

## 7. Resultados

O VPL da estratégia 1 é de fácil cálculo, visto que este não possui flexibilidades e incertezas que possam alterar os fluxos de caixa futuros. A grande questão reside em como obter o VPL das estratégias 2 e 3 cujo valor é ao menos parcialmente aleatório.

O método adotado neste estudo para simulação das estratégias com incertezas e opções foi o de simulação de Monte Carlo, sendo a simulação em si realizada por meio da utilização do software @Risk, desenvolvido pela empresa Palisade Corporation. Foi realizada uma simulação com um total de 10.000 iterações de forma a obter a distribuição probabilística do VPL de cada estratégia. Para tal foi elaborada uma planilha eletrônica com todas as variáveis envolvidas nas estratégias e suas respectivas distribuições probabilísticas.

Dentre todas as variáveis existentes, muitas possuem um valor fixo pré-determinado, ou seja, apesar de serem importantes para a definição do valor do VPL, não impactam sua distribuição probabilística. As que impactam são aquelas que possuem seu valor parcialmente aleatório e que são efetivamente simuladas pelo método de Monte Carlo. No caso deste estudo, esta variável é o valor do PLD.

Para a simulação da componente variável dos fluxos de caixa das estratégias 2 e 3, por meio do método de Monte Carlo, foram seguidos os passos propostos por Brandão et al. (2009) listados a seguir:

- Construção de um modelo das variações das receitas líquidas futuras, conforme as eq. (24) e (25);
- Definição de uma distribuição probabilística para cada variável e parâmetro do processo estocástico utilizado para sua modelagem;
- Definição do valor do PLD para cada semana com base na eq. (20);
- Obtenção do valor da variável de *input* (PLD) com base na geração de valores aleatórios para os parâmetros do processo estocástico utilizado para sua modelagem;

- Cálculo da componente variável dos fluxos de caixa da estratégia 2 conforme eq. (26);
- Cálculo da componente variável dos fluxos de caixa da estratégia 3 conforme eq. (27);
- Repetição desta operação diversas vezes (10.000 iterações).

### 7.1. Estratégia 1

Conforme dito anteriormente, o VPL da estratégia 1 é de fácil cálculo, visto que este não possui flexibilidades e incertezas que possam alterar os fluxos de caixa futuros. As premissas adotadas para esse cálculo foram:

- Fluxos de caixa anuais da estratégia calculados conforme a eq. (26) e receitas líquidas provenientes da venda de energia em contrato de longo prazo, calculadas conforme eq. (23);
- Valores das variáveis das eq. (26) e (23) definidos conforme tabela 17;
- $I = 50\%$  do custo da planta de geração termelétrica ( $I_{usina}$ ) +  $100\%$  do custo de aquisição da área de plantio ( $I_{área}$ ) +  $100\%$  do custo de formação ( $I_{formação}$ );
- $FC_{EST1}(t = 1) = - [50\% \text{ de } (I_{usina}) + 100\% \text{ de } (CF_{Bio} \times A_{plantio})]$ .
- Valores de  $I_{usina}$ ,  $I_{área}$  e  $I_{formação}$  definidos conforme tabela 17;
- Depreciação linear em 10 anos de  $I_{usina}$ .
- Como a formação deve ser realizada a cada 10 anos, este investimento deverá ser refeito em  $t=10$ ;
- No último ano de vida do projeto ( $t=21$ ) não será realizada nova formação nem colheita, pois não há necessidade de reposição do estoque de biomassa.

Tabela 17 – Valores das variáveis da estratégia 1

Variável	Valor
$V_{elp}$ (MWh/ano)	262.800
$P$ (R\$/MWh)	155
$CV_e$ (USD/MWh)	6
$ID_e$ (%)	9,75
$TUST$ (R\$/MWh)	2,5
$n$ (anos)	20
$r$ (%)	6,168
$CF_e$ (USD/kWmed)	55
$Cap_{usina}$ (MWmed)	30
$Cot_{dolar}$ (R\$)	1,6669
$CF_{Bio}$ (R\$/ha)	1.449,19
$A_{plantio}$ (ha)	6.094
Impostos (%)	34
$I_{usina}$ (USD/kWmed)	1.500
$I_{área}$ (R\$/ha)	3.565,49
$I_{formação}$ (R\$/ha)	1.515,21

Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação

O VPL obtido para o para a estratégia 1 por meio da eq. (26) foi de R\$ 575.799,14.

## 7.2. Estratégia 2

As premissas básicas utilizadas para obtenção do VPL da estratégia 2 foram:

- Fluxos de caixa anuais da estratégia calculados conforme a eq. (27), receitas líquidas provenientes da venda de energia elétrica em contrato de longo prazo calculadas conforme eq. (23) e no mercado de curto prazo conforme eq. (25);
- Valores das variáveis das eq. (23) e (27) definidos conforme tabela 17, a exceção do valor da variável  $V_{elp}$  definido na tabela 18;
- Valores das variáveis da eq. (25) definidos conforme tabela 18;
- O valor da variável  $P_{spot}$  é simulado por meio do procedimento definido no item 6.5.3.4;
- $I$  segue a mesma fórmula definida no projeto básico, assim como os valores de suas variáveis;
- $FC_{EST2}(t = 1)$  segue a mesma fórmula de  $FC_{EST1}(t = 1)$ , assim como os valores de suas variáveis;
- Depreciação linear em 10 anos de  $I_{usina}$ .

- Como a formação deve ser realizada a cada 10 anos, este investimento deverá ser feito em  $t=10$ ;
- No último ano de vida do projeto ( $t=10$ ) não será realizada nova formação nem colheita, pois não há necessidade de reposição do estoque de biomassa.

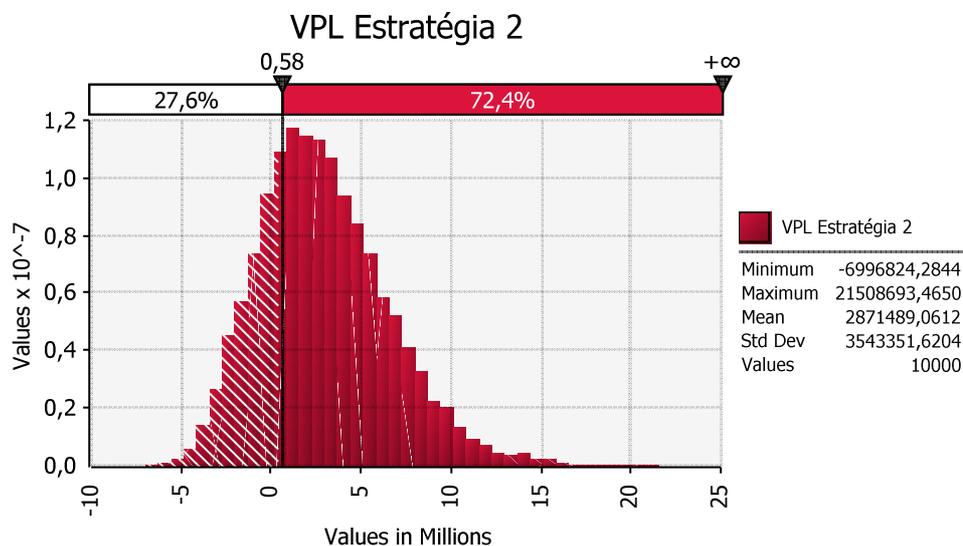
**Tabela 18 – Valores das variáveis da estratégia 2**

Variável	Valor
$V_{elp}$ (MWh/ano)	219.000
$V_{spot}$ (MWh/semana)	4.200
Ágio (R\$/MWh)	35,46

Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação

O VPL médio obtido para o para a estratégia 2 por meio da eq. (28) e do Método de Simulação de Monte Carlo foi de R\$ 2.871.489,06. Entretanto, conforme pode ser observado na **figura 5**, há uma probabilidade de 27,6% da estratégia 2 resultar em um valor inferior ao da estratégia 1, o que não pode ser ignorado.

**Figura 5 – Distribuição de probabilidade do VPL da estratégia 2**



Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação

### 7.3. Estratégia 3

As premissas básicas utilizadas para obtenção do VPL da estratégia 3 foram:

- Fluxos de caixa anuais da estratégia calculados conforme a eq. (28), receitas líquidas provenientes da venda de energia elétrica em contrato de longo prazo, calculadas conforme eq. (23), no mercado de curto prazo conforme eq. (25) e provenientes da venda de briquetes conforme eq. (24);
- Valores das variáveis das eq. (28) e (23) definidos conforme tabela 17, a exceção do valor da variável  $V_{elp}$  definido na tabela 18 e de  $CFix_{briq}$  e  $CapBriq_{unid}$  definidos na tabela 19;
- Valores das variáveis da eq. (24) e de  $I_{briq}$  definidos na tabela 19;
- O valor da variável  $P_{spot}$  é simulado por meio do procedimento definido no item 6.5.3.4;
- $I = 50\%$  do custo da planta de geração termelétrica ( $I_{usina}$ ) + 100% do custo de aquisição da área de plantio ( $I_{area}$ ) + 100% do custo de formação ( $I_{formação}$ );
- $FC_{EST3}(t = 1) = - [50\% \text{ de } (I_{usina}) + 100\% \text{ de } (CF_{Bio} \times A_{plantio}) + 100\% \text{ do custo da unidade de briquetagem } (I_{briq})]$ .
- Depreciação linear em 10 anos de  $(I_{usina} + I_{briq})$
- Como a formação deve ser realizada a cada 10 anos, este investimento deverá ser feito em  $t=10$ ;
- No último ano de vida do projeto ( $t=10$ ) não será realizada nova formação nem colheita, pois não há necessidade de reposição do estoque de biomassa.

**Tabela 19 – Valores das variáveis da estratégia 3**

Variável	Valor
$V_{briq}$ (T/semana)	755
$P_{briq}$ (R\$/T)	270
$CF_{briq}$ (R\$/T)	33,65
$CE_{briq}$ (R\$/T)	10,65
$ID_{briq}$ (%)	21,65
$CFix_{briq}$ (R\$/T)	7,79
$CapBriq_{unid}$ (T/ano)	24.546

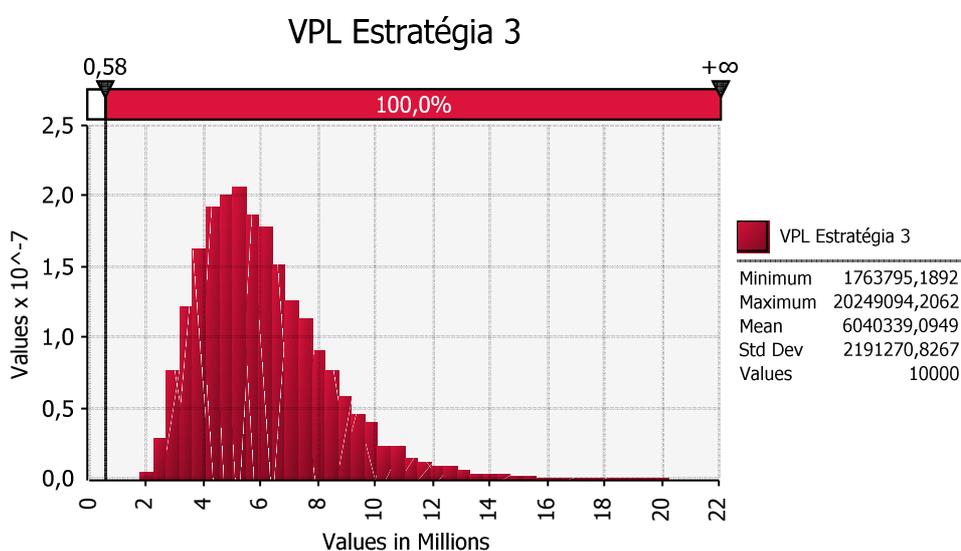
Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação

A distribuição probabilística do valor do VPL obtida para a estratégia 3 pode ser observada na **figura 6**. Pode-se perceber que este cenário apresenta diversas vantagens sobre os demais.

- O valor mínimo do VPL é superior ao da estratégia 1, ou seja, não há possibilidade deste cenário resultar em VPL menor do que o esperado para a primeira estratégia;
- O valor máximo do VPL da estratégia 3 é inferior ao da estratégia 2, entretanto os valores mínimo e médio são superiores; Considerando que a probabilidade de ocorrência do valor máximo é remota, será utilizado o valor médio como termo de comparação.

O VPL médio obtido para o para a estratégia 3 por meio da eq. (29) e do Método de Simulação de Monte Carlo foi de R\$ 6.040.339,10. Além disso, como pode ser observado na **figura 6**, a probabilidade do VPL desta estratégia ser inferior ao da estratégia 1 é praticamente nula.

**Figura 6 - Distribuição de probabilidade do VPL da estratégia 3**



Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação

#### 7.4. Síntese dos resultados

Na **tabela 20** encontram-se sintetizados os resultados obtidos para o VPL do projeto de acordo com a metodologia proposta neste estudo. Por meio da

comparação destes resultados é possível calcular o valor das opções presentes no projeto (**Tabela 21**).

**Tabela 20 – Comparativo do VPL médio das três estratégias**

Estratégias	Receitas Envolvidas	VPL Médio (R\$)
Estratégia 01	$FC_{elp}$	575.799,14
Estratégia 02	$FC_{elp}, FC_{spot}$	2.871.489,06
Estratégia 03	$FC_{elp}, MÁX(FC_{spot}, FC_{briq})$	6.040.339,10

Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação

**Tabela 21 - Valor das opções presentes no projeto**

Estratégias	Valor médio da opção (R\$)	Ganho (%)
(Estratégia 03) x (Estratégia 01)	5.464.539,96	949%
(Estratégia 03) x (Estratégia 02)	3.168.850,04	110%

Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação

Com relação à comparação entre as estratégias 2 e 3, a terceira é mais vantajosa, pois além de apresentar um ganho de 110%, elimina a probabilidade de 27,6% do VPL ser menor do que o do projeto básico.