



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

CB/GEC/11

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - XVI

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E GESTÃO CORPORATIVA- GEC

**ANÁLISE DE RISCOS EM LEILÕES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA
ATRAVÉS DO MÉTODO DE MONTE CARLO**

**ASSIS, M.R.A.D (*)
COPEL**

**BUBNIAK, M.J
COPEL**

**PEDROSO, C.D.D.V.
COPEL**

**PARANA, R.F
COPEL**

**DOEGE, R
COPEL**

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar os riscos envolvidos em empreendimentos de transmissão de energia, mais especificamente dos projetos disputados nos Leilões de Transmissão. Sugere-se a utilização do método de Monte Carlo para consideração dos riscos, adicionalmente às técnicas determinísticas usualmente utilizadas. Desta forma, é apresentado um método probabilístico no qual será possível se obter uma visão complementar do projeto, baseada em dados históricos, para que a tomada de decisão do empreendedor seja mais bem fundamentada.

PALAVRAS-CHAVE

Leilões, Riscos, Energia, Monte Carlo, Taxa de Retorno, Transmissão

1.0 - INTRODUÇÃO

A análise de viabilidade econômico-financeira para empreendimentos de transmissão, disputados em Leilões da ANEEL, costuma ser realizada de forma determinística, gerando parâmetros de viabilidade como a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL).

Nesta análise espera-se que valores considerados para o cálculo da Taxa Interna de Retorno realmente se realizem. As técnicas mais usuais para consideração dos riscos de alterações nos valores das variáveis e dos resultados dos projetos são a análise de cenários e tabelas de sensibilidade. Os investidores costumam utilizar a tabela de sensibilidade e, empiricamente, definir seu apetite de risco, determinando uma taxa de retorno adequada à sua remuneração. Os riscos associados aos investimentos também podem ser mitigados por orçamentos conservadores e contingências orçamentárias previstas nos planos de negócio. Mesmo com estas medidas, os riscos ainda assim não sofrem tratamento adequado, o que pode levar o projeto a ter resultados inesperados.

No presente estudo, analisamos os riscos envolvidos em empreendimentos de transmissão e apresentamos um método probabilístico usando a Simulação de Monte Carlo.

2.0 - SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

O método de Monte Carlo consiste na substituição de variáveis determinísticas de um modelo por números aleatórios associados a técnicas probabilísticas, utilizados para simulação de resultados, nos quais eles são recalculados sucessivamente com a utilização de dados aleatórios novos, caracterizando um processo repetitivo e iterativo. Incorporada aos modelos de finanças, esta metodologia produz um conjunto de resultados ao longo das simulações, que poderão ser analisados estatisticamente, fornecendo resultados em termos de probabilidade de uma medida de eficácia como a Taxa Interna de Retorno (TIR), por exemplo. Desta forma é possível calcular o risco, associando um determinado valor esperado para a TIR, com a sua probabilidade de ocorrência, onde já estarão considerados os riscos de cada variável e o histórico de desempenho de projetos similares.

Para o caso de leilões de energia, o método de Monte Carlo permite uma representação mais detalhada das variáveis de risco que podem afetar a taxa de retorno de um projeto, principalmente nos casos de Leilões, quando pequenas diferenças no lance ofertado podem decidir o vencedor do certame.

A seguir temos uma típica sequência de passos a serem seguidos para a aplicação do Método Monte Carlo:

1. A escolha das variáveis relevantes;
2. A definição de uma medida de eficácia;
3. A estimativa da distribuição de probabilidade de cada variável;

2.1 Aplicação do Método de Monte Carlos para o Projeto **Lote ALFA** - Empreendimento de Transmissão

Esta proposta aborda especificamente os empreendimentos de transmissão. Nosso estudo de caso é voltado aos leilões de transmissão, especificamente, focando a probabilidade do empreendimento apresentar a taxa interna de retorno esperada para a qual foi realizada a modelagem.

Dentre as técnicas mais usuais de análise econômico-financeira de projetos destacam-se a análise por múltiplos e os modelos de valor presente ou fluxo de caixa descontado. Esta última pode utilizar a projeção de dividendos a serem pagos ou a capacidade de pagamento destes dividendos. O primeiro caso define os modelos de dividendos descontados (DDM - Dividend Discount Model) enquanto que o segundo caracteriza os modelos de fluxo de caixa descontado (FCFE – Free Cash Flow to Equity).

Seja no modelo de dividendos ou no fluxo de caixa livre do acionista é preciso primeiro projetar os valores do fluxo, para então expressá-los em parâmetros de viabilidade como a TIR ou o VPL (Valor Presente Líquido). A projeção é feita em modelos econômico-financeiros em planilhas excel, em que são inseridas uma série de premissas e dados de entrada, as quais, naturalmente, carregam uma considerável dose de incerteza.

Uma tentativa de se contornar esta incerteza inerente às variáveis de entrada é realizada através da análise de sensibilidade, técnica que consiste na simulação de diferentes valores para algumas das premissas e na avaliação do impacto que isto traz sobre o resultado do projeto.

As variáveis listadas a seguir exemplificam os riscos de projeção econômico-financeira de projetos de Leilão de Transmissão:

- Capex;
- Revisão Tarifária;
- Data de entrada em operação;
- Data de liberação e montante dos valores de financiamento;
- Variáveis macroeconômicas (IPCA e TJLP)

Em cada um destes casos dificilmente os dados realizados serão idênticos aos previstos no modelo, o que traz um risco de que a atratividade econômica do projeto seja inferior àquela que foi prevista e que embasou a decisão de participação no leilão e o valor do lance. Ainda que seja feita uma análise de sensibilidade, espera-se que os valores previstos realmente se realizem. Dito de outra forma, não há considerações formais sobre os riscos que envolvem os fluxos de caixa dos empreendimentos em questão.

Nossa proposta sugere a inclusão de uma abordagem probabilística, através do Método de Monte Carlo.

Como já visto no item 2.0, para a Simulação de Monte Carlos necessitamos de:

1. **As variáveis relevantes:** são aquelas que carregam maior incerteza, ou maior chance de variação de seus valores e impactam o empreendimento de forma mais significativa. Por exemplo, os itens de investimento não sujeitos a pré-contratos, os valores de operação e manutenção, a data de entrada em operação e assim por diante. Deve ser realizada uma análise específica para cada projeto para a definição destas variáveis.
2. **Medida de eficácia:** Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL).
3. **Distribuição de probabilidade:** diz respeito à chance que as variáveis têm de assumir determinados valores. Existem inúmeras distribuições possíveis para variáveis contínuas, como Uniforme, Normal, Triangular, Log-normal, entre outras. Propõe-se que, no processo de escolha das variáveis relevantes para a simulação definida-se, também, a distribuição de probabilidade mais adequada considerando a natureza dos dados.
4. **Conjunto de números aleatórios:** gerado por função do Excel.

Os valores gerados por cada variável aleatória, em conjunto com os valores dos dados fixos, como alíquota de impostos, despesas, depreciação etc., são usados pelo modelo para determinar o fluxo de caixa livre do acionista, a TIR e o VPL.

O passo seguinte é simular esses resultados uma quantidade razoável de vezes (o indicado é pelo menos 1.000 vezes), tornando possível uma análise estatística. De acordo com o teorema do limite central, se houver um número grande de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, com poucas exceções, a distribuição da soma destas variáveis tenderá a uma distribuição normal. Uma variação do teorema do limite central assegura que ainda que o número destas variáveis não seja tão grande ou que elas não sejam independentes e identicamente distribuídas, a soma delas ainda poderá ser normalmente distribuída (GUJARATI, 2004).

Desta forma, este conjunto de TIR pode ser traduzido num histograma associado a uma curva de densidade de probabilidade acumulada (distribuição normal). Estatisticamente, o que interessa é a Distribuição de Frequência da TIR, para que se possa prever a probabilidade de uma determinada TIR ser maior do que uma taxa de referência, por exemplo, o custo de capital.

2.2 Escolha das Variáveis:

Para nosso modelo (Lote ALFA) foram selecionadas três variáveis de riscos consideradas relevantes nos empreendimentos desta natureza.

- Variação do Capex
- Atraso de Obras
- Financiamento BNDES

2.2.1 Variação do Capex:

A expressão CAPEX, amplamente utilizada na linguagem de gestão de projetos é oriunda da expressão inglesa Capital Expenditure (em português, despesas de capital ou investimento de capital), define o montante de capital em espécie dispendido na aquisição ou realização de um empreendimento. O CAPEX é, portanto, o montante de investimento realizado em equipamentos, instalações, serviços e produtos, de forma a viabilizar ou permitir a realização de um negócio ou empreendimento.

No caso dos empreendimentos de leilão este CAPEX é informado pela Aneel através publicação do Edital do Leilão de Transmissão. Cada empreendedor elabora o seu próprio orçamento estimativo.

A variação do CAPEX é o fator de risco que tem maior impacto no fluxo de caixa do projeto. No plano de negócios são apresentados os principais fatores que podem causar a variação do CAPEX, dentre eles destacamos mudança de escopo, variação de preços dos equipamentos e serviços contratados e desequilíbrio econômico-financeiro de uma forma geral.

Tabela 1 – Distribuição de probabilidade de variação de CAPEX

Distribuição Triangular	Mín. (%)	Moda (%)	Max. (%)
	100	115	125

2.2.2 Atraso de Obras:

Conforme dados levantados no site da ANEEL, em março de 2017, 66% das obras estavam atrasadas.

Conforme o comunicado ANEEL CEL_Comunicado_01_Leilão_05_2015, de um total de 129 obras concluídas ou que deveriam ter sido concluídas entre 2012 e 2015, somente 6% das obras foram entregues sem atraso.

Dentro desta amostra aproximadamente 50% das obras tiveram atraso de até 2 anos e 21% atrasaram mais que 3 anos.

As causas destes atraso podem ser oriundas de problemas de gestão e questões fundiárias, meio ambiente além de outros riscos, porém o licenciamento ambiental é a origem da maior parte dos atrasos.

A tabela 2 mostra uma estimativa para distribuição de probabilidade de atrasos, baseada em dados históricos mas considerando também o aumento de prazo concedido pela ANEEL para entrada em operação de empreendimentos de transmissão em leilões recentes.

Tabela 2 – Distribuição de probabilidade atraso de obras

Atraso (antecipação)	Probabilidade
Antecipação 6 meses	8%
Sem atraso	31%
1 ano	32%
2 anos	16%
3 anos	6%
4 anos	4%
5 anos	2%
6 anos	1%

2.2.3 Financiamento BNDES

As empresas estatais estaduais, que possuem natureza jurídica de sociedade de economia mista, enfrentam restrições para obtenção de financiamento de seus projetos diante da limitação do montante de operações de crédito instituída pelo Banco Central, conforme resolução do BACEN n.º 2827 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2001). Desta forma há necessidade de solicitar a excepcionalização junto ao Conselho Monetário Nacional (CMN) para o financiamento de projetos.

O tempo de liberação deste financiamento afeta diretamente a entrada de capital de terceiros, podendo afetar o cronograma de desembolso e o plano de negócios do projeto. O prazo pode variar sensivelmente conforme o projeto. em muitos casos estes prazos não são atendidos, inclusive, havendo ocasiões em que o financiamento acaba sendo liberado após a entrada em operação da concessão.

A seguir podemos observar em duas tabelas o prazo de captação de recursos, na primeira os dados de obras de empresas estatais estaduais e na segunda as obras oriundas de empresas privadas. Há uma variação entre 15 e 41 meses no prazo para liberação do financiamento para o caso de obras de empresas estatais, enquanto que para as obras oriundas de empresas privadas o prazo da liberação do financiamento varia entre 12 e 19 meses.

Tabela 3 – Prazo para obtenção de financiamento (SPE)

Prazo para Tramitação BNDES, SPE (meses)	Mínimo (meses)	Médio (meses)	Máximo (meses)
	12	15	19

Tabela 4 – Prazo para obtenção de financiamento (Estatais Estaduais)

Prazo para Tramitação BNDES, ESTATAIS ESTADUAIS (meses)	Mínimo (meses)	Médio (meses)	Máximo (meses)
	15	21	41

3. Aplicação no Estudo de Caso – Lote ALFA

A avaliação econômico-financeira utilizando o método de Monte Carlo fez uma distinção das variáveis de entrada do modelo, entre aquelas cuja probabilidade de variação foi considerada relevante e aquelas em que há baixo risco de alteração.

As variáveis de maior risco são (i) o investimento (Capex), (ii) a data de entrada em operação do empreendimento (Atrasos) e (iii) a data de entrada do financiamento do BNDES. Todas as demais foram consideradas de baixo risco de variação (variações do cenário macroeconômico, custos de O&M, despesas gerais e administrativas, encargos setoriais, etc.).

As variáveis de baixo risco foram mantidas constantes, da mesma forma em que atualmente é realizada a análise determinística. Já as variáveis de maior risco foram transformadas em variáveis aleatórias, em que há uma distribuição de probabilidade associada, conforme a seguir:

- Capex: Distribuição Triangular, crescendo de 0% a 25% ao valor orçado original (Tabela 1).
- Data de Entrada do Financiamento BNDES: Distribuição Triangular, com mínimo de 15 meses a partir da assinatura do contrato de concessão, máximo de 41 meses e moda de 21 meses.
- Data de Entrada em Operação: Conforme histórico de atraso de obras levantado a partir de dados da ANEEL (Tabela 2).

3.0 - RESULTADOS

A análise determinística teve como resultado uma taxa interna de retorno superior à referência, o custo de capital próprio estimado para investimento em projetos de transmissão, indicando a aceitação do projeto do ponto de vista econômico-financeiro.

A análise pelo método de Monte Carlo, por sua vez, gerou um conjunto de 1.000 diferentes taxas, representadas pelo histograma a seguir.

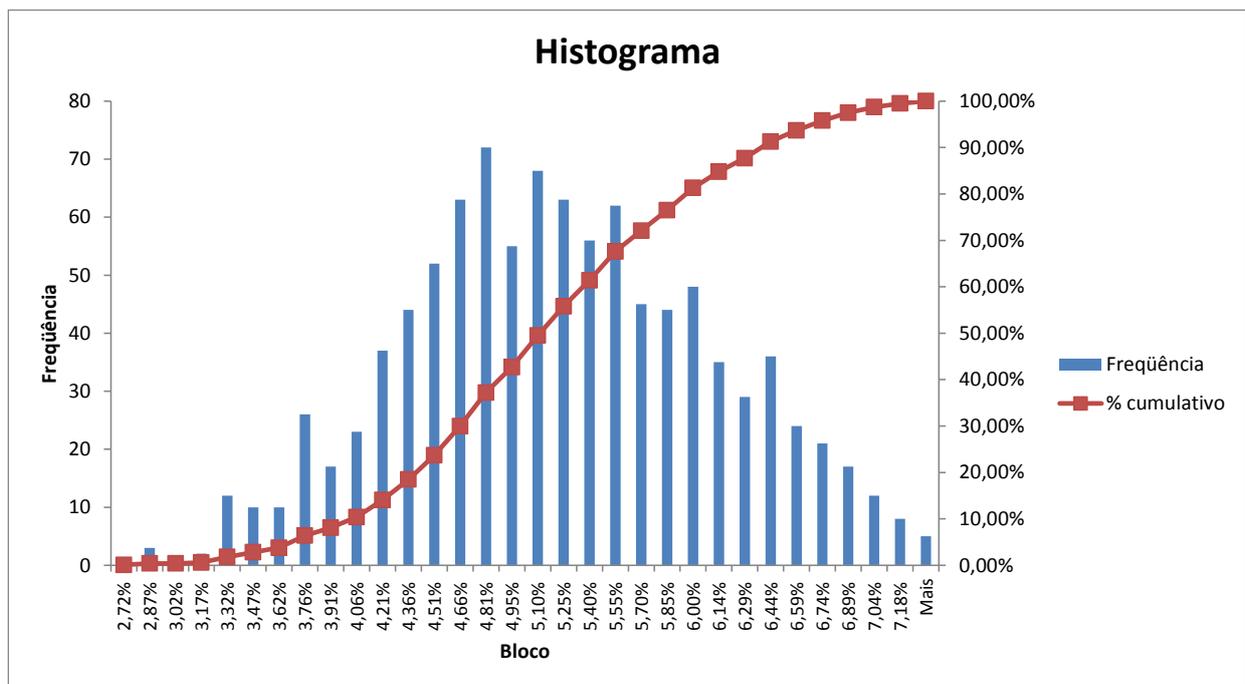


Figura 1 – Distribuição de frequência de TIR

A TIR determinística calculada para este projeto hipotético é de 5,75% em termos reais. O conjunto de TIR gerado pela simulação de Monte Carlo, por sua vez, teve como valor máximo 7,33%, mínimo 2,72%, amplitude de 4,61%, média de 5,15% e desvio-padrão de 0,89%.

De posse destas estatísticas e assumindo uma distribuição normal dos valores, foram calculadas duas medidas: (1) a probabilidade da TIR ser maior do que a TIR obtida pelo modelo determinístico e (2) a probabilidade da TIR ser maior do que a taxa mínima de atratividade exigida para o projeto.

No primeiro caso, descobre-se que a probabilidade da TIR ser maior do que 5,75% é de 25,12%. No segundo caso, estabelecendo uma TMA de 7,0% observa-se que há apenas 1,9% de chance de que a TIR do projeto supere esta marca. Verifica-se que em aproximadamente 98% dos casos a taxa interna de retorno foi inferior à TMA exigida para o projeto, indicando um elevado nível de risco para este projeto.

4.0 - CONCLUSÃO

A avaliação dos riscos de um projeto de transmissão é fundamental para a decisão de investimento. O uso da metodologia de Monte Carlo é uma alternativa para avaliação das condições de incerteza. Neste trabalho, foi analisado economicamente um projeto hipotético considerando-se a probabilidade de variação de três – variáveis de riscos consideradas relevantes. Como resultado, observa-se que a probabilidade de obtenção de uma TIR com resultado acima da taxa mínima de atratividade para o projeto é menor que 2%, o que provavelmente levaria a uma recomendação, pelos autores, de não aceitação deste investimento. Em trabalhos futuros, sugere-se o incremento de demais variáveis, como condições de financiamento (taxas, períodos de amortização) e demais riscos que possam sofisticar os resultados alcançados.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CASAROTTO FILHO, Nelson. Análise de investimentos- 11.ed. – São Paulo Atlas 2010.
- (2) SCHUYLER, John R-RISK AND DECISION ANALYSIS IN PROJECTS- 2nd. Ed. 2001- Pennsylvania USA
- (3) A. L., FAMÁ, R., SIQUEIRA, J. O. Análise do Risco na Avaliação de Projetos de Investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v.1, nº 6, 1998.
- (4) MACHADO, N. R. S., FERREIRA, A. O. Método de Simulação de Monte Carlo em Planilha Excel: desenvolvimento de uma ferramenta versátil para análise quantitativa de riscos em gestão de projetos. Revista de Ciências Gerenciais, Vol. 16, nº 23, 2012.
- (5) TOBIAS, A. F. B., FERREIRA, R. A. Como Avaliar o Risco de um Projeto Através da Metodologia de Monte Carlo. Cavalcante Consultores, Up-to-Date 265.
- (6) AGUIAR, M. Monte Carlo em Estimativas de Software. Disponível em www.metrics.com.br
- (7) BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução 2827, de 30.03.2001. Consolida e redefine as regras para o contingenciamento do crédito ao setor público. Brasília. 2001.

5. DADOS BIOGRÁFICOS

Mara Regina Alves de Assis tem 43 anos, nascida em Curitiba, no Estado do Paraná, possui graduação em Engenharia Industrial Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2002). Concluiu o Curso de MBA em Liderança, com ênfase em Gestão (2015), Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletrotécnica, sendo formada também no curso técnico de eletrotécnica. Ingressou do Copel no ano de 2007, tendo atuado anteriormente na iniciativa privada como Engenheira de Obras e Gestão de Projetos. Atualmente trabalha na Diretoria de Novos Negócios na Companhia Paranaense de Energia, atuando na área de Subestações.