



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GME - 17
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO VI
GRUPO DE ESTUDO EM MERCADOS DE ENERGIA ELÉTRICA - GME**

TAXA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA APLICADA A AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Jeuel Bernardes Alves

Gelson da Cruz Junior

Wagner da Silva Lima*

**Núcleo de Estudos e Pesquisa em Energia – NEPE
Escola de Engenharia Elétrica e de Computação - UFG**

RESUMO

A taxa interna de retorno apresenta desvantagens no seu uso relacionadas ao seu processo de cálculo (para fluxos de caixa descontados não-convencionais) e na adoção da hipótese que cada receita ou despesa apurada no fluxo de caixa é avaliada com a mesma taxa de desconto, desconsiderando questões relativas à adequada taxa de desconto para financiamento, despesas operacionais e capacidade de re-investimento. Este trabalho discute o uso da taxa interna de retorno modificada (TIRm) na avaliação de projetos de geração. Aplica-se o método da TIRm sobre uma estrutura adequada de fluxo de caixa de modo a obter informações consistentes para apoiar a tomada de decisão. Um estudo de caso é realizado na análise de uma usina termelétrica a gás, ciclo combinado em configuração típica. Os cenários de preços futuros de energia foram obtidos a partir de modelos computacionais semelhantes àqueles utilizados oficialmente pelo setor elétrico nacional.

PALAVRAS-CHAVE

Parceria Público-Privada, Análise de Investimento, Taxa Interna de Retorno Modificada, Geração Termelétrica, Expansão da Geração.

1.0 - INTRODUÇÃO

O Setor Elétrico Brasileiro atualmente passa por mais uma mudança em sua regulamentação, provocando no momento o surgimento de uma estrutura centralizada de comercialização de energia ("pool"), mas, ainda mantendo o mercado livre de negociação de contratos bilaterais e/ou leilões. Neste novo ambiente os riscos podem não ser desprezíveis para os investidores em ativos de geração devido às diversas expectativas da real eficácia da implantação das novas regras de mercado.

A mudança ocorrida no Setor Elétrico Brasileiro recentemente, ainda não garantiu aos consumidores a expansão do sistema, deixando apreensivos todos os setores da economia brasileira. Uma nova possibilidade de viabilizar novas usinas e linhas de transmissão são as Parcerias Público-Privadas. Esta composição de investimentos públicos e privados deve ser analisada diante da necessidade de garantia do sucesso do negócio, mesmo tendo nestas parcerias, possivelmente, interesses antagônicos.

Atualmente essa participação do capital privado tem sido foco de amplos debates, na busca de uma satisfatória conciliação entre os interesses, em princípio conflitantes, do Poder Público e dos investidores privados. De fato, de um lado há a Administração Pública, que deve primar por um serviço satisfatório, ininterrupto, acessível, com tarifas módicas. De outro, há o investidor privado, cujo maior interesse é a obtenção de resultados cada vez mais significativos (retorno), a um menor comprometimento possível (risco).

Diante do atual cenário macro-econômico e tecnológico no qual o Setor Elétrico está inserido, é oportuno apresentar alternativas mais realistas a análise de investimentos, para que as avaliações realizadas no processo

***Escola de Engenharia Elétrica e de Computação – UFG**

Bloco A, Praça Universitária s/n – Setor Universitário - CEP 74.605-220 - Goiânia - GO - BRASIL
Tel.: (62) 209-6070 - Fax: (62) 521-1806 - e-mail: wagner@eee.ufg.br

de decisão não venham a superestimar as variáveis de decisão, como no caso do uso indiscriminado da taxa interna de retorno. A expansão da geração de energia elétrica no Brasil envolve vários projetos de investimento programados de acordo com o planejamento da Empresa de Planejamento Energético (EPE) (1) e aqueles de interesse do mercado, não previstos pelo plano central. De fato, muito interessa aos investidores desse setor, antes de iniciada a execução do projeto, o prévio conhecimento sobre o seu provável resultado econômico-financeiro.

Independente da estrutura regulatória do setor elétrico, tradicionalmente os investidores avaliam o retorno de seus ativos através de indicadores clássicos de retorno de investimento, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Retorno sobre Ativos (ROI), Montante de Valor de Mercado (MVA) entre outros. A TIR é ampla e indiscriminadamente utilizada em ferramentas de análise de viabilidade de projetos no setor elétrico.

A interpretação da TIR para análise de retorno de investimentos requer cuidados que, apesar de sua popularidade, poucas obras de administração financeira evidenciam que ela pode causar distorções nos resultados da análise, pois a TIR considera que todos os valores do fluxo de caixa dispostos no tempo são sujeitos a uma mesma taxa de remuneração (no caso a TIR), onde os fluxos de caixa negativos ou investimentos e/ou despesas são financiados pela TIR e os fluxos de caixa positivos ou receitas são reinvestidos pela mesma TIR, causando distorções.

Embora exista questionamento também a respeito do método do Valor Presente Líquido, complementado pela Teoria de Opções Reais oriunda do mercado financeiro, torna-se necessário discutir e aplicar técnicas que possam corrigir a distorção proporcionada da análise de retornos pela TIR. A Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm) é um índice de retorno que é calculada apurando-se o valor presente dos investimentos e despesas e o valor futuro das receitas respectivamente por meio de taxas de financiamento e de re-investimentos compatíveis com o mercado e as condições de contorno do projeto, e por consequência, diferentes entre si.

Neste trabalho utiliza-se o conceito da TIRm para avaliação de ativos de geração termelétrica no âmbito da nova proposta de regulamentação do setor elétrico, considerando o despacho centralizado de geração e os possíveis cenários de vazão. Para se determinar os cenários futuros de custos marginais de operação, são utilizadas ferramentas computacionais compatíveis com os modelos utilizados oficialmente pelo Setor Elétrico. A metodologia utilizada mostra-se adequada à análise de viabilidade de usinas na modalidade de financiamento "Project Finance" e esta é facilmente adaptável à análise de investimento na modalidade Parceria-Público-Privada (PPP).

2.0 - ANÁLISE DE INVESTIMENTO

O conhecimento prévio do seguimento de mercado em que é exercida a atividade principal e no comportamento histórico das atividades empresariais, provavelmente é possível reduzir a margem de erro (risco de modelagem) desse tipo de análise. A aplicação da análise de investimento é fundamental na estruturação da investigação sob os aspectos econômico, financeiro e contábil, cujos indicadores são relacionados para desenvolver um suporte eficiente e principalmente para a eficaz tomada de decisão (3).

Os indicadores econômicos (4), como a taxa interna de retorno, são uma das principais ferramentas de que dispõem os investidores (públicos ou privados), por serem uma das formas mais diretas de avaliação do êxito de um empreendimento. A função desses indicadores é a de demonstrar se o empreendimento está proporcionando ou proporcionará resultados satisfatórios às expectativas de seus investidores.

Diversos autores têm proposto metodologias e modelos computacionais de análise de retorno-risco de projetos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sem muitas vezes ter o devido cuidado com os conceitos e distorções intrínsecas de alguns dos índices de mérito utilizados.

Destacamos o trabalho de Silveira em 2001 (5) que utiliza simulação dinâmica para análise risco-retorno de uma carteira de investimento de usinas hidrelétricas, tendo como variável de decisão a TIR. Os riscos são avaliados, mas do ponto de vista da volatilidade dos retornos do ativo. Déicits em conta corrente são cobertos por empréstimos de curto prazo. A estratégia comercial de cada unidade de negócio (usina) é avaliada. Sua análise está alicerçada no financiamento pela empresa ("Corporate Finance").

Martin *et al* (2001) (6) abordam mais uma vez a questão do risco, dando ênfase na curva de permanência dos retornos, calculados também a partir da TIR. Nenhum destes autores considera as distorções causadas pelo cálculo da TIR. Logo, a importância de se analisar as possibilidades de correção destas distorções, poderão permitir um avanço na análise em investimento de geração no Setor Elétrico Brasileiro.

3.0 - MODELO DE FLUXO DE CAIXA

3.1 Conceitos importantes

O fluxo de caixa evidencia as modificações de recursos ocorridas na empresa num determinado período, demonstrando as operações de entrada e saída de recursos realizados. A demonstração dos fluxos de entradas e saídas de dinheiro do caixa de uma empresa é uma importante ferramenta para se avaliar a viabilidade de investir-se no negócio. A análise de fluxo de caixa descontado é atualmente, uma das técnicas mais modernas de avaliação de empresas, segundo Assaf Neto (3).

O fluxo de caixa descontado em cada estágio da estrutura apresenta um fluxo resultante àquelas atividades realizadas, originado da diferença de fluxos de caixa positivos e negativos num mesmo instante. Portanto, para uma representação adequada a atividade fim, é mister a fundamental escolha da adequada estrutura de caixa que represente com clareza as informações das atividades empresariais.

A FASB (*Financial Accounting Standards Board* – FASB ou Comitê de Normas de Contabilidade Financeira) (3) defende o método direto, onde a explicitação das operações torna a sua utilização mais simplificada. Vários autores têm proposto modelos e classificações de fluxos de caixa. Os fluxos determinados pelo FASB (7), fruto de grandes pressões realizadas pelos grupos interessados, trata-se da mais recente tentativa de se conciliar às necessidades dos investidores, credores e financiadores permanentes da empresa com normas contábeis em vigor que já não mais atendem a essas necessidades.

A estrutura de fluxo de caixa adotada neste trabalho é definida com base na demonstração do fluxo de caixa realizado no pronunciamento FASB 95 de novembro de 1987 (7). Para a avaliação da TIR_m, utiliza-se a estrutura defendida pela FASB, que possui três classes, sendo cada um destes fluxos de caixa apresentando fundos de caixa recebidos e despendidos (5):

- Fluxos das **atividades operacionais** - Estão diretamente relacionados a atividade fim do negócio como venda de mercadorias e serviços, rendas obtidas de empréstimos como juros e/ou dividendos (Fundos de caixa recebidos) e aquisição de materiais; salários; juros sobre empréstimos; impostos; multas e outros tributos; materiais e serviços (fundos de caixa pagos);
- Fluxos das **atividades de financiamento** - São atividades a obtenção de recursos e captação de empréstimos e financiamentos frente aos investidores do projeto e junto ao ambiente tarefa, como Fundos de caixa despendidos (remuneração aos proprietários; pagamento de empréstimos; requisição de ações próprias) e Fundos de caixa recebidos (emissão de ações; subscrição de debêntures; hipotecas e empréstimos de curto e longo prazo);
- Fluxos das **atividades de investimento** - Estão relacionados aos aumentos e diminuições dos ativos de longo tempo de vida útil, utilizados na produção de bens e serviços, como Fundos de caixa despendidos (Aquisição de ativos imobilizados, aquisição de novos negócios e empresas, aquisição de debêntures e investimentos financeiros em longo prazo, aquisição de ações de outras empresas, empréstimos feitos a outras entidades) e Fundos de caixa recebidos (venda de ativos imobilizados; venda de uma subsidiária; cobrança do principal relativo a empréstimos feitos a outras entidades; venda, por transferência, de debêntures de outras entidades; venda, de debêntures ou ações de outras entidades).

3.2 Política de caixa oriunda da estratégia financeira

A política de caixa representa as necessidades e restrições da capacidade financeira do investidor. Essa representação acaba por definir a estrutura algorítmica do modelo preditivo, haja vista que a configuração da dinâmica da política de caixa de investimento repercute diretamente na base estrutural da simulação, bem como nos parâmetros que repassam os resultados para o desenvolvimento da análise da viabilidade de investimento.

É importante salientar a responsabilidade de uma clara estruturação da política de caixa, pois ela orientará a definição das escolhas de taxas que serão praticadas nos fluxos. O sucesso de um retorno satisfatório ao investimento empregado que agregue valor à empresa, depende da conjugação ou mesmo combinação adequada das estratégias financeiras para cada fluxo de caixa (Operacional, financiamento e investimento) (8).

Lima *et al* (2003) (9) apresentaram um modelo de política de caixa a ser adotado em “*Project Finance*” de usinas termelétricas no Brasil, considerando apenas o mercado a diferenças. Um modelo estocástico foi elaborado para simular as falhas das plantas e a manutenção programada, sendo identificada como grande fonte de riscos financeiros para os geradores. Baseado na análise de risco de crédito do gerador buscou-se uma estratégia de cobrir as despesas decorrentes de parada forçada e programada da usina através de contratos bilaterais “*base load*” e da administração do orçamento de caixa do projeto. A análise de risco é realizada sobre o capital circulante líquido do projeto (10). No trabalho a variável de retorno financeiro utilizada é o Valor Econômico Adicionado (EVA).

4.0 - TAXA INTERNA DE RETORNO TRADICIONAL

A taxa interna de retorno (TIR) é uma das ferramentas mais utilizadas para análise de resultados de propostas de investimentos, inclusive no setor elétrico brasileiro. A taxa gerada a partir desse método é economicamente viável se maior ou igual à taxa mínima de atratividade (TMA) do retorno do investimento sobre os custos operacionais. A TIR causa a distorção superestimando o valor do retorno do investimento. Outro fator importante é quando um projeto é representado por um fluxo de caixa não-convencional, ou seja, em que há várias inversões de sinais entre fluxos de caixa positivos e negativos, onde várias situações podem ocorrer, como: uma ou mais TIR positivas e/ou negativas; uma única TIR, igual a um projeto classificado como convencional; ou ainda inexistir solução.

A TIR pressupõe que as receitas e despesas do fluxo de caixa do projeto ou atividade estejam submetidas a uma única taxa de remuneração. Todavia esta não considera as diferentes taxas de remuneração exigidas ao esforço para obtenção de receitas (custo de capital do financiamento por terceiros) e o esforço para obtenção de recursos (capacidade de re-investimento). O cálculo da TIR é viabilizado pela disponibilidade de fluxos de caixa que representem os cenários futuros possíveis do ambiente tarefa que o projeto estará inserido. Logo, o seu cálculo é dado pelo valor que torna o VPL igual a zero, conforme Equação 1.

$$\sum_{i=1}^n \frac{(R_i - D_i)}{(1 + TIR)^i} = 0 \quad (1)$$

Onde:

- R_i - Somatório de lançamentos positivos do fluxo de caixa;
- D_i - Somatório de lançamentos negativos do fluxo de caixa;
- TIR - Taxa interna de retorno;
- n - Número de estágios do período de análise.

A taxa interna de retorno tem uma limitação significativa sob o ponto de vista algébrico. Ao representar matematicamente os fluxos de caixa não-convencionais, há variações de sinais de um fluxo para o outro acaba por definir uma estrutura polinomial com resultado altamente complexo ou até mesmo insolúvel. Segundo Galois (11), ainda que este polinômio contenha uma única variável, ainda assim não terá solução matemática.

5.0 - TAXA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA

A aplicação da taxa interna de retorno modificada (TIRm) é definida a partir da estruturação dos fluxos de caixa do modelo econômico-financeiro do projeto de investimento, sob a orientação da política de caixa do investidor. Após a construção dessa estrutura é realizada uma divisão dos fluxos em positivos e negativos. As taxas de desconto são repassadas para cada grupo de classificação do fluxo de caixa e devem ser mantidas para redução das distorções que a aplicação da própria TIR produz nos resultados finais.

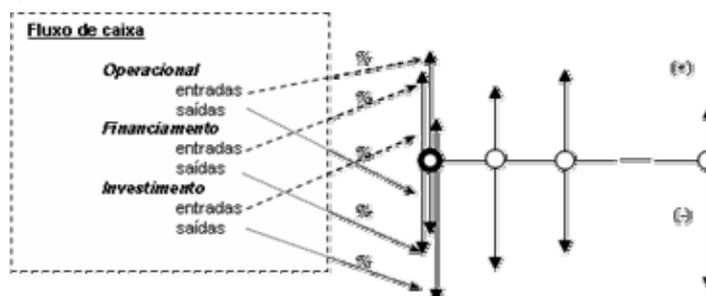


FIGURA 1 - Distribuição das taxas de remuneração para cada grupo de entrada e saída dos fluxos de caixa

Para a identificação das taxas incidentes no fluxo de caixa é fundamental o conhecimento do setor em que será instalado o negócio, a fim de que sejam identificadas as fontes de captação de investimento, bem como os custos da estrutura do plano de contas do fluxo de caixa proposto.

Uma pesquisa sendo desenvolvida por Alves (2005) (12) busca a determinação destas taxas de remuneração por elemento de despesa e receita da composição do fluxo de caixa para projetos de investimento no Setor Elétrico Brasileiro. Neste trabalho são consideradas apenas taxas de remuneração diferentes apenas para receitas e despesas, para fins de demonstração da potencialidade do método proposto. Uma vez identificadas às taxas de remuneração de fluxos positivos (re-investimento) e negativos (financiamento) realiza-se o processo de cálculo apresentado a seguir.

Os fluxos positivos são conduzidos para o valor futuro (FV) com o intuito de serem reaplicados os numerários excedentes das operações do caixa, após a obtenção do resultado líquido final da empresa. Portanto esse procedimento justifica a composição do valor futuro por fluxos positivos, tendo em vista o tempo como um elemento fundamental para ordem de construção do valor futuro.

Os fluxos negativos representam à demanda de capital desta estrutura de caixa, que será suprida por meio de empréstimos, que serão contraídos antes da realização das obrigações. Por este motivo, esses fluxos são trazidos a valor presente (PV). As Equações 2 e 3 apresentam o cálculo de FV e PV conforme descrito acima. A Figura 2, apresenta lógica do cálculo proposto.

$$FV = \sum_{i=1}^n A_{i,op} \cdot (1 + trp_{op})^i + \sum_{i=1}^n A_{i,fin} \cdot (1 + trp_{fin})^i + \sum_{i=1}^n A_{i,inv} \cdot (1 + trp_{inv})^i \quad (2)$$

Onde:

- FV - Valor futuro dos recebimentos das atividades operacionais, financiamento e investimento;

- $A_{i,opr}$ - Recebimento por atividade operacional no estágio i ;
 $A_{i,finr}$ - Recebimento por atividade de financiamento no estágio i ;
 $A_{i,inv}$ - Recebimento por atividade de investimento no estágio i ;
 trp_{opr} - Taxa de remuneração para recebimentos por atividade operacional;
 trp_{fin} - Taxa de remuneração para recebimentos por atividade de financiamento;
 trp_{inv} - Taxa de remuneração para recebimentos por atividade de investimento;
 n - Número de estágios do período de análise.

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{D_{i,opr}}{(1+trn_{opr})^i} + \sum_{i=1}^n \frac{D_{i,fin}}{(1+trn_{fin})^i} + \sum_{i=1}^n \frac{D_{i,inv}}{(1+trn_{inv})^i} \quad (3)$$

Onde:

- PV - Valor presente das despesas das atividades operacionais, financiamento e investimento;
 $D_{i,opr}$ - Despesa por atividade operacional no estágio i ;
 $D_{i,finr}$ - Despesa por atividade de financiamento no estágio i ;
 $D_{i,inv}$ - Despesa por atividade de investimento no estágio i ;
 trm_{opr} - Taxa de remuneração para despesa por atividade operacional;
 trm_{fin} - Taxa de remuneração para despesa por atividade de financiamento;
 trm_{inv} - Taxa de remuneração para despesa por atividade de investimento.

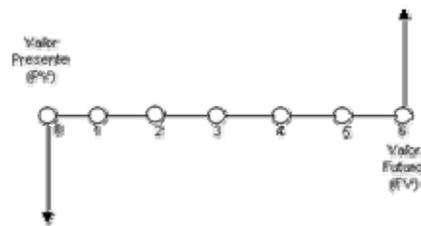
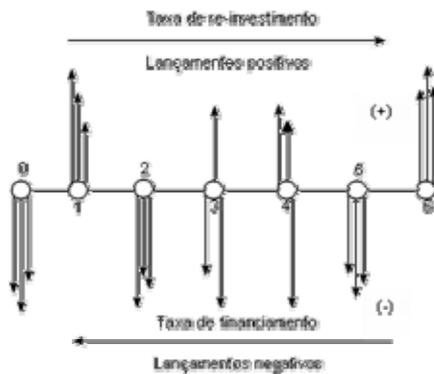


FIGURA 2 - Aplicação das taxas de re-investimento e financiamento para cálculo da TIRm

FIGURA 3 - Fluxo de caixa utilizado para o cálculo da TIRm

Definido o Valor Presente e o Valor Futuro, bem como a quantidade de estágios envolvidos no período, podemos extrair a taxa interna modificada do modelo, de acordo com a Equação 4 (Vide Figura 3).

$$TIRm = \sqrt[n]{\frac{FV}{PV}} - 1 \quad (3)$$

Onde:

- $TIRm$ - Taxa interna de retorno modificada.

Observa-se da Equação 4, que o cálculo da TIRm é mais simples que o da TIR tradicional, além de não implicar nos problemas algébricos da segunda. A viabilidade e/ou atratividade do investimento está ligada diretamente à clara identificação da função das atividades estratégicas quanto à qualidade da escolha das taxas bem como ao desempenho da representação do fluxo de caixa. A seguir é apresentado um exemplo de cálculo da TIRm. Considere o fluxo de caixa da Tabela 1.

Considerando a taxa de re-investimento em 6% por período (TMA) e a de financiamento em 4% por período chegamos a uma TIRm igual a 8,5% por período contra uma TIR igual a 25,7% por período. Pelo fato de incidir uma taxa alta aos fluxos de re-investimento do projeto de igual forma que é obtido desempenho de instituições financeiras, isso acaba por acarretar a majoração da taxa interna de retorno.

TABELA 1 - Fluxo de caixa para exemplificar o cálculo da TIRm

Fluxos de caixa	Período				
	0	1	2	3	4
Atividades operacionais					
Fundos de caixa recebidos	6.920,00	6.800,00	4.553,00	7.704,00	7.160,00
Fundos de caixa despendidos	(2.450,00)	(2.250,00)	(2.110,00)	2.640,00	(2.950,00)
Atividades de financiamento					
Fundos de caixa recebidos	-	-	-	-	-
Fundos de caixa despendidos	-	(2.800,00)	(2.800,00)	(2.800,00)	(2.800,00)
Atividades de investimentos					
Fundos de caixa recebidos	-	-	-	-	-
Fundos de caixa despendidos	(10.000,00)	-	-	-	-
Total de Entradas	6.920,00	6.800,00	4.553,00	7.704,00	7.160,00
Total de Saídas	(12.450,00)	(5.050,00)	(4.910,00)	(160,00)	(5.750,00)
Fluxo de caixa líquido	(5.530,00)	1.750,00	(357,00)	7.544,00	1.410,00

Como a taxa interna de retorno modificada considera as taxas de re-investimento que aproxima da realidade de desempenho do projeto, bem como a taxa média praticada na obtenção dos empréstimos juntamente com as instituições financeiras, por meio de negociações exaustivas e definições estratégicas adequadas de política de caixa, procedendo assim são definidas taxas adequadas de re-investimento e de investimento, oriundo de decisões acertadas e objetivas dos seus gestores.

6.0 - ESTUDO DE CASO

Para avaliar uma aplicação voltada ao setor elétrico nacional, a TIRm e a TIR serão calculadas para um projeto termelétrico típico, cujos dados são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Dados da usina e combustível simulados

Variável	Valor	Unidade
Tecnologia	Ciclo combinado	
Potência ISO	442	MW
Ajuste de potência	Sim	
Potência gás	295	MW
Potência ajustada	412,87	MW
Fator de capacidade máximo	91%	%
Fator de capacidade mínimo	1%	%
Fator de capacidade no período crítico	90%	%
Rendimento	47,2%	%
Vida útil	30	Anos
Custo de investimento	545,85	US\$/kW
Custo O&M variável	1,05	US\$/MWh
Custo O&M fixo	9,80	US\$/kW.ano
Fator internação	1,31	
Combustível	Gás Natural	
Origem	Bolívia	
Unidade de volume ou peso	m ³	
Poder calorífico superior	41.734	kJ/u.vol
Poder calorífico inferior	37.548	kJ/u.vol
Densidade	-	kcal/m ³
Consumo combustível	182,63	u.vol/MWh
Custo FOB	0,0997	US\$/u.vol.
Custo energético	2,52	US\$/Mbtu
Período de análise econômica	20	Anos

A usina é simulada com contrato de combustível "take-or-pay" de 70% e com localização no sub-mercado Sudeste do sistema interligado brasileiro. A altitude do local é de 790 metros e a temperatura média é de 23,9 °C. A tarifa de uso do sistema de transmissão é de 1,50 US\$/kW.mês. A estrutura de capital é composta por 30% de capital próprio e 70% de capital de terceiros. O custo de capital do financiamento é de 10% ao ano e a taxa de remuneração de capital próprio é de 15% ao ano. O financiamento terá uma duração de 10 anos com carência de 2 anos.

Uma vez definida a combinação *tecnologia-combustível-local-estrutura de capital* simula-se o despacho desta usina no sistema interligado brasileiro para um dado fator de contratação, preço de venda do contrato, geração mínima. O simulador operacional fornece as séries de despacho para cada cenário *hidrologia-oferta-demanda*, utilizando-se modelos compatíveis com a filosofia de operação centralizada e complementação térmica do sistema brasileiro. Em seguida, utiliza-se um simulador de falha/reparos, que considera uma programação típica de manutenção. O resultado são as séries de despacho, já consideradas as indisponibilidades.

Através destas séries de despacho e de posse das séries de possíveis cenários futuros de preços, são elaborados os fluxos de caixa do projeto, de acordo com os cenários de vazões históricas simuladas. Para avaliar sua viabilidade consideremos que a alavancagem do projeto será feita através de um contrato de longo-prazo sem modulação de carga com duração equivalente ao período de financiamento (período financeiro mais crítico). O preço da energia vendida é de 38,00 US\$/MWh, e venda de toda a potência assegurada da usina.

Através destas séries de despacho e de posse das séries de possíveis cenários futuros de preços, são elaborados os fluxos de caixa do projeto, de acordo com os cenários de vazões históricas simuladas. Para avaliar sua viabilidade consideremos que a alavancagem do projeto será feita através de um contrato de longo-prazo sem modulação de carga com duração equivalente ao período de financiamento (período financeiro mais crítico). O preço da energia vendida é de 38,00 US\$/MWh, e venda de toda a potência assegurada da usina.

Para o cálculo da TIRm são considerados 10% ao ano para financiamento e 15% para re-investimentos. A política de caixa adotada foi não administrar o caixa do projeto, sendo todo o saldo de caixa positivo convertido em dividendos aos patrocinadores. A Tabela 3 apresenta o valor das taxas calculadas segundo os fluxos de caixa simulados.

TABELA 3 - Avaliação da TIRm sem administração do caixa sobre o retorno do projeto

Variável de Decisão	Financiamento de capital de giro ¹		
	0%	5%	10%
MVA (Milhões de US\$)	19,28	18,19	17,13
CMPC ²	11,50%	11,50%	11,50%
TIR	19,48%	18,67%	17,64%
TIR modificada	14,12%	13,53%	12,79%
Probabilidade (SCaixa<0) ³	9,52%	10,09%	10,73%
Probabilidade (EVA<0) ⁴	12,92%	16,31%	19,23%

Da Tabela 3, observa-se que a TIR para as três possibilidades de financiamento de capital de giro apresenta valor maior que a TMA (15% ao ano), indicando ao investidor que o projeto é viável. No entanto, a TIRm é menor que a TMA, mostrando que no cômputo de taxas de remuneração mais realistas, o projeto passa a ser inviável, ou mesmo com maior taxa de risco. Destaca-se também que o risco de haver capital de giro líquido negativo neste projeto não é nada desprezível com valores em torno de 10%.

Lima (2003) (10) desenvolveu um algoritmo de orçamento de caixa para projetos termelétricos no sistema brasileiro, considerando as falhas intempestivas da usina e a exposição do gerador ao mercado de curto-prazo, visando a minimização de riscos. O algoritmo considera um limite de caixa e estratégias de investimento em títulos negociáveis. Este mesmo algoritmo é utilizado considerando um limite de caixa único para todo o período de financiamento. Os efeitos e resultados desta política de caixa são apresentados na Tabela 4.

Na Tabela 4, observa-se que o MVA, a TIR e a TIRm indicam que o projeto é inviável. Entretanto, a administração do caixa do projeto diminuiu o risco sobre o capital de giro líquido penalizando o retorno do projeto. Isto significa que o valor de venda da energia deve ser maior que 38,00 US\$/MWh para viabilizar o projeto, mantendo em patamares menores o risco de crédito do gerador.

TABELA 4 - Avaliação da TIRm com administração do caixa sobre o retorno do projeto

Variável de Decisão	Financiamento de capital de giro
---------------------	----------------------------------

¹ Em vários projetos é importante destacar a necessidade em haver no início da operação da usina um saldo inicial, ou financiamento de capital de giro, para diminuir o risco de crédito do gerador no primeiro ano. Este valor não pode ser elevado, pois o seu custo de capital é elevado, e nem tão baixo para não ter efeito sobre o saldo de caixa do projeto. Utiliza-se neste trabalho valores em função do montante investido na usina, como 5% por exemplo.

² CMPC – Custo médio ponderado de capital.

³ *Risco de crédito nulo* - Probabilidade de haver saldo de caixa negativo (SCaixa<0, necessidade de empréstimos de curto-prazo) durante o período de análise.

⁴ *Montante de Valor Agregado (MVA) esperado (E[MVA]) igual a zero* - A criação de valor ocorre quando o Valor Econômico Agregado (EVA) é positivo, ou seja, quando as receitas (Curto-prazo e contratos bilaterais) diminuídas das despesas operacionais (fornecedores, pessoal e operação), financeiras (impostos, taxas, tributos e serviço da dívida de terceiros) e remuneração de capital próprio é um valor positivo (lucro residual positivo). O valor presente do EVA ao longo do período de análise é o MVA (montante de valor agregado do projeto).

	0%	5%	10%
MVA (Milhões de US\$)	-6,71	-10,41	-14,21
CMPC	11,50%	11,50%	11,50%
TIR	8,69%	7,37%	6,12%
TIR modificada	6,30%	5,34%	4,44%
Probabilidade (SCaixa<0)	3,52%	3,22%	2,94%
Probabilidade (EVA<0)	21,62%	21,69%	22,92%

7.0 - CONCLUSÃO

Neste trabalho foram discutidas as principais deficiências do uso da Taxa Interna de Retorno na avaliação de projetos de investimento de geração no sistema brasileiro. Propõem-se o uso da Taxa Interna de Retorno Modificada, como índice de mérito de retorno econômico do projeto, considerando taxas diferentes para financiamentos e re-investimentos.

Prolongando a análise considera-se também a classificação dos fluxos de caixa em três grupos de receitas e despesas: operacional; financiamento e investimento. Para cada item de receita ou despesa para cada fluxo de caixa pode-se aplicar uma taxa de remuneração diferente, no intuito de uma melhor aproximação do ambiente tarefa onde o projeto de investimento estará inserido. Ainda é necessária uma metodologia para determinação destas taxas de remuneração para projetos de investimento no setor elétrico brasileiro (linhas de transmissão e usinas), tanto considerando a modalidade de financiamento "*Project Finance*" como o "*Corporate Finance*".

A utilização de métodos matematicamente mais refinados propicia uma análise de viabilidade de investimentos no setor, com uma menor carga de risco. De fato, assim se reduzirá a aversão de investidores privados com o setor público, especificamente com o setor de geração de energia elétrica. Os resultados apresentados mostram a necessidade de se aperfeiçoar as metodologias de avaliação de ativos no setor elétrico nacional.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ELETROBRAS, Novo modelo de regulação do setor elétrico. Disponível em: www.eletrobras.gov.br. Acessado em: 13 de janeiro de 2005.
- (2) SENADO FEDERAL, Constituição Federal, com texto consolidado até a Emenda 44, de 30 de junho de 2004. Disponível em: www.senado.gov.br. Acessado em: 13 de janeiro de 2005.
- (3) ASSAF NETO, A., Finanças Corporativas e valor. Editora Atlas. São Paulo. 2003.
- (4) MATARAZZO, D. C., Análise de Financeira de Balanços. Editora Atlas. São Paulo. 6ª Edição. 2003.
- (5) SILVEIRA, F. S. V., Modelo integrado para avaliação de projetos de investimento no Setor Elétrico. 2001. 202 p. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- (6) MARTIN, J. M. M., TEIVE, R. C. G., Viabilidade econômica de usinas termelétricas a gás natural no sistema hidrotérmico brasileiro. In: SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 16., 2001, Campinas, Brasil.
- (7) _____, Demonstração do fluxo de caixa realizado. Disponível em: icteba.org.br. Acessado em: 13 de janeiro de 2005.
- (8) FALCINI, P., Avaliação econômico de empresa – Ed. Atlas 2ª.edição São Paulo,1995.
- (9) LIMA, W. S., MELO, J. L., RAMOS, D. S., Securitização contra falhas em usinas térmicas a gás em sistemas hidrotérmicos. In: SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 17., 2003, Uberlândia, Brasil. Anais em CD-ROM.
- (10) LIMA, W. S., Criação de valor na avaliação de projetos termelétricos sob condições de risco no mercado brasileiro de energia elétrica. 2002. 251 p. Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- (11) BRAGA, R., Fundamentos e Técnicas de Administração Financeira. Editora Atlas. São Paulo. 1995.
- (12) ALVES, J. B., Avaliação de Investimento em Geração de Energia Elétrica Utilizando a Taxa de Retorno Modificada. 2005. 150 p. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. (no prelo).
- (13) KASSAI, J. R., Retorno de Investimento: Abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. Editora Atlas. São Paulo. 2ª Edição. 2000.