



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

Versão 1.0  
23 a 26 de Outubro de 2011  
Florianópolis - SC

**GRUPO -VI**

**GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - GCR**

**ANÁLISE DE RISCO DE PROJETOS EÓLICOS ATRAVÉS DE SÉRIES SINTÉTICAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA – ESTUDO DE CASO PARA AVALIAÇÕES DE FINANCIAMENTO**

**Rafael Takasaki Carvalho (\*)**  
**ELETROSUL**

**Julio Guido Signoretti Junior**  
**ELETROSUL**

**Marcelo Mohr**  
**ELETROSUL**

**RESUMO**

Os negócios de energia elétrica, comparado a outros setores da economia, possuem baixo índice de risco considerando o domínio técnico existente e a boa previsibilidade de demanda e preços. No entanto, o risco existe e deve ser mitigado.

Este trabalho apresentará uma avaliação dos riscos de projetos eólicos frente à incerteza do vento focando em discutir o grau de confiabilidade da energia certificada (PEc90) exigido por bancos quando da análise de financiamento. Avaliará a variação de rentabilidade de um parque hipotético em função de séries sintéticas de vento e comparará com o efeito no negócio dos índices de confiabilidade calculados por certificadores.

**PALAVRAS-CHAVE**

Eólica, Risco, Financiamento, Leilão, Energia de Reserva

## **1.0 - introdução**

Há tempos a energia eólica tem conquistado destaque no setor energético mundial, mas apenas recentemente rompeu a barreira do P&D no Brasil iniciando em paralelo o desenvolvimento do seu parque fabril, mão-de-obra especializada, legislação e instrumentos de comercialização. Embora este processo tenha sido deflagrado através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas – PROINFA, se consolidou definitivamente com a realização de leilões de energia próprios para esta fonte, tal como o Leilão de Energia de Reserva – LER.

Ainda assim não pode se afirmar que esta fonte já tenha atingido grau de maturidade no país, tanto que devido ao curto histórico de registros de ventos, a determinação da expectativa de produção de um empreendimento eólico é realizada através da extrapolação do histórico por correlação temporal e espacial, baseadas principalmente nos dados meteorológicos de bancos de malha geográfica global e modelos topográficos.

Estes fatores aliados às incertezas e variações do comportamento do vento, fizeram com que a energia proveniente dos ventos fosse tratada de forma particular. Neste sentido as regras dos leilões foram adequadas através de uma metodologia de contabilização da produção eólica visando à contratação eficiente do empreendimento, a garantia do comprometimento da geração de energia contratada e a mitigação da exposição do empreendedor às incertezas de geração. De forma resumida esta mitigação se baseou em dois aspectos básicos: verificações anuais da energia produzida em relação a limites de tolerância e repactuações quadrienais em função da produção ao longo do período do contrato.

(\*) Rua Deputado Antonio Edu Vieira, n° 999 – Departamento de Planejamento do Sistema – CEP 88.040-901  
Florianópolis, SC, Brasil

Tel: (+55 48) 3231-7593 – Fax: (+55 48) 2324-2608 – Email: takasaki@eletrosul.gov.br

Alinhada as regras de contabilização dos leilões, as instituições financeiras passaram a formatar produtos específicos para o financiamento dos empreendimentos de energia eólica. No entanto, uma exigência para o financiamento é a comprovação de que o fluxo de caixa sustentado pela venda da energia equivalente à permanência de 90% da Energia Garantida Certificada (PEc90) garante a rentabilidade do empreendimento. Haja vista todos os aspectos de incerteza considerados pelas certificadoras, esta exigência tem se mostrado incisiva e restritiva, uma vez que mesmo com a utilização de fatores de permanência inferiores e próximos a média, coerente com a energia assegurada de outras fontes de energia, podem apresentar rentabilidade adequada se aplicada as regras de contabilização próprias dos LERs.

Neste sentido este artigo almeja promover uma discussão sobre a razoabilidade dos índices de permanência atualmente exigidos por entidades financeiras para projetos eólicos aplicando a um projeto hipotético as regras da Contabilização da Produção de Energia Eólica do LER no prognóstico do fluxo de caixa aliada a uma análise estatística do risco da produção de energia em função da incerteza do vento.

## **2.0 - RISCOS E INCERTEZAS**

É intrínseco de todo e qualquer negócio que aspectos de risco influenciem na sua performance financeira a ponto de que se forem ignorados ou pouco mitigados podem tornar projetos altamente rentáveis em totalmente deficitários ao longo do tempo. Nos projetos de energia elétrica, além de outras tantas incertezas, destaca-se sobremaneira a incerteza quanto ao fornecimento de “combustível”, ou seja, quanto a disponibilidade da fonte primária de energia, seja ela a água, o vento, a luz solar, biomassa, óleos combustíveis, etc.

Tendo em vista que a energia eólica além de apresentar variabilidade na disponibilidade da fonte primária, não possui capacidade de armazenamento, tiveram nas regras de contabilização dos LERs incorporados aspectos de mitigação destes riscos tentando estabelecer um balanço adequado entre previsibilidade de receitas e segurança energética ao consumidor final.

### **2.1 REGRAS DE CONTABILIZAÇÃO DO LEILÃO DE ENERGIA DE RESERVA**

As regras específicas do LER de 2010 foram determinadas de forma a assegurar a geração da energia minimizando a penalização ao gerador pelas incertezas do regime de ventos dentro de um determinado limite anual e foram descritas na Nota Técnica EPE-DEE-RE-014/2009 [1], onde se pode destacar:

- a. A receita do empreendimento é remunerada sobre a geração média garantida pelo empreendedor. Esta energia pode ser comercializada em lotes de 0,1 MWmédio.
- b. A cada quadriênio o montante contratado é revisado para o mínimo entre a geração média desde a entrada em operação e um valor de contrato para o próximo quadriênio tal que a média dos contratos seja igual ao montante originalmente contratado.
- c. Este valor servirá como referência para aplicação dos limites de incertezas, que é de 30% para geração superior à energia contratada e 10% para geração inferior.
- d. A cada final de ano os valores médios anuais gerados são contabilizados (contabilização anual) e seu saldo acumulado dentro do quadriênio. Caso o saldo acumulado no ano fique fora destes limites, a energia excedente é remunerada a 70% do negociado no leilão e a energia faltante deve ser ressarcida ao preço do contrato acrescido de 15% como penalização.
- e. Da mesma forma, a geração média anual que ficar dentro dos limites anuais de incerteza é contabilizada a cada quadriênio, com o qual é possível realizar 3 ações:
  - Ceder/Receber Energia: É facultada a cessão de energia gerada excedente entre empreendimentos participantes do LER, a fim de reduzir as exposições da incerteza dos ventos;
  - Repassar Energia: O repasse de energia para o quadriênio seguinte;
  - Liquidação Financeira: Ressarcindo à CONER o saldo negativo em 12 parcelas mensais ou sendo reembolsado em caso de saldo positivo em 24 parcelas mensais, valorado ao valor do contrato do leilão reajustado pelo IPCA.

Neste trabalho foi adotada opção da Liquidação Financeira para todos os casos. No entanto a opção real e ótima só poderá ser definida durante a operação do parque.

## 2.2 INCERTEZA DA FONTE PRIMÁRIA: VENTO

O vento assim como a água varia em função de diversos aspectos climáticos: temperatura, que influenciam em zonas de pressão, que interferem em deslocamento de massas de ar e chuvas, etc. No entanto, embora isso possa parecer uma zona nebulosa de previsibilidade, ao longo do tempo são constatados padrões de comportamento sobre os quais são calculadas as estimativas de produção de energia. Para ilustrar estes padrões, a Figura 1 apresenta a energia natural afluyente no subsistema Sudeste, enquanto a Figura 2 uma comparação entre o fator de capacidade médio mensal entre uma UHE e uma eólica hipotética no Rio Grande do Sul.

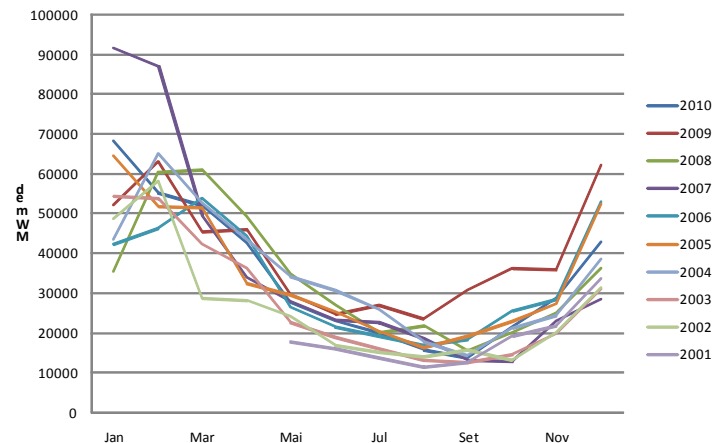


FIGURA 1 – Energia Natural Afluyente mensal no subsistema Sudeste / fonte: ONS

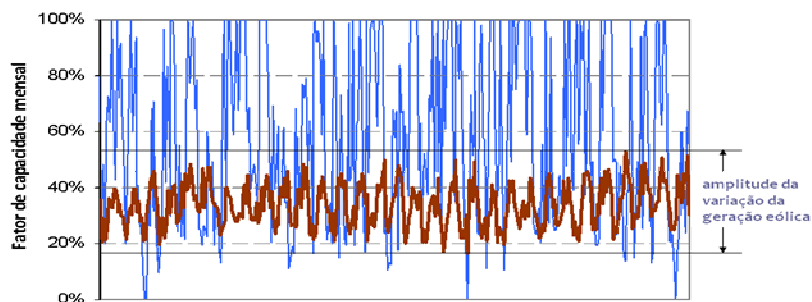


FIGURA 2 – Comparação entre o fator de capacidade médio da UHE Itá e de uma usina eólica hipotética no RS / fonte: EPE

Como pode-se perceber, embora não possua nenhuma capacidade de armazenamento, o padrão de sazonalidade do vento pode apresentar perfis até mais bem comportados do que os verificados em usinas hidrelétricas do sistema.

### 2.2.1 Metodologia de mitigação da incerteza do vento: séries sintéticas

O Brasil possui características muito peculiares na operação do seu sistema elétrico oriundas principalmente do perfil da sua matriz de energia e de suas dimensões territoriais. Como o país produz aproximadamente 90% da energia elétrica por fontes hidráulicas se faz a utilização de modelos que introduzam a incerteza da disponibilidade de água para garantir que a decisão no presente, seja a ótima considerando as múltiplas condições operativas de futuro.

Esta decisão ótima é baseada em um modelo computacional que gera N séries sintéticas de vazões a partir de um histórico medido e/ou correlacionado. No Brasil, para a operação hidrelétrica, são utilizadas 2.000 séries sintéticas de vazões afluentes. Este trabalho se baseou no mesmo princípio para mitigação da incerteza de disponibilidade do vento ao longo dos 20 anos de operação do parque.

Com relação aos dados anemométricos, apesar da adoção de padrões estabelecidos por instituições internacionais, o curto histórico de medição de vento no Brasil exige a prática de extrapolação do histórico de vento, inclusive pelas instituições certificadoras. Para tal prática são utilizados dados meteorológicos de bancos de malha geográfica global e modelos topográficos.

Neste estudo foi utilizada a base de dados do NCAR/NCEP (NCAR - Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas e NCEP – Centro Nacional de Previsões Naturais, dos Estados Unidos) [2], a qual apresentou um ponto próximo à medição, com ótima correlação mensal com os dados de vento medidos, permitindo a extrapolação do histórico de vento para 30 anos.

No histórico de vento de longo prazo é possível identificar o comportamento interanual do vento, característica não identificável na maior parte dos dados de vento medidos no Brasil. Este comportamento é importante para se estimar a geração de energia e os riscos assumidos por conta da variação do vento. Subsidiaria também a escolha do fornecedor dos aerogeradores através da análise de energia gerada, obtida através das curvas de potência de cada aerogerador.

Neste estudo foi escolhido um aerogerador real e calculada a energia gerada, criando um histórico mensal de energia com 30 anos de dados.

Com o intuito de aumentar os cenários futuros de geração, o histórico mensal de energia foi utilizado para a geração de 5.000 séries sintéticas de 20 anos, período de contrato de que trata este leilão. Estas séries foram geradas em base mensal, de forma independente, onde o valor de cada mês foi sorteado aleatoriamente entre os valores históricos daquele mês, a fim de não descaracterizar a sazonalidade e nem os valores históricos estimados.

As energias mensais geradas são então acumuladas anualmente em MWh para se adequarem a contabilização do LER. Cada uma das 5.000 séries sintéticas de energias geradas terá a sua receita analisada conforme a metodologia de contabilização sobre as quais é aplicada uma análise econômico-financeira.

A análise de risco será avaliada sob a análise de permanência de probabilidade (Nível de Confiança) para os resultados de cada avaliação. Por exemplo, o resultado obtido de VPL para a permanência de 90% (P90) indica o valor a partir do qual 90% de todas as séries sintéticas são superiores, sendo o menor valor para este nível de confiança. Assim o risco do VPL ficar abaixo de P90 é de 10%.

Dessa forma, será possível obter uma ampla variedade de resultados para o parque eólico e analisá-los estatisticamente obtendo um adequado tratamento do risco.

## **2.3 INCERTEZA NA PRODUÇÃO DE ENERGIA: PROCEDIMENTO DOS CERTIFICADORES**

A produção de energia elétrica depende de uma série de fatores tais como: características do “combustível”, rendimento do conjunto turbina-gerador para estas características, qualidade do histórico de medições, entre outros.

Para projetos eólicos é usual no setor e até exigido para cadastramento em leilões e solicitação de financiamentos a realização de uma certificação de produção por instituição especializada e totalmente desvinculada societariamente do projeto em análise. O objetivo é que uma instituição isenta e tecnicamente reconhecida avalize a produção de energia esperada do projeto com a qual o empreendedor poderá ofertar em leilões de energia guardado o perfil de risco que ele pretenderá assumir.

Adicionalmente, como o propósito de um certificador é errar o mínimo possível com relação a sua previsão, são avaliados também fatores que podem levar a variações nesta estimativa média. Estas incertezas derivam dos seguintes fatores:

- **Medição do vento:** relacionados a calibração, posicionamento e alinhamento, distorções das estruturas ao redor, sobrevelocidade, estatística da média de longo termo;
- **Extrapolações verticais e horizontais:** relacionados a modelagem de extrapolação do vento na altura do *hub* e do posicionamento dos aerogeradores no parque em relação a medição realizada;
- **Climatologia:** variações climatológicas em relação ao ano médio de referência;
- **Curva de potência da máquina:** variações esperadas de produção em função do vento. Variam também se a curva é experimental ou de modelo; e
- **Cálculo de perdas aerodinâmicas:** incertezas de modelagem.

Todos estes fatores de incertezas podem produzir em conjunto variações na produção da ordem de  $\pm 15\%$ . E é através destes índices que são calculados os Níveis de Confiança da produção de um parque eólico considerados para fins de financiamento. Como o Nível de Confiança adotado é de 90% (P90), as receitas do projeto serão calculadas com base em um valor inferior a energia média (P50) e tenderão a reduzir o montante emprestado, aumentando o *equity* no negócio em contrapartida a um maior grau de segurança na operação.

Deve-se ter sempre em mente que os serviços de certificação eólica tem por princípio um conservadorismo intrínseco, haja vista que os bancos, principal demanda deste serviço, são muito criteriosos com relação a possíveis surpresas.

No entanto, todos os projetos de geração de energia possuem riscos associados e dependendo do grau de segurança ou conservadorismo que estes riscos são tratados, pode-se encontrar diferenças significativas em relação aos desvios à média de produção esperada. No caso da energia eólica, os certificadores utilizam um rigor de detalhamento da origem das incertezas muito maior do que verificado nos demais projetos de energia.

Comparando com a avaliação de risco na produção de energia de uma usina hidrelétrica, o principal fator de incerteza levado em consideração no cálculo da Garantia Física destas fontes é o histórico de vazões e a sua variação ao longo do tempo, embora muitos outros fatores geradores de incertezas poderiam ser considerados influenciando diretamente no Níveis de Confiança de uma usina hidrelétrica, tais como: a qualidade do medidor e da medição ao longo do tempo, os modelos de transposição de medições, variações construtivas dos equipamentos, etc.

Considerando a experiência brasileira na operação de usinas hidrelétricas e os desvios verificados ao longo do tempo, mesmo sem o detalhamento preciso de todos os geradores de incertezas, pode-se afirmar que os procedimentos de cálculo dos Níveis de Confiança para usinas eólicas são mais conservadores, embora sejam coerentes com o princípio de minimizar surpresas aos agentes envolvidos no negócio. O ponto de equilíbrio está em utilizá-los coerentemente às finalidades do negócio, sem penalizá-lo em relação ao mercado em que está inserido.

### 3.0 - ESTUDO DE CASO

Os resultados obtidos através deste estudo de caso visam justamente apresentar que a variação na rentabilidade de um parque eólico sob as regras de contabilização do LER, quando avaliada do ponto de vista da incerteza do vento, não são tão significativas quanto às variações verificadas quando da utilização da energia certificada com Níveis de Confiança maiores que 50%, conforme exigido pelas instituições financeiras.

As análises que serão apresentadas foram desenvolvidas com base em um parque eólico hipotético utilizando as premissas técnico-econômicas apresentadas a seguir.

#### 3.1 ORÇAMENTO

A Tabela 1 apresenta os valores de investimento para o parque eólico e custos anuais que foram considerados na análise econômico-financeira.

Tabela 1 – Orçamento do Parque Eólico

Instalação do parque eólico para 30 MW	R\$ 5 Milhões / MW
Seguro	0,5% ao ano
TFSEE (R\$ 382,82/kWano * kW * 0,5%) - ANEEL	R\$ 57.423,00
TUST com desconto (R\$ / kW.ano)	R\$ 25,00
Impostos considerados PIS/COFINS	3,65%
Apuração do IR	Lucro Presumido
CSLL	9%

#### 3.2 FINANCIAMENTO

O financiamento utilizado nesta análise é baseado nas regras gerais para empreendimentos eólicos do BNDES. Foi trabalhado com o caso geral e considerando o projeto do parque eólico como uma Sociedade de Propósito Específico (SPE).

As regras do banco estabelecem que a liberação do financiamento deva estar condicionada à emissão das licenças ambientais, de tal forma que se considerou a entrada de capital do financiamento somente após 6 meses ao início do investimento.

Tabela 2 – Parâmetros do Financiamento

Taxa de Juros	8% a.a.
Período de Amortização	16 anos
Período de Carência	6 meses após entrada em operação
Capital Próprio	35%

O percentual de capital próprio não foi calculado considerando o efeito da energia certificada a PEc90 na capacidade de financiamento. O valor foi arbitrado, no entanto, conforme já discutido neste trabalho, deverá aumentar enquanto os bancos mantiverem o mesmo critério de Nível de Confiança exigido.

### 3.3 CRONOGRAMA

O cronograma do projeto e sua precisão na execução influenciam no sucesso do empreendimento. Assim, o cronograma de desembolso estimado para este estudo levou em consideração as etapas de construção e aquisição de equipamentos, sob as condições cronológicas do financiamento, tendo previsões distintas para o Capital Próprio e o Financiamento. A Tabela 3 apresenta o cronograma de desembolso baseado no percentual do investimento total.

Tabela 3 – Cronograma de Investimento e Captação

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Investimento Total	23%	24%	53%
Captação de Financiamento	29%	24%	47%

Não foi considerada antecipação do cronograma de operação do parque, visto que o objetivo da análise não é aumentar a rentabilidade do negócio, mas comparar critérios de análise dos Níveis de Confiança.

### 3.4 CRITÉRIOS DE ANÁLISE

A receita do empreendimento será calculada segundo a metodologia de contabilização do LER [1].

Toda análise econômico-financeira será feita do ponto de vista do empreendedor, onde os fluxos de caixa líquido são comparados ao investimento aportado pelo empreendedor no projeto, descontados todos os financiamentos e levando em conta o custo de capital próprio do empreendedor. Os indicadores de avaliação percebidos no estudo são o Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

### 3.5 RESULTADOS

O objetivo deste trabalho é promover a discussão sobre a razoabilidade dos Níveis de Confiança exigidos por instituições financeiras e compará-la a outra opção de análise de risco. Embora tenham o mesmo princípio de análise estatística, os Níveis de Confiança calculados por certificadores diferem dos que serão utilizados neste trabalho para análise de risco de rentabilidade. No caso dos certificadores, as incertezas de diversos equipamentos, procedimentos e modelagens levam a um risco na produção de energia sobre o qual é feita uma análise de rentabilidade determinística. No caso da proposta avaliada neste trabalho, a incerteza do vento é o vetor de risco que leva a análises de rentabilidade probabilísticas.

Desta forma serão considerados 3 cenários de produção de energia, referentes aos Níveis de Confiança certificados PEc50, PEc75 e PEc90. A Tabela 5, a seguir, apresenta a variação percentual de cada cenário em relação a expectativa média de produção do parque, chamada aqui de Garantia Física.

Tabela 4 – Redução da Garantia Física em função do Nível de Confiança Certificado

Permanência de Energia	Relação Percentual da GF
PEc (50%)	100,00%
PEc (75%)	88,67%
PEc (90%)	78,00%

Cada cenário se constitui na quantidade de lotes ofertada no leilão sobre as quais serão aplicadas todas as regras de contabilização.

Com relação a análise de risco em função das séries sintéticas, foram geradas 5.000 séries de 20 anos de produção de energia. Desta forma são obtidos 5.000 resultados de VPL e TIR para cada cenário de oferta de lotes. A partir deste universo de resultados foram gerados curvas de distribuição normal. A análise se concentrará em 2 aspectos:

- Impacto da incerteza do vento ( $P90/\mu$ ): avalia a variação do valor de VPL e TIR com 90% de permanência das séries sintéticas sobre  $VPL_{\text{medio}}$  e  $TIR_{\text{medio}}$  de cada cenário correspondente; e
- Impacto da redução de lotes ofertados  $\mu / \mu(GF)$ : avalia a variação de  $VPL_{\text{medio}}$  e  $TIR_{\text{medio}}$  de cada cenário de oferta de lotes em relação a oferta da Garantia Física, mitigando o efeito das exigências para o financiamento.

A Tabela 5 mostra a redução esperada no VPL para cada cenário e condição de análise. A Figura 3 mostra a distribuição normal das 5.000 séries de VPL para cada cenário e a indicação da média e P90.

Tabela 5 – Redução esperada no VPL.

	PEc (50%) = GF	PEc (75%)	PEc (90%)
$P90/\mu$	-5,71%	-3,77%	-3,27%
$\mu / \mu(GF)$	0,00%	-20,61%	-43,37%

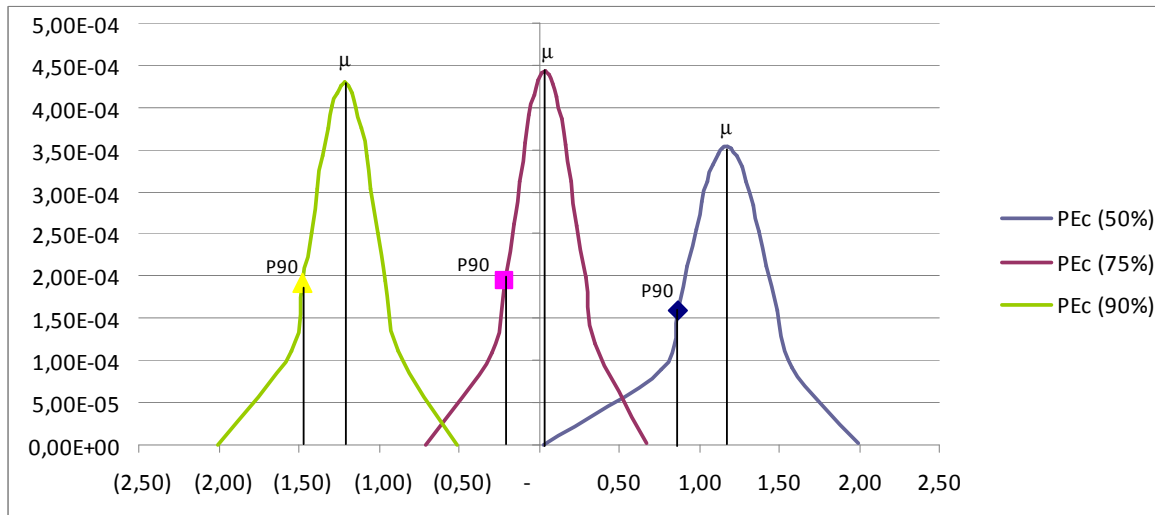


FIGURA 3 – Distribuição normal de VPL

Da mesma forma a Tabela 6 e a Figura 4 apresentam as mesmas análises para análise de risco da TIR.

Tabela 6 – Redução esperada no VPL.

	PEc (50%) = GF	PEc (75%)	PEc (90%)
$P90/\mu$	-8,45%	-7,46%	-11,09%
$\mu / \mu(GF)$	0,00%	-19,61%	-46,06%

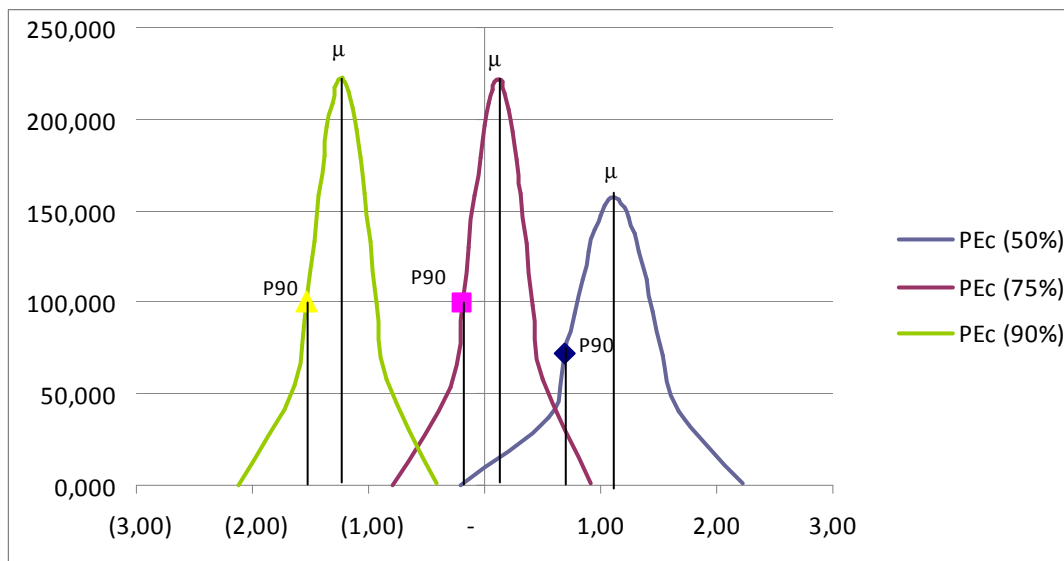


FIGURA 4 – Distribuição normal de TIR

Os resultados da análise das 5.000 séries mostram que tanto a redução no VPL e TIR, considerando o P90, quanto à dispersão das distribuições são muito pequenas, comparativamente à redução na quantidade de energia a ser vendida no LER. Isto se deve à aplicação das regras de contabilização do LER, pois garante um “amortecimento” a toda a variabilidade eólica na produção de energia. Alguns aspectos podem ser destacados:

- a. A contabilização junto à CCEE é anual, assim meses com baixa geração de energia são compensados com meses com alta produção de energia. Vender menos lotes de energia no leilão é considerar não somente anos, mas também quadriênios, inteiros com baixa produção de energia. Uma condição severamente pessimista.
- b. Ao longo de cada quadriênio a energia anual contabilizada pode variar de -10% a +30% do contrato de energia. A energia não gerada abaixo de -10% é penalizada a 115% do valor do contrato de energia e a energia gerada acima de +30% é remunerada a apenas 70% do valor do contrato de energia. Vender menos energia no leilão faz com que o parque eólico venha a pagar menos penalizações, mas reduz duramente a receita, pois a energia que poderia ser comprometida no leilão agora é remunerada a apenas 70% do valor do contrato. Ou seja, a energia maior que o comprometido com o leilão vale menos que o contrato de energia, e é uma energia com alta probabilidade de ser produzida.
- c. Ao final de cada quadriênio ocorre a repactuação contratual da energia. Essa repactuação pode ser inferior ou igual à quantidade de energia ofertada no leilão, mas nunca superior. Assim, vender menos energia que a GF prejudica a receita por remunerar esta energia em apenas 70% do valor do contrato, como dito no item anterior, ou protelar a remuneração ao quadriênio seguinte, de forma parcelada.. Além disso, a quantidade de energia de qualquer quadriênio futuro não poderá mais ser repactuada ao valor da GF.
- d. Ao final de cada quadriênio a energia gerada dentro do limite de +30% do contrato de energia é remunerada em 24 parcelas mensais, enquanto que a energia não gerada até -10% é ressarcida em 12 meses. Isso prejudica a receita do parque eólico, pois a energia remunerada leva mais tempo para ser recebida do que a energia a ser ressarcida que deve ser paga mais rapidamente.

Todos esses efeitos são facilmente notados nos gráficos e tabelas já apresentados, onde os limites inferiores das curvas de distribuição são mais acentuados do que os limites superiores. Também se nota como as receitas caem drasticamente com a venda de menos lotes de energia que garantia física, prejudicando todo o desempenho econômico-financeiro do empreendimento.

## 4.0 - CONCLUSÃO

Todas as análises apresentadas neste trabalho levam à conclusão de que é possível avaliar a rentabilidade de um projeto de energia eólica, considerando aspectos de incerteza na produção de energia, sem a necessidade de considerar como energia garantida do projeto a energia certificada para um Nível de Confiança de 90% (PEc90).

Conclui-se que reduzir a quantidade de energia a ser vendida no Leilão de Energia de Reserva implica em forte redução no retorno do investimento, podendo levar o parque eólico à condição de inviabilidade quando uma análise adequada mostra que o empreendimento é lucrativo e detém condições suficientes para ser considerado um pagador seguro do financiamento tomado.

Desta forma, o foco das instituições financeiras deveria se concentrar no Nível de Confiança da rentabilidade frente a uma variabilidade de vento representativa e que pode ser facilmente obtida através de procedimentos muito conhecidos da operação hidrelétrica, tal como a geração séries sintéticas. Desta forma, além deste critério de avaliação estar mais aderente ao que se vislumbrava com a elaboração das regras do LER, minimizando os riscos para empreendedor ao longo do tempo, é mais coerente com as condições de risco impostas às demais fontes de energia.

Riscos de produção de energia muito inferior à garantia física do parque eólico estão mais vinculados a projetos mal concebidos do que a capacidade de obtenção de receita segundo as regras do LER. E poderiam ser avaliadas de outra forma pelo banco financiador que não pela restrição do limite de crédito.

## 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Estudos para Expansão da Geração - Metodologia de Contabilização da Produção Eólica - Nota Técnica EPE-DEE-RE-014/2009, Setembro de 2009.



(2) NCAR/NCEP Reanalysis Project - National Center for Atmospheric Research / National Centers for Environmental Prediction - <http://www.esrl.noaa.gov/>

(3) AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Edital do Leilão de Geração no. 05/2010 – Leilão de Energia de Reserva, Julho de 2010.

(4) CUSTÓDIO, Ronaldo dos Santos. Energia Eólica para Produção de Energia Elétrica. Eletrobrás, 2009. Rio de Janeiro – RJ

(5) MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Portaria MME nº. 463/2009, Dezembro de 2009.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Rafael Takasaki Carvalho

Nascido em 04/04/1978 em Curitiba-PR

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2000

Mestrado em Eletrônica de Potência pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2003

Especialização em Sistemas de Energia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2007

Trabalha desde 2002 na Eletrosul Centrais Elétricas S.A na área de estudos para planejamento da expansão. Já atuou na área de estudos da expansão da transmissão e atualmente exerce a função de gerente da divisão de planejamento da geração. Tem experiência na área de estudos elétricos, análises de viabilidade, estudos energéticos e inventários.

