

**XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**EVOLUÇÃO DOS CUSTOS MARGINAIS DE DISTRIBUIÇÃO NO FUTURO  
PRÓXIMO - UMA ANÁLISE PROSPECTIVA**

ALEXANDRE GOMES AMENDOLA  
MAURO CESAR DA ROCHA

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. - ELETROBRÁS

**Palavras-chave:** análise prospectiva, custo marginal, futuro

**Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000**

# **EVOLUÇÃO DOS CUSTOS MARGINAIS DE DISTRIBUIÇÃO NO FUTURO PRÓXIMO - UMA ANÁLISE PROSPECTIVA**

## **ÍNDICE**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
<b>2. EVOLUÇÃO DO CUSTO MARGINAL DE DISTRIBUIÇÃO - EQUACIONAMENTO -</b>	<b>4</b>
<b>4. EXEMPLOS DE CÁLCULO</b>	<b>6</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>10</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>10</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Os Custos Marginais de Distribuição têm sido largamente citados nas publicações técnicas mais atualizadas do mundo como parâmetro imprescindível a diversos estudos técnico-econômicos envolvendo a Distribuição

Algumas questões envolvendo o custo unitário das perdas, viabilidade de implementação de programas de conservação de energia, decisão entre a alocação de investimentos envolvendo regiões diferentes, além da determinação das tarifas de referência, certamente deverão ser tratadas no âmbito da Teoria Marginalista. Como, normalmente, estes estudos abrangem certo período de tempo, torna-se importante verificar qual a evolução destes custos no futuro, de forma que a sua influência seja corretamente considerada.

Reforçando esta tese, está a tendência mundial verificada no sentido de privatizar as Empresas públicas de energia elétrica. Os detentores do capital privado vêm com especial atenção o custo do “kW adicional” a ser considerado nas respectivas áreas de concessão das Empresas, na medida em que a margem de lucro a ser vislumbrada está muito relacionada com os custos para a produção de uma unidade adicional; de demanda.

O presente trabalho desenvolve um equacionamento relativamente simples, que permite ensaiar uma análise prospectiva a respeito dos valores dos Custos Marginais de Distribuição para o futuro próximo. Tal equacionamento permitiu concluir não ser tranquila a afirmativa de que tais custos são sempre decrescentes com o tempo. Se o horizonte dos estudos for o futuro próximo, é possível demonstrar que, para determinadas áreas, dependendo dos valores relativos dos parâmetros que compõem o cálculo, estes valores podem ser crescentes.

No final do trabalho, são apresentados dois exemplos de cálculo que, à luz dos resultados obtidos para os custos marginais de distribuição em duas empresas do país, diferenciadas em termos de densidade de carga, confirmam as afirmativas anteriores.

## 2. ANTECEDENTES

De acordo com trabalhos anteriores elaborados pelos autores, o custo marginal dos diversos tipos de obras de distribuição é dado pela fórmula seguinte:

$$\lambda(t) = \alpha \cdot \frac{X(t)}{C(t)} \cdot I(t) \cdot [a + d_1 + DE_1] \quad (1)$$

aplicável aos agregados “número de postos de transformação MT/BT em MVA”, “redes BT” e “redes MT (postes, condutores e acessórios)”. Onde:

$\lambda(t)$  – custo marginal no ano t do agregado considerado

$X(t)$  – quantidade de obra do agregado considerado

$C(t)$  – consumo nível do agregado considerado (BT ou BT+MT)

$\alpha$  – rendimento da escala

$a$  – taxa de atualização para o Setor Elétrico

$d_1$  – depreciação econômica no primeiro ano

$DE_1$  – despesas de exploração no primeiro ano.

Foi, também, apresentado e demonstrado nos referidos trabalhos que as seguintes relações são válidas:

$$X(t) = K [C(t)]^\alpha \quad (2)$$

intitulada “Lei de Desenvolvimento da Quantidade de Obras de Distribuição”

$$C(t) = C(t_0) e^{g(t-t_0)} \quad (3)$$

intitulada “Evolução do consumo no passado recente” (BT ou BT + MT)

$$I(t) = I(t_0) e^{-\Psi(t-t_0)} \quad (4)$$

intitulada “Variação no tempo dos custos unitários de investimentos”, função da taxa anual de progresso tecnológico -  $\Psi$ .

Nestas equações, definimos :

$g$  – taxa anual de crescimento exponencial do consumo no passado recente

$I(t)$  – custo unitário do investimento no ano  $t$  do agregado considerado (R\$/posto, R\$/MVA ou R\$/km)

$K$  – constante

### 3. EVOLUÇÃO DO CUSTO MARGINAL DE DISTRIBUIÇÃO - EQUACIONAMENTO

Substituindo (3) em (2) e, ainda, (2), (3) e (4) em (1), vem:

$$\lambda(t) = \alpha \cdot K \frac{[C(t_0)]^\alpha}{C(t_0)} \cdot I(t_0) \cdot e^{g(\alpha-1)(t-t_0)} \cdot e^{-\Psi(t-t_0)} \cdot [a+d_1+DE_1] \quad (5)$$

$$\lambda(t) = \alpha \cdot K \frac{[C(t_0)]^\alpha}{C(t_0)} \cdot e^{g(\alpha-1)(t-t_0)} I(t_0) e^{-\Psi(t-t_0)} [a+d_1+DE_1] \quad (6)$$

$$\lambda(t) = \alpha \cdot K \frac{[C(t_0)]^\alpha}{C(t_0)} I(t_0) [a+d_1+DE_1] e^{[g(\alpha-1)-\Psi](t-t_0)} \quad (7)$$

Mas:

$$\alpha \cdot K \frac{[C(t_0)]^\alpha}{C(t_0)} I(t_0) [a+d_1+DE_1] = \lambda(t_0) \quad (8)$$

Logo:

$$\lambda(t) = \lambda(t_0) e^{[(\alpha-1)-\Psi](t-t_0)} \quad (9)$$

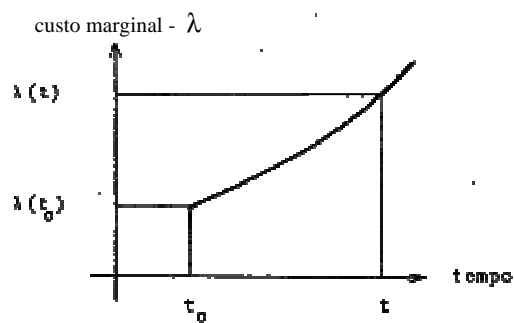
A expressão (5) apresenta a variação do custo marginal de distribuição no tempo, a partir de um valor calculado no ano  $t_0 - \lambda(t_0)$  e é função dos parâmetros  $g$ ,  $\alpha$  e  $\Psi$ , supostos estáveis no período considerado na análise.

De (5), três casos poderão ocorrer:

3.1. Situação em que  $g(\alpha - 1) - \Psi > 0$

$$\Psi < g(\alpha - 1) \tag{10}$$

O custo marginal  $\lambda(t)$  crescerá com o tempo, conforme a **Figura 1**, a seguir .:

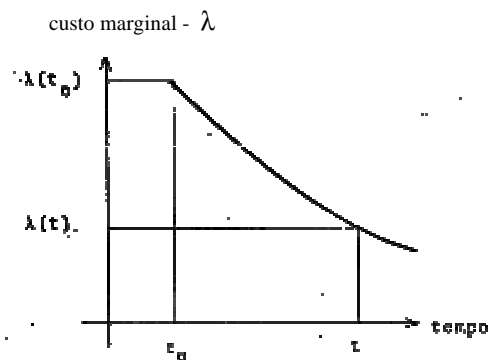


**Figura 1** - Evolução do Custo Marginal - Crescente

3.2. Situação em que  $g(\alpha - 1) - \Psi < 0$

$$\Psi > g(\alpha - 1) \tag{11}$$

O custo marginal  $\lambda(t)$  decrescerá com o tempo, conforme a **Figura 2** .



**Figura 2** - Evolução do Custo Marginal - Decrescente

3.3. Situação em que  $g(\alpha - 1) - \Psi \approx 0$

$$\Psi \approx g(\alpha - 1) \quad (12)$$

O custo marginal -  $\lambda(t)$  será constante ao longo do tempo, conforme a Figura 3.

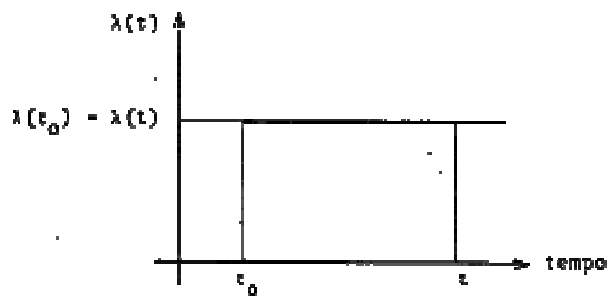


Figura 3 - Evolução do Custo Marginal - Constante

#### 4. EXEMPLOS DE CÁLCULO

##### 5.1. Primeiro Exemplo : CEMIG

\* tipo de obra: rede BT – urbana (postes, cabos e acessórios)

\* dados de entrada:

$$K = 42,74$$

$$\alpha = 0.43$$

$$g = 0.0702$$

$$I(t_0) = 17.040,00 \text{ R\$/km}$$

$$C(t_0) = 5.455.525 \text{ MWh}$$

$$\Psi = -1,0 \%$$

$$a + d_1 + DE_1 = 16,86\%$$

$$\lambda(t_0) = \alpha \cdot K \cdot \frac{[C(t_0)]^\alpha}{C(t_0)} \cdot I(t_0) \cdot [a + d_1 + DE_1]$$

Substituindo os valores na fórmula, vem:

$$\lambda(t_0) = 0,897 \text{ R\$/MWh}$$

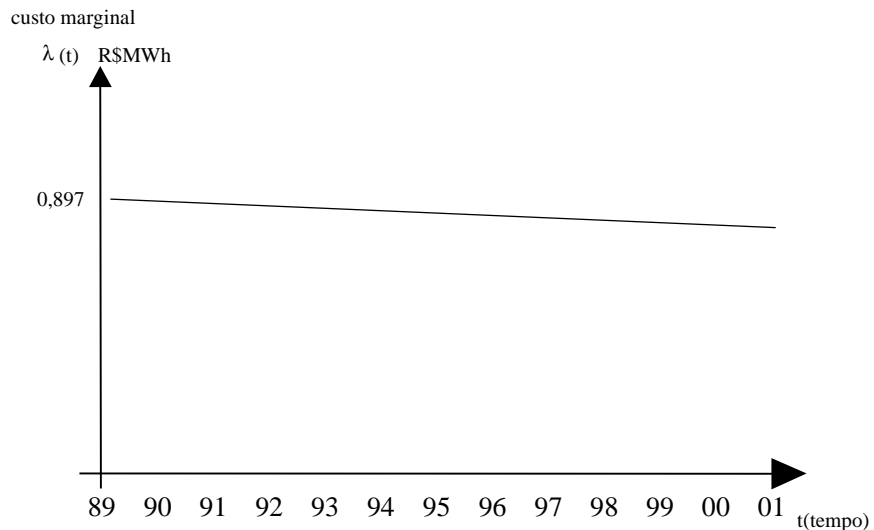
Sendo:

$$g(\alpha - 1) - \psi = -0.030014 < 0$$

da fórmula (5) anterior, resulta :

$$\lambda(t) = 0,897 e^{-0.030014 (t - 89)}$$

A Figura 4, a seguir, mostra a variação do custo marginal no tempo.



**Figura 4 - Evolução do Custo Marginal - Decrescente**

## 2) Segundo Exemplo: CER

\* tipo de obra: rede BT – urbana (postes, cabos e acessórios)

\* dados de entrada:

$$K = 0,087$$

$$\alpha = 1,01$$

$$g = 0,1086$$

$$I(89) = 11.867,00 \text{ R\$/km}$$

$$C(89) = 8440 \text{ MWh}$$

$$\psi = -1,0 \%$$

$$a + d_1^V + DE_1^L = 15,62\%$$

$$\lambda(t) = \alpha \cdot K \cdot \frac{[C(t)]^\alpha}{C(t)} \cdot I(t) \cdot [a + d_1 + DE_1]$$

Substituindo os valores na fórmula, vem:

$$\lambda(t) = 174 \text{ R\$/MWh}$$

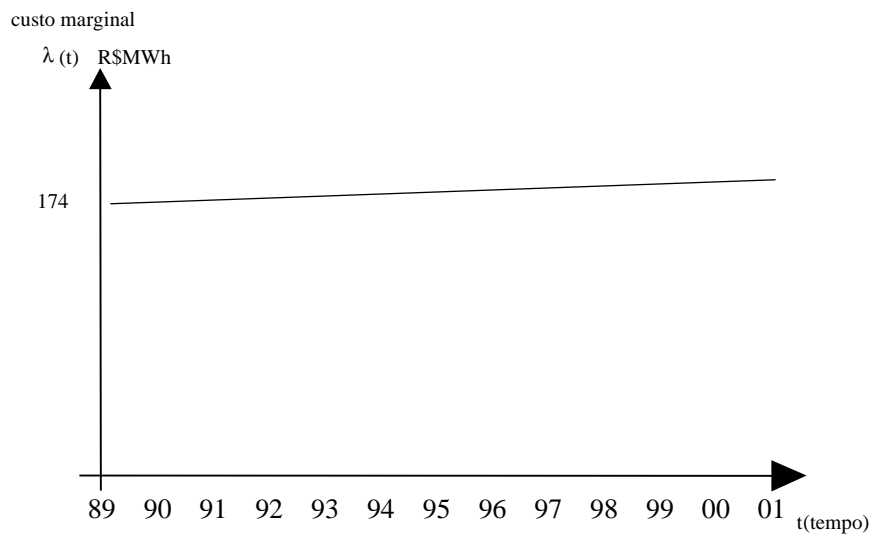
Sendo:

$$g(\alpha - 1) - \psi \cong 0.011 > 0$$

da fórmula (5) anterior, resulta :

$$\lambda(t) = 174 e^{-0.011(t-89)}$$

A Figura 5, a seguir, mostra a variação do custo marginal no tempo.



**Figura 5 - Evolução do Custo Marginal - Crescente**

### 3) Terceiro Exemplo: CEB

\* tipo de obra: rede BT – urbana (postes, cabos e acessórios)

\* dados de entrada:

$$K = 0.2009$$

$$\alpha = 0,80$$

$$g = 0.05$$

$$I(89) = 14.258,00 \text{ R\$/km}$$

$$C(89) = 431.363 \text{ MWh}$$

$$\psi = - 1,0 \%$$

$$a + d_1^V + DE_1^L = 15,62\%$$



$$\lambda(t) = \alpha \cdot K \frac{[C(t)]^\alpha}{C(t)} \cdot I(t) \cdot [a + d_1 + DE_1]$$

Substituindo os valores na fórmula, vem:

$$\lambda(t) = 37 \text{ R\$/MWh}$$

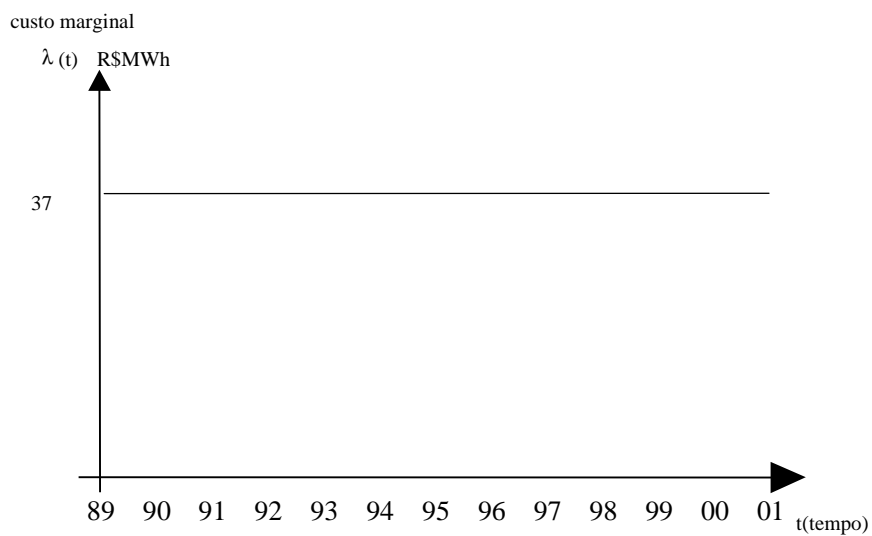
Sendo:

$$g(\alpha - 1) - \psi = 0$$

da fórmula (5) anterior, resulta :

$$\lambda(t) = 37 e^0 = 37 = \text{constante}$$

A Figura 6, a seguir, mostra a variação do custo marginal no tempo.



**Figura 6 - Evolução do Custo Marginal - Constante**

A título de ilustração, apresentamos, na Figura 7, algumas conclusões a respeito das tendências de valores dos Custos Marginais de Distribuição ( extensão de rede BT ) , para 14 Empresas distribuidoras.

AGREGADO :	REDE BT			ANO DE 1998
Empresa	g	$\alpha$	$\psi$	Situação
CEAM	0.044	0.85	-0.01	CRESCENTE
ENORTE-AM	0.08	0.57	-0.01	DECRESCENTE
CEAL	0.089	0.84	-0.01	DECRESCENTE
CELPE	0.0830	0.55	-0.01	DECRESCENTE
COELBA	0.0460	0.79	-0.01	CRESCENTE
SAELPA	0.0520	0.83	-0.01	CRESCENTE
CELG	0.0710	0.46	-0.01	DECRESCENTE
CEMIG	0.070	0.43	-0.01	DECRESCENTE
CERJ	0.0642	0.71	-0.01	DECRESCENTE
CESP	0.051	0.81	-0.01	CRESCENTE
LIGHT	0.076	0.50	-0.01	DECRESCENTE
ELEPAULO	0.061	0.45	-0.01	DECRESCENTE
COPEL	0.056	0.51	-0.01	DECRESCENTE
CEEE	0.065	0.55	-0.01	DECRESCENTE

**Figura 7 - Valores de Tendência de Algumas Empresas**

O mesmo raciocínio pode ser estendido a todas as Concessionárias de Distribuição que participam do cálculo dos custos marginais de Distribuição .

Esta análise pode apontar importantes tendências em termos futuros deste parâmetro, sinalizando para a estabilidade das tarifas a serem calculadas .

## 5. CONCLUSÕES

Pelo exposto, conclui-se que a tendência da evolução dos custos marginais de distribuição em futuro próximo é função da relação entre os valores dos parâmetros que intervêm nas fórmulas apresentadas anteriormente, supostas válidas para o período de análise considerado.

Desta forma, esta tendência fica determinada a partir da ponderação da influência dos seguintes fatores:

- a) ritmo de crescimento anual (em termos percentuais) do mercado consumidor no passado recente (valores de g);
- b) ritmo de eletrificação no passado recente, com agregação ou não de novas áreas (valores de  $\alpha$  );
- c) variação dos cursos unitários de investimentos ao longo do tempo (valores de  $\Psi$  ).

## BIBLIOGRAFIA

- [ 1 ] – M. C. Rocha. “Custo marginal de distribuição – relatório 2”, Eletrobrás, Rio de Janeiro, 1983