

# Valoração do Custo de Escassez de Energia Elétrica e Gestão de Riscos

Joisa Dutra | Edson Gonçalves FGV/CERI | Amanda Sanches Accenture

**RESUMO** - Este trabalho apresenta as principais aplicações de técnicas de gestão de riscos ao estudo de interrupções em cadeias de fornecimento, tendo como motivação o caso do fornecimento de energia elétrica, assunto de extrema relevância para o Brasil. Neste sentido, o cálculo do “custo do déficit” ou perda de produção dada uma falha no fornecimento de energia elétrica (parâmetro utilizado em todo o planejamento do setor elétrico brasileiro), foi escolhido como fator relevante a ser analisado. O artigo descreve as principais metodologias existentes para a apuração desse parâmetro, comparando-as com aquela atualmente em uso no Brasil. Adicionalmente, apresentamos uma proposta de implementação para as metodologias alternativas utilizadas internacionalmente e baseadas no conceito de VOLL (“Value of Lost Load”). Referida metodologia consiste de medida do valor da escassez de energia para empresas ou consumidores individuais, sendo fundamental para o desenho de programas de gerenciamento de demanda.

**PALAVRAS-CHAVE** - Custo do déficit, setor energético, “Value of lost load”, gestão de riscos.

## 1.0 INTRODUÇÃO

A análise de riscos e incertezas é ferramenta essencial e cuja relevância é cada vez mais reconhecida nos processos de decisão das empresas. Particularmente, a mitigação dos riscos operacionais verificados nas cadeias de fornecimento tem se mostrado de extrema relevância para garantir a competitividade e funcionalidade das organizações.

Com a globalização, não somente as fontes dos insumos estão cada vez mais distantes, mas também os clientes-chave das empresas estão progressivamente mais espalhados ao redor do mundo. Dessa forma, as cadeias de fornecimento têm crescido em complexidade e garantir um gerenciamento adequado dos riscos envolvidos nos processos se tornou uma tarefa primordial para qualquer companhia.

Neste contexto, temos a evolução da disciplina conhecida por “Supply Chain Risk Management” (SCRM), que consiste na aplicação de conceitos quantitativos, típicos do campo de Finanças, na avaliação das perdas potenciais que uma companhia pode incorrer caso haja alguma interrupção em seu processo produtivo por causa do atraso na entrega de uma matéria-prima.

Considerando as ideias apresentadas acima, e o atual momento do setor elétrico brasileiro, caracterizado por um desequilíbrio entre demanda e oferta, o presente artigo discute os principais modelos existentes para a análise e gestão do risco de interrupção de energia. Tendo em vista que a eletricidade é um bem não (economicamente) estocável, utilizado na produção de outros bens (insumo), sua interrupção, ou fornecimento insuficiente, representa um fator de risco operacional para empresas e indústrias de diversos setores, e como tal deve ser gerenciado. Adicionalmente, esta característica de commodity não estocável requer que o equilíbrio entre oferta e demanda ocorra em tempo real, o que aumenta a complexidade da coordenação dos sistemas elétricos.

Esta visão, na qual a energia é tratada como um insumo utilizado em todas as demais cadeias produtivas, é completamente análoga ao problema enfrentado por firmas que operam no sistema conhecido por “Just-in-Time”. Neste sistema, onde as empresas não possuem estoques, a escassez de algum insumo utilizado na produção ou o aumento rápido e excessivo no preço do mesmo constituem riscos cruciais a serem gerenciados. Em nossa realidade, por exemplo, a provável carência no suprimento de energia pode comprometer a capacidade de produção das firmas, afetando, de maneira geral, o conjunto da economia através da métrica do PIB (Produto Interno Bruto).

Do ponto de vista econômico, as metodologias apresentadas constituem tentativas de estimação do chamado “custo do déficit”, ou perda de produção dada uma falha no fornecimento de energia elétrica. Sob a ótica dos consumidores residenciais de energia esta análise é igualmente relevante, dado que a eletricidade

constitui insumo fundamental para diversas atividades cotidianas por parte das famílias, afetando seu bem-estar. Deste modo, será realizada uma comparação entre as metodologias de estimação amplamente utilizadas no exterior e aquela atualmente em uso no Brasil.

Adicionalmente, será apresentada uma proposta de implementação para estas metodologias alternativas no Brasil, baseadas no conceito de VOLL (“Value of Lost Load”), medida do valor da escassez de energia para empresas ou consumidores individuais. Tais estimativas são de extrema relevância para a gestão do risco “energia”, uma vez que constituem elementos fundamentais para o desenho de programas de gerenciamento de demanda. Programas desta natureza partem do princípio que, a partir do momento em que somos capazes de valorar a escassez de energia (objeto deste trabalho), somos capazes de entender a “resposta da demanda”, ou seja, como poderíamos implantar um processo de uso racional da eletricidade fazendo uso de incentivos monetários.

Outro ponto de extrema relevância é o fato da estimativa de custo do déficit constituir um dos parâmetros utilizados nos programas de despacho e operação do sistema elétrico nacional, afetando as decisões de acionar ou desligar usinas térmicas, por exemplo. Assim, estimativas pouco robustas deste parâmetro afetam o sistema como um todo, induzindo a decisões que podem não ser as melhores possíveis e desembocando em valores distorcidos para outras variáveis cruciais, como o preço de liquidação de diferenças (PLD). Tal propagação de erros tem implicações para os diversos agentes do setor, que percebem custos mais elevados, além do prejuízo para a segurança e para a confiabilidade do sistema como um todo, que toma decisões com base em números que poderiam ser melhor estimados.

Aqui, há de se destacar a questão da transparência e atualização do parâmetro “custo do déficit”, conforme ressaltaremos ao longo deste artigo, a metodologia atualmente em uso no Brasil demanda revisões. Nesse sentido, faz-se necessário considerar melhorias oriundas de tecnologias complementares já implementadas em outros países. Uma investigação adequada do custo do déficit deve se basear em uma variedade de métodos. E é esse o espaço que o presente artigo pretende preencher.

Portanto, dada a situação vivida por nosso país e que deve ser equacionada o quanto antes, um parâmetro tão importante, tanto do lado da demanda

quanto do lado da oferta, não pode mais prescindir de análises mais robustas e que observem experiências internacionais bem sucedidas.

Deste modo, após esta introdução, contendo a motivação para o estudo do gerenciamento do risco operacional em cadeias de fornecimento, em particular para o caso do fornecimento de energia, o capítulo seguinte contém uma apresentação dos estudos prévios relativos à estimação do custo de escassez, destacando a metodologia atualmente em uso em nosso país. Adicionalmente, introduzimos uma metodologia alternativa e complementar, passível de ser adotada no Brasil e que faz uso de informações obtidas com os próprios consumidores. Por fim, concluímos o trabalho, apresentando os possíveis benefícios, tanto para o país, quanto para os diversos atores do setor elétrico, em caso de adoção destas metodologias complementares.

## 2.0 VALORAÇÃO DO CUSTO DA ESCASSEZ DE ENERGIA

Tendo em vista a concepção de que a energia elétrica representa um dos mais relevantes insumos de produção, cujo risco de fornecimento deveria ser analisado e gerido de forma sistemática, introduziremos a abordagem utilizada para mensurar o custo da interrupção da energia: O “Custo do Déficit”. Trata-se de uma estimativa do valor econômico de um bem não econômico: a segurança do suprimento. A metodologia que atualmente embasa este cálculo no Brasil será descrita, ressaltando-se as suas vantagens e desvantagens. Na sequência apresentaremos uma metodologia alternativa, já amplamente utilizada internacionalmente e que tem por base os estudos desenvolvidos por Lawton et al. (2003) e Mercurio et al. (2009). Estes trabalhos fazem uso de sondagens com consumidores residenciais e setores da indústria e serviços, visando à obtenção da chamada função “Custo do Consumidor”, apresentada mais adiante neste trabalho. Esta função, dentro da metodologia em questão, é que permite estimar o valor da escassez para a eletricidade, possibilitando, num passo posterior, a implementação de programas de resposta da demanda.

### 2.1. O Custo marginal do déficit e sua importância

O Custo Marginal do Déficit é uma medida do valor da energia ou da falta dela para a sociedade e é normalmente associada à magnitude do impacto das restrições no fornecimento de energia elétrica na produção econômica de um país.

O Custo do Déficit é um parâmetro fundamental para o planejamento da operação do Sistema Interligado Nacional - SIN. Em condições hidrológicas desfavoráveis, torna-se determinante na formação dos Custos Marginais de Operação - CMO e, conseqüentemente, do preço do mercado de curto prazo - PMAE (PLD), pois se constitui em um sinalizador para a decisão do despacho de usinas termoeletricas - UTEs.

Do ponto de vista legal, o Decreto no 2.655, de 2 de julho de 1998, estabelece que o Custo do Déficit deve ser levado em consideração para a determinação dos preços do mercado de curto prazo (ANEEL, 2003).

## 2.2. Cálculo do Custo Implícito do Déficit

Uma metodologia muito utilizada no Brasil é a do custo implícito do déficit, desenvolvida pelo Centro de Pesquisas em Energia Elétrica (CEPEL). A metodologia é o fundamento das resoluções nº 1/2004 e nº 9/2008 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Tais dispositivos determinam que o limite máximo de probabilidade de ocorrência de déficits de energia seria de 5% dos cenários hidrológicos e que o planejamento deveria buscar a igualdade entre o Custo Marginal de Operação - CMO e o Custo Marginal de Expansão - CME, estabelecendo-se assim critérios de segurança energética e econômica.

Esses critérios deveriam ser atendidos ao longo de todos os anos do horizonte de planejamento e em cada subsistema do Sistema Interligado Nacional - SIN. Deste modo, o Custo do déficit é o valor para o qual o CMO e CME se igualam considerando um critério de não atendimento do mercado de 5%.

O CMO é definido, em termos econômicos, como o acréscimo de custo para suprir um aumento unitário da energia consumida, em um dado período de tempo, utilizando o parque gerador instalado (sem expansão). Por sua vez, o CME representa o acréscimo de custo que decorre do aumento unitário na demanda, considerando ajustes no programa de obras; ou seja, representa a expectativa de custo da expansão do parque de geração de energia elétrica. Na hipótese de expansão ótima e contínua, o CME será o custo do empreendimento obtido da curva de custo de expansão ao qual se fica indiferente entre construir o projeto ou operar o sistema a fim de atender à demanda adicional.

O cálculo utiliza o Modelo Estratégico de Geração Hidrotérmica a Subsistemas Equivalentes – NEWAVE, desenvolvido pelo CEPEL (CEPEL, 2004). Pode-se considerar que esta metodologia é adequada para

os estudos de expansão da geração, mas seu custo computacional é alto, visto que são necessárias várias simulações do modelo NEWAVE até que seja alcançada a igualdade entre CMO e CME (Loureiro, 2009).

## 2.3. Cálculo Explícito do Custo Marginal do Déficit: Matriz Insumo-Produto.

Considerando que o custo marginal deve retratar o quanto custa para a sociedade a insuficiência de oferta de energia elétrica, o impacto desse custo no Produto Interno Bruto (PIB) é tratado como uma das formas mais consistentes de valoração da importância econômica da energia elétrica para a sociedade (ANEEL, 2003). Uma alternativa para mensurar esse impacto no PIB é a utilização da Matriz Insumo-Produto Nacional. Este método é por muitos até hoje considerado a ferramenta mais adequada.

Entre os anos de 1985 e 1986, trabalhos a esse respeito foram realizados pelo extinto órgão de planejamento da expansão do sistema elétrico brasileiro, o Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS. Posteriormente, entre 1986 a 1988, também a Comissão para Estudo do Custo do Déficit de Energia Elétrica – CDEE se ocupou do tema. A metodologia proposta por esses grupos é utilizada atualmente no planejamento de expansão e foi baseada em um estudo de 1975 do Instituto Equatoriano de Investigação.

Basicamente, a metodologia emprega os chamados custos marginais setoriais, que, dada uma função de produção, permitem determinar as perdas marginais do PIB brasileiro que decorrem de restrição de suprimento de energia elétrica em cada setor da economia. Os custos são obtidos através da Matriz Insumo-Produto e de técnicas de análise de regressão envolvendo taxas de variação do PIB, dados de produção e de consumo de energia elétrica de diferentes setores da economia. Após essa etapa, eles são escalonados por ordem crescente para aplicação de uma política de contenção do uso de energia, via quantidade, com redução de até 30% para todos os setores. Por fim, é formada uma curva que consiste de quatro patamares, sendo cada um deles definido pelo valor médio dos custos marginais dos setores racionados, ponderado pelas quantidades racionadas de cada setor.

Em 1997, o Departamento de Estudos Energéticos - DPE das Centrais Elétricas Brasileiras - Eletrobrás e o CEPEL, por intermédio do projeto "Custo Explícito do Déficit", com o intuito de reduzir essa defasagem,

atualizaram os Custos de déficit para valores de 1996, considerando a variação da parcela de energia elétrica na composição do PIB.

Como não há regularidade na publicação das Matrizes Insumo-Produto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1998 a CDEE utilizou a Matriz de 1975 para definir a curva em patamares de Custo de Déficit. A curva de 1998 foi obtida a partir da curva de 1988, após atualização dos valores, considerando a variação da parcela de energia elétrica na composição do PIB.

Nova atualização ocorreu em 2002, por meio da Resolução da Câmara de Gestão de Crise de Energia – GCE, de número 109. Na ocasião a curva de custo do Déficit foi estabelecida através de atualização cambial dos valores para 1998 (considerando US\$ 1= R\$ 2,50).

Por fim, a curva atual decorre da atualização dos valores da tabela de 2002 para 2014, considerando a variação do Índice Geral de Preços - IGP-DI entre novembro de 2011 e outubro de 2013, conforme disposto na Resolução ANEEL 1.667, de 2013. A sequência dos valores da curva para os anos de 1998, 2002 e 2014 é reportada na Tabela 1, cujos valores foram obtidos pelos próprios autores.

% de Redução de Carga - RC	Custo do Déficit (R\$/MWh)		
	1998	2002	2014
0% < RC ≤ 5%	221	553	1364,42
5% < RC ≤ 10%	477	1193	2943,50
10% < RC ≤ 20%	997	2493	6151,67
RC > 20%	1133	2833	6989,90

Tabela 1 – Curva de Custo do Déficit

Portanto, os valores utilizados atualmente na curva do custo de déficit foram estabelecidos em 1997, a partir da atualização de uma curva encontrada com base em um estudo do Instituto equatoriano, e utilizando a matriz de insumo- produto de 1975. Mesmo considerando a atualização realizada em 1997, a curva do custo do déficit não considera mudanças importantes no setor elétrico como os efeitos do racionamento de 2001/2002, evento esse que tem conteúdo informativo elevado.

Adicionalmente, a divulgação da Matriz de insumo e produto pelo IBGE não se dá com periodicidade regular, o que é agravado pela grande dependência que tem essa de dados estatísticos atualizados para que sejam obtidos resultados precisos e confiáveis.

Dada a importância da valoração correta do custo de déficit, uma reavaliação da metodologia empregada é essencial, inclusive de modo a mitigar ou mesmo

eliminar a dependência da estimativa de Matriz Insumo Produto nacional. No entanto, encontrar uma metodologia adequada não é tarefa simples, além de demandar tempo considerável para sua conclusão. A própria ANEEL relatou que uma nova forma de cálculo, em razão da limitação de dados, indicaria apenas uma atualização dos valores encontrados anteriormente, sendo necessária uma pesquisa junta a entidades competentes para a realização desse trabalho.

#### 2.4 A metodologia da Função Custo do Consumidor

Diversos países adotam uma metodologia no qual o valor correspondente ao Custo do Déficit seria o “Value of Lost Load” (VOLL). Trata-se de uma estimativa do valor que os consumidores estariam dispostos a pagar para evitar uma interrupção de energia ou aceitar receber por danos incorridos durante falhas no abastecimento.

Nesse contexto, um estudo foi realizado em 2009 pelo Departamento de Energia do laboratório Berkeley, a pedido do Departamento de Energia dos Estados Unidos (Mercurio et al., 2009). A metodologia utilizada é baseada em pesquisas que foram realizadas com o intuito de estimar o valor do serviço para confiabilidade elétrica nos Estados Unidos e que tinha por objetivo estimar a função custo do déficit para o consumidor. A base de dados foi obtida analisando-se o resultado de 28 estudos sobre o valor do serviço para confiabilidade elétrica, realizados entre 1989 até 2005, e conduzidos por 10 grandes empresas de energia elétrica nos estados Unidos.

Os dados das diferentes pesquisas realizadas ao longo dos anos foram compilados após serem padronizados (unidades das medidas, nomes e definições das variáveis) e terem os valores corrigidos pelo índice de inflação americano (deflator do produto interno bruto - GDP).

Assim, três conjuntos de base de dados foram criados para separar os diferentes tipos de consumidores e permitir uma avaliação mais precisa:

- (i) Classe Comercial e Industrial (C&I) de médio e grande porte (consomem mais de 50 mil kwh por ano)
- (ii) C&I de pequeno porte (consomem 50 mil kwh ou menos por ano)
- (iii) Classe Residencial

No caso de C&I, as pesquisas possuíam diversos cenários e os consumidores deveriam estimar os custos da interrupção de energia para cada um deles. No entanto, para consumidores residenciais, as empresas responsáveis

pelas pesquisas acreditavam que os moradores não teriam como estimar o custo (em dólares) incorrido durante uma interrupção da energia. Dessa forma, eles optaram por medir o valor do serviço de outra maneira: verificando o valor que esse tipo de consumidor estaria disposto a pagar para evitar a interrupção (“willingness to pay” –WTP) ou o valor que estaria dispostos a receber como compensação por possíveis danos (“willingness to accept” –WTA)

Cada cenário apresenta informações sobre a percepção de valor correspondente à época do ano, período do dia, o tipo de serviço realizado (características das empresas analisadas), tempo ou duração de interrupção, existência ou não de aviso prévio, etc. Como ilustração, o Quadro 1 reporta um exemplo de questionário para consumidores residenciais (WTA), retirado de Mercurio et al. (2009).

Uma vez obtidos os dados, o trabalho de Mercurio et al. (2009) tinha por objetivo buscar alternativas para a construção da função custo do consumidor utilizando técnicas de análise de regressão. O custo foi considerado como sendo função das características da interrupção (duração, estação do ano, hora do dia, dia da semana e etc.), do consumidor (tipo de consumidor, tamanho, presença de sistema de backup e etc.) e do ambiente (temperatura, humidade, frequência de tempestades e etc.).

O primeiro passo da estimativa envolve a análise da base de dados, que identificou a presença de outliers. Mercurio et al. (2009) optaram por excluir tanto os outliers suaves quanto os extremos. No final desse processo, 2.8% e 2.7% do total dos dados dos segmentos C&I e residencial, respectivamente, foi descartado.

A próxima etapa envolveu a transformação dos dados e a realização de testes estatísticos para verificar a distribuição dos erros. Assim, foi desenvolvido um modelo econométrico capaz de relacionar as características citadas com o custo da escassez de energia elétrica. Em termos de precisão, os valores de custos de interrupção estimados, em comparação com trabalhos anteriores (Lawton et al., 2003), mostraram um maior poder preditivo.

**2.5. Estudos de Caso**

Um último exemplo de metodologia adotado para valorar a escassez de energia elétrica envolve a obtenção de uma ampla gama de dados logo após a ocorrência de um evento de interrupção de grande porte. Com tais informações, os custos de produção e de interrupções de rede podem ser estimados, direta ou indiretamente. Deste modo, podem ser investigadas questões como: “o quanto uma nação está preparada para enfrentar grandes interrupções do ponto de vista social”.

Este tipo de questionamento torna-se relevante ao considerarmos, por exemplo, qual o efetivo policial e de corpo de bombeiros disponível em certo país para fazer frente a um estado de calamidade pública ocasionado por uma interrupção ou black-out de grande intensidade.

Adicionalmente, os estudos de caso podem envolver considerações sobre os diversos impactos de uma interrupção na oferta de energia sobre todos os setores de atividade humana. Assim, cada tipo de impacto da interrupção pode ser associado ao valor econômico para a respectiva categoria, com o custo total de interrupção sendo estimado a partir do somatório de todos os custos setoriais identificados. Billinton et al. (1993) e Welle e Zwaan (2007) ilustram esse tipo de abordagem para estimar efeitos e custos da escassez de energia elétrica.

No caso do Brasil, é possível argumentar que a observação da experiência do racionamento de energia elétrica de 2001-2002 teria grande conteúdo informativo. Nesse sentido, métodos econométricos adequados permitiram relacionar os efeitos da escassez relativa de eletricidade com variáveis econômicas, tais como Produto Interno Bruto – PIB e emprego. No entanto, seria necessário tratar adequadamente e decompor os efeitos de outros eventos que ocorreram de modo concomitante, caso dos atentados terroristas de 2001 e a declaração da moratória na Argentina, que também impactaram o nível de atividade no país.

Quadro 1 – Exemplo de Questionário para consumidores residenciais

<p>Caso # 1: Em um dia de semana durante o verão, uma interrupção de energia ocorre às 15:00 sem qualquer aviso. Você não sabe quanto tempo a interrupção de energia vai durar, mas depois de 1 hora a energia elétrica da sua casa está totalmente restabelecida. Suponha que o seu fornecedor de energia pudesse incluir um crédito em sua conta de luz cada vez que a sua casa tivesse essa interrupção de energia mesmo que você não esteja em casa. Qual seria o mínimo que você consideraria um pagamento justo para cada vez que essa interrupção ocorresse em sua casa? (Circule ou digite um número).</p>										
\$0	\$0,10	\$0,25	\$0,50	\$1	\$2	\$3	\$4	\$5	\$6	\$8
\$10	\$12	\$15	\$20	\$25	\$30	\$40	\$50			
Outros: \$ _____										

### 3.0 CONCLUSÃO

Considerando a importância do custo do déficit como parâmetro para todo o planejamento do Sistema Interligado Nacional e a elevada dificuldade com relação a atualização desse valor devido a não divulgação da matriz de insumo produto nacional pelo IBGE, este artigo buscou apresentar alternativas para o cálculo do Custo do Déficit que poderiam ser implementadas no Brasil. De fato, a estimativa do custo do déficit esbarra na dificuldade de estimar o valor econômico de bens que não são necessariamente transacionados em mercado, como a segurança do suprimento.

Uma pesquisa adequada dessa relevante variável deve se basear em uma variedade de métodos. Avaliando as virtudes e fraquezas das metodologias descritas, argumentamos que o método mais abrangente e que melhor se enquadra no cenário brasileiro é o de utilização de pesquisas qualitativas, com foco em técnicas de identificação das preferências dos consumidores.

Apesar da dificuldade com relação à obtenção dos dados, as informações obtidas podem ser utilizadas em diversos estudos, considerando a modelagem proposta por Mercurio et al. (2009). Além disso, metodologias que utilizam dados reais dos consumidores são, geralmente, mais confiáveis por incorporar mais diretamente suas preferências e por permitir que seja captada a relação de “não linearidade” entre a escassez de energia e seu impacto sobre os demandantes.

Com a aplicação dessa metodologia no Brasil poder-se-ia verificar possíveis benefícios em termos de políticas públicas e regulação; dentre eles, por exemplo, temos a estimativa da “resposta da demanda” – que faz uso do quanto os consumidores estariam dispostos a receber para reduzir o consumo de energia durante certo período.

Este ponto é de extrema relevância já que constitui uma ação efetiva que o governo brasileiro poderia tomar em caso de escassez de energia de modo a evitar um racionamento de grande intensidade. O desconto em uma fatura de energia elétrica por força de um programa de redução no consumo, por exemplo, poderia ser mais adequadamente estimado a partir de uma metodologia desta natureza.

Também, constitui um elemento de modernização em nosso mercado de energia elétrica ao permitir, por exemplo, que os consumidores possam escolher opções em um cardápio (menu) de “qualidade-preço”,

desenho já existente em outros países. Através de mecanismos desse tipo facultar-se ao consumidor escolher certo tipo de contrato que contempla cortes ou redução de consumo mediante notificação prévia em seu fornecimento de eletricidade, com potencial de redução da fatura mediante minimizando desconforto, o qual pode ser inclusive administrado.

Portanto, a discussão acerca de metodologias alternativas e complementares com relação à estimativa do custo do déficit pode contribuir em diversos aspectos para uma melhor gestão do “risco eletricidade” dentro da economia brasileira, trazendo benefícios tanto ao estado, quanto a investidores privados e ou consumidores, sejam eles residenciais ou industriais.

### 4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Billinton, R., Tollefson, G. & G. Wacker (1993), “Assessment of electric service reliability worth”, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 15 (2), 95 -100
- (2) Lawton, L., Sullivan, M., Van Liere, K., Katz, A. and J.H. Eto. “A framework and review of customer outage costs: integration and analysis of electric utility outage cost surveys”. Report no. LBNL-54365. Berkeley, California. Lawrence Berkeley National Laboratory; (2003). Disponível em: <http://certs.lbl.gov/pdf/54365.pdf>
- (3) Loureiro, C. Gerson Paulo. “Custo Marginal do Déficit de Energia Elétrica: histórico, avaliação e proposta de uma nova metodologia”. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: [http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/loureiro\\_paulo.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/loureiro_paulo.pdf)
- (4) Mercurio, M., Sullivan, M., Schellenberg, J. “Estimated Value of Service Reliability for Electric Utility Customers in the United States”. Report no. LBNL-2132E. Berkeley, California. Lawrence Berkeley National Laboratory; (2009). Disponível em: <http://emp.lbl.gov/sites/all/files/REPORT%20lbl-2132e.pdf>
- (5) Ramos, D. S., Castro, R., Kamimura, A. “Planejamento Indicativo: Uma Proposta para Discussão”. CIER. Quito, 1998.
- (6) Stoft, Steven (2002). “Power system economics: Designing Markets for Electricity.” Wiley – IEEE Press.
- (7) Welle, A. van der & Zwaan, Bob van der (2007), “An overview of selected studies on the value of lost load” (VOLL), ECN Working Paper.