



Ano1 - No 0 - Dez 1996

 [Neste Número](#)

 [Apresentação](#)

 [Quem Somos](#)

 [Futurologia](#)

 [Déficit Público](#)

 [Os Limites da Competência](#)

 [Fale Conosco](#)

Revisado: Tuesday,  
18 May 2004.

Best experienced  
with



Click here to start.

Edição Gráfica:

**MAK**

Edição Eletrônica

[marcos@rio-point.com](mailto:marcos@rio-point.com)

## Neste Número:

### Apresentação

### Futurologia

ou brincando com a logística

*Omar Campos Ferreira*

### Déficit Público

*Genserico Encarnação*

### Os Limites da Competência

uma análise da estratégia empresarial  
da Petrobras

*Genserico Encarnação*

### Quem Somos

*e&e* o que é e a que veio.

Qual a população brasileira daqui a cem anos? Qual a capacidade hidrelétrica a ser instalada no Brasil? Como é possível projetar quantitativamente estes e muitos outros fenômenos.

A forma de contabilizar o déficit público é discutida. Os indicadores e metodologias não estão isentos de viés ideológico.

A competência da Petrobras estará sendo medida dentro de novas regras que regem a desregulamentação e a quebra do monopólio. Analisa-se a atual estratégia da Petrobras.

Um breve resumo dos currículos da equipe de *e&e*.



# *Economia & Energia*

Ano 1 - Número zero - Dezembro 1996

## **Neste Número:**

### **Apresentação**

*e&e* o que é e a que veio.

### **Futurologia**

ou brincando com a logística

*Omar Campos Ferreira*

### **Déficit Público**

*Genserico Encarnação*

### **Os Limites da Competência**

uma análise da estratégia empresarial da

Petrobras

*Genserico Encarnação*

### **Quem Somos**

Qual a população brasileira daqui a cem anos? Qual a capacidade hidrelétrica a ser instalada no Brasil? Como é possível projetar quantitativamente estes e muitos outros fenômenos.

A forma de contabilizar o déficit público é discutida. Os indicadores e metodologias não estão isentos de viés ideológico.

A competência da Petrobras estará sendo medida dentro de novas regras que regem a desregulamentação e a quebra do monopólio. Analisa-se a atual estratégia da Petrobras.

Um breve resumo dos currícula da equipe de *e&e*.

# Apresentação

**Energia e Economia** se vinculam naturalmente na relação da sociedade humana com a natureza. Não é exagero correlacionar as recentes fases da economia mundial à fonte de energia predominante. Por outro lado, a visão de longo prazo que exige o planejamento energético parece ser um contraponto adequado à ligeireza da abordagem econômica conjuntural em voga.

***Economia e Energia*** pretende trazer para o debate dos temas vinculados a seu título uma visão de médio prazo, ancorada no comportamento histórico de variáveis mas atenta às novas tendências globais. Ousaremos apresentar, a cada número, projeções sobre o comportamento futuro de algumas variáveis.

***e&e*** continuará, com as inevitáveis adaptações às idéias nos novos membros da equipe, o trabalho que o colega *Genseric* vinha realizando de forma impressa ao longo de 26 números.



[Topo](#)



[Documento Principal](#)

# Futurologia

*Brincando com a logística*

**Omar Campos Ferreira**

Curso de Ciências e Técnicas Nucleares - UFMG  
Concentração em Planejamento Energético

## Overview

### Introdução

### Modelo probalístico da "lei" logística

### Exemplos de aplicação da "lei" logística

### Bibliografia

## Overview

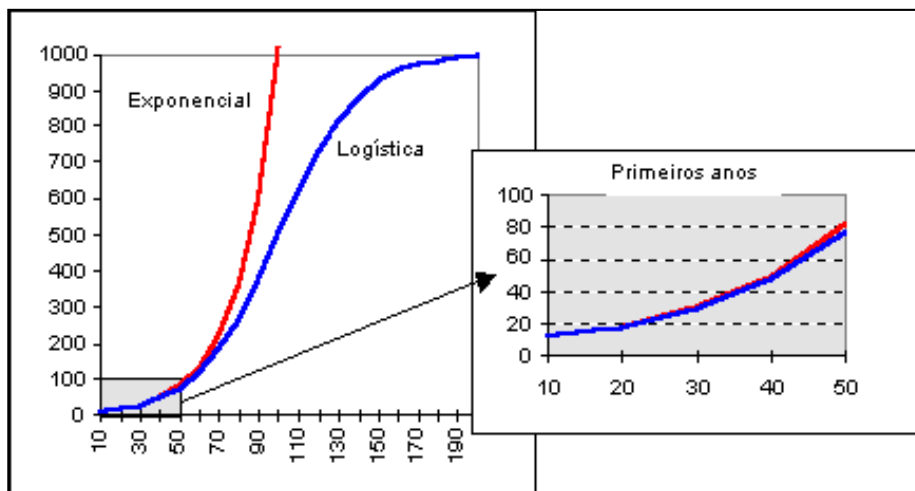
ou uma espiada rápida no artigo do Omar

A necessidade de previsão do futuro pode ser parcialmente atendida por uma metodologia científica simples, avalizada por centenas de exemplos que permite projetar o desenvolvimento de certo tipo de fenômenos.

O exemplo mais sugestivo desses fenômenos é o da propagação de uma "epidemia" (doenças, modas, gírias, especulação financeira, etc.). A mesma metodologia aplica-se ao uso de equipamentos ou de uma forma de energia, ao descobrimento dos elementos químicos ou ainda à construção de igrejas góticas.

Nesses fenômenos a propagação da "epidemia" se dá segundo uma logística. O crescimento do número acumulado dos elementos atingidos ( $N$ ) assume uma forma de "esse" na medida que se aproxima de um valor limite ( $\underline{N}$ ). O crescimento inicial se confunde com uma exponencial.

Como é freqüente na área científica escolhe-se uma escala adequada que permite representar a função por uma reta. No caso a função é a fração da população atingida ( $F=N/\underline{N}$ ) que se comporta como uma logística.

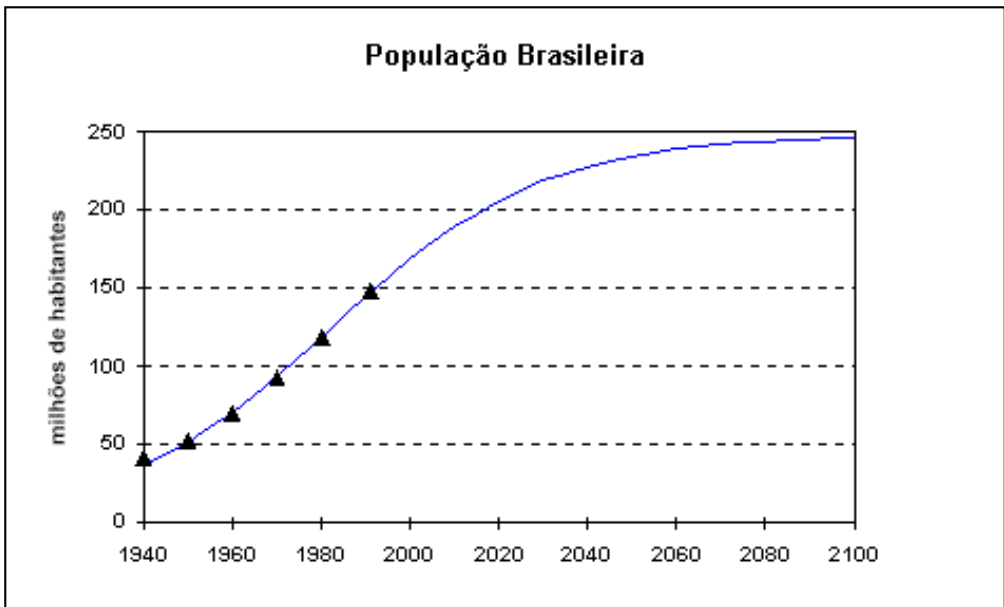
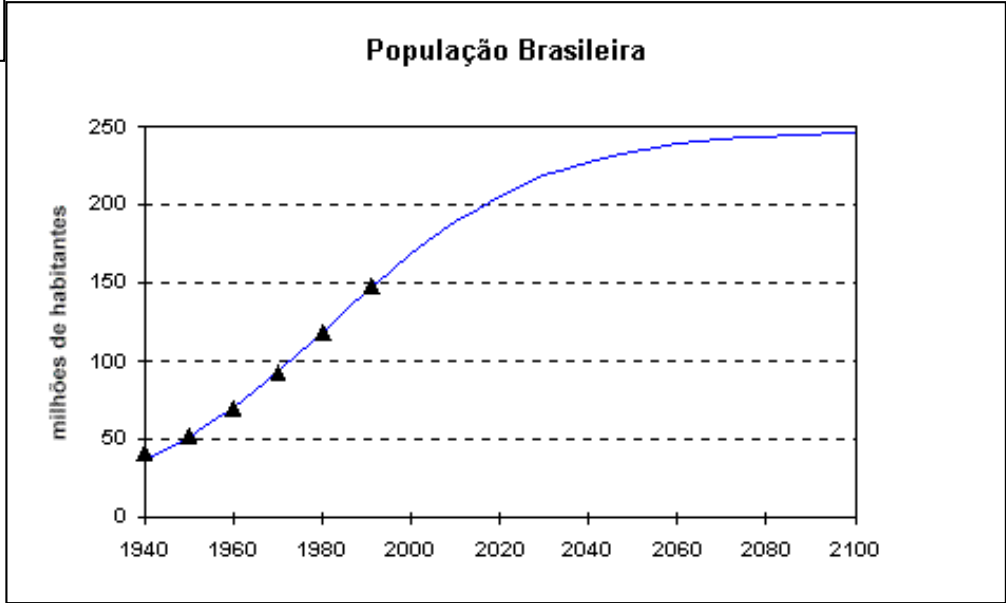
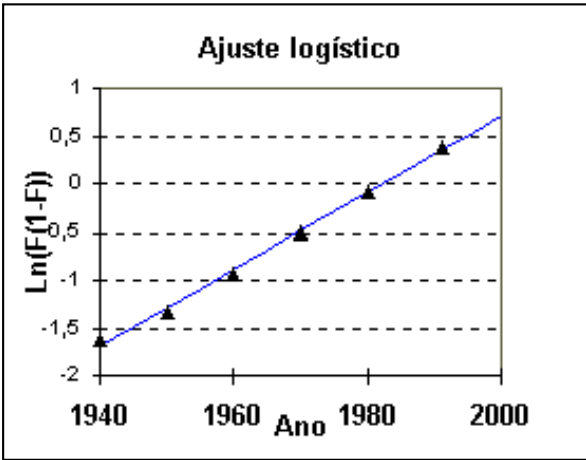


**Uma elegante dedução pelo modelo probabilístico é apresentada no trabalho.**

**O método é aplicado para fazer projeções em dois casos:**

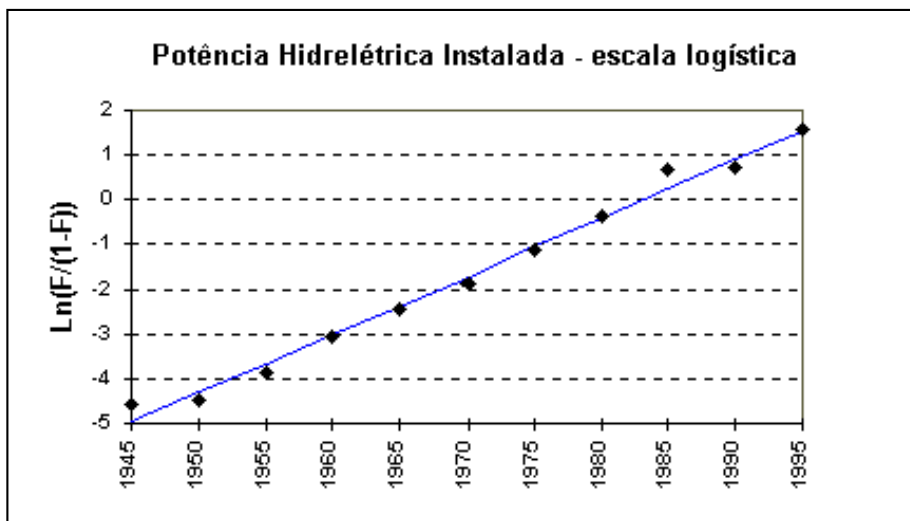
## A: População brasileira

A função logística  $F = 1/(1+Exp(-at-b))$  pode ser representada por uma reta em escala apropriada  $Ln(F/(1-F))$

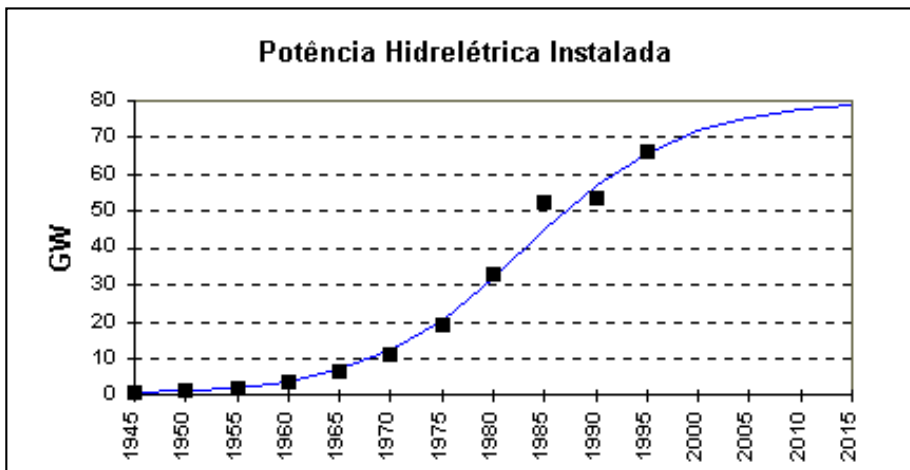


A população brasileira deverá se estabilizar em torno de 250 milhões de habitantes no final do próximo século.

**B: Potência Hidrelétrica Instalada**



A potência hidrelétrica instalada apresenta um ajuste logístico bastante adequado. O comportamento indica uma saturação da potência instalada em 80 Gw que está muito aquém das potencial hoje considerado econômico. Este resultado se refere ao atual ciclo histórico baseado fundamentalmente no capital estatal. Fica a pergunta se seria possível um novo ciclo baseado no capital privado ou - como aconteceu em muitos países - outras considerações econômicas limitariam a utilização do potencial hídrico.



[Topo](#)

[Documento Principal](#)

## [1 - Introdução](#)

## [2- Modelo probabilístico da "lei" logística](#)

## [3 - Exemplos de aplicação da "lei" logística](#)

## [Bibliografia](#)

[Topo](#)

[Documento Principal](#)

# DÉFICIT PÚBLICO

*Genserico Encarnação Jr.*

[eeegense@nutecnet.com.br](mailto:eeegense@nutecnet.com.br)

As aplicações em investimentos da Petrobras **não** compõem o Orçamento Fiscal ou o Orçamento da União. Entretanto, elas entram no Plano Plurianual de Investimentos do Governo Federal e no cômputo do déficit público nacional, este, um conceito mais abrangente do que o de déficit orçamentário ou fiscal.

O déficit público engloba o fiscal e mais as diferenças entre as aplicações e as origens de recursos de todos os níveis de governo - União, Estados e Municípios - agregando também a Previdência Social e as Empresas Estatais. No caso da Petrobras, uma empresa geralmente superavitária neste conceito, à medida que seus investimentos são inibidos aumenta o superávit empresarial, colaborando assim para tornar menor o déficit público total.

Paradoxalmente, a Petrobras, que não depende do Tesouro Nacional para obter recursos, entra na contabilização do déficit público. Assim, se uma empresa privada investe no país, o déficit público não se altera. Contudo, se uma empresa, por ter o controle acionário da União, como é o caso da Petrobras ou da Vale do Rio Doce, faz o mesmo tipo de operação, concorre para o aumento do déficit.

Trata-se de uma aberração conceitual em cumprimento a uma metodologia adotada pelo FMI. Esta metodologia tem sua vantagem quando, ao globalizar as contas, permite visualizar a situação financeira de todo o aparato governamental, não se restringindo às contas do Orçamento Fiscal da União. Contudo, ao não dispensar um tratamento caso-a-caso, é utilizada para cercear as ações de empresas estatais superavitárias (ou deficitárias por força de uma inadequada administração dos preços públicos, principalmente quando em ambiente inflacionário); é dar destaque descabido a um conceito contábil discutível, desestimulando projetos importantes para o crescimento da economia. Pior ainda é quando este expediente é utilizado como argumento em favor da privatização.

A propósito, é bom lembrar que a Contabilidade Nacional, segundo metodologia da ONU, sequer inclui as empresas de economia mista na Conta do Governo.

A exemplo da tecnologia, da educação e da informação, as metodologias não são necessariamente neutras. Aparentemente imparciais, esses expedientes estão a serviço de uma corrente ideológica.

Por falar em ideologia, a atual moda de desideologizar a economia, a contabilidade, a energia e até a política, é uma forma disfarçada de ideologia.

 [Topo](#)

 [Documento Principal](#)

# OS LIMITES DA COMPETÊNCIA

*Genserico Encarnação Jr.*

[eeegense@nutecnet.com.br](mailto:eeegense@nutecnet.com.br)

No recente Congresso Brasileiro de Energia, realizado no Rio de Janeiro, o painel intitulado "Setor Petróleo: Quebra do Monopólio, Regulamentação e Capital Privado" foi marcado pelo grande desinteresse do público pelo tema, o que foi registrado no início dos trabalhos, pelo coordenador da mesa, Professor Luiz Pinguelli Rosa. Neste painel, o representante da Petrobras, Engenheiro José Fantine, apresentou um quadro abrangente das iniciativas da empresa para encarar os novos tempos, decorrentes da "flexibilização" do monopólio estatal do petróleo, por força de emenda constitucional aprovada pelo Congresso Nacional, em fase de regulamentação.

Foram mostrados os planos de ação para o final do século, onde se destacam o incremento da produção de petróleo e gás natural, neste caso sobressaindo a segunda fase do programa de capacitação para produção em águas profundas na bacia de Campos; a criação de Centros de Excelência para o aumento da eficiência em vários setores de atividades da empresa; a construção do Gasoduto da Bolívia; outros projetos na área de transporte; a instalação do pólo gás-químico do Rio de Janeiro; os projetos na área de refino e na distribuição; o grande incremento em pesquisa tecnológica, etc.

Tudo isso, com significativa parceria do setor privado, que já supera a casa das duzentas frentes de trabalho, envolvendo, somente na área de refino, petroquímica, tancagem, utilidades e transporte, investimentos que montam a mais de US\$ 10 bilhões nos próximos quatro anos.

Segundo uma linha de pensamento, a Petrobras tinha as suas ações limitadas pelo fato de ser estatal e executora exclusiva do monopólio da União. Depreende-se que nos novos tempos a empresa estaria mais livre para confirmar sua competência no campo que lhe diz respeito e para isso se prepara adequadamente.

A assertiva anteriormente mencionada, embora contenha alguma verdade (veja "Déficit Público" nesta edição), ao ser usada fora de um contexto preciso, pode dar margem a argumentos em favor da privatização da empresa e a justificativas da correção da emenda que "flexibilizou" o monopólio estatal do petróleo no Brasil. Não é a opinião de E&E, nem tampouco pode ser considerada a do palestrante, que não entrou em juízo de valores a respeito da política governamental para o setor petróleo.

A nova estratégia empresarial da Petrobrás tem forte oposição da sua Associação do Engenheiros (AEPET), conforme manifestou seu presidente, um dos componentes da mesa expositora do painel. Não somente sobre a política de parcerias da empresa pois, por princípio, não aceita a "flexibilização" do monopólio, como critica veementemente projetos como a construção do Gasoduto da Bolívia, especialmente por que vai ser financiado exclusivamente pela Petrobras. Paralelamente, a AEPET participa ativamente por uma regulamentação decente da abertura do setor à iniciativa privada internacional.

Essa situação, de transição de um modelo para outro, é extremamente delicada e sutil. A



Diretoria da Petrobras passa por um momento difícil no sentido de conseguir administrar suas decisões e ações nesta passagem. Aonde vai nos levar esta onda neoliberal é questão não resolvida.

Antes de chegarmos a uma conclusão sobre a conjuntura atual e sua colocação num quadro estrutural em mudança, consideremos alguns argumentos que vêm sendo esgrimidos por empresários, políticos, técnicos e a própria imprensa.

Em artigo sobre a construção do gasoduto Bolívia-Brasil (Veja, nº 1.468, de 30.10.96), caracterizado por forte viés paulista, diz-se que a Petrobras não teria recursos suficientes para investir US\$ 60 bilhões nos próximos dez anos. Primeiramente, esse montante é discutível, entre outras coisas porque não existe necessidade de atingir-se a auto-suficiência na produção de petróleo. Quanto ao consumo de derivados de petróleo, além dele ter que crescer a taxas menores do que as do passado, por força de política de conservação energética e mesmo por questões ambientais, nosso parque de refino, com as expansões programadas, atenderá satisfatoriamente ao mercado até o início do próximo século. A construção de nova refinaria pode esperar um pouco. O raciocínio que deve presidir a essas considerações é o de estrategista e não somente o de empresário, que foi o enfatizado pela revista.

Como vem acontecendo nos setores elétrico e petróleo, com a simples correção de tarifas e preços (no último caso, norteando-se pelos preços no mercado internacional, não pelos dos Estados Unidos; paradoxalmente, neste país eles são de alguma forma subsidiados) as empresas passarão a ser financeiramente saudáveis. Por exemplo, segundo informações colhidas no Congresso de Energia, por força das recentes correções tarifárias, a Light apresentou superávites nos últimos meses antes de ser privatizada, informações essas que não foram divulgadas pelos meios de comunicação.

O viés paulista-empresarial da referida revista é fortemente explicitado quando ela sugere que o gás boliviano deva chegar somente até São Paulo, o que favoreceria a viabilidade do gasoduto e a consecução de preços mais módicos, portanto sem a mínima visão nacional. Em segundo lugar, porque critica a realização do gasoduto pela Petrobrás - que no momento é a única empresa efetivamente capaz de fazer a obra - com argumentos unicamente ideológicos, isto é, por ser uma empresa estatal. O que se depreende do artigo, no entanto, é a constatação da capacitação técnica, empreendedora e financeira da empresa.

Feitas essas considerações, as questões que se colocam são:

- \* A estratégia empresarial da Petrobras, diante do momento de transição, está correta?
- \* Qual seria o ponto-de-equilíbrio aconselhável para o avanço da Petrobras nesta nova trajetória estratégico-empresarial?
- \* Até onde a nova estratégia corresponde aos interesses nacionais e até que ponto vai servir a interesses privados, especialmente estrangeiros, que não necessariamente se compatibilizam com os da Nação?

Sem considerar projetos específicos, como o do gás da Bolívia, que merece exaustiva discussão e

apurada análise, apresenta-se a seguir, para efeito de discussão, as conclusões a que chegamos, à luz do atual ambiente político:

\* Está correta a estratégia da Petrobras para o atual momento.

Um exercício interessante seria colocar-nos nas posições da atual Diretoria da empresa e especular qual seria a orientação a ser seguida, preocupados com a melhor implementação da política governamental e logicamente com a continuação nos respectivos cargos, neste exercício, sem quaisquer preocupações fisiológicas.

\* A posição limite dessa estratégia é a conciliação dos interesses nacionais com os da empresa e os dos parceiros privados.

A implementação dessa estratégia deve considerar como são tênues os limites da competência empresarial da Petrobras. Ela pode estar preparando o terreno para uma futura privatização ou a subserviência a interesses privados que, por seu intermédio, se beneficiariam dos poderes e favores do Estado. O estabelecimento desse limite não é tarefa que se possa precisar com exatidão e facilidade. Vide o que aconteceu com a petroquímica.

\* Para tanto, a agenda da AEPET deverá incluir a vigilância sobre esta estratégia - e não necessariamente fazer oposição sistemática a ela - para que os referidos e imprecisos limites não sejam ultrapassados.

A permanecer unicamente restrita à agenda atual, diga-se de passagem correta, de oposição à "flexibilização" do monopólio da União sobre o setor petróleo e à participação na discussão sobre a lei de regulamentação, a AEPET corre o risco de vê-la superada quando essa lei for aprovada (sem entrar aqui no mérito de como vai ser a regulamentação). Além desses pontos, as discussões devem se fixar na análise das políticas governamentais e tendo como pano-de-fundo essas políticas, das estratégias empresariais da Petrobras. Caso contrário, pode-se provocar embates e debates desnecessários e desaconselháveis com a Diretoria e dividir as opiniões do corpo técnico. Essa precaução de preservar a empresa estende-se também à preocupação de não provocar qualquer prejuízo à imagem da AEPET, que deverá continuar a desempenhar seu importante papel, a serviço dos mais nobres interesses do setor petróleo nacional.

Por seu turno, na agenda da nova fase da Petrobras deve ser contemplada a renovação e capacitação do seu pessoal gerencial, técnico e administrativo, sobre quem repousará grande parte do sucesso da nova estratégia, considerando que o processo de enxugamento empresarial já dispensou ou está dispensando, via aposentadoria, grande parte do contingente mais experiente, responsável pelos êxitos do passado e mesmo pela mudança de rumos em curso.

Finalizando, por falar em competência, registre-se o atingimento da produção de 900.000 barris por dia de petróleo nacional.



[Topo](#)

 [Documento Principal](#)

## Quem Somos

A equipe de *e&e* é multidisciplinar. Na maioria somos ou fomos ligados ao setor energético e/ou tecnológico.

Cada um fala em seu próprio nome e os leitores não devem estranhar se algumas vezes manifestarmos opiniões divergentes. Artigos de autores externos à equipe poderão ser submetidos à *e&e*.

Alguns de nós participamos da equipe que escreveu o livro *Brasil: O Crescimento Possível* - Editora Bertrand 1996.

O Gensérico vinha editando um informativo com o nome e sobre o tema Economia & Energia. Como havia coincidência de temas e algumas idéias estamos começando esta empreitada juntos.

### Equipe *e&e*:

*Carlos Feu Alvim* <[feu@ecen.com](mailto:feu@ecen.com)>

Físico, mestre em ciências e Técnicas Nucleares UFMG, Doutor de Estado em Física pela Universidade de Grenoble. Atual secretário da ABACC.

Foi: professor da UFMG, pesquisador da CNEN, NUCLEBRAS, CETEC, Subsecretário de Planejamento Tecnológico STI/MIC, Assessor Técnico da CNE/PR, Coordenador de Planejamento Tecnológico na SCT/PR.

*Frida Eidelman* <[eidelman@password.com.br](mailto:eidelman@password.com.br)>

Mestre em Engenharia Nuclear pelo IME, Bacharel e Licenciada em Matemática. Trabalhou na CNEN de 1966 até 1994 atuando nas áreas de Física de Reatores, Análise e Consolidação de informações e Planejamento de Emergências.

***Genserico Encarnação Jr.*** <[eeegense@nutecnet.com.br](mailto:eeegense@nutecnet.com.br)>

Economista, com mestrado na Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas. Diploma em Análise de Projetos no Institute of Social Studies, Haia, Holanda.

Entre as funções exercidas destacamos:

Superintendente do Serviço de Planejamento da Petrobras.

Coordenador-Geral de Política Energética do MME.

Coordenador Adjunto do Subgrupo de Política Energética do Mercosul."

***José Domingos Gonzalez Miguez***

Economista e Engenheiro Eletrônico - Assessor Especial do Ministro da Ciência e Tecnologia; foi membro do Comitê Organizador do Balanço Energético - COBEN

***Omar Campos Ferreira*** <[paulof@race.prime.com.br](mailto:paulof@race.prime.com.br)>

Engenheiro Civil, Professor Adjunto da UFMG; foi Diretor do Instituto de Pesquisas Radioativas (atual CDTN) /CNEN

***Maria do Carmo Peixoto da Silveira***

Jornalista; assessora no Ministério da Ciências e Tecnologia.

(mais detalhes em breve)

 [Topo](#)

 [Documento Principal](#)

## 1 - Introdução

A necessidade de previsão do futuro pode ser parcialmente atendida por uma metodologia científica simples, avalizada por centenas de exemplos (1,2,3,4), que permite projetar o desenvolvimento de certo tipo de fenômenos. Esta metodologia só se aplica a fenômenos já em andamento o que lhe tira um pouco da graça mas ainda conserva boa margem de interesse, sobretudo econômico e social.

O exemplo mais sugestivo dos fenômenos a serem considerados é o da propagação de uma "epidemia" (doenças, modas, gírias, especulação financeira, etc). Esses fenômenos se baseiam em mecanismos de imitação de comportamentos supostamente fadados ao sucesso. A imitação supõe a transmissão de uma informação (ou de um vírus) o que exige algumas condições: proximidade do observador com o observado, tempo de observação, credibilidade ou prestígio do indivíduo observado, etc..

Para estabelecer uma lei matemática que leve à previsão do desenvolvimento da nova moda podemos seguir diversos modelos :

- 1) o modelo biológico desenvolvido por Volterra-Lotka ;
- 2) o modelo termodinâmico de inter-difusão de dois gases perfeitos ;
- 3) um modelo probabilístico na linha da Termodinâmica Estatística.

O modelo probabilístico parece ser o mais intuitivo e será exposto a seguir.

 [Topo](#)

 [Documento Principal](#)

## 2 - Modelo probabilístico da "lei" logística

Consideremos um conjunto de indivíduos dos quais  $N'$  exibem um dado comportamento (contaminado) e  $N$  não o exibem. Como foi dito, a propagação do comportamento supõe certos requisitos, alguns mensuráveis objetivamente (proximidade,tempo,...) e outros de caracterização subjetiva (credibilidade, prestígio, ...). Suponhamos provisoriamente que todos sejam mensuráveis por algum parâmetro. O conjunto desses parâmetros define o que se conhece, na Termodinâmica Estatística, como um espaço de fases. Este espaço representa um extensão do conceito euclideano do espaço de três dimensões (comprimento, largura e altura) em que as variáveis descritivas de um dado fenômeno são tomadas no lugar das variáveis de Euclides (esta generalização foi usada por Lagrange, em sua Mecânica Analítica de coordenadas generalizadas, e retomado por Boltzmann na tentativa de "reduzir" a Termodinâmica à Mecânica).

Suponhamos que as condições necessárias à transmissão da informação, sejam representadas por intervalos das variáveis do espaço de fases. Podemos então associar a cada elemento  $N'$  (que já tenha o comportamento) um volume no espaço de fases tal que se um elemento de  $N$  estiver dentro desse volume ele poderá interagir com um elemento de  $N'$ .

A variável tempo merece um tratamento especial dado que qualquer fenômeno demanda um certo tempo. A duração do intervalo de tempo em que os dois participantes da interação mantêm as demais condições requeridas é uma medida do número de oportunidades de interação e,

portanto, da probabilidade de que ela ocorra.

Seja um espaço de fases que contenha, no instante  $t$ ,  $N'$  indivíduos, a cada um dos quais se associa o volume de interação  $V = x_1 x_2 \dots x_n$  e um único indivíduo do conjunto  $\bar{N}$  colocado aleatoriamente neste espaço. A probabilidade de que este indivíduo caia dentro de um dos volumes de interação é proporcional a  $N'$  ( $p = \frac{N' \Delta V}{V}$ , onde  $V$  é o volume do espaço de

fases associado com o fenômeno). Se considerarmos os  $\bar{N}$  indivíduos, colocados aleatoriamente no espaço de fases, o número deles que provavelmente caem em volume de interação será proporcional a  $N'$ . Assim, o número de interações que provavelmente ocorrerão no intervalo de tempo  $t$  será  $N = a N' \bar{N} t$ . Se considerarmos  $t$  como infinitésimo (para supor que as demais condições não se alteraram)  $\frac{dN}{dt} = a N' \bar{N}$ , onde  $\underline{a}$  é uma constante de proporcionalidade que

inclui a eficiência de conversão, suposta constante; e  $\frac{dN}{dt}$  a taxa de contaminação.

Se chamarmos a população total

$$N + N' = \bar{N}$$

podemos escrever :

$$(1) \frac{dN}{dt} = a N (\bar{N} - N).$$

Esta equação é integrável e pode ser colocada como função linear do tempo mediante mudança de variável, dando :

$$(2) \frac{N}{\bar{N} - N} = \frac{1}{1 + e^{-at - b}}$$

$$(3) \ln \frac{F}{1 - F} = a \bar{N} t + b$$

em que  $F$  é a proporção de indivíduos  $N$  na população total ( $F = \frac{N}{N + N'} = \frac{N}{\bar{N}}$ ) e  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$  são constantes características de cada tipo de fenômeno considerado. A função expressa pelas

equações 2 e 3 é conhecida como função logística.

Observando o andamento do fenômeno é possível determinar as constantes  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$ , para prever o desenvolvimento futuro, com precisão dependente do número de informações sobre a história do fenômeno.

Se o número de dados não for suficiente para a determinação confiável das constantes  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$ , deve-se estender a observação até o ponto em que  $\frac{dN}{dt}$  passe pelo valor máximo  $\left(\frac{d^2N}{dt^2}=0\right)$

para completar a previsão.

Derivando a equação (1), obtem-se

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{dN}{dt}\right) = a \left[ \left(\overline{N} - N\right) - N \right] \frac{dN}{dt} = a (\overline{N} - 2N) \frac{dN}{dt}$$

e como  $\frac{dN}{dt}$  somente se anula para  $N = 0$  e  $N = \overline{N}$  podemos deduzir que  $\frac{d^2N}{dt^2} = 0$  para

$\overline{N} = 2N$ , ou seja, se observarmos o fenômeno até o ponto em que a derivada segunda se anula,

podemos calcular o valor de  $\overline{N} = 2N_{\max}$ , sendo  $N_{\max}$  o ponto (observado) em que

$$\frac{d^2N}{dt^2} = 0 \quad (\text{ponto de inflexão da curva } N = N(t)).$$

Vê-se que a segunda metade da história do fenômeno pode ser prevista a partir da história conhecida da primeira metade. Entretanto, há alguns requisitos a observar :

- a) os dados da observação devem ser confiáveis o que nem sempre acontece com estatísticas dos fenômenos
- b) as variáveis que regem o fenômeno devem estar todas identificadas para não haver engano quanto a  $N_{\max}$
- c).a observação deve se estender algo além da metade pois, em geral, a identificação do ponto  $N_{\max}$  (de máximo ou mínimo) é incerta
- d) o sistema estudado deve ser isolado, isto é, não estar sujeito a influências externas



[Topo](#)

[Documento Principal](#)

### **3 - Exemplos de aplicação da "lei" logística**

***Bibliografia***



### 3 - Exemplos de aplicação da "lei" logística

A fonte mais copiosa de exemplos é o trabalho de Marchetti (1) que aplicou esta metodologia de projeção a centenas de casos díspares no aspecto mas que exibem o mesmo padrão de comportamento temporal.

Para exemplificar a aplicação da metodologia, vamos tomar dois casos estudados por nós. O primeiro deles é o da projeção do crescimento da população brasileira. Trata-se aqui de um caso bem comportado pois os dados dos censos oficiais são confiáveis a partir de 1940; os censos anteriores não eram sistemáticos. Além disto, os grandes movimentos migratórios de escravos africanos e de colonos europeus já haviam desaparecido e não houve outras perturbações no crescimento natural da população (ausência de guerras, epidemias, etc). Os dados aqui utilizados

foram extraídos do Anuário Estatístico do IBGE/1991. O gráfico 1 mostra a curva  $\ln \frac{F}{1-F}$  em função do tempo.

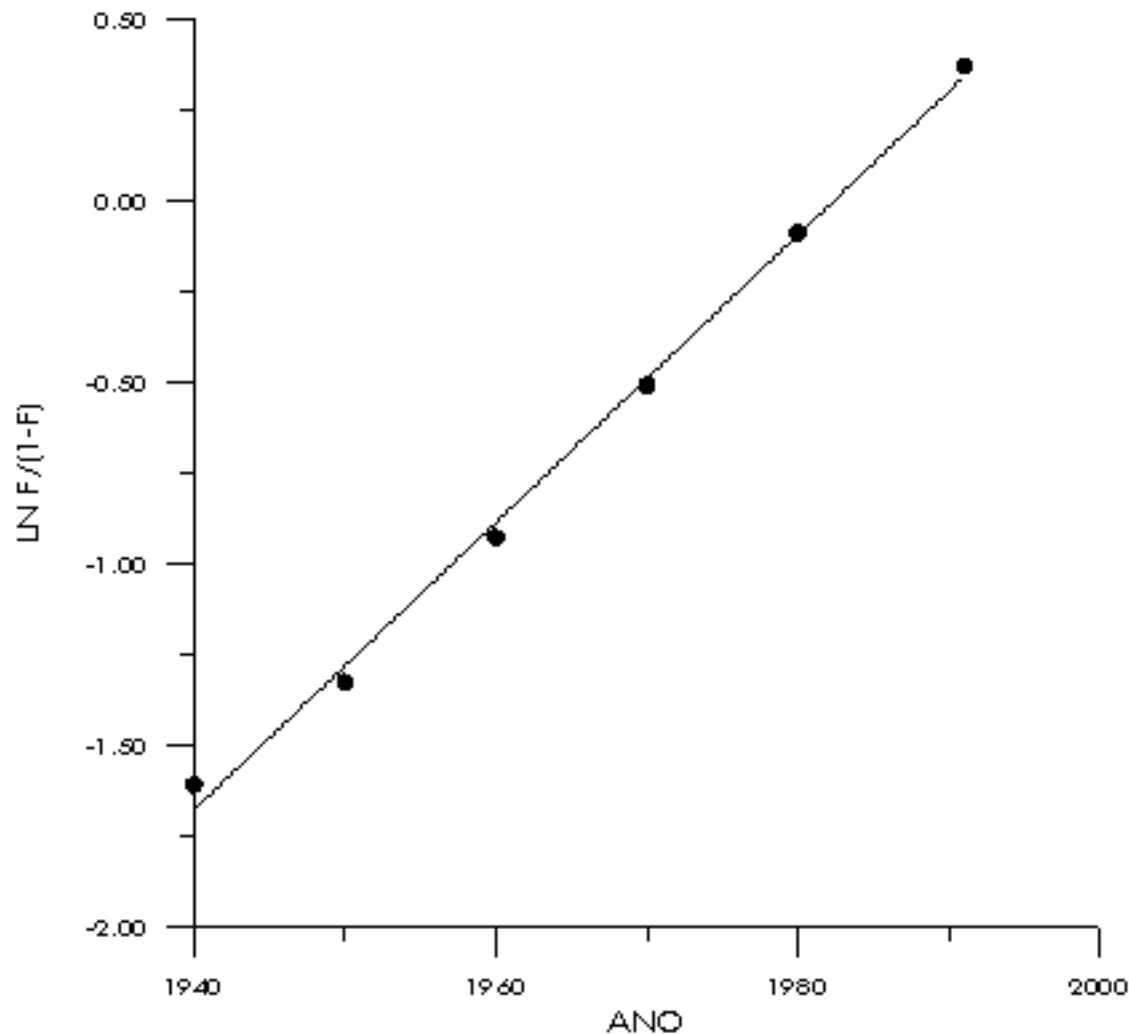


FIGURA 1 - CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO

Vê-se que a função grafada é linear, como se esperava do exame da equação (3). O ajuste da

função por correlação linear simples dá coeficiente de correlação  $r=0,9912$  que denota a boa qualidade do ajuste.

Comprovado o caráter logístico do fenômeno, pode-se tentar o passo seguinte que é o cálculo de  $\overline{N}$ , resultado que tem interesse óbvio para o planejamento estratégico do País. Os dados

primários indicam que o valor máximo da taxa de crescimento da população  $\left(\frac{d^2N}{dt^2}=0\right)$  teria

ocorrido entre 1970 e 1980. Portanto, a reversão na tendência de crescimento da população é um fato recente e a localização do ano em que ocorreu, que permitirá calcular a população final

$(\overline{N}=2N_{\max})$ , é problemática. Para aprofundar a questão, usamos dados extraídos de um estudo recente (5) que utiliza metodologia, diversa da logística, baseada nas taxas de fecundidade e de mortalidade (método analítico).

O trabalho citado (Neupert/1987), traz as projeções até 2025 para taxas de fecundidade alta, média e baixa que permitem traçar as curvas da taxa de crescimento da população para aquelas hipóteses (gráfico nº 1). Vê-se que as taxas altas destoam completamente das observadas entre 1970 e 80 e entre 80 e 91. As taxas médias aproximam-se melhor da observação para mais e as baixas aproximam-se para menos. As médias aritméticas das taxas altas e baixas parecem acompanhar a curva das taxas observadas mas a condição de simetria sugere que o máximo tenha ocorrido entre 1980 e 90.

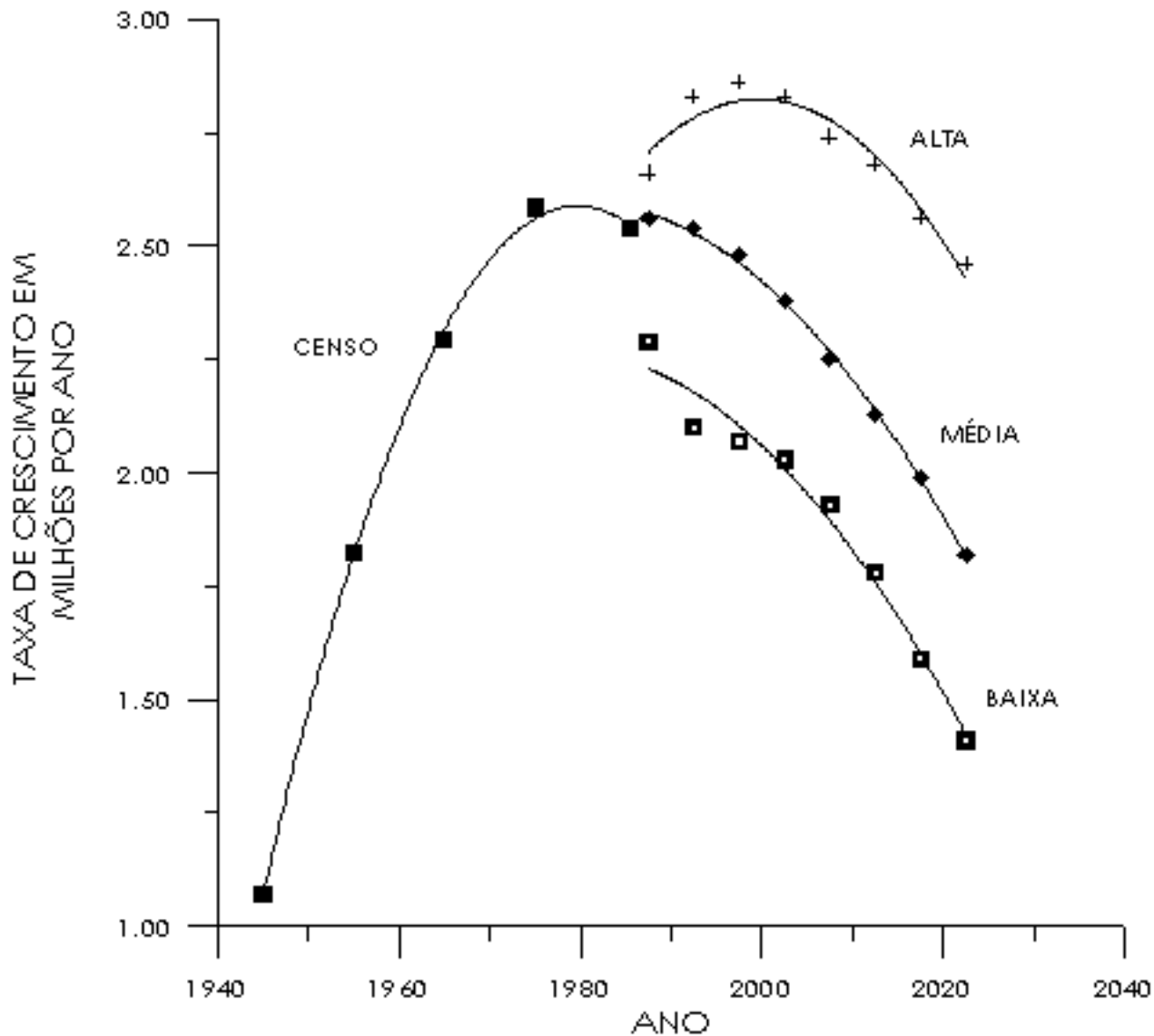


FIGURA 2 - TAXAS DE CRESCIMENTO

Seria mais seguro concluir que a população estável estará entre 238 e 265 milhões de habitantes. Observe-se que o comportamento da população brasileira condiz com o esperado para a população mundial (estabilização entre 7 e 14 bilhões). Se a população brasileira mantiver a participação que tem hoje na população mundial, em torno de 3%, pode-se esperar que a mundial se estabilize entre 8 e 9 bilhões.

O segundo caso estuda a evolução da potência hidroelétrica instalável sob o modelo estatal vigente no Brasil. Observemos que os dados sobre a potência instalada são confiáveis, que a energia elétrica não tem substituto em certas aplicações, que o Brasil optou historicamente pela geração hídrica e não é importador de energia elétrica. Portanto o sistema é isolado. Com os dados a partir de 1950, quando se configurou o sistema estatal (União e Estados) e começou a

instalação das grandes usinas, pode-se traçar a curva  $\ln \frac{P}{1 - \frac{P}{\bar{P}}}$ , onde  $\bar{P}$  é potencial hídrico

estimado em 240 GW, e também calcular as taxas médias de crescimento da potência instalada por quinquênios (o prazo de construção dessas usinas acima de 100 MW foi tomado como de 5 anos). Da análise dos dados surge que a taxa média quinquenal passou por um máximo de 4,5 GW/ano no quinquênio 1980 a 1985, quando estavam instalados 42 GW. Assim, o atual modelo do Setor Elétrico instalará cerca de 84 GW, ou seja 1/3 do potencial hídrico. Fica a pergunta se um novo ciclo seria possível com maior participação de empresas privadas ou se outras considerações de natureza econômica - como aconteceu a vários países - fariam que o potencial hídrico fosse utilizado apenas parcialmente.

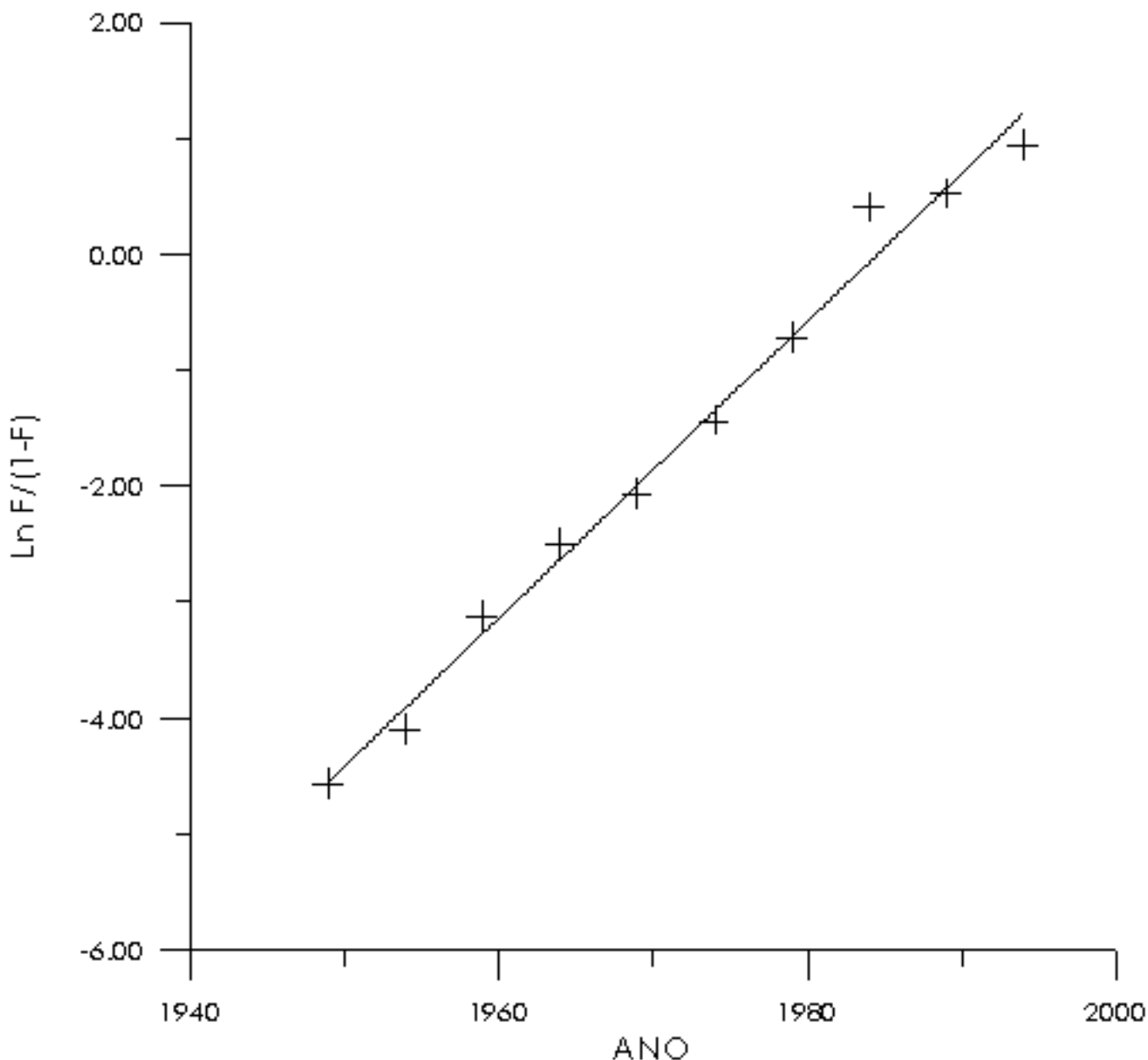


FIGURA 3 - POTÊNCIA INSTALADA UHE

A aplicação da mesma metodologia às pequenas centrais hidroelétricas evidenciou a necessidade de certa cautela. A energia hidroelétrica entrou no Brasil sob a forma de pequenas centrais

construídas e operadas por empresas e por Prefeituras. O gráfico logarítmico de  $\frac{P}{1-P}$  é linear,

como no caso das grandes centrais, porém o coeficiente de correlação do ajuste é menor, indicando que a evolução segundo a logística foi mais acidentada. Ocorreram três pontos de taxa

máxima  $\left(\frac{dP}{dt}\right)$  seguidos de quedas claramente associadas com a 1ª Guerra Mundial (1914 -

18), com a Depressão (1930 - 40) e finalmente com a entrada das grandes centrais (a partir de 1950). Pode-se especular que o sistema de pequenas usinas foi mais instável por ser de menor inércia (menor potência total) porque o uso da energia elétrica não estava muito difundido ou, ainda, porque as causas da instabilidade foram muito intensas (escala mundial). Para as grandes centrais o panorama é outro: o País está mais industrializado, consome mais energia, a energia elétrica responde por maior fração (cerca de 1/3) do consumo total e não houve problemas em escala mundial como no outro caso. Assim, acreditamos que a previsão para o Setor Elétrico vai funcionar bem.

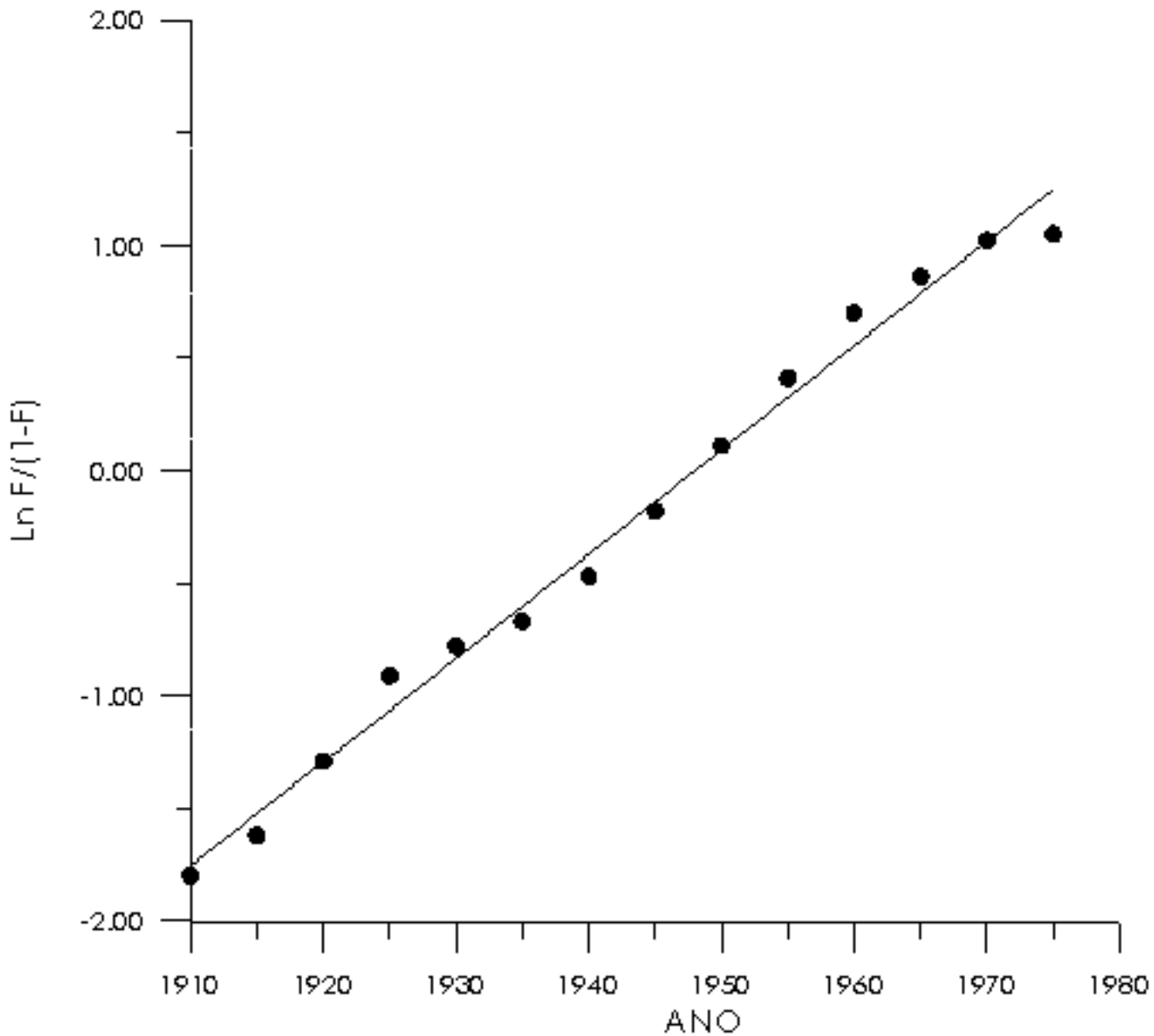


FIGURA 4 - POTÊNCIA INSTALADA PCH

É interessante notar que, no estudo de Marchetti sobre o consumo de petróleo, a influência da inércia do sistema ficou patente pois o efeito da 2ª Guerra foi registrado, na curva logística, como um ligeiro tremor.

 [Topo](#)

 [Documento Principal](#)

## ***Bibliografia***

1 - Marchetti, C - "*Hard patterns in soft systems*" - *International Institute for Applied Systems Analysis, 1986*

- 2 - Vargas, J. I. - *"The Brazilian Energy Scenario and the Environment: an Overview"* Unesco Science Symposium/1992
- 3- Feu, C.A et all. "Metodologia para o cálculo da Matriz Energética Brasileira" MME / 1989
- 4- Arnaral, C.A e Ferreira, O.C - "Potencial hidroelétrico e modelos de exploração" Simpósio Recursos Hídricos - Recife/1995.
- 5 - Neupert, R.F "Novas projeções da população brasileira" Brasília / 1987

 [Topo](#)

 [Documento Principal](#)