

# Simulador de Condições Operativas para Usinas Termelétricas

M. A. Pelegrini, C. M. V. Tahan, A. Queen, C. A. Fagundes, ENERQ/FUSP  
H. K. Takeno, Companhia Energética de Petrolina  
M. A. Carvalho Jr., P. Rosas, LDSP/UFPE  
L. A. V. Garcia, Hidro Consultores  
A. J. P. Ramos, Andesa Consultoria

**\*Resumo** - Com o novo modelo de comercialização de energia, os proprietários de Usinas Termelétricas devem avaliar alternativas de contratação, considerando as oportunidades no ambiente de contratação livre (ACL) e no ambiente de contratação regulado (ACR), bem como as necessidades energéticas do Sistema Interligado Nacional (SIN). Assim, foi desenvolvido o Simulador de Condições Operativas para Termelétricas - SCOT que permite ao usuário do sistema avaliar as diversas alternativas para comercialização de energia elétrica por meio de indicadores de avaliação econômica, como: TIR, VPL, VaR e fluxo de caixa descontado. A realização de simulações considera a previsão de evolução de mercado consumidor de energia elétrica, por subsistema (submercado) elétrico brasileiro, particularmente o subsistema nordeste (NE) e média nacional, a previsão da capacidade de geração de energia do sistema interligado, o limite de intercâmbio de interligação elétrica entre os subsistemas, a estimativa mensal do valor do preço de liquidação das diferenças (PLD) num determinado período de análise, a projeção de despacho da usina termelétrica em análise no horizonte de estudo e a futura capacidade adicional de geração de energia proveniente do último leilão ocorrido no final de 2005. O simulador é composto pelos seguintes módulos: Gerador de Cenários; Estudos Energéticos; Análise Econômica, Análise de Risco e Gerador de Relatórios. Neste artigo são descritas as metodologias utilizadas no desenvolvimento dos módulos que compõem o software e um exercício de aplicação.

**Palavras-chave**— Usinas Térmicas, Simulador de Operação, Fluxo de Caixa, Análise Energética, Comercialização de Energia.

## I. INTRODUÇÃO

A reforma do Setor Elétrico ocorrida na última década provocou o surgimento de novas instituições, agentes e modificou o conteúdo e a forma das atividades setoriais, promovida pelo marco regulatório do Novo Modelo do Setor Elétrico. Em especial, ocorreram expressivas modificações

na forma de se efetuar atividades de comercialização de energia elétrica entre os agentes do setor.

Diante do racionamento ocorrido em 2001 firmaram-se Contratos de Disponibilidade com as chamadas Usinas Termelétricas Emergenciais, da Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial (CBEE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). Tendo em vista que o prazo de alguns desses contratos venceram em Dezembro de 2004 e Dezembro de 2005, torna-se extremamente importante o estudo de oportunidades de negócios para essas usinas.

Nesse contexto, as Usinas Termelétricas devem avaliar novas alternativas de contratação de energia, considerando as oportunidades no ambiente de contratação livre (ACL), no ambiente de contratação regulado (ACR), e as necessidades energéticas do Sistema Interligado Nacional (SIN). Com esse propósito, foi desenvolvido o "Simulador de Condições Operativas para Térmicas - SCOT" que tem como função implementar um ambiente de simulação para análise de comportamento energético e econômico para qualquer Usina Termelétrica do sub-sistema Nordeste em diferentes cenários operativos e de mercado.

O objetivo do SCOT é propiciar ao investidor (usuário do sistema) a análise de condições de operação de uma determinada usina termelétrica do SIN por meio da análise de indicadores de avaliação econômico-financeiros do fluxo de caixa formado por contratos de comercialização de energia nos novos ambientes existentes do Setor Elétrico Brasileiro (SEB) e da análise do comportamento do despacho da UTE.

O sistema elétrico brasileiro é convenientemente segregado em 4 subsistemas: nordeste (NE); sul (S); sudeste e centro-oeste (SE/CO); norte (N) [1]. Atualmente, o SCOT possui dados do subsistema NE para a realização de simulações.

## II. METODOLOGIA

O procedimento de desenvolvimento do SCOT foi baseado na regulamentação e legislação vigente do SEB, incluindo a base contábil de aplicação de impostos, encargos e tributos para a categoria do agente produtor de energia elétrica [2], [3], [4]. A metodologia congrega processos específicos para cada módulo que compõem o SCOT. Esses módulos se inter-relacionam em um processo em série (seqüência), havendo um intercâmbio de informações entre eles e uma interdependência com o módulo anterior para realização das simulações desejadas, conforme a Figura 1 a seguir.

---

Este trabalho foi financiado pela Companhia Energética de Petrolina dentro do programa de P&D Aneel, ciclos 2002/2003 e 2003/2004.

M. A. Pelegrini, C. M. V. Tahan, A. Queen, C. A. Fagundes trabalham no Centro de Estudos em Regulação e Qualidade de Energia da Escola Politécnica da USP (e-mail: [marcpel@pea.usp.br](mailto:marcpel@pea.usp.br), [cmvtahan@pea.usp.br](mailto:cmvtahan@pea.usp.br)).

H. K. Takeno trabalha na Companhia Energética de Petrolina (e-mail: [htakeno@utepetrolina.com.br](mailto:htakeno@utepetrolina.com.br)).

M. A. Carvalho Jr., P. Rosas trabalham no Laboratório de Simulação Digital de Sistemas de Potência da UFPE (e-mail: [macj@ufpe.br](mailto:macj@ufpe.br), [prosas@ufpe.br](mailto:prosas@ufpe.br)).

L. A. V. Garcia trabalha na Hidro Engenheiros Consultores Ltda (e-mail: [hidrosis@uol.com.br](mailto:hidrosis@uol.com.br)).

A. J. P. Ramos trabalha na Andesa Consultoria em sistemas de Energia Elétrica (e-mail: [alvaro@andesa.com.br](mailto:alvaro@andesa.com.br)).

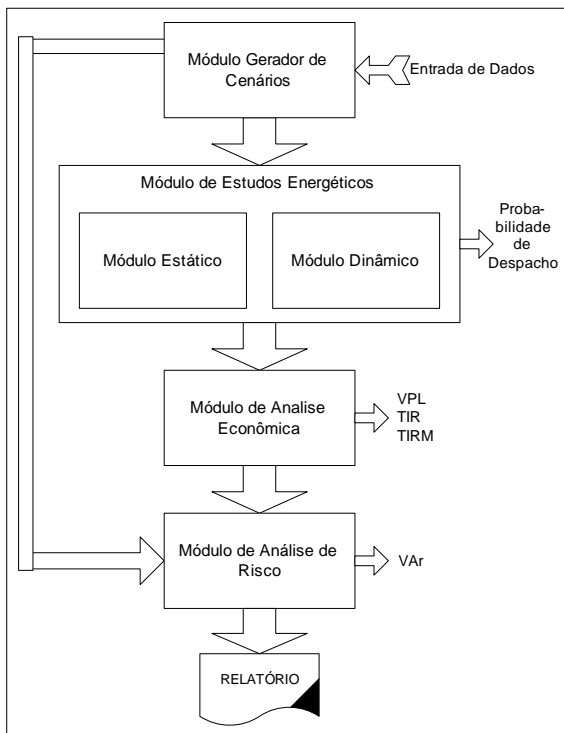


Figura 1 - Fluxograma dos Módulos que compõem o SCOT.

Cada módulo apresentado na Figura 1 possui uma metodologia específica de desenvolvimento, que serão descritas nos itens subsequentes.

#### A. Módulo Gerador de Cenários

O módulo Gerador de Cenários tem por objetivo determinar o panorama no qual será simulada a operação da Usina Termelétrica desejada através da previsão da evolução de Mercado e Energia Assegurada para o SIN. O usuário do sistema insere os seguintes parâmetros que compõem um cenário:

- Dados Gerais: contém o nome e data de criação do cenário
- Oferta Hidro: contém a Potência, a Energia Assegurada, o subsistema onde se encontra, o nome e o número identificador de cada usina Hidrelétrica junto ao ONS, bem como a evolução futura da energia assegurada de cada usina..
- Oferta Termo: contém a Potência, a Energia Assegurada, a Energia Inflexível, o preço declarado ao ONS, o tipo de combustível utilizado, o subsistema onde está localizada, o nome e o número identificador de cada usina Térmica junto ao ONS.
- Mercado Brasil: contém o montante do Mercado de Energia Elétrica Brasileiro base e uma projeção de crescimento que é aplicada sobre esse.
- Mercado Nordeste: contém o montante do Mercado de Energia Elétrica Nordeste base e uma projeção de crescimento que é aplicada sobre esse.

#### B. Módulo de Estudos Energéticos [5]

O sistema elétrico interligado nacional (SIN) é composto por diversas usinas hidrelétricas e termelétricas em 4 subsistemas. O ONS utiliza ferramentas computacionais para o planejamento e execução do despacho deste extenso parque gerador. Por sua vez, o ONS, o MME e a ANEEL utilizam-se de outros complexos programas computacionais – MSUI, NEWAVE, dentre outros, para o planejamento da expansão

do SIN e para determinar os parâmetros de valoração dos aproveitamentos, destacando-se a energia assegurada das usinas hidrelétricas.

Estes programas computacionais têm em comum a função objetivo que procura minimizar o custo de operação e, conseqüentemente, maximizar a energia armazenada. De forma simplificada, minimizar o custo de operação significa minimizar o despacho de usinas termelétricas.

Os programas computacionais do setor elétrico são extremamente complexos para serem operados desde a entrada de dados até a saída dos resultados, dificultando a análise de cenários e de alternativas. Como conseqüência, tornam-se difíceis e morosas as tomadas de decisão que requerem simulações do SIN. Assim, para o SCOT foi desenvolvido o Módulo de Estudos Energéticos. Este módulo tem por objetivo determinar a probabilidade de despacho da usina termelétrica. Vale lembrar que a probabilidade de despacho é uma variável de fundamental importância para previsão de fluxo de caixa. Tem-se abaixo uma visão geral da metodologia utilizada no desenvolvimento deste módulo.

#### B.1) Modelagem e Simulação do Sistema Interligado Nacional

A metodologia dos estudos energéticos inicia-se com a simulação do despacho do sistema para determinação da energia assegurada do sistema interligado (EA). A modelagem do despacho do SIN foi desenvolvida utilizando o programa computacional HIDRO, da HIDROSISTEM. Inicialmente foram fornecidos os dados das usinas hidrelétricas e termelétricas e os limites de intercâmbio.

As simulações do despacho do SIN (hidrelétrica e termelétricas) utilizam regras e algoritmos semelhantes àqueles utilizados pelo setor elétrico nacional nos estudos de planejamento. O despacho simulado do SIN procura atender a carga maximizando a energia armazenada no sistema.

A metodologia de análise aplicada apresenta as seguintes características básicas:

##### - Determinação da Energia Assegurada do SIN

Definida uma faixa de carga ou mercado, o modelo procede diversas simulações da operação do SIN até identificar a carga máxima que pode ser atendida sem déficit para o período de Janeiro de 1931 a Dezembro de 2001. Isso representa a Energia Assegurada (EA) do SIN no horizonte de estudo.

##### - Simulação das Alternativas de Relação entre Mercado e Energia Assegurada

Definida a EA para um cenário de estudo, procede-se a simulação da operação do SIN para diversas alternativas de relação entre mercado (ME) e EA, doravante denominada ME/EA. Essa relação limita-se na faixa de 0,5 a 1,5, com incrementos de 0,05, resultando em 21 casos.

##### - Síntese dos Resultados

Em cada um dos 21 casos analisados foram obtidas as séries mensais de Janeiro de 1931 a Dezembro de 2001 são obtidos os diversos parâmetros que caracterizam o desempenho de geração elétrica. Dentre estes foram selecionados os seguintes:

- energia armazenada em cada subsistema elétrico;

- energia térmica em cada subsistema elétrico;
- energia das térmicas emergenciais em cada subsistema elétrico;
- energia afluyente em cada subsistema.

## B.2) Análise de Variáveis e Concepção dos Submódulos

### Identificação da Relação Funcional para os Submódulos

Com base nas séries obtidas foi desenvolvida uma análise detalhada na busca de um parâmetro ou função que permitisse obter a produção térmica no subsistema NE, o que inclui a magnitude e a frequência de despacho.

Existe uma tendência de crescimento da geração termoeleétrica com a diminuição da soma da energia armazenada e afluyente. No entanto, não foi possível definir uma relação funcional que indique com precisão a magnitude da geração térmica em função da energia armazenada e afluyente.

Entretanto, observou-se que as curvas de permanência da geração térmica do subsistema NE têm uma relação bem estabelecida com o quociente entre o mercado e a energia assegurada do sistema.

Os resultados indicaram que para relações entre o mercado e a energia assegurada do sistema, doravante denominada ME/EA, abaixo de 0,65 e acima de 1,35 não existem variações significativas nas curvas de permanência. Ficou evidente que as interpolações entre as curvas de permanência são adequadas para os objetivos pretendentes.

Portanto, concluiu-se que a frequência de despacho das térmicas no subsistema NE pode ser avaliada a partir da relação ME/EA do sistema. A probabilidade de despacho de uma termelétrica particular será função do custo de operação, que posiciona a mesma numa hierarquização de despacho do conjunto de térmicas (“pilha do ONS”) disponível por menor custo de operação.

### Concepção do Submódulo “Estático”

As curvas de permanência de despacho das termelétricas foram normalizadas dividindo-se os valores das energias geradas pela respectiva potência disponível das termelétricas, permitindo generalizar os resultados obtidos.

No entanto, a energia gerada por térmicas inflexíveis deve ser tratada à parte, uma vez que trata-se de uma parcela determinística. Foi definido que o usuário do simulador estipulará o conjunto de térmicas em operação no subsistema NE, sejam de disponibilidade ou não. No caso das térmicas com característica de disponibilidade é fundamental fornecer o custo de operação e a potência instalada. Para as térmicas do subsistema de interesse, é necessário fornecer também o fator de capacidade mínimo, que indica a inflexibilidade da térmica, e o fator de capacidade máximo.

Para realizar a simulação de uma térmica qualquer, o usuário fornece o seu custo de operação e indica a situação do SIN, informando o mercado e a energia assegurada. A relação entre o mercado e a energia assegurada (M/EA) permite determinar a curva de permanência normalizada (Figura 2).

O produto das ordenadas da curva de permanência (adimensional) pela potência disponível define a curva de permanência de despacho das térmicas.

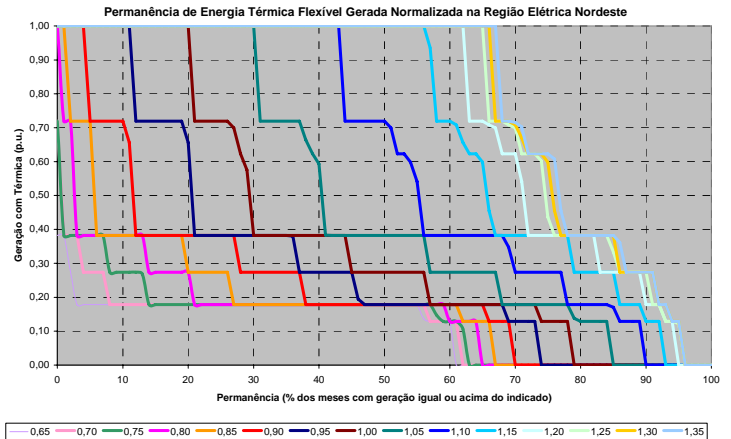


Figura 2 – Curvas de Permanência Normalizadas – Subsistema NE, parametrizadas na relação ME/EA.

Determina-se para cada situação do SIN a potência acumulada das térmicas cujo custo de operação é inferior ao custo da térmica em análise. Desta forma, caso o subsistema NE necessite do despacho de térmicas até esta potência, a térmica em análise não será despachada. Assim, verifica-se na curva de permanência a frequência correspondente à potência das térmicas de custo menor, acrescida da potência da térmica em análise. Esta frequência corresponde à probabilidade de despacho da térmica em análise. A esperança matemática ou geração média da térmica em análise corresponde ao produto da potência disponível da térmica pela respectiva frequência.

### Concepção do Submódulo “Dinâmico”

Para o desenvolvimento do submódulo dinâmico houve a necessidade de caracterizar o sistema e a sua condição no cenário de interesse. O usuário do SCOT define o conjunto de térmicas em operação no subsistema NE, sejam emergenciais ou não. No caso das térmicas emergenciais é fundamental fornecer o custo de operação e a potência instalada. Para as térmicas do subsistema NE, é necessário fornecer também o fator de capacidade mínimo, que indica a inflexibilidade da térmica, e o fator de capacidade máximo.

Para analisar a probabilidade de despacho de uma térmica e/ou a energia que seria produzida no próximo biênio, deve-se informar a condição atual do subsistema NE indicando a energia armazenada neste subsistema e a projeção do mercado neste horizonte.

Outra informação necessária é a projeção mensal de importação de energia de outros subsistemas. Finalmente, as curvas de aversão ao risco do subsistema NE devem ser obtidas dos relatórios do ONS.

Com base nestes dados determina-se a energia armazenada no final de um mês qualquer através da seguinte equação 1:

$$EA_{f,i} = EA_{i,i} + 100 \cdot \frac{(ET_{\text{Térmica}} + EA_{f,i} + E_{\text{import}_i} - \text{Mercado\_NE}_i)}{E_{\text{Armazenável\_NE}}} \quad (1)$$

Onde:

$EA_{f,i}$  é a energia armazenada do subsistema NE no final do mês  $i$  expressa em %;

$EA_{i,i}$  é a energia armazenada do subsistema NE no início do mês  $i$  expressa em %;

$E_{T\acute{e}rmica_i}$  é a energia gerada pelas térmicas do subsistema NE no mês  $i$  expressa em MWmed;

$E_{Afl_i}$  é a energia afluyente do subsistema NE no mês  $i$  expressa em MWmed;

$E_{import_i}$  é a energia importada de outros subsistema para ao subsistema NE no mês  $i$  expressa em MWmed;

$Mercado\_NE_i$  é a carga ou mercado do subsistema NE no mês  $i$  expressa em MWmed;

$E_{Armazenável\_NE}$  é a energia armazenável no subsistema NE expressa em MWmed.

Definido o mês inicial de análise, repete-se o procedimento para um período de 2 anos. O parâmetro estocástico da equação é a energia afluyente do subsistema NE ( $E_{Afl_i}$ ) obtida das simulações do SIN. A utilização da energia afluyente do subsistema NE é conhecida, observando-se que no curto prazo não há previsão de expansão da geração hidrelétrica neste subsistema. A série de energia afluyente ao subsistema NE ( $E_{Afl_i}$ ) estende-se de janeiro de 1931 a dezembro de 2001. Desta forma, é possível obter entre 69 e 70 séries bianuais, dependendo do mês de início da análise.

Para cada mês de cada um dos biênios verifica-se a geração térmica requerida. Se a energia armazenada no subsistema NE for igual ou superior à correspondente energia armazenada mínima indicada na curva de aversão ao risco a produção térmica do subsistema ficará limitada à potência disponível das térmicas inflexíveis. Caso contrário, a produção térmica requerida corresponderá à diferença entre a energia armazenada do subsistema e aquela indicada pela curva de aversão ao risco, limitada à potência disponível.

Finalmente, determina-se a potência acumulada das térmicas cujo custo de operação é inferior ao custo da térmica em análise. Desta forma, caso o subsistema NE necessite do despacho de térmicas até esta potência, a térmica em análise não será despachada. Caso contrário, a térmica é despachada. A probabilidade de despacho é a frequência relativa em que a térmica em análise foi despachada, dentro do conjunto de biênios analisados.

### C. Módulo de Análise Econômica

O Módulo de Análise Econômica foi desenvolvido para efetuar a análise de contratos de energia elétrica, tendo como base o novo modelo do setor elétrico que define os Ambientes de Contratação Livre (ACL) e Regulado (ACR). Esse módulo permite que sejam avaliados os indicadores financeiros Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) para uma dada carteira de contratos, preço Spot, probabilidade de despacho e encargos de uma termelétrica analisada (Figura 3).

De acordo com o que foi definido no 1º leilão de Energia Nova, uma UTE firma no ACR contratos de 'Disponibilidade'. Essa forma de Disponibilidade é a contratação de reserva de capacidade de uma usina, associando a isso uma receita independente de sua geração. Este montante tem como propósito a amortização do investimento, a cobertura dos custos fixos de O&M da usina e a obtenção da taxa de retorno do investimento, entre outros. Caso esta usina seja chamada a despachar pelo ONS, os custos incorridos pela geração de energia são assumidos pelo SIN.

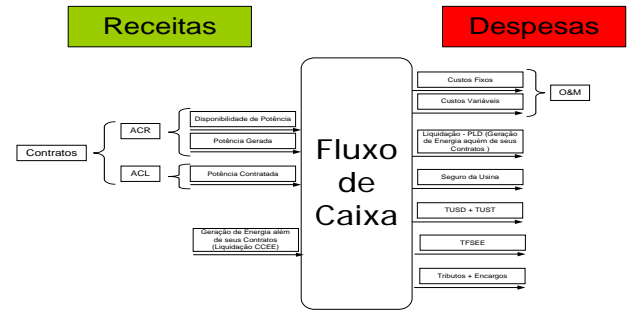


Figura 3 – Receitas e Despesas do Fluxo de Caixa

Quando firmado um contrato no ACL, a usina contratada assume um comprometimento de entrega de energia elétrica à contratante, seja na forma de geração de energia ou aquisição na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por meio da contabilização pelo Preço de Liquidação das Diferenças (PLD – “SPOT”).

### D. Módulo de Análise de Risco

O equacionamento do fluxo de caixa de um investimento pode fornecer uma previsão de resultado financeiro. No entanto, existem incertezas a cerca do comportamento de algumas variáveis que interferem no fluxo de caixa ao longo de um determinado período.

O Módulo de Análise de Risco desenvolvido tem o objetivo de integrar os módulos descritos anteriormente, permitindo obter resultados que quantifiquem os riscos e econômicos de cada cenário considerado.

Algumas variáveis incertas que compõem o fluxo de caixa são analisadas nesse módulo segundo a distribuição de probabilidade de ocorrência, as quais são: a relação ME/EA; o preço de operação da termelétrica analisada declarado na pilha do ONS; e os preços dos contratos firmados pela termelétrica. É notório que as duas primeiras variáveis influenciam diretamente no despacho dessa usina

A distribuição de probabilidade é orientada pela distribuição de Gumbel, que determina o desvio dos valores das variáveis em relação ao valor esperado. Segundo Gumbel, quanto maior o desvio, maior será a aleatoriedade dos valores, e ao contrário, menor será a aleatoriedade. A dispersão dos valores que caracteriza a distribuição de Gumbel é limitada por 3 (três) cenários: otimista, pessimista e mais provável, que são definidos no Módulo Gerador de Cenários.

Como resultado da análise, o módulo proporciona ao usuário obter o histograma de VPL para a análise de risco e realizar os cálculos para elaboração do relatório de Risco (Risk Report) com a quantificação do Value at Risk (VaR) para um nível de confiança desejado, dado o período de análise.

### III. APLICATIVO COMPUTACIONAL

Seguindo o modelo da Figura 1, foi desenvolvido o software SCOT (Figuras 4 e 5). A sua operação básica consiste em:

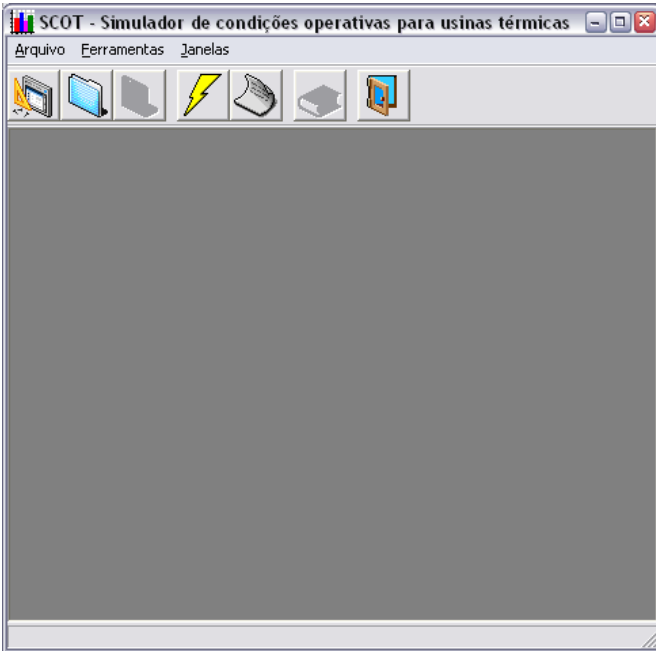


Figura 4 – Tela Inicial do SCOT



Figura 5 – Análises do SCOT

a) Definição de cenário, levando em conta parâmetros de evolução de oferta e demanda de energia previamente definidos ou configuráveis pelo usuário. Para tanto usa-se o Módulo Gerador de Cenários, que é ilustrado na Figura 6 abaixo.

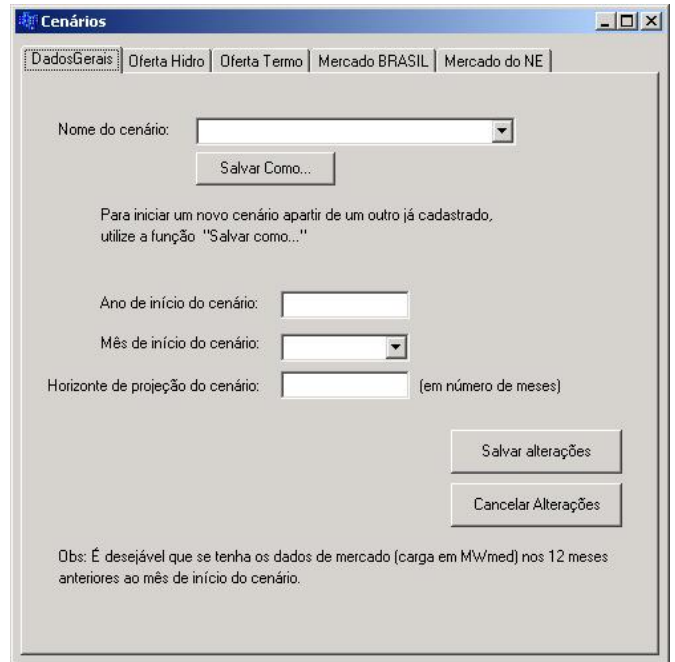


Figura 6 – Módulo Gerador de Cenários

b) Determinação da probabilidade de despacho em médio ou longo prazo, através da influência dos riscos elétricos e do Módulo de Estudos Energéticos, que é composto pelos modelos estático e dinâmico.

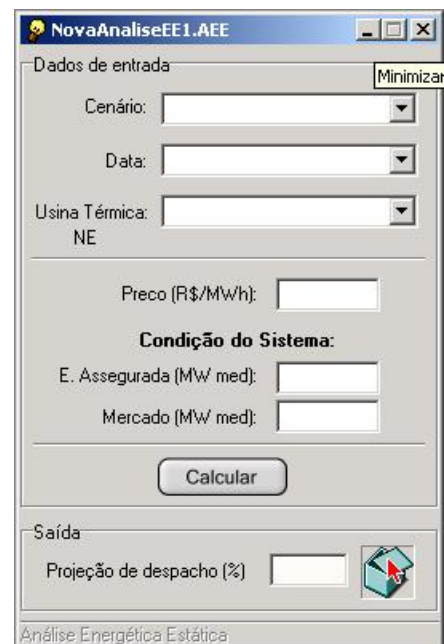


Figura 7 – Modelo Estático

c) Estudo da viabilidade econômica de um cenário através da operação do Módulo de Estudos Econômicos.



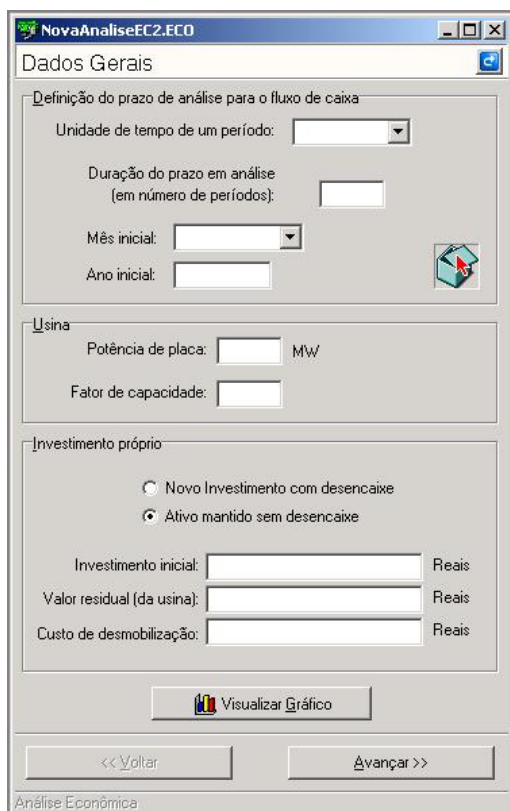


Figura 8 – Módulo de Análise Econômica

d) Análise de risco, considerando uma análise econômica previamente realizada.

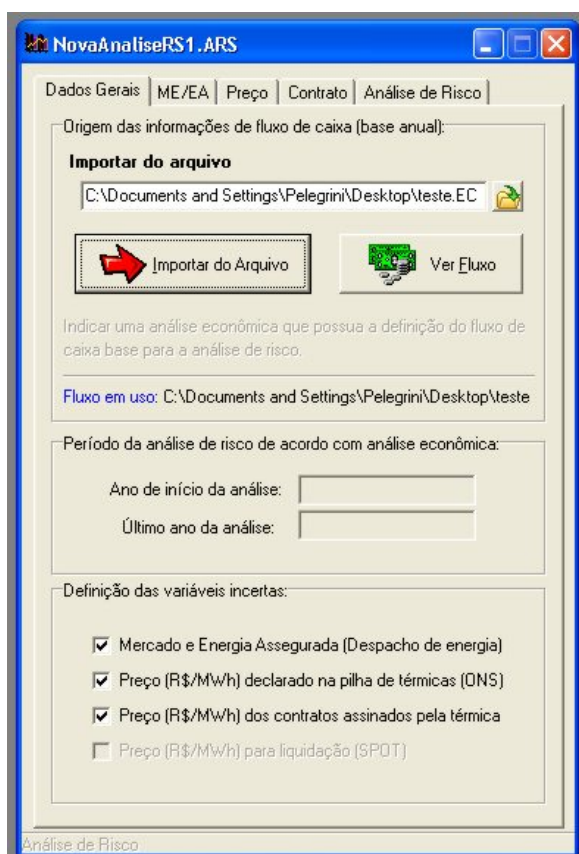


Figura 9 – Módulo de Análise de Risco

#### IV. ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso propõe um exercício de aplicação do SCOT com dados que se aproximam da realidade do setor elétrico brasileiro. Para tanto, utilizou-se com exemplo a Usina Térmica de Petrolina, do grupo CEP, que conta com uma potência instalada de 128MW. Para simulação desse caso, o estudo está estruturado em 4 (quatro) partes que são as seguintes: Geração de Cenários, Determinação da Projeção de Despacho (modelos estático e dinâmico), Análise Econômica (ACR e ACL) e Análise de Risco.

Utilizando o Módulo Gerador de Cenários, foram criados 3 (três) cenários, conforme a tabela abaixo. Adotou-se a evolução mensal de carga divulgada pelo ONS, no período de Maio/2004 a Abril/2005, como sendo o mercado base Brasil e Nordeste. As previsões de crescimento adotadas, para ambos os mercados, são constantes ao longo do período de análise (2006 a 2015) e encontradas na Tabela I abaixo [6], [7].

Utilizando o modelo Estático do Módulo de Estudos Energéticos, é estimada a probabilidade de despacho da termelétrica em análise a partir da seleção de um cenário da tabela acima e a data de análise. Foi configurado o cenário CM e data de Janeiro/2006, e obteve-se como resultado a projeção de despacho de 4%.

TABELA I  
CARACTERÍSTICAS DE MERCADO PARA OS CENÁRIOS ADOTADOS.

Cenário	Crescimento Mercado Brasil	Crescimento Mercado Nordeste
Crescimento Pessimista	2%	2%
Crescimento Mais Provável (CM)	3%	3%
Crescimento Otimista (CO)	6%	6%

TABELA II  
RESULTADO DO MODELO DINÂMICO: PROJEÇÃO DE DESPACHO DA TERMELÉTRICA.

Ano	mês	Probabilidade de Despacho (%)
2005	12	0
2006	1	0
2006	2	0
2006	3	0
2006	4	0
2006	5	0
2006	6	1,47
2006	7	2,94
2006	8	2,94
2006	9	2,94
2006	10	7,35
2006	11	8,82

Já no modelo dinâmico, ainda nesse mesmo módulo e o mesmo cenário adotado, foi configurada a data de início de análise em Dezembro/2005 com energia armazenada de 65% do subsistema NE do total de 37.811 MW médios. Foram utilizados, como custo de operação da termelétrica, os dados declarados ao ONS em novembro de 2005. Os resultados desse modelo, para o primeiro ano em análise, estão apresentados na tabela II acima.

Inicialmente, no Módulo de Análise Econômica, simula-se a comercialização de energia elétrica no ACR e posteriormente no ACL. Para tanto, as variáveis necessárias para simulação do estudo de caso são as estabelecidas abaixo:

- Período de Análise
- TUST + TUSD
- TFSEE
- Período / Preço / Potência de Contratos
- Benefício anual típico
- Depreciação
- Investimento Inicial (sem descaixe)
- Alíquotas de COFINS / PIS / IR / P&D / Seguro
- Custo de Desmobilização
- Probabilidade de Despacho
- O&M fixo e variável
- Expectativa do valor de PLD para o período em análise.

Por fim, a Análise de Risco é realizada tomando como base o fluxo de caixa gerado no Módulo Análise Econômica, sobre as seguintes variáveis incertas: relação ME/EA; preço declarado na pilha do ONS; e os preços dos contratos firmados.

Os resultados das Análises são apresentados ao usuário do sistema por meio de gráficos, de acordo com a Figura 11 – Resultado da Análise Econômica: .

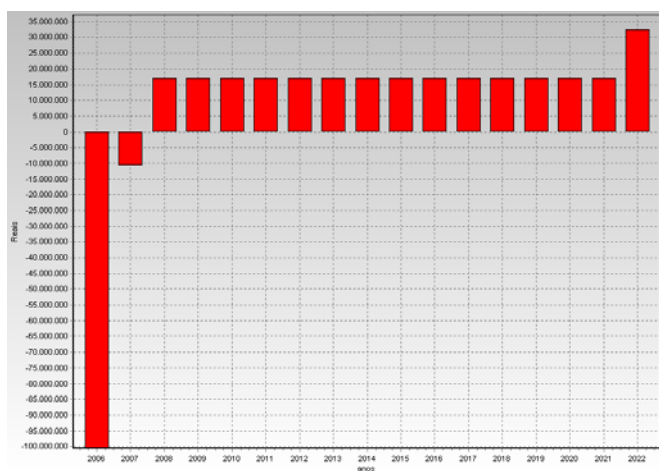


Figura10 – Resultado da Análise Econômica: Fluxo de Caixa

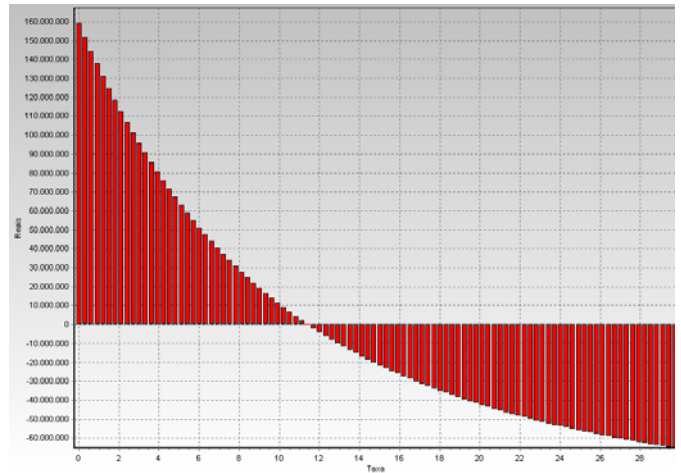


Figura 11 – Resultado da Análise Econômica: VPL x Taxa de Atualização

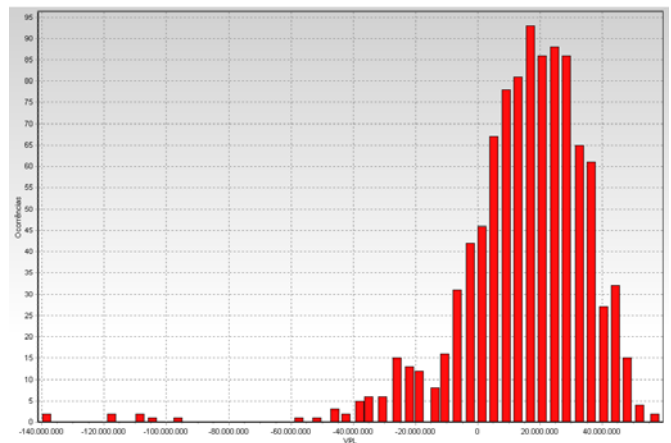


Figura 12 – Resultado da Análise de Risco: Histograma de VPL

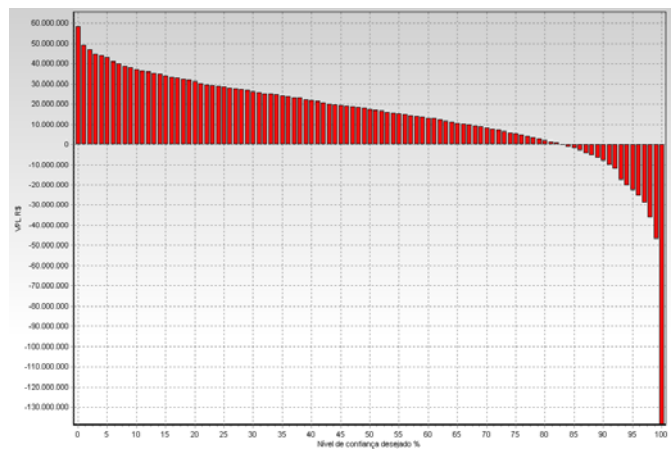


Figura 13 - Resultado da Análise de Risco: VAR x Nível de Confiança

## V. CONCLUSÕES

Apresentou-se neste artigo a metodologia utilizada no desenvolvimento do Simulador de Condições Operativas para Térmicas - SCOT que, permite ao usuário indicar as melhores alternativas econômicas da operação da usina. Esta metodologia foi implementada através de um aplicativo computacional que fornece ao setor de geração térmica

putacional que fornece ao setor de geração térmica indicações sobre o impacto dos contratos de comercialização de energia elétrica no fluxo de caixa de uma usina deste segmento.

Tendo em vista que os programas computacionais do setor elétrico são extremamente complexos para serem manuseados por usuários leigos, o Módulo de Estudos Energéticos do SCOT se apresenta com uma ferramenta de fácil manuseio e interpretação de resultados.

Os resultados obtidos demonstram que essa ferramenta pode ser bastante útil no auxílio às equipes de planejamento das companhias de geração térmica quanto à tomada de decisão para a realização de contratos de venda de energia elétrica nos Ambientes de Contratação Livre e Regulada.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Plano Decenal da Expansão 2003-2012, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Energia com o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão de Sistemas Elétricos, novembro 2004.
- [2] PORTARIA no. 430, de 14 de Setembro de 2005. Dispõe sobre a sistemática dos Leilões de Energia proveniente de novos empreendimentos se geração. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>.
- [3] NOTA TÉCNICA MME/SPD/05 Garantia Física de Energia e Potência Metodologia, Diretrizes e Processo de Implantação, Ministério de Minas e Energia, Brasília, outubro de 2004, disponível da home page: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br).
- [4] DECRETO no. 5.163, de 30 de junho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF, 1970. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br>>.
- [5] L. A. V. Garcia, C. M. V. Tahan – Módulo de Estudos Energéticos, Dez. 2004. Relatório de Pesquisa.
- [6] Planejamento Anual da Operação Energética Ano 2004 2ª Revisão Quadrimestral, Operador Nacional do Sistema Elétrico, Rio de Janeiro, 2004, disponível da home page: [www.ons.com.br](http://www.ons.com.br).
- [7] Planejamento Anual da Operação Energética Ano 2004, Operador Nacional do Sistema Elétrico, Rio de Janeiro, 2004, disponível da home page: [www.ons.com.br](http://www.ons.com.br).