

## 6

### Expansão Energética: custos a longo prazo

#### 6.1

##### Idéia Central

Para garantir o suprimento, é necessário trazer investimentos, e o investidor precisa de garantias para a recuperação de seu capital.

O Novo Modelo setorial estabeleceu contratos de muito longo prazo (dez, doze, quinze anos), com a finalidade de oferecer ao investidor privado a garantia desejada. Entretanto, nada vem sem um preço. O preço da segurança de suprimento está associado à atração de capital (investimento), que precisa ser remunerado.

Este trabalho tem o objetivo de estimar o preço mínimo que o investidor deverá praticar para recuperar seus investimentos. Este preço é conhecido como o custo de energia nova, associada às usinas ainda não construídas, que serão implantadas contra contratos já celebrados, a um preço conhecido e acordado entre as partes.

Utilizamos, em parte, os conceitos e métodos disponibilizados pela ENGENHO em sua Plataforma para a Previsão de Preços [9], cedida para a análise a seguir.

#### 6.2

##### Modelagem

A análise financeira, aqui proposta, está baseada na determinação do fluxo de caixa futuro.

Um fluxo de caixa é composto por: cronograma físico-financeiro das despesas do empreendimento, a estrutura de capital utilizada, as condições de financiamento, as características técnicas do projeto (potência instalada, vida útil etc.), encargos setoriais e impostos.

Conhecidas essas informações, a idéia é determinar o preço mínimo que o investidor deve aplicar para garantir a remuneração do seu capital ao final da vida útil do empreendimento, utilizando-se do conceito de VPL – valor presente líquido.

Nesse modelo, o preço mínimo (custo) é calculado de forma que o VPL do investimento seja zero, isto é, determinando-se o ponto de equilíbrio entre as receitas e as despesas no qual o investimento não gera lucro nem prejuízo (*break-even*).

### 6.3

#### Caso Exemplo – Usinas Hidráulicas

Para esse exemplo foi simulado um investimento para a construção de uma usina hidrelétrica com potência de 11 GW e vida útil de trinta anos.

De acordo com o mercado, o custo para construção de uma hidrelétrica é cerca de R\$1250,00/kW. Para fins desse trabalho, considera-se que o desembolso desse capital foi feito de forma equivalente durante os quatro anos necessários para esse tipo de construção.

**Tabela 2 – Estrutura de Desembolso**

<b>Hidrelétrica – Investimento</b>	
Montante Inicial	<b>13.750.000.000</b>
1º Ano (%)	25
2º Ano (%)	25
3º Ano (%)	25
4º Ano (%)	25

Para esse caso exemplo, sugere-se a seguinte estrutura de capital, comum no mercado brasileiro:

**Tabela 3 – Estrutura de capital**

<b>Estrutura de Capital</b>	
Recurso Próprio	40,0%
Custo Oportunidade	8,0%
Recurso Terceiro	60,0%
Custo Captação	10,0%

A geração média da usina é calculada multiplicando a potência instalada pelo fator de carga médio. Dessa forma, a receita constitui-se da geração média valorada pelo custo a ser determinado. Os valores de geração média desta usina encontram-se no anexo 6.

Vale ressaltar que o fator de carga nos primeiros anos é menor, atingindo o seu valor máximo após a usina estar em pleno funcionamento.

Por sua vez, as despesas estão aqui representadas por: custos de operação e manutenção (O&M), encargos por uso de Recursos Hídricos e tributação média aplicada no setor e depreciação, além dos custos com o capital inicial investido.

Segundo o Modelo de Empresa de Referência da Aneel, o custo de O&M total de um empreendimento de geração hidrelétrica é de aproximadamente R\$6,00/MWh [1].

**Tabela 4 – Custos de O&M – R\$/MWh**

<b>Custos O&amp;M</b>	
peçoal e manutenção	<b>1,80</b>
Materiais	4,20
<b>Total</b>	<b>6,00</b>

A lei da ANEEL 7990/1989, determinou a compensação financeira pelo resultado da exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica. Segundo esta lei, a energia de hidrelétricas será gravada com a aplicação de 6% do valor da energia elétrica correspondente ao faturamento do serviço público local [1]. Para os fins deste trabalho, foi utilizado o valor da tributação média aplicado atualmente no setor.

**Tabela 5 – Encargos e Tributos**

<b>Encargos e Tributos</b>	
encargos concessão (Rec Hídricos)	6,00%
Tributação Média	25,00%

Por fim, aplica-se um custo associado à depreciação do empreendimento, porque ao final do período de concessão a hidrelétrica é devolvida à União.

Finalmente, as despesas podem ser calculadas conforme as equações a seguir:

- **Despesa Investimento Inicial**

$$d_I = [(I * (RP)) * (CO + 1) + (I * RT)) * (CC + 1)] * M \quad (6.1)$$

onde,

$d_I$	despesa investimento inicial
$I$	montante de investimento inicial
$RP$	percentual de recursos próprios
$CO$	percentual de custo de oportunidade
$RT$	percentual de recursos de terceiros
$CC$	percentual de custo de captação de captação
$M$	percentual de desembolso

Dessa forma, de acordo com a Tabela 2 e Tabela 3 e a equação (6.1), pode-se determinar o fluxo das despesas devido ao investimento inicial:

**Tabela 6 – Despesas referentes ao investimento aportado – R\$**

Despesas - I Inicial			
ano construção 1	ano construção 2	ano construção 3	ano construção 4
3.753.750.000	3.753.750.000	3.753.750.000	3.753.750.000

- **Despesa O&M**

$$d_C = C_{O\&M} * G \quad (6.2)$$

onde,

$d_{O\&M}$	despesa O&M
$C_{O\&M}$	custo de operação e manutenção em R\$/MWh
$G$	geração em MWh

Utilizando a equação (6.2), o custo da empresa de referência da Aneel (

Tabela 4) e a geração média da Tabela 23, obtém-se o fluxo para as despesas referentes à operação e manutenção desta usina, apontado no anexo 6.

- **Depreciação**

$$T_d = \frac{1}{A} * 100\% \quad (6.3)$$

onde,

$T_d$  taxa de depreciação  
 $A$  total de anos de vida útil (tempo em que a usina deverá ser devolvida)

e

$$d_d = T_d * d_I \quad (6.4)$$

onde,

$d_d$  despesa referente à depreciação

- **Despesas com Encargos e Tributos:** As despesas com encargos e tributos são calculadas com base na receita e, portanto, dependem do preço aplicado, conforme as seguintes equações:

♦ tributação

$$[R - (d_I + d_{O\&M})] * T \quad (6.5)$$

onde,

$R$  Receita do empreendimento

$T$  Tributação média

♦ encargos

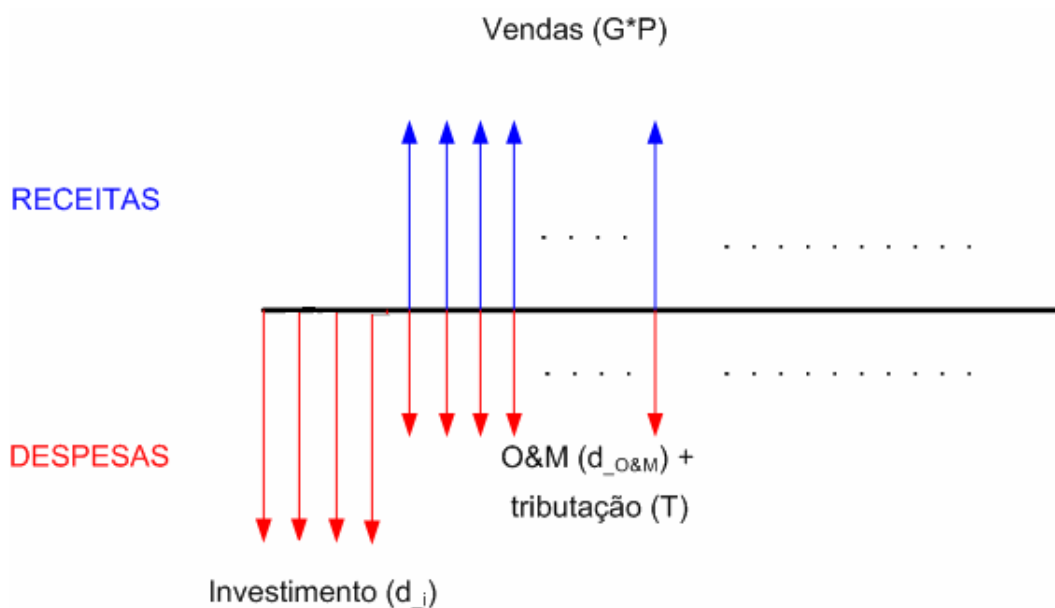
$$R * E \quad (6.6)$$

onde,

$R$  Receita do empreendimento

$E$  taxa aplicada (6% segundo Aneel)

A Figura 46 ilustra o fluxo de caixa utilizado para representar este problema:



**Figura 46 – Fluxo de Caixa – Hidrelétrica**

Utilizando uma taxa interna de retorno – *TIR* – de 10% ao ano, comum no mercado brasileiro, determina-se o custo que gera um VPL zero para o fluxo modelado. Isto é,

$$\sum_{a=0}^{33} \frac{G(a) \cdot P}{(TIR + 1)^a} = \sum_{a=0}^{33} \frac{d_I(a) + d_{O\&M}(a) + [G(a) \cdot P - (d_I(a) + d_{O\&M}(a))] \cdot T + G(a) \cdot P \cdot E}{(TIR + 1)^a} \quad (6.7)$$

onde,

$P$  custo a ser determinado

Vale dizer que o somatório de zero a trinta e três representa os quatro anos de construção acrescidos dos trinta anos de vida útil.

O custo resultante da equação (6.7) foi R\$61,15/MWh, gerando as receitas e despesas anuais apontadas no anexo 6.

## 6.4

### Caso Exemplo – Usinas Termelétricas

Nesse exemplo foi simulado um investimento para a construção de uma usina termelétrica a gás, com potência de 600 MW e vida útil de trinta anos.

De acordo com o mercado, o custo para construção de uma hidrelétrica é cerca de R\$600,00/kW. Considera-se que o desembolso desse capital foi feito de forma equivalente durante os dois anos necessários para a construção.

**Tabela 7 – Estrutura de Desembolso**

Termelétrica- Investimento	
Montante Inicial	<b>360.000.000</b>
1º Ano (%)	50
2º Ano (%)	50

Para esse caso exemplo, sugere-se a mesma estrutura de capital, utilizada no caso exemplo de usinas hidrelétricas, de acordo com a Tabela 3.

Conforme já mencionado, a receita constitui-se da geração média valorada pelo custo a ser determinado, conforme tabela disponível no anexo 6.

Pelo mesmo motivo das usinas hidrelétricas, o fator de carga das térmicas é menor nos primeiros anos, atingindo o seu valor máximo após a usina estar em pleno funcionamento.

As despesas de um empreendimento de geração térmica estão aqui representadas por: custos de operação e manutenção (O&M), custos com combustível (gás), e tributação média aplicada no setor, além dos custos com o capital investido.

O custo de O&M total de uma usina termelétrica a gás, é de aproximadamente R\$10,00/MWh [7], enquanto a tributação média é a mesma aplicada aos empreendimentos hidrelétricos (25%).

**Tabela 8 – O&M e Tributação**

O&M e Tributação	
O&M (R\$/MWh)	10,00
Tributação Média (%)	25

Por fim, o custo de combustível, segundo a Annual Energy Outlook 2006 é equivalente a \$6,90/10<sup>6</sup>BTU. Levando em consideração um rendimento médio de 7,67 10<sup>6</sup>BTU/MWh, pode-se calcular os custos anuais referentes ao uso de gás.

Finalmente, as despesas podem ser calculadas conforme os procedimentos a seguir:

- **Despesa Investimento Inicial**

De acordo com a Tabela 3, a Tabela 7 e a equação (6.1), pode-se determinar o fluxo das despesas devido ao investimento inicial:

**Tabela 9 – Despesas referentes ao investimento aportado – Usina Térmica – R\$**

Despesas - I Inicial	
ano construção 1	ano construção 2
251.160.000	251.160.000

- **Despesa O&M**

Utilizando os dados da Tabela 27 e da Tabela 8, pode-se calcular as despesas referentes à operação e manutenção, através da equação (6.2), obtendo-se o fluxo para as despesas referentes à operação e manutenção desta usina, apontado no anexo 6.

- **Despesas Combustível**

$$d_c = P_c * R_e * G \quad (6.8)$$

onde,

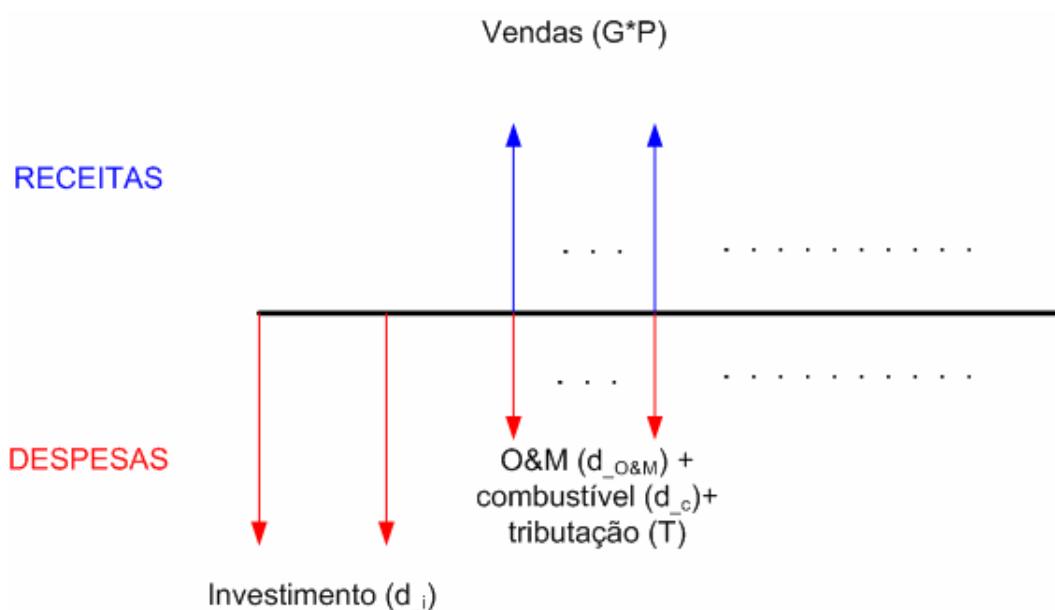
$d_c$	despesa com combustível (R\$)
$P_c$	preço do combustível (R\$/10 <sup>6</sup> BTU)
$R_e$	rendimento do uso do combustível (10 <sup>6</sup> BTU/MWh)
$G$	geração (MWh)



A tabela com os valores referentes às com combustível encontra-se no anexo 6.

- **Despesas Tributadas:** As despesas com tributos são calculadas com base na receita e, portanto, dependem do preço aplicado, conforme a equação (6.5)

A Figura 47 ilustra o fluxo de caixa utilizado para representar este problema:



**Figura 47– Fluxo de Caixa – Termelétrica a Gás**

Utilizando uma taxa interna de retorno – *TIR* – de 10% ao ano, comum no mercado brasileiro, determina-se o custo que gera um VPL zero para o fluxo modelado. Isto é,

$$\sum_{a=0}^{31} \frac{G(a) * P}{(TIR + I)^a} = \sum_{a=0}^{31} \frac{d_{-I}(a) + d_{-O\&M}(a) + d_{-C}(a) + [G(a) * P - (d_{-I}(a) + d_{-O\&M}(a) + d_{-C}(a))] * T}{(TIR + I)^a} \quad (6.9)$$

onde,

$P$  custo a ser determinado

Vale dizer que o somatório de zero a trinta e um representa os dois anos de construção acrescidos dos trinta anos de vida útil.

O custo resultante da equação (6.7) foi R\$158,97/MWh, gerando as receitas e despesas anuais, disponíveis no anexo 6.