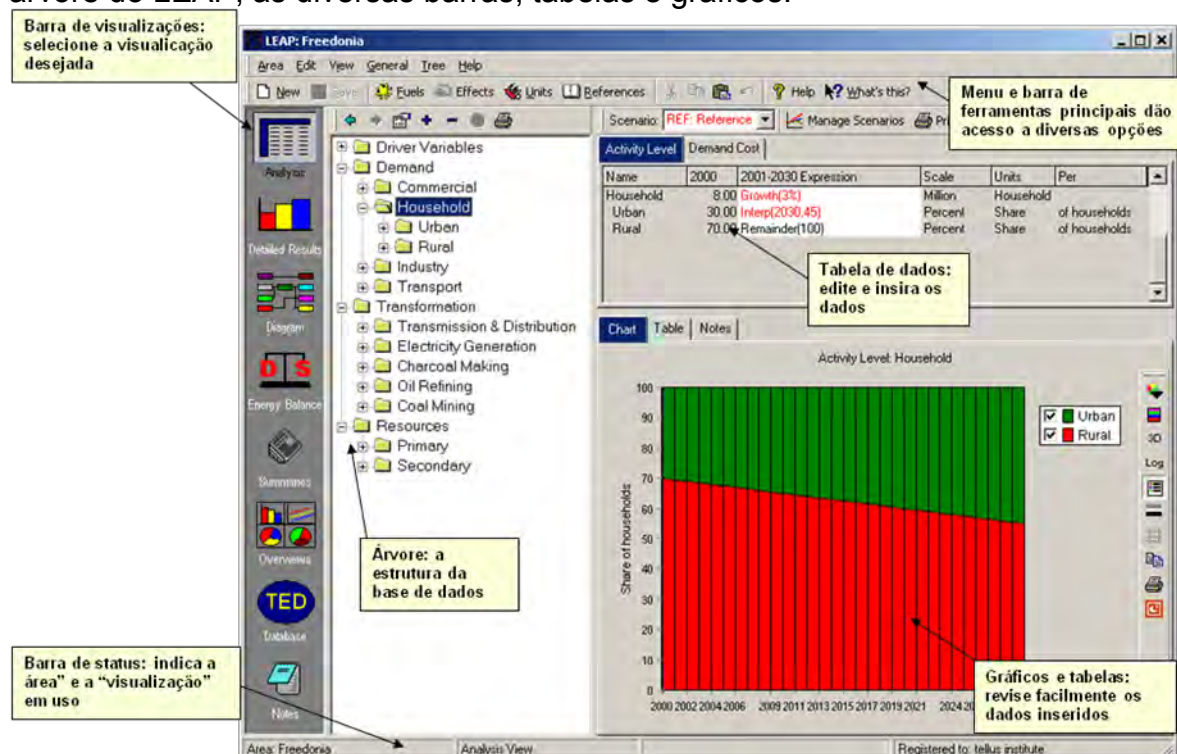


Figura 1 – Tela principal do modelo.

Uma característica particular do programa é a árvore do LEAP, que consiste na principal estrutura de dados para organizar a informação e o modelo, e visualizar os resultados, conforme observado na Figura 2. Os ícones indicam o tipo de dados (categorias, usos, tecnologias, combustíveis e efeitos). O usuário pode editar a estrutura de dados e amarrá-la em função da informação disponível.

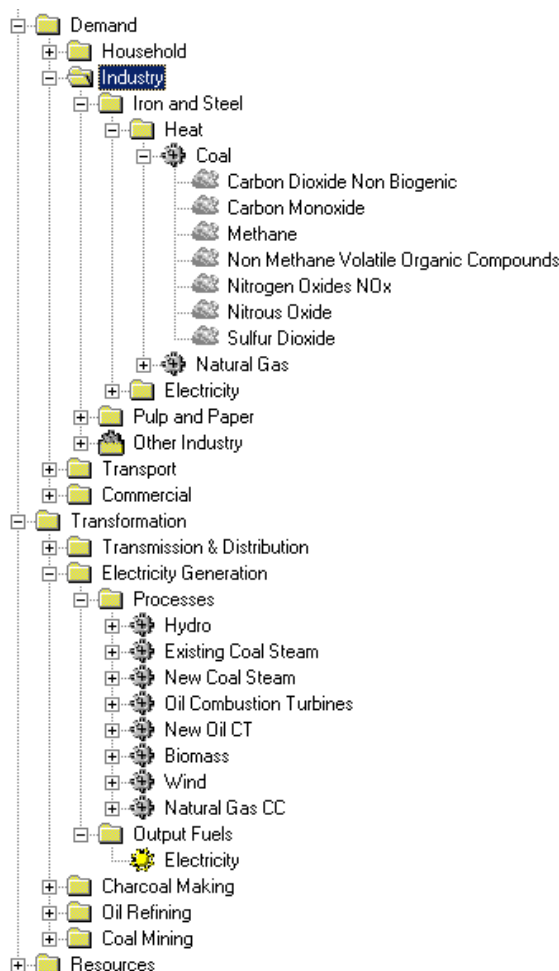


Figura 2 – Exemplo de árvore do LEAP.

Nesta árvore, pode-se notar que há 3 blocos: *Demand*, *Transformation* e *Resources*. Estes blocos são obrigatórios e não há como apagá-los, uma vez que o LEAP se baseia neles para se fazer todo o cálculo. Primeiramente, o bloco de *Demand* engloba todos os setores de consumo de energia: residencial, industrial, transporte e comércio, neste exemplo. Em seguida, no bloco de *Transformation* são inseridos todos os processos de produção de energéticos que serão consumidos pelos diversos setores, e, finalmente, o bloco *Resources* contempla as possíveis reservas presentes na região em análise.

Dentre os dados requeridos para a simulação, podem-se citar:

- Balanço energético do ano base (Final / Útil);
- Parâmetros tecnológicos;
- Intensidades energéticas para processos de uso final e transformação energética;
- Custos por tecnologia (Opcional);
- Custos dos distintos produtos energéticos (Opcional);
- Coeficientes ambientais locais (Opcional);
- Informação de cenários sócio-econômicos e energéticos cobrindo os aspectos implantados na informação histórica (ano base);
- Informação sobre as mudanças estruturais que se pretende simular até o futuro, tais como, processos de substituição entre

energéticos, inclusão de novas tecnologias de oferta; elementos também incluídos nos cenários.

Como resultado do modelo, pode-se ter:

- Prospecção da Demanda Energética;
- Prospecção da Oferta Energética;
- Impacto sobre os Recursos;
- Custos do planejamento;
- Impacto Ambiental;
- Projeção de Balanços Energéticos;
- Horizonte: médio e longo prazos, podendo ser discretizados anualmente.

5. COMPARAÇÃO COM OUTROS MODELOS

Após algumas experiências adquiridas ao se manusear a ferramenta, o LEAP foi se mostrando um software robusto e flexível, com diversas vantagens sobre outros softwares. Como já apresentado, sua linguagem é mais clara e objetiva do que a grande maioria dos programas similares, além de ser um pouco mais adaptado à realidade brasileira, no sentido de permitir que sejam utilizadas especificidades da nossa matriz.

Além disso, o LEAP permite uma cenarização simultânea face a mudanças estruturais, com uma fácil visualização e comparação dos resultados dos diferentes cenários. Outra facilidade é sua comunicação com o pacote Office, que permite que toda a alimentação dos dados seja realizada através de *spreadsheets*, os gráficos podem ser exportados diretamente para o Power Point ou Word. A visualização dos resultados pode ser quinzenal, decenal, ou ano a ano, ao contrário de outros modelos.

Quando comparado a um programa de uso similar de planejamento energético, como, por exemplo, o conjunto MAED-MESSAGE¹, o LEAP se mostra mais flexível e *user-friendly*. Por exemplo, em termos de usos finais de energia no setor industrial, o LEAP, por exemplo, permite uma classificação em sete diferentes categorias de uso final (calor de processo, aquecimento direto, força motriz, eletroquímica, refrigeração, outros usos, iluminação), enquanto o MAED utiliza três categorias fixas (força motriz, eletricidade específica, uso térmico). Essa possibilidade de diferenciação se torna extremamente importante na análise de uma região rica em diferentes tipos de indústrias, por exemplo, bem como suas características peculiares. A parte de demanda no LEAP pode ser modelada da forma que se queira e de acordo com as informações disponíveis para a simulação.

Em relação à oferta, a grande diferença entre o LEAP e o MESSAGE é que o último realiza um processo de otimização (através do método de mínimo custo global), enquanto o LEAP assume a ordem de entrada das fontes que o analista definir. Caso haja a necessidade de se utilizar algum processo de

¹ O **MAED** – Model for Analysis of Energy Demand – é um software de análise de demanda energética, e o **MESSAGE** – Model for Energy Supply System Alternatives and their General Environmental Impacts – é um software para oferta energética, ambos desenvolvidos pela Agência Internacional de Energia Atômica.

otimização, este deve ser realizado utilizando-se outro programa de modo associado ao LEAP.

De outro lado, apresentando um pouco das fragilidades, por ser um programa executável, o LEAP está mais sujeito a erros e *bugs*, e vem sendo atualizado constantemente pelos seus desenvolvedores. Assim, é necessária uma comunicação com o centro desenvolvedor do software sempre que surgem problemas, seja em Estocolmo, na Suécia, seja em Boston, nos Estados Unidos. Atualmente, o LEAP está em sua versão 85, sendo que 11 atualizações ocorreram somente neste ano de 2010, mostrando o quão tem sido atualizado este programa.

Além dos diversos erros presentes no decorrer de uma simulação, desde a leitura de variáveis exógenas até a visualização dos resultados, há ainda, algumas limitações técnicas do modelo, ao se rodar alguns cenários. Um exemplo típico é que o LEAP não permite, em sua versão atual, mais do que 10 processos para a geração de energia elétrica. Isto foi discutido com os desenvolvedores do programa e, segundo eles, estará resolvido na próxima versão.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Apesar de ainda ser um programa em evolução, na medida em que há diversos erros e limitações que estão sendo corrigidos e alterados até hoje, a flexibilidade e a facilidade de uso do LEAP, ainda o coloca como um importante modelo de simulação de matrizes energéticas de médio e longo prazo, permitindo ao usuário passar rapidamente da implantação de políticas à análise de seus efeitos, sem ter que utilizar modelagens complexas e analisar os impactos de mudanças estruturais.

Em função da informação de base disponível, o modelo permite simular e analisar os impactos de política com maior ou menor grau de detalhe.

Além disso, permite interagir com outros modelos, introduzindo no LEAP seus resultados. Por exemplo, incorporar no LEAP os resultados de uma análise de expansão do setor elétrico baseado em modelos de otimização é possível e prático de se fazer.

A comparação com outros modelos mundialmente conhecidos e utilizados é importante no sentido de se verificar quais as reais potencialidades e barreiras ao se utilizar o LEAP como ferramenta de planejamento energético integrado e, nesse sentido, o LEAP é o que mais se aproxima da realidade brasileira, apesar das restrições inerentes ao programa, sendo recomendada sua utilização em trabalhos onde uma análise mais detalhada dos processos se faz necessária, principalmente do ponto de vista da eficiência e intensidade energética de certos setores.

7. BIBLIOGRAFIA

Community for Energy, Environment and Development, disponível em: <http://www.energycommunity.org>. Acessado em agosto de 2010.

Heaps, Charlie. 8th Annual Workshop on Energy Planning and LEAP, Bariloche, Argentina, June 2009.

International Atomic Energy Agency, disponível em: <http://www.iaea.org>. Acessado em agosto de 2010, MAED and MESSAGE User Guides, 2004.

Stockholm Environment Institute, LEAP, User Guide, March 2006.

