



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

Versão 1.0  
XXX.YY  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

#### **GRUPO -XIV**

#### **GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO - GET**

#### **ANÁLISE DA VIABILIDADE PARA OBTENÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

**Ricardo Luis Gedra(\*)  
Escola Politécnica da USP**

**Luiz Natal Rossi  
Escola Politécnica da USP**

#### **RESUMO**

O presente trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade financeira para obtenção de créditos de carbono em projetos de eficiência energética, por meio dos indicadores financeiros Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). A partir do fluxo de caixa é calculado o VPL e a TIR em projetos de eficiência energética de diferentes portes com e sem os créditos de carbono. Desta forma, pretende-se apresentar em quais condições a obtenção dos créditos de carbono maximiza o desempenho financeiro de um projeto de eficiência energética e em quais condições este desempenho será minimizado.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Eficiência energética, Crédito de carbono, Análise de viabilidade

#### **1.0 - INTRODUÇÃO**

Os projetos de eficiência energética possuem como principal objetivo a redução do consumo de energia de uma determinada instalação, sem promover decréscimo em sua produção ou prestação de serviço. Conceitualmente, este tipo de projeto pode ser realizado em processos que consomem qualquer tipo de energia, porém este trabalho atua especificamente em projetos direcionados a tornar mais eficiente a utilização da energia elétrica.

Quando um processo é transformado tornando-se mais eficiente, o consumo de energia elétrica é reduzido para produzir o mesmo resultado. Esta redução no consumo de energia não se reflete diretamente como redução da emissão de gases causadores do efeito estufa, mas promove uma redução indireta devido aos gases que deixam de ser emitidos pela energia elétrica que não precisa ser gerada.

Desta forma, a realização do projeto de eficiência energética também promove uma redução na emissão dos Gases de Efeito Estufa – GEE, o que pode se tornar uma fonte de receita pela venda dos créditos de carbono, também conhecidos Redução Certificada de Emissão – RCE, além da própria redução na conta de energia elétrica. Entretanto, para que um projeto tenha o direito de comercializar créditos de carbono, se faz necessário que sejam atendidas algumas exigências definidas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL do Protocolo de Quioto, demandando despesas adicionais, como a contratação de serviços de consultoria para elaborar os relatórios necessários.

Em contrapartida a este aumento de despesa, há um aumento da receita em função da venda dos créditos de carbono. A questão é saber se estas despesas e receitas adicionais maximizam ou minimizam o desempenho financeiro de um projeto de eficiência energética.

(\*) Rua Visconde de Pirajá, n° 659 – AP. 103A – CEP 04277-020 São Paulo, SP, – Brasil  
Tel: (+55 11) 2195-2764 – Fax: (+55 11) 2195-2606 – Email: rgedra@ig.com.br

Este trabalho faz uma análise financeira de projetos de eficiência energética, calculando os indicadores financeiros VPL e TIR a partir de um fluxo de caixa que contabiliza as despesas e receitas existentes em um horizonte de dez anos.

Sobre o projeto original de eficiência energética, são inseridas as despesas e receitas referentes à obtenção de créditos de carbono e novamente são realizados os cálculos do VPL e da TIR sobre o novo fluxo de caixa.

Os indicadores financeiros calculados nas duas situações são sobrepostos graficamente, produzindo-se assim uma análise comparativa da influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de projetos de eficiência energética.

## 2.0 - ELABORAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA

Para calcular os indicadores TIR e VPL é necessário construir o fluxo de caixa do projeto, apontando as receitas e despesas relacionadas a sua execução, dentro do período horizonte analisado.

Inicialmente deve-se determinar o período base para realização dos cálculos. Em função do tempo de maturação de um projeto desta natureza e do período de validação definido pelas regras do Protocolo de Quioto, esta análise considera o período base de um ano.

Também se faz necessária a definição do período horizonte do projeto. Todo projeto de MDL pode dispor de um período de dez anos ou de três períodos de sete anos (neste caso deve ser realizada uma renovação da aprovação a cada período). Este trabalho considera o período horizonte de dez anos para realização do projeto de MDL.

Na análise modelada neste trabalho a implantação do projeto de eficiência energética ocorre no período de um ano, denominado como ano zero. Concomitantemente ocorre todo o processo de implantação do projeto de MDL, bem como a auditoria de implantação, fazendo com que o ano zero da modelagem tenha duas despesas e nenhuma receita.

O fluxo de caixa considera a venda das RCEs anualmente por dez anos, durante este período deve ser realizada periodicamente uma auditoria de verificação, a fim de se confirmar se a redução de emissão de GEE realmente ocorreu na quantidade prevista e eventualmente, realizar ajustes.

A economia de energia é considerada na modelagem como uma receita durante o horizonte de dez anos definido no projeto. A venda das RCEs é considerada a segunda fonte de receita do projeto, que também ocorre anualmente durante o período de dez anos. A Figura 1 apresenta o fluxo de caixa deste projeto modelo.

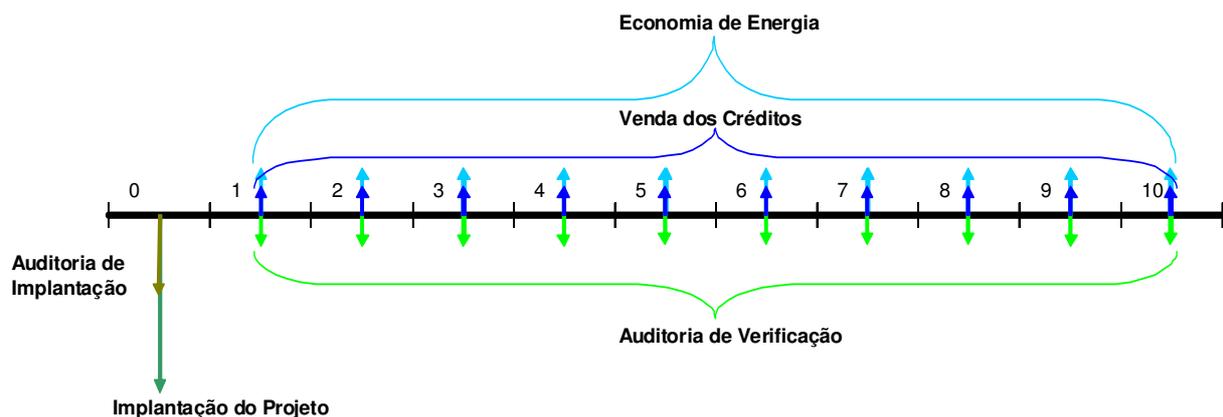


FIGURA 1 – Fluxo de caixa de um projeto de eficiência energética com MDL

## 3.0 - LIMITE DE VIABILIDADE PARA OBTENÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO

### 3.1 - Modelagem

Como a economia de energia é o parâmetro fundamental neste tipo de projeto, pois é ela que multiplicada pelo fator de emissão determina a redução de emissões de GEE, esta análise considera projetos com valores de economia de energia de 1.000 MWh à 15.000 MWh com cálculos de 1.000 em 1.000 MWh. Para que seja possível

analisar de forma igualitária os projetos com diferentes valores de economia de energia, é necessário inserir um valor de investimento e de redução de demanda que seja proporcional à economia de energia.

Januzzi (2007 et. al.) apresenta o resumo dos projetos de eficiência energética realizados nos ciclos 2005/2006 e 2006/2007 pelas distribuidoras de energia elétrica do Brasil, resumo que está reproduzido na Figura 2.

Tipo de Projeto	Investimento Apropriado (R\$)	Investimento Apropriado (%)	Energia Economizada (MWh/ano)	Demanda Evitada (kW)
Residencial	304.857.404,19	63,7	511.502	183.488
Poderes Públicos	58.054.933,90	12,1	64.786	16.525
Industrial	55.117.547,69	11,5	178.735	25.992
Serviços Públicos	26.355.705,27	5,5	38.899	7.706
Comércio e Serviços	22.862.519,95	4,8	27.067	6.103
Rural	6.389.850,12	1,3	7.634	3.597
Aquecimento Solar	4.623.665,12	1,0	1.355	1.335
<b>Total</b>	<b>478.261.626,24</b>	<b>100</b>	<b>829.979</b>	<b>244.746</b>

FIGURA 2 – Resumo dos projetos do PEE nos ciclos 2005/2006 e 2006/2007

Os valores apresentados na Figura 2 abrangem uma grande variedade de tipos de projetos e empresas executantes. Para se extrair um valor médio que seja representativo de investimento e de redução de demanda proporcional à economia de energia, foram excluídos os valores dos setores residencial, rural e aquecimento solar, produzindo-se a Tabela 1. Os valores excluídos resultam de aplicações específicas que poderiam poluir os valores médios calculados. Portanto, quatro setores, ou tipos de projeto, foram considerados para o cálculo do valor médio dos investimentos realizados, expressos em economia de energia (R\$/MWh) e em redução de demanda (R\$/kW).

TABELA 1 – Relação média entre investimento e economia de energia e entre investimento e redução de demanda em projetos de eficiência energética

Tipo de projeto	Investimento	Energia	Demanda	R\$/MWh	R\$/kW
Poderes Públicos	R\$ 58.054.933,90	64.786	16.525	896,1	3.513,2
Industrial	R\$ 55.117.547,69	178.735	25.992	308,4	2.120,6
Serviço público	R\$ 26.355.705,27	38.899	7.706	677,5	3.420,2
Comércio e Serviços	R\$ 22.862.519,95	27.067	6.103	844,7	3.746,1
			<b>Média</b>	<b>681,7</b>	<b>3.200,0</b>

As simulações de análise da viabilidade consideram 15 valores de economia de energia iniciando em 1.000 MWh e finalizando em 15.000 MWh com etapas de 1.000 em 1.000 MWh. O valor do investimento é obtido multiplicando-se o valor de economia de energia por 681,7. A redução de demanda é obtida dividindo-se o investimento calculado por 3.200.

A Tabela 2 apresenta a simulação realizada para a economia de energia de 1.000 MWh onde são calculados os valores de VPL e da TIR com e sem o projeto de MDL. Os resultados dos indicadores financeiros das 15 simulações, correspondentes a valores de economia de energia de 1 a 15 GWh, são apresentados de forma gráfica, tendo-se no eixo das abscissas os valores de economia de energia e nos eixos das ordenadas o valor do VPL (Gráfico 1) ou da TIR (Gráfico 2).

Em cada gráfico são apresentadas duas linhas, uma corresponde aos valores calculados para o projeto de eficiência energética original (VPL 1) e a outra corresponde aos valores calculados para o projeto de eficiência energética acrescido das receitas e despesas do projeto de MDL (VPL 2).

O cruzamento destas duas linhas corresponde ao ponto de equilíbrio a partir do qual o projeto de MDL, inserido sobre o projeto de eficiência energética, passa a maximizar o seu desempenho financeiro.

TABELA 2 – Fluxo de caixa e cálculo do VPL e TIR considerando economia de energia de 1.000 MWh

Período do projeto (Anos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Implantação do projeto de EE		681.700									
<b>Despesas operacionais</b>		<b>681.700</b>									
Economia de energia		332.031	358.593	387.280	418.263	451.724	487.862	526.891	569.042	614.565	663.731
<b>Receitas</b>		<b>332.031</b>	<b>358.593</b>	<b>387.280</b>	<b>418.263</b>	<b>451.724</b>	<b>487.862</b>	<b>526.891</b>	<b>569.042</b>	<b>614.565</b>	<b>663.731</b>
<b>EBITDA</b>		<b>(681.700)</b>	<b>358.593</b>	<b>387.280</b>	<b>418.263</b>	<b>451.724</b>	<b>487.862</b>	<b>526.891</b>	<b>569.042</b>	<b>614.565</b>	<b>663.731</b>
Imposto de Renda		112.890	121.922	131.675	142.209	153.586	165.873	179.143	193.474	208.952	225.668
<b>Fluxo de Caixa</b>		<b>(681.700)</b>	<b>236.671</b>	<b>255.605</b>	<b>276.054</b>	<b>298.138</b>	<b>321.989</b>	<b>347.748</b>	<b>375.568</b>	<b>405.613</b>	<b>438.062</b>
		<u>VPL</u>	<u>R\$ 860.730</u>								
		<u>TIR</u>	<u>37,2%</u>								
<b>Período do projeto (Anos)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Auditoria de Implantação R\$	90.000										
Auditoria de Verificação R\$	10.000	10.800	10.800	11.664	12.597	13.605	14.693	15.869	17.138	18.509	19.990
Ativos instalados para verificação	20.000										
Implantação do projeto de EE	681.700										
<b>Despesas operacionais</b>	<b>791.700</b>	<b>10.000</b>	<b>10.800</b>	<b>11.664</b>	<b>12.597</b>	<b>13.605</b>	<b>14.693</b>	<b>15.869</b>	<b>17.138</b>	<b>18.509</b>	<b>19.990</b>
Economia de energia		332.031	358.593	387.280	418.263	451.724	487.862	526.891	569.042	614.565	663.731
RCEs disponíveis para venda		273,42	273,42	273,42	273,42	273,42	273,42	273,42	273,42	273,42	273,42
Receita bruta de venda dos RCEs		13.124	14.174	15.308	16.533	17.855	19.284	20.826	22.493	24.292	26.235
Imposto sobre RCE (Pis/Cofins)		1.214	1.311	1.416	1.529	1.652	1.784	1.926	2.081	2.247	2.427
<b>Receitas</b>	<b>-</b>	<b>343.941</b>	<b>371.456</b>	<b>401.172</b>	<b>433.266</b>	<b>467.928</b>	<b>505.362</b>	<b>545.791</b>	<b>589.454</b>	<b>636.610</b>	<b>687.539</b>
<b>EBITDA</b>	<b>(791.700)</b>	<b>333.941</b>	<b>360.656</b>	<b>389.508</b>	<b>420.669</b>	<b>454.323</b>	<b>490.668</b>	<b>529.922</b>	<b>572.316</b>	<b>618.101</b>	<b>667.549</b>
Depreciação		2.000	2.160	2.333	2.519	2.721	2.939	3.174	3.428	3.702	3.998
<b>EBIT</b>	<b>(791.700)</b>	<b>331.941</b>	<b>358.496</b>	<b>387.176</b>	<b>418.150</b>	<b>451.602</b>	<b>487.730</b>	<b>526.748</b>	<b>568.888</b>	<b>614.399</b>	<b>663.551</b>
Imposto de Renda		112.860	121.889	131.640	142.171	153.545	165.828	179.094	193.422	208.896	225.607
<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>(791.700)</b>	<b>221.081</b>	<b>238.767</b>	<b>257.869</b>	<b>278.498</b>	<b>300.778</b>	<b>324.840</b>	<b>350.828</b>	<b>378.894</b>	<b>409.205</b>	<b>441.942</b>
		<u>VPL</u>	<u>R\$ 764.390</u>								
		<u>TIR</u>	<u>32,2%</u>								

### 3.2 - Premissas

O cálculo da economia de energia da Tabela 2 considera a tarifa da AES-Eletropaulo no segundo semestre de 2008, para um cliente do subgrupo A4 na tarifa "Azul". O fator de conversão de € para R\$ utilizado é de 2,5 e o fator de emissão adotado é 0,279 tCO<sub>2</sub>/MWh, valor que foi extraído do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2008, p. 158) para o submercado sul/sudeste/centro-este, utilizando a metodologia ACM002 com o ano base 2005.

A soma das alíquotas de impostos PIS e Cofins utilizada foi obtida em Souza (2007, p.264), valendo 9,25%. O preço do crédito de carbono €19,2 é o valor negociado no leilão ocorrido no ano de 2008 em São Paulo. O preço para realização das auditorias de implantação e de verificação também foram retirados do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2008, p. 118), que apresenta uma faixa de variação destes preços de US\$60,000.00 a US\$175,000.00.

Como os projetos de eficiência energética em geral se enquadram na categoria de pequena escala e considerando a utilização de uma metodologia já existente, não havendo portanto custos de desenvolvimento de metodologia, neste trabalho adotou-se o menor valor - US\$60,000.00, com uma taxa de conversão para Reais de 2:1, ou seja, valor total de R\$120.000,00 dividido em R\$90.000,00 para a auditoria de implantação, R\$20.000,00 para os ativos de verificação e R\$10.000,00 para a auditoria de verificação.

A taxa de desconto utilizada para o cálculo do VPL é de 13,75%, que representa a taxa Selic do mês de outubro de 2008. A taxa Selic foi escolhida por representar o custo de oportunidade que o montante de recurso necessário para realização de um projeto de eficiência energética renderia em uma aplicação bancária.

O EBITDA calcula a diferença entre as receitas e as despesas operacionais. Após descontada a depreciação dos ativos de verificação é obtido o EBIT, que pode ser considerado o lucro do projeto, sobre o qual é aplicado o imposto de renda a uma taxa de 34%.

A tarifa de energia, o preço da auditoria de verificação anual, o preço do crédito de carbono e o preço dos ativos de verificação para fins cálculo da depreciação são corrigidos anualmente de acordo com a taxa anual de crescimento de 8%.

Cada um destes parâmetros pode aumentar de preço periodicamente devido a fatores alheios às pessoas que estão trabalhando no desenvolvimento do projeto, como por exemplo, a tarifa de energia que além do aumento dos custos operacionais, que são relativamente previsíveis, também é impactada pelos custos de geração de energia no país, pela melhora da eficiência operacional das distribuidoras, pelo dólar aplicado sobre a energia oriunda da Usina Binacional de Itaipu, dentre outras variáveis que tornam a estimativa de um índice de crescimento muito complexa e de difícil assertividade.

Prever o preço da tonelada de carbono para os próximos anos também é uma tarefa complexa porque este preço é negociado no livre mercado, em leilões que podem inflacionar ou depreciar este preço dependendo dos atores envolvidos. A definição que ocorrerá na reunião da Conferência das Partes no final de 2009 sobre as metas obrigatórias de redução de emissões de GEE após 2012, também pode influenciar enormemente o preço da tonelada de carbono no mercado internacional.

Sendo assim as análises realizadas neste trabalho tomam, como valor médio, 8% para a taxa anual de crescimento. É claro que, a despeito das diversas variações em parâmetros de custos, a metodologia aqui apresentada continua válida.

### 3.3 – Análise gráfica

Este trabalho considera 15 análises (uma para cada valor de economia de energia dentro da faixa de 1.000 MWh a 15.000 MWh) nas quais são alteradas somente a quantidade de energia economizada. Os valores de investimento e redução de demanda são obtidos com a aplicação da relação média calculada na Tabela 1. Os resultados são apresentados nos Gráficos 1 e 2.

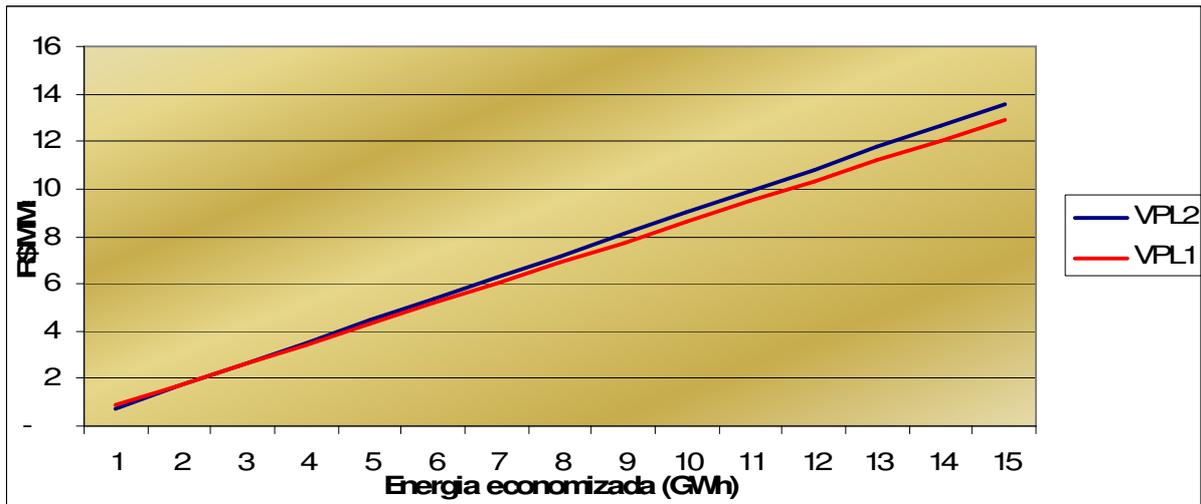


GRÁFICO 1 – VPL de projetos de eficiência energética de 1 a 15 GWh de economia com e sem o projeto de MDL

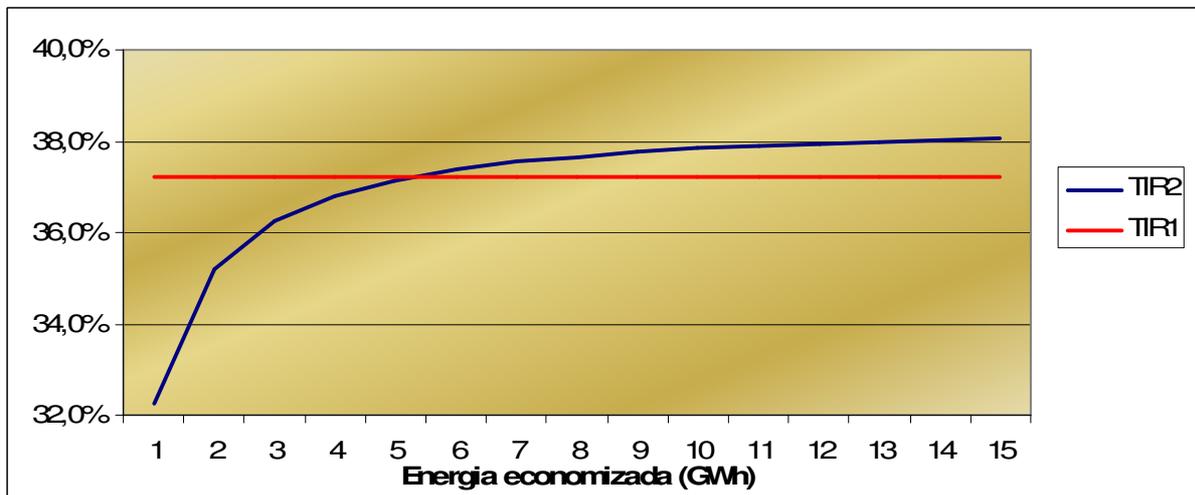


GRÁFICO 2 – TIR de projetos de eficiência energética de 1 a 15 GWh de economia com e sem o projeto de MDL

Analisando os gráficos é possível notar que os projetos com valores menores de economia de energia, apresentam o seu desempenho financeiro minimizado com a inserção do projeto de MDL sobre o projeto eficiência energética original. Entretanto, a situação se inverte em projetos com valores mais elevados de economia de energia.

O ponto de equilíbrio no gráfico do VPL (Gráfico 1) acontece em um projeto com 2.700 MWh de economia de energia, sendo que somente acima deste valor ocorre o aumento do VPL com a inserção das receitas e despesas do projeto de MDL sobre o projeto de eficiência energética original.

No caso da TIR o ponto de equilíbrio do Gráfico 2 ocorre em uma economia de energia de 5.300 MWh, acima do qual a TIR do projeto de eficiência energética apresenta uma evolução com a inserção do projeto de MDL.

Considerando um projeto de eficiência energética que economize 10.000 MWh, o VPL apresenta uma evolução de R\$ 8.607.304,00 para R\$9.008.916,00, ou seja, um aumento de 4,6%, após a inserção do projeto de MDL e a TIR aumenta de 37,2% para 37,8%, ou seja, um aumento de 0,6 ponto percentual.

#### 4.0 - CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas neste trabalho é possível concluir que a inserção das despesas e receitas referentes à obtenção de créditos de carbono (também chamado de projeto de MDL), influencia na viabilidade financeira de um projeto de eficiência energética. Esta influência pode maximizar ou minimizar o desempenho financeiro, dependendo principalmente do porte do projeto.

De uma forma geral pode-se concluir que os projetos de eficiência energética de pequeno porte apresentam o seu desempenho financeiro minimizado com a inserção das despesas e receitas do projeto de MDL. Somente em projetos de maior porte os indicadores TIR e VPL apresentam uma maximização em seu desempenho, entretanto, esta evolução é pequena podendo não compensar os riscos associados à execução do projeto de MDL.

A busca pelo ganho de escala, realizando somente projetos de maior porte ou agrupando projetos com o intuito de obter uma economia de energia mais elevada, também não se apresenta como a ação que viabilizaria financeiramente o projeto de MDL, porque o gráfico da TIR apresenta uma saturação na evolução do seu desempenho em valores mais elevados de economia de energia elétrica.

Face ao exposto, é possível se concluir que não é viável, sob o ponto de vista financeiro, realizar o processo para obtenção de créditos de carbono a partir de um projeto de eficiência energética, pois a inserção das despesas e receitas do projeto de MDL, sobre um projeto de eficiência energética de pequeno porte, prejudica os indicadores TIR e VPL e no caso de projetos de grande porte ocorre a elevação destes indicadores, porém em uma escala pequena que possivelmente não compense os riscos associados à execução do projeto de MDL como por exemplo:

- a. Falta de liquidez dos créditos de carbono no mercado;
- b. Valor de venda dos créditos de carbono abaixo do esperado;
- c. Demora da aprovação ou reprovação do projeto por parte da Autoridade Nacional Designada;
- d. Demora da aprovação ou reprovação do projeto por parte do Conselho Executivo da Nações Unidas;

Porém, considerando-se uma empresa, ou organização, que não tenha como objetivo realizar projeto de MDL somente para maximizar os seus ganhos, mas, sim, que pretenda associar a sua marca a um projeto de sustentabilidade, altera-se o conceito de viabilidade. Pode-se considerar que a realização do projeto de MDL a partir de um projeto de eficiência energética é viável, porque além de atender o objetivo da sustentabilidade ainda promoveria um ganho adicional, mesmo que pequeno, nos indicadores financeiros.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) JANUZZI, Gilberto de Martino; HADDAD, Jamil; SAIDEL, Marco Antonio; POOLE, Alan. **Regulamentação dos projetos de EE das concessionárias de distribuição de eletricidade**: sugestão para uma revisão. Apresentação, 2007, [S.l.].
- (2) GEDRA, Ricardo Luis. **Análise de viabilidade financeira para obtenção de créditos de carbono em projetos de eficiência energética**. 2009. 113p. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- (3) CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de capacitação sobre mudança do clima e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)**. Brasília. 2008
- (4) ELETROBRÁS; Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI; FUPAI. **Eficiência Energética: Teoria & Prática**. 1ª Edição. Itajubá. FUPAI. 2007.
- (5) FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS; **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: Guia de Orientação**; Rio de Janeiro, FGV Editora, 2002.
- (6) SOUZA, Rafael Pereira de (Coordenador). **Aquecimento Global e Créditos de Carbono: Aspectos Jurídicos e Técnicos**. São Paulo, Quartier Latin, 2007.

#### 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Ricardo Luis Gedra

Nascido em São Paulo, SP em 30 de novembro de 1979

Mestrando (previsto para 2009) em Sistemas Elétricos de Potência pela USP e Graduado (2004) em Engenharia Elétrica pela UNIP

Empresa: Eletropaulo desde 1994

Atua na gestão de projetos de eficiência energética

Luiz Natal Rossi  
Engenheiro Eletricista, formado pela USP em 1979.  
Docente da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas  
Pesquisador do GEPEA - Grupo de Energia do PEA  
Pesquisador do LMAG – Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado  
[natal@pea.usp.br](mailto:natal@pea.usp.br)