

## 6 Resultados

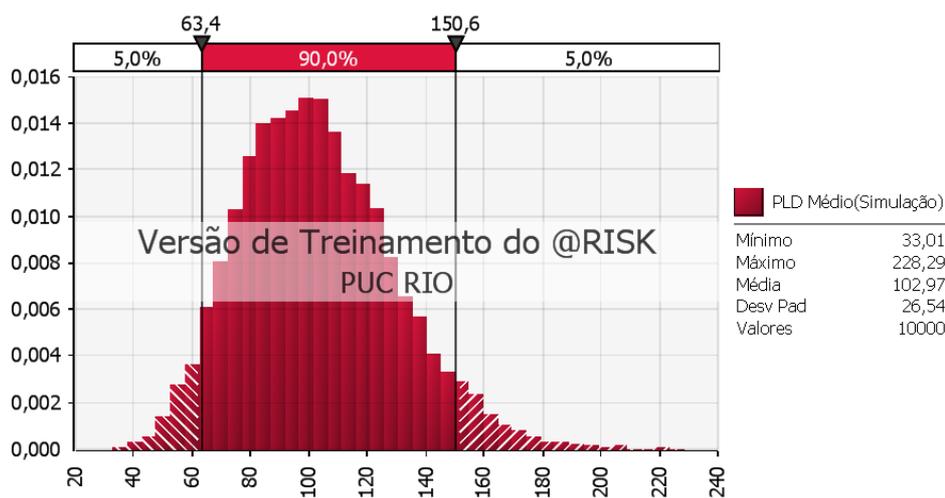
A avaliação econômico-financeira pelo método tradicional, baseado no fluxo de caixa descontado, demonstrou que projeto de cogeração de energia com ciclo termodinâmico baseado em gás natural e resíduos de processos é viável, mesmo no modelo determinístico, na qual se destina a sobra de cavacos para comercialização de novas chapas de MDF. Considerando os *inputs* descritos na Tabela 8 e a estrutura proposta na seção 5.3, obteve-se um valor presente de aproximadamente R\$ 77,67 milhões. Dado que o investimento inicial para a geração e distribuição de vapor e geração de energia elétrica para consumo próprio é de R\$ 27,95 milhões, chega-se ao valor presente líquido de R\$ 49,72 milhões. Tal resultado demonstra que o emprego racional dos resíduos de processo, insumo atualmente desconsiderado por algumas indústrias, somado a um investimento em uma tecnologia mais eficiente, torna o projeto financeiramente viável no longo prazo.

De modo a valorar a opção de destinar parte dos cavacos para a geração de energia excedente e sua comercialização no mercado livre, foram feitas 10.000 simulações de PLD em base semanal para um horizonte de 10 anos, com início em janeiro de 2012. A Figura 20 demonstra a distribuição de resultados obtidos pelo modelo de reversão a média com saltos e fatores de sazonalidade descritos na sessão anterior.

Verifica-se que o valor médio encontrado para o período analisado foi de R\$ 102,97 MWh e o desvio padrão foi de R\$ 26,54. Percebe-se que os resultados estão bem distribuídos ao longo da faixa de preço, o que oferece confiabilidade ao modelo ao não se concentrar em faixas específicas de valor. Vale ressaltar que o valor máximo médio da distribuição de preços foi de R\$ 228,29, o que não impede o modelo de gerar para determinadas semanas preços superiores a este, sempre limitados ao valor máximo de R\$ 727,22 determinado pela ANEEL. Em relação ao preço mínimo, o menor resultado obtido foi de R\$ 33,01, valor distante do preço mínimo de R\$ 12,20 determinado pela ANEEL.

Acredita-se que o principal motivo do preço mínimo gerado pelo modelo estocástico não se aproximar para o preço mínimo regulado seja consequência do ponto de partida inicial do modelo, que foi de R\$ 40,23, referente a última semana de dezembro de 2011. A estrutura do modelo baseada em reversão a média faz com que os preços tenham tendência a convergir para a média, sendo esta esporadicamente alterada pelas estruturas de saltos e mensalmente pelos fatores de sazonalidade. Importante destacar que no modelo utilizado, os valores no período  $t$  estão correlacionados com o resultado de  $t-1$ . Dado o preço inicial de R\$ 40,23, entende-se que a estrutura do modelo como um todo impede que os preços mínimo encontrados na simulação se aproximem daquele regulado. Por fim, este resultado é de fato coerente, visto que o preço mínimo regulado é raramente praticado no mercado livre de curto prazo.

**Figura 20 – PLD médio projetado para o período 2012-2021**

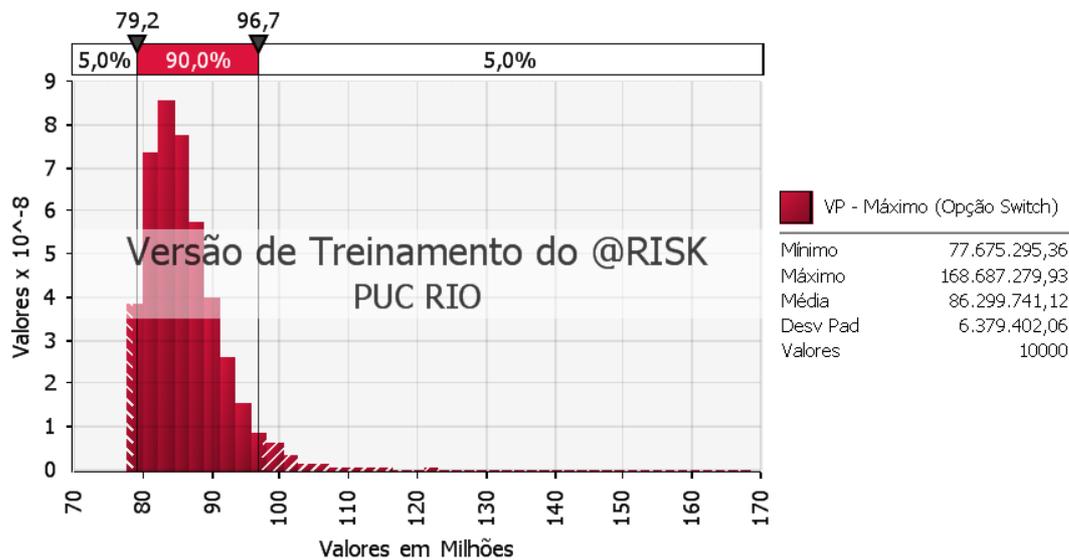


**Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)**

A Figura 21 demonstra o efeito da opção de selecionar a melhor alternativa em cada instante  $t$  no valor presente do projeto de cogeração. Percebe-se que o valor presente mínimo da flexibilidade é de R\$ 77,67 milhões, ou seja, o próprio valor do caso base (determinístico). Isso acontece porque a opção de produzir novas chapas funciona como um piso, limitando a perda caso a venda fosse exclusivamente de energia. Por outro lado, em cenários de PLD elevado, a opção de comercializar energia pode ser mais interessante e gerar fluxos de caixa incrementais positivos ao projeto. Isso é demonstrado pelo próprio valor máximo obtido pela distribuição, que ultrapassa R\$ 168,68 milhões, e pelo valor médio da

distribuição que claramente está deslocada para a direita, demonstrando que houve acréscimo de valor.

Figura 21 – Valor presente máximo (opção de switch)

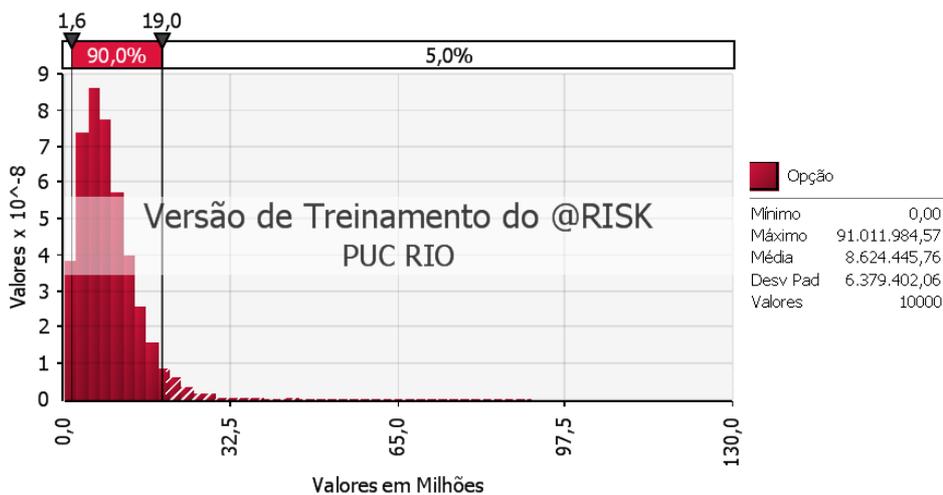


Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)

A distribuição de resultado da opção de comercializar energia é ilustrada na Figura 22. Neste caso, considerou-se que a opção é exercida nos meses em que o fluxo de caixa esperado da venda de energia exceder a venda de chapas, do contrário, não se exerce a opção e o fluxo de caixa é zero. Nos 10.000 cenários gerados pela simulação, o valor presente da opção de comercializar energia foi de R\$ 8,62 milhões e o desvio padrão foi de R\$ 6,37 milhões. Tais resultados indicam que há uma elevada dispersão no valor presente da opção, ou seja, apesar da maior parte da distribuição estar concentrado nos valores menores, em cenários de PLD elevado há significativas oportunidades de ganho de capital.

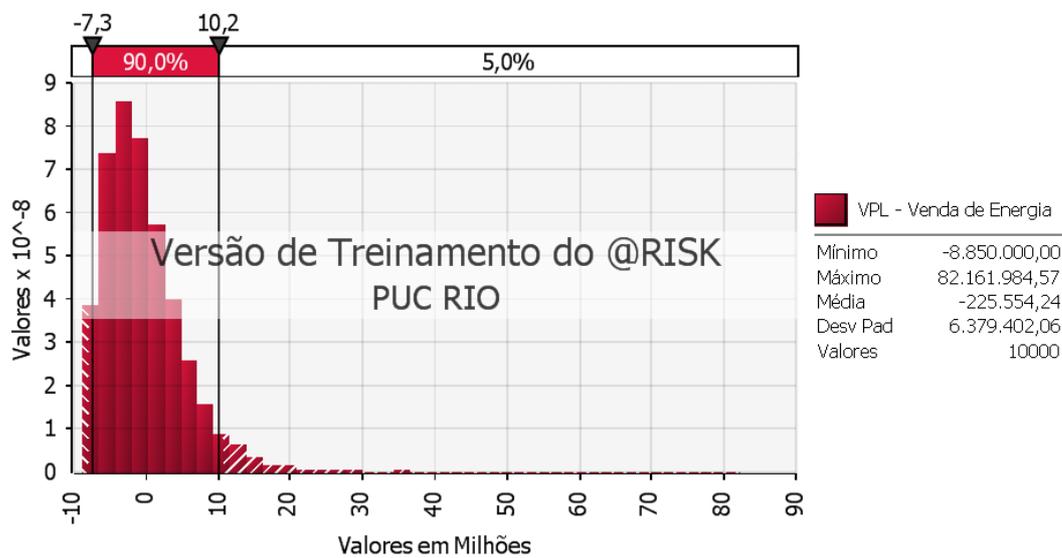
Diante dos resultados percebe-se que o valor presente médio da distribuição é baixo, sendo inclusive insuficiente para arcar com o investimento de conexão do empreendimento à rede elétrica, estimado em R\$ 8,85 milhões. A Figura 23 apresenta o valor presente líquido da opção, sendo que o resultado médio é negativo em R\$ 225.500, ou seja, em média os resultados gerados pela opção não são capazes de arcar com os investimentos da conexão. Por outro lado, foi encontrado como valor máximo R\$ 82,16 milhões, demonstrando que a opção é bastante valiosa em cenários de PLD elevado. Em função da própria volatilidade dos preços de energia no mercado *spot* a opção possui alta dispersão ao redor da média.

**Figura 22 – Valor presente da Opção (alternativa de comercializar energia)**



Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)

**Figura 23- Valor presente líquido da Opção**

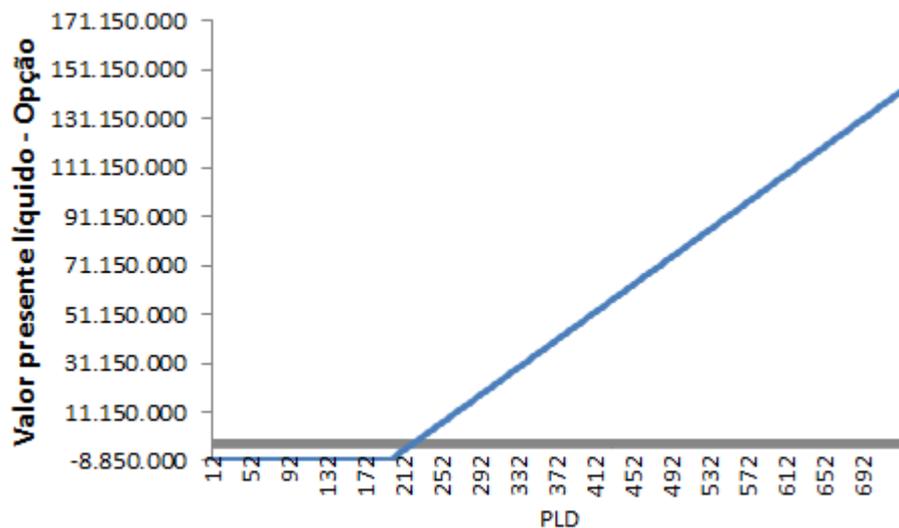


Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)

A opção de comercializar energia somente é exercida em cenários em que o preço *spot* de energia estiver em patamares elevados. A fim de identificar qual o menor valor de PLD capaz de viabilizar o exercício da opção, foram feitos testes com a ferramenta “atingir meta” do software Excel®, ou seja, qual o preço *spot* mínimo que a flexibilidade de se comercializar energia começa a agregar valor ao projeto. As análises demonstraram que a opção de comercializar energia é exercida a partir de preços *spot* superiores a 187,00 MWh. Vale ressaltar que o fato de se exercer a opção de comercializar energia apenas significa que os fluxos de caixa gerados por esta alternativa é no momento mais rentável que a venda de chapas de madeira, porém não significa que os resultados gerados sejam

suficientes para viabilizar a conexão. Os resultados demonstraram que o valor presente líquido da opção só se torna positivo em cenários de PLD médio superior a R\$ 217,00 MWh e isto acontece somente em 0,1% da distribuição. Em outras palavras, a viabilização do negócio de comercialização de energia exige este preço médio de PLD nos próximos 10 anos, resultado este pouco provável quando se analisa a distribuição de preços históricos. A Figura 24 apresenta o valor presente líquido da opção em cada faixa de PLD.

**Figura 24 – VPL da opção em função do PLD**



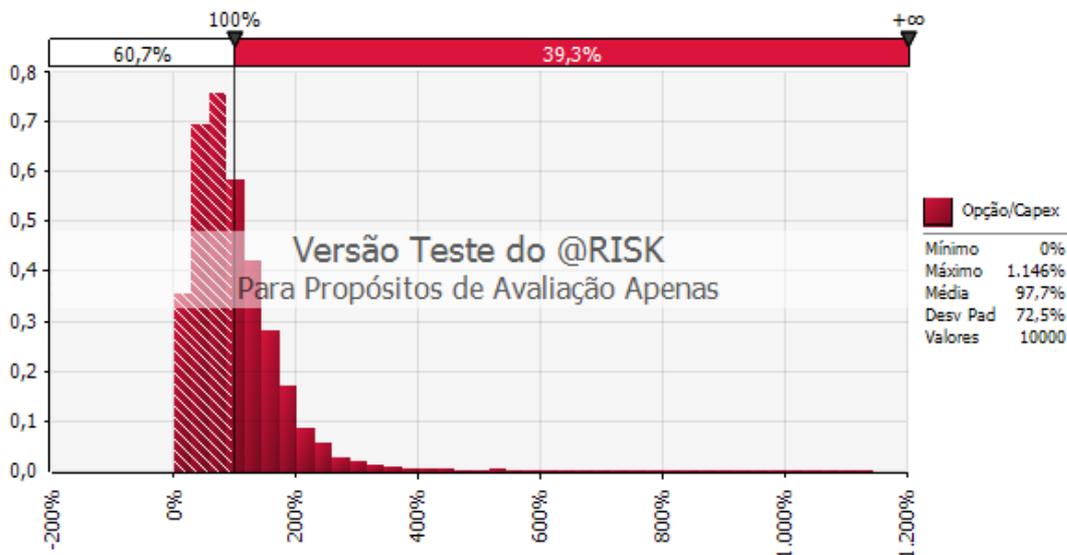
**Fonte: Elaboração própria**

Diante os resultados apresentados, conclui-se que em média a flexibilidade gerencial de destinar a sobra de cavacos para a geração extra de energia e comercialização no mercado livre não agrega valor ao projeto. As análises apresentadas demonstram que a opção gera fluxos de caixa positivos, porém estes em média não são capazes de arcar com os gastos de conexão. Tal conclusão é corroborada pela Figura 25 ao se analisar a razão entre o valor da opção e o investimento requerido para se ter a mesma. Os resultados indicam que em média a opção é capaz de arcar com 97,7% do investimento necessário para a conexão do empreendimento a rede. A análise da distribuição demonstra que em 39,3% das simulações a opção seria capaz de arcar com os investimentos requeridos.

A Figura 26 demonstra o número de vezes que opção de comercializar energia foi exercida, sendo que o valor médio é de 21,5% das vezes. Vale ressaltar que embora não tenha sido capturado pelo modelo estocástico e financeiro, acredita-se que há na visão do industrial um valor intangível de se optar por destinar as sobras de cavacos para o mercado de chapas, segmento que a

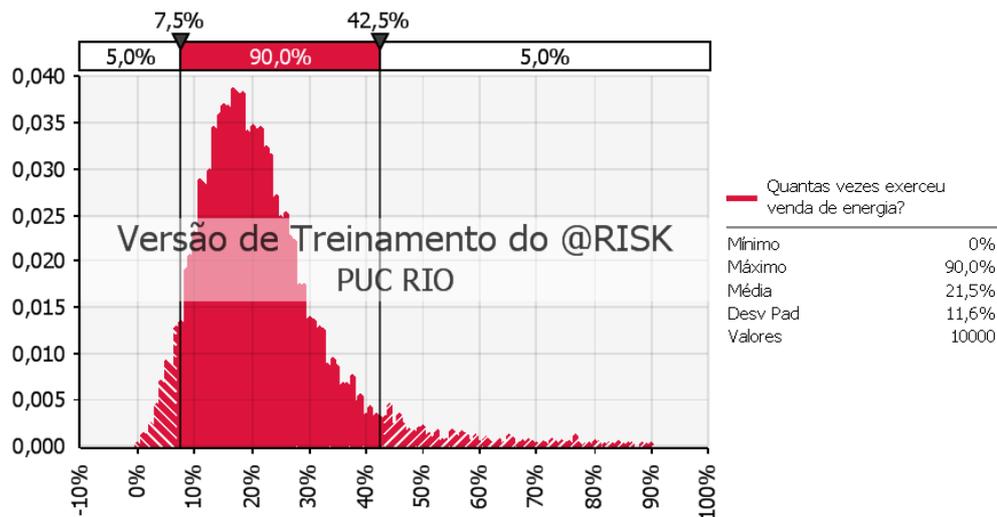
companhia já possui *know-how*, experiência de atuação e menos volátil do que o mercado de energia. Ou seja, acredita-se que há uma “inércia gerencial” do próprio empreendedor que o força a preferir atuar em seu segmento tradicional. Em outras palavras, há um receio natural de se atuar em segmento ainda novo cujas regras são bastante específicas e atuação exige equipe exclusiva destinada para tal finalidade.

**Figura 25 –Opção vs. Investimento**



Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)

**Figura 26 - Número de vezes que a opção foi exercida**



Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)

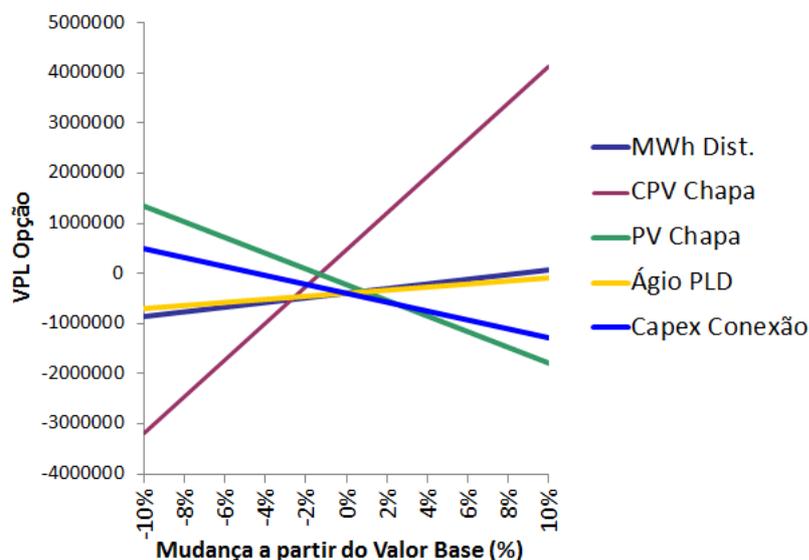
Identificadas as principais características da opção, foram feitas diversas análises de sensibilidade visando identificar quais as variáveis que mais impactam

no valor médio da flexibilidade. As Figuras 27 e 28 apresentam os resultados da análise de sensibilidade do valor da opção para as cinco variáveis mais significativas, sendo que os valores base das variáveis foram alterados em uma amplitude de 20%, ou seja, em 10% para mais ou para menos. O custo do produto vendido e o preço de venda da chapa de MDF são as variáveis mais relevantes, o que é coerente dado que a escolha pelo fluxo de caixa da venda de madeira é exercida em média 79,5% das vezes. Logo, qualquer variável que altere tal fluxo impacta significativamente o valor da opção de comercializar energia, sendo este o caso das variáveis “custo do produto vendido” e “preço de venda” das chapas.

Os gastos relacionados a conexão do empreendimento à rede também são especialmente relevantes no valor da opção. Quanto menor o investimento maior a chance de viabilização da opção. A Figura 28 demonstra que se o investimento for 10% menor do que o previsto, o valor presente líquido médio da opção se torna positivo em R\$ 483.521. Este resultado é um indicio de que incentivos por parte dos órgãos reguladores na obtenção dos equipamentos de conexão são bastante relevantes para tornar a flexibilidade viável.

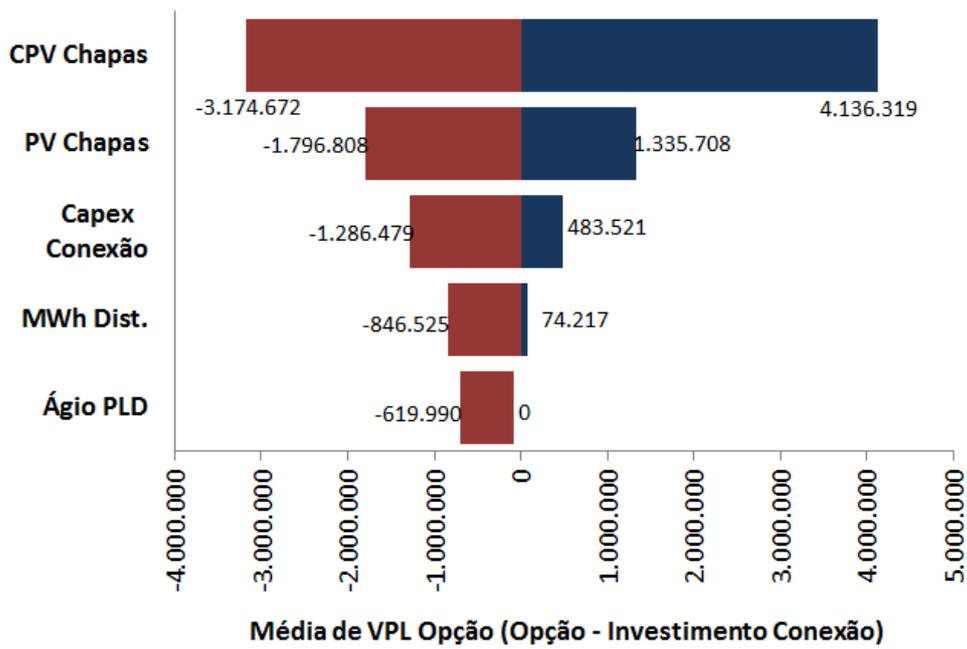
Por fim, na sequência de ordem de importância das variáveis, aparecem o preço do MWh cobrada pela distribuidora para a entrega de energia e o valor do ágio que é acrescido ao PLD, ambas com baixa capacidade de gerar impacto positivo nos resultados líquidos da opção, mas com potencial de inviabilizar o negócio, já que alterações nos valores base contribuem para um VPL negativo.

**Figura 27 – Sensibilidade VPL opção**



Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)

**Figura 28 – Tornado de Sensibilidade**



Fonte: Elaboração própria (output @Risk®)