

ELETRONORTE
CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S. A.
EMPRESA

Brasília, 19 de fevereiro de 1980

1.00.0066.80

Ilmo. Sr.
Dr. Maurício Schulman
ED Presidente da
Centrais Elétricas Brasileiras SA - ELETROBRÁS
Av Pres Vargas, 642 - 10º andar
Rio de Janeiro - RJ

Ass.: Atendimento aos requisitos do mercado
de Manaus. Expansão do sistema gera-
dor da CEM. Construção da UHE BALBINA

Ref.: Nossa carta 1.00.0008.80, datada de 4
de janeiro último, dirigida à Presidên-
cia da ELETROBRÁS.

Senhor Presidente,

Com a carta em epígrafe, procuramos avivar as referências históricas
do desenvolvimento do assunto acima citado, do qual a ELETROBRÁS e
esta ELETRONORTE vêm participando.

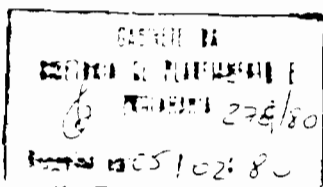
Com ela atendemos às solicitações dessa empresa para o reestudo do
projeto da UHE BALBINA, em cotas abaixo da + 53, referente ao datum
do IBGE, tudo tendente a baixar o custo do referido projeto, em face,
preponderadamente, de conjuntura de recursos escassos de capital.

Infelizmente o relatório PPN-01/80, de janeiro de 1980, juntado à
referida carta na qualidade de seu anexo IV, contém erros que, se não
invalidam suas conclusões, pelo menos exigem que o trabalho seja re-
visto ou refeito.

É o que fazemos, juntando à presente o relatório PPN-02/80, de janei-
ro deste ano, que substitui e cancela aquele PPN-01/80, para melho-
res e mais atualizadas informações a essa empresa. (ANEXO I).

Como pode ser visto, as conclusões e recomendações de ambos não são
conflitantes, mas certos aspectos podem reforçar fatores de decisão
antes não relevantes.

Também, por melhor adequação, juntamos à presente o ANEXO II, "Balan-
ço Energético da UHE BALBINA", realizado com base nos dados do proje-
to na cota + 50 m, ao invés daquele referido à cota + 53 m, que foi a



Fl.2 - 1.00.0006.80 - 19/02/80

nomado à carta 1.00.0009.80. - Vê-se, neste caso, que a UHE BALEINA, na cota + 50 m repõe em 199 dias, a plena carga, a energia gasta em sua construção, ou 230 dias, caso toda a fase de construção seja alimentada com energia elétrica derivada de usinas Diesel-geradoras.

Confirma-se, outrossim, que a alternativa hidrotérmica, mesmo com a UHE BALEINA construída na cota + 50 m, atenderá ao mercado de Manaus de 1985 a 1994.

As demais conclusões são sumarizadas abaixo:

1. - Observa-se que é esperada uma substituição de geração térmica por geração hidráulica da ordem de 70% da geração total do sistema no período 1985-1994;
2. - o valor esperado para a redução do consumo de óleo combustível devida à substituição de geração térmica por geração hidráulica ao longo do período de 1985-1994 é de 2,7 milhões de toneladas de óleo combustível, e 576,7 milhões de litros de óleo diesel;
3. - esta redução do consumo de derivados de petróleo proporciona uma economia de divisas (valor presente a 1985) de cerca de US\$387 milhões, considerados constantes os preços internacionais de petróleo;
4. - em termos de valor atual, o custo da alternativa hidrotérmica, que compreende a construção da UHE BALEINA, é cerca de 12% menor que o custo da alternativa térmica. Esta diferença é suficientemente grande para permitir concluir que, do ponto de vista econômico, a alternativa hidrotérmica é mais vantajosa;
5. - do ponto de vista financeiro as duas alternativas são diferentes, visto que delas resultam fluxos de caixa distintos. Enquanto a construção da UHE BALEINA implica em maiores desembolsos iniciais e pequenos custos anuais de geração, a expansão do parque térmico de Manaus implica em pequenos investimentos e grandes custos anuais de geração;
6. - considerando preços constantes do petróleo, após 1,5 anos da entrada em operação da UHE BALEINA, os seus custos médios anuais de serviço já são inferiores aos da alternativa térmica;
7. - no que se refere aos custos anuais acumulados verifica-se que a partir de 1992 a construção da UHE BALEINA tem custos anuais acumulados inferiores aos da alternativa térmica;

Fl.3 - 1.00.0006.80 - 19/02/80

8. - para a alternativa técnica devem ser considerados os custos relativos a importação de equipamentos, peças de reposição e supervisão de manutenção (com técnicos estrangeiros), bem como o alto custo de geração que é afetado sistematicamente pelo aumento de preço do petróleo, gastos estes que pesam no balanço de pagamentos. A alternativa hidráulica não apresenta estas desvantagens;
9. - com base nas conclusões dos itens anteriores, recomenda-se a construção da UME BALBENA para complementar o suprimento ao mercado de energia elétrica de Manaus.

Aproveitando o ensejo, apresento a V.Sa. os mais

Cordiais Cumprimentos
Original assinado por:
RAUL GARCIA LLANO
RAUL GARCIA LLANO
Presidente

cc.: PR(E-1/Y-2.2 c/anexos)DT/DF/DE/PAD-RLLL/DA/DS/DO
ELETRONORTE (DPE c/anexos/DJE/DOS)

IME (Exmo. Sr. Ministro das Minas e Energia, Sen. Cesar Cals de Oliveira Filho, e Sr. Secretário-Geral, Prof. Arnaldo Rodrigues Barbalho)

P R E S E N T A Ç ã O

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO


- UHE BALBINA -

ESTUDO DE VIABILIDADE

PARA A USINA COM N.A. MÁXIMO NA COTA 50 M.

PPN-02/80

JAN/80

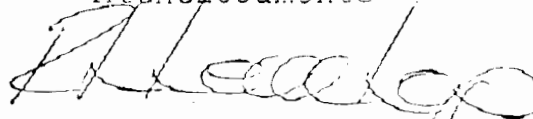
 TELECENTRO	COMUNICAÇÃO INTERNA	LOCAL/DATA Brasília, 21 de Junho de 1980
		SECRETARIA CI/IND - RLL-001/80
PARA Sr. Presidente	DE Assistente do Presidente	
REFERENCIA Encaminha Relatório		

Enviamos, em anexo, o relatório PPN-02/80 intitulado "UHE Balbina - Estudo de Viabilidade para a Usina com N.A. Máximo na Cota 50m".

O presente relatório apresenta o estudo de viabilidade econômica e da economia de combustível para a nova cota da Usina, levando em conta os custos atuais do empreendimento e dos combustíveis.

Este relatório anula o PPN-01/80 "UHE Balbina - Estudo de Viabilidade Econômica (Revisão)" encaminhado a V.Sa. através da CI-PAD / RLL-001/80.

Atenciosamente



RENATO LUIZ LEME LOPES

Assistente do Presidente

c.c.p/:DA, DE, DO, DS, DT, PPE, PPL, PPN e CDT.

MG/amvss.

UHE BALBINA
ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA
PARA USINA COM N.A. MÁXIMO NA COTA 50m.

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO
2. CONCLUSÕES
3. ESTUDOS REALIZADOS

ANEXO 1 - ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL
NO PERÍODO 1985 - 1994

ANEXO 2 - ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

ANEXO 3 - COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS UTILIZANDO-SE
CUSTOS ANUAIS

1 - INTRODUÇÃO

Apresentam-se neste relatório estudos energéticos e econômicos do suprimento de energia elétrica a Manaus.

Na primeira parte é avaliada a economia de combustível proporcionada pela UHE Balbina na cota 50 m no período 1985 - 1994.

Na segunda parte é feito estudo de viabilidade comparando-se valores atuais das alternativas hidrotérmica, que compreende a construção da UHE BALBINA, e térmica, que compreende a expansão do Parque térmico de Manaus.

Na terceira parte é apresentada uma comparação entre as alternativas mencionadas, utilizando-se porém custos anuais.

Este relatório foi desenvolvido pelo Departamento de Planejamento Energético.

2 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- 2.1 - Observa-se que é esperada uma substituição de geração térmica por geração hidráulica da ordem de 70% da geração total do sistema no período 1985/1994.
- 2.2 - O valor esperado para a redução do consumo de óleo combustível devida à substituição de geração térmica por geração hidráulica ao longo do período 1985/1994 é de 2,7 milhões de toneladas de óleo combustível e 578,7 milhões de litros de óleo diesel.
- 2.3 - Esta redução do consumo de derivados de petróleo proporcionaria uma economia de divisas (valor presente a 1985) de cerca de US\$ 387 milhões, considerados constantes os preços internacionais de petróleo.
- 2.4 - Em termos de valor atual, o Custo da Alternativa Hidrotérmica, que compreende a construção da UHE Balbina, é cerca de 12% menor que o Custo da Alternativa Térmica.

Esta diferença é suficientemente grande para permitir concluir que, do ponto de vista econômico, a Alternativa Hidrotérmica é mais vantajosa.

- 2.5 - Do ponto de vista financeiro as duas alternativas são diferentes, visto que delas resultam fluxos de caixa distintos. Enquanto a construção da UHE Balbina implica em maiores desembolsos iniciais e pequenos custos anuais de geração, a expansão do parque térmico de Manaus implica em pequenos investimentos e grandes custos anuais de geração.
- 2.6 - Considerando preços constantes do petróleo, após 1,5 anos da entrada em operação da UHE Balbina, os seus custos médios anuais de serviço já são inferiores aos da Alternativa Térmica.

- 2.7 - No que se refere aos Custos Anuais Acumulados verifica-se que a partir de 1992 a construção da UHE Balbina tem custos anuais acumulados inferiores aos da Alternativa Térmica.
- 2.8 - Para a alternativa térmica devem ser considerados os custos relativos a importação de equipamentos, peças de reposição e supervisão de manutenção (com técnicos estrangeiros), bem como o alto custo de geração que é afetado sistematicamente pelo aumento de preço do petróleo, gastos estes que pesam no balanço de pagamentos.
A alternativa hidráulica não apresenta estas desvantagens.
- 2.9 - Com base nas conclusões dos itens anteriores, recomenda-se a construção da UHE Balbina para complementar o suprimento ao mercado de energia elétrica de Manaus.

3. ESTUDOS REALIZADOS

ANEXO 1

ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL
NO PERÍODO 1985-1994

ANEXO 1

ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL NO PERÍODO 1985 - 1994.

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO
2. CONCLUSÕES
3. ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE GERAÇÃO MANAUS PARA SUPRIMENTO AO MERCADO DE MANAUS NO PERÍODO 1985 - 1994.
 - 3.1. Critério para Seleção das Séries Hidrológicas Ocorridas (Pior e Melhor)
 - 3.2. Esperança de Geração para as Séries Escolhidas
 - 3.2.1. Geração Esperada para a Pior Série Hidrológica
 - 3.2.2. Geração Esperada para a Melhor Série Hidrológica
 - 3.3. Valor Esperado de Geração Média Mensal
4. ANÁLISE ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE GERAÇÃO TERMELÉTRICA POR GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA SUPRIMENTO AO MERCADO DE MANAUS NO PERÍODO 1985 - 1994
5. METODOLOGIA UTILIZADA
6. DADOS BÁSICOS
 - 6.1. Características do Reservatório da UHE Balbina
 - 6.2. Características das Unidades da UHE Balbina

- 6.3. Projeção do Mercado Anual de Energia Elétrica para Manaus no período 1985 - 1994
- 6.4. Projeção do Mercado Mensal de Energia para Manaus no período 1985 - 1994
- 6.5. Projeção do Mercado Mensal de Ponta para Manaus no período 1985 - 1994
- 6.6. Parque Térmico de Manaus no período 1985 - 1994

7. REFERÊNCIAS

1. INTRODUÇÃO

Apresentam-se neste anexo estudos energéticos e econômicos visando mostrar os benefícios oriundos da substituição de geração termelétrica por geração hidrelétrica para suprimento ao mercado de Manaus no período 1985 - 1994.

Os estudos apresentados consideram o nível d'água máximo operacional da UHE Balbina igual a 50m, e depleção igual a 4m.

2. RESULTADOS E CONCLUSÕES

- 2.1. Com base nos estudos energéticos e econômicos apresenta-se a seguir um Quadro Resumo dos resultados obtidos. Observa-se que a geração total do sistema necessária para atender o mercado projetado de Manaus no período 1985 - 1994 é de 13.396,2 GWh.
- 2.2. Observa-se que é esperada uma substituição de geração térmica por geração hidráulica da ordem de 70% de geração total do sistema no período 1985 - 1994.
- 2.3. O valor esperado para redução do consumo de óleo combustível devida a substituição de geração térmica por geração hidráulica ao longo do período 1985 - 1994, é de 2,7 milhões de toneladas de óleo combustível e 576,6 milhões de litros de óleo diesel.
- 2.4. Esta redução do consumo de derivados de petróleo proporcionaria uma economia de divisas (valor presente a 1985) de cerca de US\$ 387 milhões, considerados constantes os preços internacionais dos derivados de petróleo.

QUADRO 2.1

ANÁLISE ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE GERAÇÃO TERMOELÉTRICA POR GERAÇÃO HIDROELÉTRICA PARA SUPRIMENTO A MANAUS NO PERÍODO: 1985/1994

N.A. MÁXIMO 50 m/DEPLEÇÃO = 4 m.

Í T E M	GERAÇÃO HIDRÁULICA CONSIDERADA		
	MELHOR SÉRIE HIDROELÉTRICA OCORRIDA	PIOR SÉRIE HIDROELÉTRICA OCORRIDA	VALOR ESTIMADO
<p> Geração total necessária para suprir o mercado (GWh) Geração Térmica a ser substituída por geração hidráulica. </p>	13.396,8	13.396,8	13.396,8
- GWh	10.828,0	7.822,2	9.609,1
- Percentual relativo ao total (%)	80,8	58,4	71,7
<p> Redução do consumo de óleo combustível devida a substituição de geração térmica por geração hidráulica (10⁹t) </p>	3.068,1	2.216,5	2.722,5
<p> Redução do consumo de óleo diesel devida a substituição de geração térmica por geração hidráulica (10⁶l) </p>	649,8	469,3	576,7
<p> Economia de divisas decorrente da redução do consumo de derivados de petróleo (US\$ milhões) </p>	484,7	350,0	430,2
- Óleo combustível	182,1	131,6	161,6
- Óleo diesel	666,8	481,6	591,8
- Total			
<p> Valor atual da economia anual decorrente da redução do consumo de derivados de petróleo (Cr\$ milhões). </p>	12.718,6	9.245,0	11.366,3

3. ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE GERAÇÃO MANAUS PARA SUPRIMENTO AO MERCADO DE MANAUS NO PERÍODO 1985 - 1994

3.1. Critério para Seleção das Séries Hidrológicas Ocorridas (Pior e Melhor)

A simulação da operação do Sistema Hidrotérmico de Manaus no período 1985 - 1994, levou à determinação da geração térmica necessária para cada uma das séries hidrológicas estudadas.

Foram simuladas 25 combinações possíveis de séries hidrológicas com histórico de vazões compreendido entre 1953 e 1977.

Adotando-se um consumo específico médio de óleo combustível igual a 340 Kg/MWh e de óleo diesel igual a 3602/MWh, a preços de setembro/79, foram determinados os custos anuais de geração térmica no período para cada uma das séries hidrológicas simuladas.

Aplicando-se o Método do Valor Atual, referido a julho/85, aos custos anuais de geração térmica, calculado à taxa de 10% a.a., foi possível a seleção das séries de pior e melhor afluência de vazões no período considerado.

A pior série hidrológica foi escolhida como sendo a de maior valor atual dos custos de geração termelétrica, e a melhor como tendo menor valor atual.

3.2. Esperança de Geração para as Séries Escolhidas

3.2.1. Geração Esperada para a Pior Série Hidrológica Ocorrida

Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 3.2.1-1, Quadro 3.2.1-2, Quadro 3.2.1-3, e

Figura 3.2.1-1.

As disponibilidades do parque térmico de Manaus garantem a inexistência de déficit no balanço de energia, mesmo na hipótese da ocorrência de série hidrológica mais desfavorável, no período de estudo considerado.

3.2.2. Geração Esperada para a Melhor Série Hidrológica Ocorrida

Apresentam-se no Quadro 3.2.2-1, Quadro 3.2.2-2, Quadro 3.2.2-3, e Figura 3.2.2-1, os resultados de geração hidráulica e térmica para a série de hidrologia mais favorável.

3.3. Valor Esperado de Geração Média Mensal

Analisado o comportamento das séries hidrológicas escolhidas, apresenta-se a seguir a esperança de geração a mês durante o período 1985 - 1994.

É importante frisar que não se trata de uma série hidrológica, e sim da média mensal dos resultados da simulação para todas as séries hidrológicas ocorridas.

Os resultados são apresentados no Quadro 3.3-1, Quadro 3.3-2, Quadro 3.3-3, e Figura 3.3-1.

QUADRO 3.2.1.1-1

UHE BAURINA

GERAÇÃO HIDRÁULICA ESPERADA PARA A MELHOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

(MW mês)

MES ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,5	84,9	85,7	89,6	112,4	109,4	167,4
1986	67,0	47,3	46,5	84,4	107,4	123,4	125,5	130,8	96,1	24,6	38,4	54,2
1987	39,8	82,0	96,5	93,2	131,6	131,6	133,9	139,5	140,6	143,4	138,8	137,4
1988	60,9	42,3	44,4	24,4	30,9	139,4	142,0	135,4	43,3	34,4	32,3	40,3
1989	40,2	71,0	103,3	58,2	146,7	148,4	151,2	156,7	156,7	118,8	30,8	37,4
1990	44,0	162,2	141,4	151,4	156,4	156,8	159,1	164,3	164,8	165,6	81,1	47,3
1991	24,7	39,9	37,0	60,3	44,2	99,0	39,6	52,9	47,8	51,0	38,8	58,0
1992	53,4	84,1	64,5	51,3	163,1	153,8	40,7	48,2	49,8	53,8	47,5	47,4
1993	42,1	56,4	30,2	51,9	170,1	73,1	76,4	104,5	106,7	80,0	64,5	87,5
1994	105,9	137,4	86,0	144,7	179,1	181,9	183,7	187,7	185,6	143,5	81,2	105,1

UF: BAHIA

GERAÇÃO TÉRMICA A VAZOR ESPERADA PARA A PIOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

(MW 160)

MÊS ANO	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	33,6	0,0	0,0	0,0
1986	52,3	82,1	65,6	35,8	16,0	0,0	0,0	0,0	35,7	109,9	91,9	75,9
1987	87,5	56,1	23,0	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	74,8	104,8	83,0	112,2	109,3	0,0	0,0	13,2	106,5	118,4	115,6	107,9
1989	104,0	85,4	32,0	87,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,6	122,1	119,7
1990	108,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,9	119,9
1991	122,1	122,1	114,8	102,6	122,1	68,1	112,1	122,1	122,1	122,1	122,1	117,6
1992	117,5	101,2	96,0	120,9	0,0	22,8	122,1	122,1	122,1	122,1	122,1	122,1
1993	122,1	122,1	122,1	122,1	0,0	113,3	113,2	93,1	92,4	122,1	122,1	122,1
1994	83,2	68,7	92,5	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	70,7	122,1	102,0

DEF. BALPINA

GERAÇÃO TÉRMICA A GÁS ESPERADA PARA A PIOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

(MW por ano)

MES ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	-	-	-	-	-	30,8	32,4	36,6	0,0	13,3	12,4	14,0
1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1987	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,6	0,4	1,4	2,6	0,0	4,5	0,0
1990	0,0	3,5	2,1	2,5	1,6	1,2	1,6	3,2	4,0	6,5	0,0	0,0
1991	14,9	13,4	0,0	0,0	0,9	0,0	8,4	2,3	8,7	9,1	15,7	0,0
1992	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	0,0	17,0	17,0	16,9	16,6	17,0	16,8
1993	16,1	17,0	17,0	7,6	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	10,3	6,7
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	14,6	16,2	20,6	0,0	0,0	4,2	0,0

FIGURA 3.2.1-1

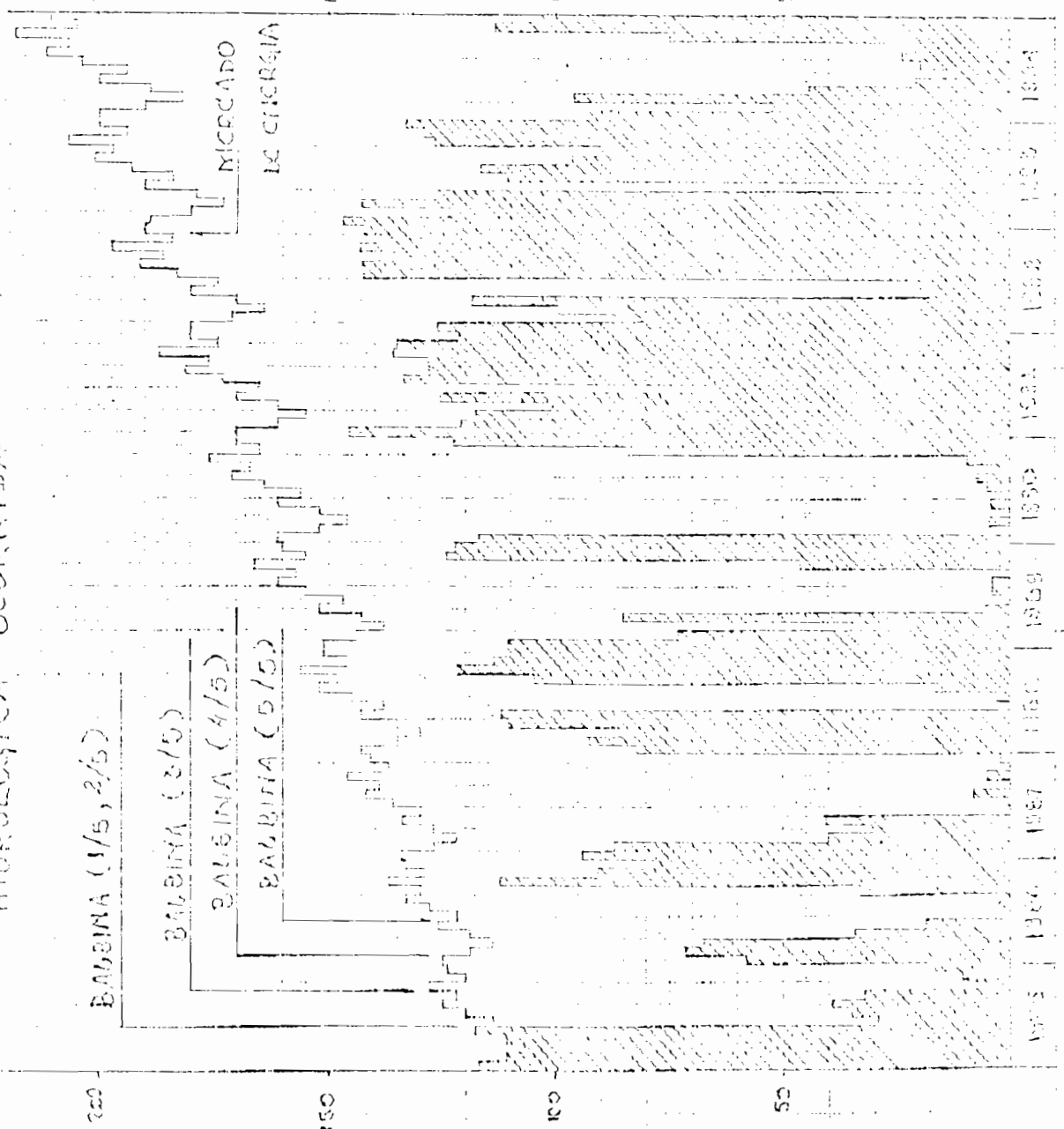
UHE BALBINA

GERAÇÃO ESTERADA PARA A POR SÉRIE

HIDROLÓGICA OCORRIDA

ENERGIA (MWh/mês)

ENERGIA (MWh/mês)



LEGENDA

- GERAÇÃO TEÓRICA
- GERAÇÃO MERCADO

SÉRIE DE MARCHA
1958 - 1997

QUADRO 3.2.2-1

UHE PALBINA

GERAÇÃO HIDRELÉTRICA ESPERADA PARA A MELHOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

(M3/S)

MES ANO	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEC
1985	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,5	84,9	85,7	89,6	112,5	110,2	109,3
1986	109,8	129,4	111,8	119,7	122,8	123,4	125,5	130,8	131,8	134,5	130,3	120,9
1987	119,4	90,0	96,3	128,3	131,5	131,6	133,9	139,5	140,6	143,4	139,7	139,0
1988	128,6	140,3	95,1	136,4	140,2	140,2	142,7	148,6	149,5	151,5	127,5	17,4
1989	37,7	86,5	80,1	144,5	148,8	149,9	151,3	156,9	157,6	159,7	154,4	153,1
1990	94,4	121,6	141,8	152,8	156,8	156,8	159,1	164,3	164,8	166,4	160,1	66,6
1991	60,1	164,6	149,1	160,7	164,0	164,0	166,1	170,9	170,2	62,0	60,0	39,5
1992	39,2	43,4	47,1	93,0	165,7	168,8	155,0	109,5	119,4	132,9	91,7	153,9
1993	135,3	160,0	160,7	170,9	174,7	176,2	178,4	182,6	182,9	175,3	85,9	103,7
1994	120,7	134,7	110,1	182,7	165,1	172,9	155,6	128,0	126,9	101,7	87,8	39,4

UHE BALBINA

GERAÇÃO TÉRMICA A VAPOR ESPERADA PARA A MELHOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

(em MW)

MES ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	33,6	0,0	0,0	0,0
1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1987	7,9	48,0	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	7,1	6,6	32,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,4	122,1
1989	106,5	69,8	47,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	58,4	44,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,3
1991	101,6	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,2	116,5	102,1
1992	122,1	122,1	113,3	79,2	0,0	0,0	24,8	77,8	69,4	59,6	94,9	22,4
1993	45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,8	111,1	29,3
1994	69,4	71,4	68,3	58,8	31,4	23,6	44,3	80,3	83,0	112,4	119,8	110,7

UHE BALNEIA

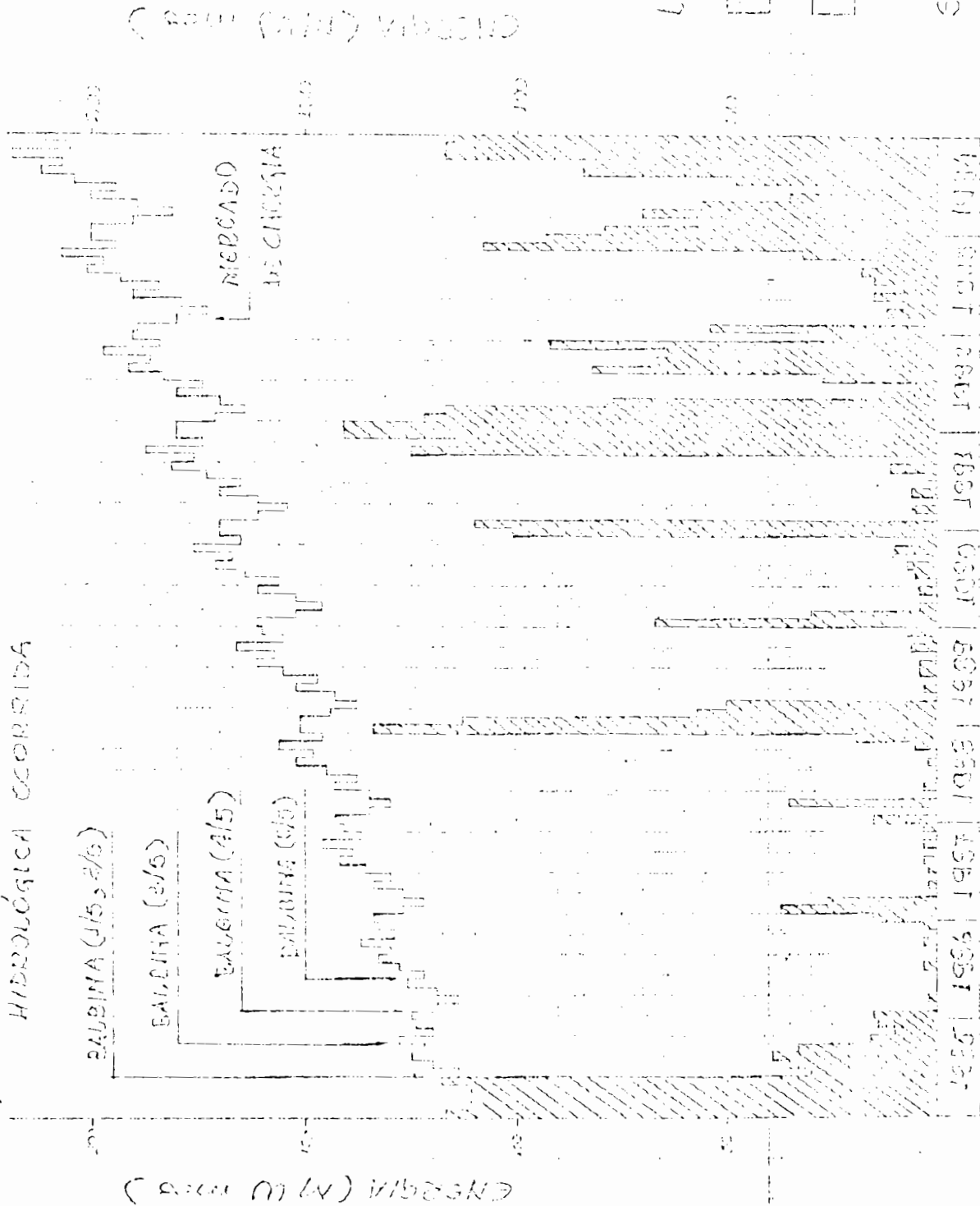
GERAÇÃO TÉRMICA A GÁS ESPERADA PARA A MELHOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

(MW h/m³)

MES ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	-	-	-	-	-	30,8	32,4	35,6	0,0	13,2	11,0	11,2
1986	9,6	0,0	0,2	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1987	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,8
1988	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	0,0	8,2
1989	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,1	0,3	1,1	1,6	2,8	3,0	4,0
1990	0,0	0,0	1,7	1,2	1,2	1,2	1,6	3,2	4,0	5,8	6,7	0,0
1991	0,0	0,0	2,7	2,2	3,2	3,2	4,0	6,3	8,4	0,0	0,0	14,8
1992	9,6	14,8	0,0	0,0	11,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	0,0	15,5	8,6	10,7	11,7	10,2	11,2	15,0	16,2	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FIGURA 3.2.2-1
UHE BALBUENA

OPERAÇÃO ESPERADA PARA A MELHOR SÉRIE
HIDROLÓGICA OCORRIDA



LEGENDA

OPERAÇÃO ESPERADA

OPERAÇÃO REALIZADA

OPERAÇÃO ESPERADA
OPERAÇÃO REALIZADA

UHE BALBINA

VALOR ESPERADO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA MÉDIA MENSAL

(MW 1.000)

MES ANC	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,5	84,9	85,7	89,6	113,5	119,0	117,2
1986	105,2	107,5	95,7	103,2	115,0	123,4	125,3	128,0	123,7	116,2	120,0	125,4
1987	76,6	92,2	95,7	107,3	123,1	131,6	133,0	136,3	125,2	117,7	167,8	85,3
1988	73,4	92,9	98,2	111,8	130,6	140,0	141,2	144,3	127,0	122,5	164,5	79,4
1989	66,7	91,5	99,6	113,8	137,7	148,1	149,3	147,4	129,1	125,8	91,7	79,1
1990	59,9	96,7	101,4	118,0	144,1	155,3	154,0	139,3	135,2	119,1	93,3	71,3
1991	61,2	106,1	103,8	121,7	149,8	159,5	147,2	142,7	132,7	111,3	78,4	71,0
1992	65,7	115,6	96,2	129,2	156,1	155,1	145,0	142,9	126,4	110,0	71,7	69,0
1993	80,1	116,9	98,7	135,0	158,8	148,8	143,9	143,8	124,0	99,5	74,3	74,2
1994	85,6	127,7	107,0	133,9	164,0	158,9	156,0	155,0	135,3	116,8	91,7	101,4

QUADRO 3.3-2

UHE PALMIRA

VALOR ESPERADO DE GERAÇÃO TÉCNICA A VAPOR MÉDIA MENSAL

MES ANO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	33,6	0,0	0,0	0,0
1986	4,5	21,3	16,2	16,8	7,5	0,0	0,2	2,9	8,1	21,3	28,7	27,7
1987	50,7	45,9	23,8	20,9	8,5	0,0	0,9	3,2	15,4	25,6	21,9	51,2
1988	62,3	53,6	29,2	24,8	9,5	0,1	1,4	4,1	22,6	28,4	42,3	61,2
1989	76,8	62,9	35,6	31,1	10,6	0,5	1,8	9,6	27,0	32,9	61,1	62,8
1990	89,8	66,7	41,5	34,7	11,5	0,9	4,8	24,9	29,1	48,6	78,4	91,1
1991	97,5	66,3	46,9	23,3	12,2	3,9	19,4	28,6	39,6	64,3	91,6	101,7
1992	98,1	65,6	60,4	38,3	12,3	15,8	27,8	36,1	55,4	76,4	108,3	101,7
1993	97,3	72,9	64,2	39,4	16,6	29,8	35,8	45,1	66,2	105,7	178,7	111,8
1994	99,0	70,6	64,1	45,9	18,9	25,5	31,5	39,6	71,7	91,9	110,2	102,0

URB PALPITA

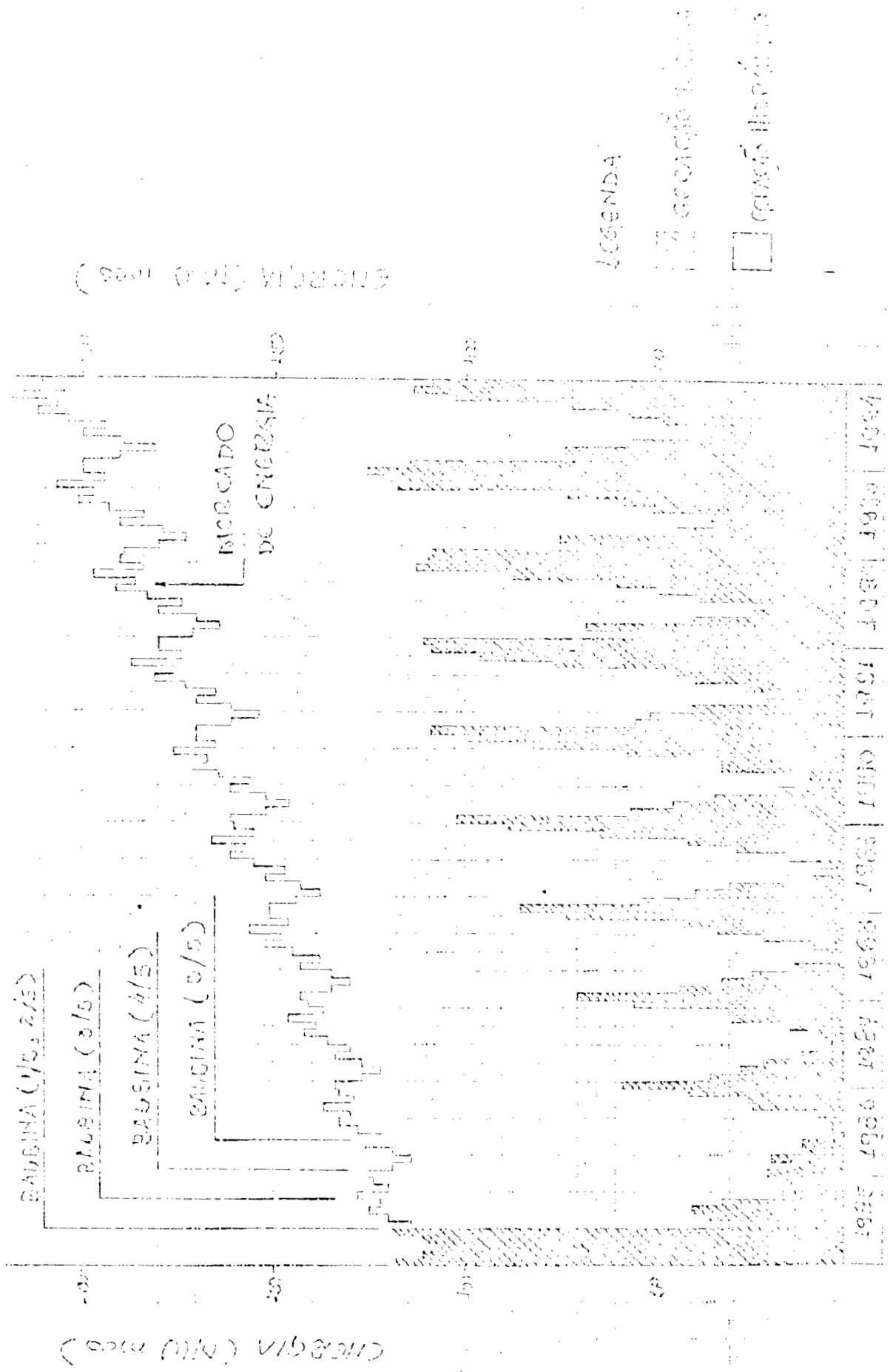
VALOR ESPERADO DE GERAÇÃO TÉCNICA A CÁS MÉDIA MENSAL

(em mil)

ANOS	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	-	-	-	-	-	30,8	32,4	36,5	0,0	13,7	11,3	11,3
1986	9,5	0,1	0,1	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
1987	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0
1988	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0,3	1,9	1,3	2,2
1989	0,7	2,0	0,1	0,3	0,7	0,5	0,6	1,0	3,1	3,7	4,7	4,3
1990	3,1	2,3	0,5	1,3	2,4	1,8	1,9	3,3	4,5	4,5	6,7	3,7
1991	3,0	3,0	1,2	3,0	5,2	3,8	3,5	5,9	6,1	6,6	6,6	3,5
1992	3,1	4,1	3,9	4,7	8,4	5,7	7,0	8,3	7,0	6,2	6,6	5,3
1993	3,0	5,6	6,4	7,2	11,0	7,8	9,9	8,8	9,0	7,9	7,9	9,4
1994	5,5	7,8	7,4	11,6	13,6	12,1	12,4	13,7	2,9	5,4	5,6	3,3

FIGURA 3.3-1
 LIME BARRAGEM

VALOR CUSTEADO DE GERAÇÃO MÉDIA ANUAL



4. ANÁLISE ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE GERAÇÃO TÉRMICA POR GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA SUPRIMENTO AO MERCADO DE MANAUS NO PERÍODO 1989 - 1994.

A simulação da operação do Sistema Hidrotérmico de Manaus no período 1989 - 1994, possibilitou a determinação da geração térmica a ser substituída por geração hidráulica. Estes resultados levaram a avaliação da redução anual do consumo de óleo combustível e diesel no período citado, devida a redução de geração térmica.

Os resultados obtidos para a pior e melhor série hidrológica ocorrida, assim como para o valor esperado de geração hidráulica média, são apresentados nos Quadros 4.1 a 4.3.

OJE BARRINA

ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DE GERAÇÃO TERMELÉTRICA POR GERAÇÃO HIDRELÉTRICA

PARA SUPRIMENTO A MANAUS NO PERÍODO 1985-1994

M.A. MÁXIMO = 50 MW/GERAÇÃO=4 M.

GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA A PIOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

ANO	GERAÇÃO TÉRMICA A SER SUBSTITUÍDA POR GERAÇÃO HIDRELÉTRICA.			REDUÇÃO DO CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO		ECONOMIA ANUAL DEVIDA À REDUÇÃO DO CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO				VALOR ATUALIZADO		
	(GWh)			ÓLEO COMBUSTÍVEL (10 ⁶ t)		ÓLEO COMBUSTÍVEL		DIESEL			T. TAXA	
	VAPOR	GÁS	TOTAL	ÓLEO COMBUSTÍVEL (10 ⁶ t)	ÓLEO DIESEL (10 ⁶ t)	10 ⁵ US\$	10 ⁵ Cr\$	10 ⁵ US\$	10 ⁵ Cr\$			
1985	412,2	82,4	494,6	100,2	29,7	22,1	646,8	8,3	242,9	93,4	889,7	1.175,7
1986	575,3	115,0	690,3	195,6	41,4	30,9	902,8	11,6	339,0	42,5	1.241,8	1.321,3
1987	857,0	171,4	1.028,4	291,4	61,7	46,0	1.344,9	17,3	505,3	63,3	1.850,2	1.513,7
1988	468,7	93,7	562,4	159,4	33,7	25,2	735,5	9,5	275,2	34,7	1.011,7	751,1
1989	741,7	148,3	890,0	252,2	53,4	30,8	1.103,8	15,0	437,2	54,8	1.611,0	1.111,9
1990	970,2	194,0	1.164,2	329,9	69,8	52,1	1.522,5	19,5	571,9	71,7	2.094,4	1.311,7
1991	361,3	72,3	433,6	122,9	26,0	19,4	566,9	7,3	213,1	26,7	780,0	600,1
1992	521,9	104,4	626,3	177,5	37,6	28,0	818,9	10,5	307,8	30,5	1.176,7	874,1
1993	567,1	112,4	679,5	191,1	40,5	30,2	882,1	11,3	331,4	41,5	1.213,5	911,1
1994	1.048,2	209,7	1.257,9	356,4	75,5	56,8	1.649,8	21,2	619,2	77,5	2.268,0	1.583,7
TOTAL	6.518,6	1.303,6	7.822,2	2.216,5	469,3	350,9	10.229,0	131,6	3.843,0	481,6	14.072,0	9.245,0

OBS: 1 - Consumo específico do óleo combustível: 340 Kg/MWh

2 - Consumo específico de óleo diesel: 360 l/MWh

3 - Preços do óleo combustível: US\$ 20,75/barril-set/79-Fonte: Petroleum Economist

4 - Preço do óleo diesel: US\$ 38,75/barril-set/79-Fonte: Petroleum Economist

5 - Vida Útil da Gás - 15 anos

6 - Taxa de Atualização - 10% a.a.

7 - Investimento série uniforme de acordo com a vida útil das unidades

QUADRO 4.2

UNE CALBINA

ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DE GERAÇÃO TERMOELÉTRICA POR GERAÇÃO HIDRELÉTRICA

PARA SUPRIMENTO A MANEIRA NO PERÍODO 1985-1994

M.A. MÁXIMO 50 MW/DEPLETO=4 m.

GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA A MELHOR SÉRIE HIDROLÓGICA OCORRIDA

ANO	GERAÇÃO TÉRMICA A SER SUBSTITUÍDA POR GERAÇÃO HIDRELÉTRICA.			REDUÇÃO DO CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO		ECONOMIA ANUAL DEVIDA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO.			VALOR ANUAL		
	(GWh)			ÓLEO COMBUSTÍVEL (10 ⁶ US\$)	ÓLEO DIESEL (10 ⁶ US\$)	ÓLEO DIESEL (10 ⁹ Cr\$)	TOTAL		TOTAL		10 ⁹ Cr\$
	VAPOR	GÁS	TOTAL				10 ⁶ US\$	10 ⁶ Cr\$	10 ⁶ US\$	10 ⁶ Cr\$	
1985	414,3	82,9	497,2	140,9	29,8	650,1	8,4	244,4	30,7	894,5	894,5
1986	912,5	182,5	1.095,0	310,3	65,7	1.431,9	18,4	538,0	67,4	1.970,9	1.970,9
1987	931,5	185,3	1.117,8	316,7	67,1	1.461,7	18,6	540,2	68,8	2.010,9	2.010,9
1988	923,4	184,7	1.108,1	314,0	66,5	1.449,0	18,6	544,5	69,2	1.993,5	1.993,5
1989	965,8	193,2	1.159,0	328,4	69,5	1.515,6	19,5	569,6	71,4	2.085,2	2.085,2
1990	1.038,8	207,8	1.246,6	353,2	74,8	1.630,1	21,0	612,6	76,8	2.242,7	2.242,7
1991	931,5	186,3	1.117,8	315,7	67,1	1.461,7	18,8	549,2	68,8	2.010,9	2.010,9
1992	811,7	162,4	974,1	276,0	58,5	1.273,7	16,4	478,8	62,0	1.732,5	1.732,5
1993	1.161,7	232,3	1.393,7	390,4	83,6	1.623,0	23,4	684,8	85,6	2.507,9	2.507,9
1994	932,2	186,5	1.118,7	317,0	67,1	1.462,8	18,8	549,8	68,9	2.012,5	2.012,5
TOTAL	9.023,1	1.804,9	10.828,0	3.058,1	649,8	14.350,6	182,1	5.320,3	666,9	19.480,5	19.480,5

CRS: 1 - Consumo específico de óleo combustível: 340 Kg/MWh

2 - Consumo específico de óleo diesel: 360 g/kWh

3 - Preços do óleo combustível: US\$ 20,75/barril-set/79-Fonte: Petroleum Economist

4 - Preço do óleo diesel: US\$ 39,75/barril-set/79-Fonte: Petroleum Economist

5 - Vida Útil da Gás - 25 anos

6 - Taxa de Atualização - 10% a.a.

7 - Investimento série uniforme de acordo com a Vida Útil das unidades

QUADRO 4.3

UHE BALBINA

ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DE GERAÇÃO TERMELÉTRICA POR GERAÇÃO HIDRELÉTRICA

PARA SUPRIMENTO A VAZIAIS NO PERÍODO 1985-1994

N.A. MÁXIMO = 50 h/REPLENECIMENTO

VALOR ESPERADO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA MÉDIA

A N O	GERAÇÃO TÉRMICA A SER SUBSTITUÍDA POR GERAÇÃO HIDRÁULICA.			REDUÇÃO DO CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO		ECONOMIA ANUAL DEVIDA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO.				VALOR ANUAL		
	(GWh)			ÓLEO COMBUSTÍVEL (10 ⁶ US\$)		ÓLEO DIESEL (10 ⁶ US\$)		ÓLEO DIESEL (10 ⁶ US\$)			TOTAL	
	VAFCR	GÁS	TOTAL	ÓLEO COMBUSTÍVEL (10 ⁶ US\$)	ÓLEO DIESEL (10 ⁶ US\$)	ÓLEO DIESEL (10 ⁶ US\$)	ÓLEO DIESEL (10 ⁶ US\$)	ÓLEO DIESEL (10 ⁶ US\$)				
1985	413,4	82,7	496,1	140,6	20,8	22,2	648,7	8,3	243,8	30,5	922,5	890,5
1986	613,2	162,7	957,9	276,5	58,6	43,7	1.276,0	16,4	479,5	62,1	1.758,0	1.573,1
1987	611,0	162,2	973,2	265,7	58,4	43,6	1.272,6	16,4	478,1	59,0	1.730,7	1.541,7
1988	630,0	166,0	996,0	282,2	59,8	44,6	1.302,4	16,7	483,3	61,3	1.731,7	1.549,0
1989	835,1	167,0	1.002,1	283,9	60,1	44,9	1.310,5	16,9	492,3	61,8	1.802,8	1.521,3
1990	838,1	167,6	1.005,7	285,0	60,3	45,0	1.315,2	16,9	494,1	61,9	1.809,2	1.573,3
1991	842,4	169,5	1.010,9	286,4	60,7	45,2	1.321,9	17,0	496,8	62,2	1.819,7	1.626,5
1992	850,4	170,1	1.020,5	289,1	61,2	45,7	1.334,4	17,2	501,4	62,3	1.835,8	1.677,1
1993	841,0	168,2	1.009,2	285,9	60,6	45,2	1.319,7	17,0	495,9	62,2	1.816,2	1.628,3
1994	932,9	186,6	1.119,5	317,2	67,2	50,1	1.463,9	18,8	550,1	63,0	2.014,0	1.841,0
TOTAL	9.007,5	1.601,6	9.609,1	2.722,5	576,7	430,2	12.565,3	161,6	4.721,4	591,6	17.286,7	11.366,9

CGS: 1 - Consumo específico de óleo combustível: 300 Kg/MWh

2 - Consumo específico de óleo diesel: 360 l/MWh

3 - Preço do óleo combustível: US\$ 20,75/barril-net/79-Vente: Petroleum Economist

4 - Preço do óleo diesel: US\$ 38,75/barril-net/79-Vente: Petroleum Economist

5 - Vida Útil de gás - 15 anos

6 - Taxa de Atualização - 10% a.a.

7 - Investimento surge uniforme de acordo com a vida útil das unidades

5. METODOLOGIA UTILIZADA

Os estudos energéticos foram desenvolvidos através de simulação dinâmica com o MSCS - Modelo de Simulação a Sistemas Equivalentes, desenvolvida pela ELETROBRÁS (1).

Os estudos econômicos se basearam no método do valor atual (2).

6. DADOS BÁSICOS

6.1. Características do Reservatório da UHE Balbina

- Nível d'água
 - . máximo 50,0 m
 - . mínimo 46,0 m

- Volume
 - . máximo 12.833,0 x 10⁶ m³
 - . mínimo 7.150,0 x 10⁶ m³

- Nível Médio do Canal de Fuga 25,9 m

6.2. Características das Unidades da UHE Balbina

- Número de Unidades 5

- Tipo Kaplan

- Rendimento do Conjunto
 - Turbina - Gerador 0,91

- Potência Instalada para a Queda de Referência 50 MW

QUADRO 1.3.

PROJEÇÃO DO MERCADO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA
PARA MANAUS NO PERÍODO 1985-1994

A N O	ENERGIA (MW med)	PONTA (MW)
1985	117,7	202,9
1986	125,9	217,0
1987	134,3	231,6
1988	143,1	246,7
1989	152,1	262,2
1990	161,2	277,9
1991	170,6	294,1
1992	180,3	310,8
1993	190,2	328,0
1994	200,5	345,7

QUADRO 6.4

PROJEÇÃO DO MERCADO MENSAL DE ENERGIA PARA MANAUS NO PERÍODO 1985 - 1994

MÊS ANO	ENERGIA (MWH/MÊS)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	112	121	135	112	115	115	117	122	123	126	133	133
1986	119	129	112	120	123	123	126	131	132	134	136	137
1987	127	138	120	129	132	132	134	140	141	143	149	152
1988	136	147	127	137	140	140	143	149	150	153	148	149
1989	144	156	135	145	149	149	152	158	159	162	157	157
1990	153	166	143	154	158	161	167	169	172	167	167	167
1991	162	175	152	163	167	167	170	177	179	182	177	178
1992	171	185	160	172	177	177	180	187	189	193	187	186
1993	180	196	159	182	186	186	190	198	199	203	197	194
1994	190	206	178	191	196	196	200	208	210	214	206	207

PROJEÇÃO DO MERCADO MENSAL DE PONTA PARA MANAUS NO PERÍODO 1985-1994

ANO \ MES	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	168	166	171	174	180	180	182	190	194	200	202	
1986	179	177	183	186	192	192	195	203	207	214	217	217
1987	192	189	195	199	205	205	208	217	221	228	232	237
1988	204	202	208	212	218	218	222	231	236	243	247	251
1989	217	214	221	225	232	232	235	245	250	259	262	267
1990	230	227	234	238	246	246	250	260	265	274	278	283
1991	243	240	248	252	260	260	264	275	281	290	294	299
1992	257	254	262	267	275	275	279	291	297	306	311	316
1993	271	268	276	281	290	290	295	307	313	323	328	333
1994	286	282	291	297	306	306	310	323	330	341	346	351

6.6. PARQUE TÉRMICO DE MANAUS NO PERÍODO 1985/1994.

USINA	Nº DA UNIDADE	TIPO	CAPACIDADE		DISPONIBILIDADE	
			NOMINAL (MW)	EFETIVA (MW)	ENERGIA (MW med)	FOZIA (MW)
UTM-II	1	VAPOR	18,61	18,61	15,82	17,68
	2	VAPOR	18,61	18,61	15,82	17,68
	3	VAPOR	50,00	50,00	42,50	47,50
	4	VAPOR	50,00	50,00	42,50	47,50
GÁS	1	GÁS	25,00	25,00	4,17	25,00
	2	GÁS	25,00	25,00	4,17	25,00
	3	GÁS	25,00	25,00	4,17	25,00

OBS.: Considerou-se, nestes estudos, que a UTM-I estaria desativada em 1989, devido ao esgotamento da vida útil de suas unidades.

7. REFERÊNCIAS

1. ELETROBRÁS - DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E ENGENHARIA - DEPARTAMENTO DE ESTUDOS ENERGÉTICOS - DENE.

MODELOS DE SIMULAÇÃO A SISTEMAS EQUIVALENTES (MOSE) - MANUAL DE UTILIZAÇÃO. LV, S/C, S/d

2. FLEISCHER, G. A., TEORIA DE APLICAÇÃO DO CAPITAL: UM ESTUDO DAS DECISÕES DE INVESTIMENTO. EDITORA EDGARD BLUCHER. SÃO PAULO, 1973.

3. MONACA - ENGE-RIO - USINA HIDRELÉTRICA DE BALBINA PROJETO BÁSICO - (BAL-10E-9002-RE).

A N E X O 2

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

1 - INTRODUÇÃO

Apresenta-se neste anexo o estudo econômico de duas alternativas de expansão do sistema de geração, para suprimento aos requisitos de energia de Manaus.

Pelo método do valor atual é realizada uma comparação econômica entre uma alternativa hidrotérmica, que compreende a construção da UHE Balbina na cota 50,0 m, e uma Alternativa Térmica, que compreende a expansão do parque térmico de Manaus.

2 - Alternativas Estudadas para Suprimento ao Mercado de Manaus

Foram estudadas duas alternativas para suprimento ao mercado de Manaus a partir de 1985:

- Alternativa Hidrotérmica

Considera-se a entrada em operação da UHE Balbina em maio de 1985, de acordo com o cronograma de motorização apresentado no Quadro 2.1, operando com a complementação do parque térmico existente em Manaus em dezembro de 1984.

A entrada em operação de Balbina com duas unidades instaladas se deve a eventuais problemas na energização da linha de transmissão com apenas uma unidade em operação.

- Alternativa Térmica

Considera-se uma expansão do parque térmico existente em dezembro/84, de modo que se tenha em Manaus as mesmas disponibilidades da Alternativa Hidrotérmica.

Essa expansão foi assumida como sendo feita através da adição de duas unidades a vapor com disponibilidade de energia igual a energia firme de Balbina e de turbinas a gás para complementação de ponta.

A entrada em operação das unidades térmicas a serem adicionadas ao parque térmico de Manaus foi considerada de acordo com o programa apresentado no Quadro 2.2.

Procurou-se, sempre que possível modular as turbinas a gás em 25 MW.

As duas alternativas estudadas tem capacidade para suprir o mercado energético de Manaus até 1994.

QUADRO 2.1

CRONOGRAMA DE MOTORIZAÇÃO DA UHE BALBINA

ALTERNATIVA HIDROTÉRMICA

(Final de Mês)

DATA	UNIDADE
MAI/85	1/5 e 2/5
SET/85	3/5
JAN/86	4/5
MAI/86	5/5

QUADRO 2.2

PROGRAMA DE EXPANSÃO DO PARQUE TÉRMICO DE MANAUS

ALTERNATIVA TÉRMICA

DATA	UNIDADE
JUL/85	GÁS-2x25 MW
FEV/86	GÁS-1x10 MW
JAN/87	VAPOR-2x40 MW
SET/91	GÁS-1x25 MW
MAR/93	GÁS-1x30 MW

3 - RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

3.1 - Comparação Econômica entre as Alternativas Hidrotérmica e térmica.

O valor atual dos custos, para cada alternativa estudada para suprimento ao mercado de Manaus, referido a Julho de 1965 e calculado a taxa de juros 10% a.a. está apresentada no Quadro 3.1.1.

Em termos de Valor Atual, o custo da Alternativa Hidrotérmica é cerca de 12% menor que o custo da Alternativa Térmica.

3.2 - Economia de Combustível

A redução do consumo de óleo combustível e do óleo Diesel proporcionada pela alternativa Hidrotérmica em relação a Alternativa Térmica foi apresentado no Anexo 1.

Essa economia é devida unicamente à redução do consumo de combustível correspondente a substituição de geração termoelétrica pela geração hidrelétrica da UHE Balbina.

3.3 - Conclusões e Recomendações

Com base nos resultados da análise econômica das duas alternativas estudadas para suprimento ao Mercado de Manaus apresentados no item 3.1., podemos concluir que a construção da UHE Balbina é mais econômica que a expansão do parque térmico de Manaus.

Do ponto de vista financeiro as duas alternativas estudadas são bastante diferentes, visto que delas resultam fluxos de caixa completamente distintos. Enquanto a construção da UHE Balbina implica em grandes investimentos concentrados na época da construção da usina e pequenos custos anuais de geração, a expansão do parque térmico

de Manaus implica em pequenos investimentos e grandes custos anuais de geração.

Com relação ao consumo de combustível correspondente a cada uma das alternativas, vale ressaltar que a construção da UHE Balbina permite reduzir consideravelmente o consumo de óleo combustível e óleo diesel, conforme mostrado no Anexo I.

Considerando-se que grande parte do óleo utilizado é importado, pode-se concluir que a UHE Balbina reduz a dependência externa para geração de energia elétrica, proporcionando economia de divisas, política esta que está plenamente de acordo com a política governamental, que visa a reduzir as importações e economizar divisas de modo a equilibrar o balanço de pagamentos.

QUADRO 3.1.1

VALOR ATUAL DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS
PARA SUPRIMENTO AO MERCADO DE MANAUS

ALTERNATIVA	VALOR ATUAL DOS CUSTOS (10 ⁶ Cr\$)			ÍNDICE DE COMPARAÇÃO
	INVESTIMENTO	GERAÇÃO (OPERACIONAL)	TOTAL	
TÉRMICA	2.735,61	18.544,36	21.279,97	112,29
HIDROTÉRMICA	18.554,85	411,14	18.966,30	100,00

(*) Valor referido apenas a geração hidráulica

Valor Atual referido a JUL/85 a preços de setembro/79

4. MÉTODOS E DADOS BÁSICOS

4.1. Mercado de Manaus

As estimativas do Mercado de Manaus para o período 1980-1994, fornecidas pela Divisão de Estudos de Mercado da ELETRONORTE, estão apresentadas no Quadro 4.1-1.

Os fatores de sazonalidade do Mercado de Manaus, estimados pela Divisão de Estudos de Mercado da ELETRONORTE, estão apresentados no Quadro 4.1-2.

4.2. Critérios de Disponibilidade de Unidades Térmicas

No cálculo da disponibilidade de unidades térmicas foram utilizados os critérios apresentados no Quadro 4.2-1.

Considerando-se que as turbinas a gás operarão exclusivamente em complementação de ponta, suas contribuições para energia são de aproximadamente 16,7% de suas capacidades nominais, o que equivale a 4 horas diárias de operação a plena capacidade.

4.3. Parque Térmico existente em Manaus em dezembro de 1984

O parque térmico previsto para Manaus em dezembro de 1984, segundo estimativas, será composto pelas unidades apresentadas no Quadro 4.3-1.

4.4. CUSTO DE UNIDADES TÉRMICAS

4.4.1. Unidades a Vapor

- Investimento	650 US\$/KW
ou	18.989,75 Cr\$/KW
- Geração	
. Óleo combustível	1.569,22 Cr\$/MWh
. Operação e Manutenção	67,19 Cr\$/MWh
	<hr/>
Custo Operacional	1.636,41 Cr\$/MWh

4.4.2. Turbinas a Gás

- Investimento	370 US\$/KW
ou	10.809,55 Cr\$/KW
- Geração	
. Óleo diesel	2.949,73 Cr\$/MWh
. Operação e Manutenção	116,86 Cr\$/MWh
	<hr/>
Custo Operacional	3.064,89 Cr\$/MWh

OBS: Valores referidos a setembro/79

1US\$ = Cr\$ 29,215

4.5. UHE BALBINA

4.5.1. Capacidade de Geração

A UHE Balbina deverá ser motorizada com cinco unidades geradoras, com turbinas Kaplan, totalizando uma potência nominal de 250 MW

Através da simulação da operação da UHE Balbina isolada chegou-se a uma energia firme de 71,5Mmed e uma ponta garantida de 198 MW.

Considerando-se 3% de perdas na transmissão, tanto para energia como para ponta, as disponibilidades de Balbina em Manaus são da ordem de 69,3 MMed de energia e 192,0 MW de ponta.

4.5.2. Custos

O investimento em Balbina, incluindo juros durante a construção, custo da linha de transmissão e subestações, foi estimado pelo Departamento de Estudos e Projetos - TPR da ELETRONORTE em cerca de Cr\$ 19.400,5 x 10⁶ referido a setembro de 1979.

O custo operacional da UHE Balbina foi estimado pelo Departamento de Planejamento Energético da ELETRONORTE em Cr\$ 40,78 x 10⁶ por ano, referido a setembro de 1979.

4.6. VIDA ÚTIL DOS INVESTIMENTOS

Usina Hidrelétrica	33 anos
Unidades a vapor	20 anos
Turbinas a gás	15 anos

4.7. TAXA DE JUROS

Adotou-se a taxa de juros a 10% a.a.

QUADRO 4.1.1

UHE BALBUENA

ESTIMATIVA DO MERCADO DE MANAUS

PARA O PERÍODO - 1980 - 1994

ANO	ENERGIA (MWh/med)	PONTA (MW)
1980	73,9	127,9
1981	82,2	142,0
1982	92,1	158,9
1983	102,1	176,0
1984	109,8	189,2
1985	117,7	202,9
1986	125,9	217,0
1987	134,3	231,6
1988	143,1	246,7
1989	152,1	262,2
1990	161,2	277,9
1991	170,6	294,1
1992	180,3	310,8
1993	190,2	328,0
1994	200,5	345,7

QUADRO 4.1.2

FATORES DE SAZONALIDADE DO MERCADO DE MANAUS

M E S	FATOR DE SAZONALIDADE (P. U.)	
	ENERGIA	PONTA
JAN	0,946	0,827
FEB	1,028	0,817
MAR	0,890	0,842
ABR	0,955	0,858
MAI	0,980	0,885
JUN	0,960	0,885
JUL	0,997	0,898
AGO	1,039	0,935
SET	1,047	0,955
OUT	1,066	0,986
NOV	1,035	1,000
DEZ	1,033	1,000

QUADRO 4.2.1

CRITÉRIOS DE DISPONIBILIDADE DE UNIDADES TÉRMICAS

UNIDADE	DISPONIBILIDADE (% da capacidade nominal)	
	ENERGIA	PONTA
VAPOR	85	95
GÁS	16,6	100

QUADRO 4.3.1

PARQUE TÉRMICO DE MANAUS EXISTENTE EM DEZEMBRO DE 1984

UNIDADE	CAPACIDADE NOMINAL (MW)	DISPONIBILIDADE	
		ENERGIA (10 ⁶ kWh)	PONTO (MW)
UTMI-UNIDADES 1,2,3-3x7,5MW	22,50	19,1	21,4
UTMI-UNIDADE - 4-1x9,375MW	9,375	8,0	8,9
UTMII-UNIDADES 1 e 2-2x18,61MW	37,22	31,6	35,4
UTMII-UNIDADES 3 e 4-2x50,0MW	100,00	85,0	95,0
GAS - 3x25MW	75,00	12,5	75,0

NOTA: A partir da data de entrada em operação da UHE BALDINA, a UTM-I foi considerada desativada.

5. METODOLOGIA

Adotou-se o Método do Valor Atual para comparação econômica entre as alternativas estudadas.

O valor atual de todos os custos se refere a julho de 1985 e foi calculado a uma taxa de juros de 10% ao ano com preços de setembro de 1979.

Os investimentos em unidades térmicas foram consideradas nas datas das respectivas entrada em operação e o investimento em Balbina foi considerado no meio do ano de 1985 (julho). Os custos de geração para as duas alternativas foram considerados no meio do ano.

O despacho de geração para a Alternativa Hidrotérmica foi obtido por simulação de operação do sistema com o uso do Modelo de Simulação a Sistema Equivalente.- MSSE, desenvolvido pela ELETROBRÁS.

O despacho de geração para a Alternativa Térmica foi obtido através de um simples balanço energético, colocando-se sempre as unidades a vapor gerando até suas disponibilidades e considerando-se as turbinas a gás operando exclusivamente em complementação de ponta.

6. CÁLCULOS

6.1. Análise Econômica das Alternativas

Os cálculos intermediários para a determinação do valor atual do custo total das alternativas estudadas estão sumidos nos Quadros apresentados a seguir e no apêndice.

QUADRO 3.1.1
SISTEMA MINAUC - ALTERNATIVA HIDROTÉRMICA
DESPACHO DE GERAÇÃO

ENERGIA (MWmed)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1985	96.6	4.8	19.6
1986	111.4	13.5	0.9
1987	111.1	23.1	0.1
1988	113.7	28.8	0.6
1989	114.4	35.9	1.8
1990	114.8	43.4	3.0
1991	115.4	50.9	4.3
1992	116.5	58.1	5.7
1993	115.2	67.2	7.8
1994	127.8	64.3	8.5
1995			
a	127.8	64.3	8.5
2013			

QUADRO 8.1.2
 SISTEMA MANAUS - ALTERNATIVA HIDROTÉRMICA
 CUSTO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA

Cr⁶ x 10⁶

ANO	CUSTO ATUAL	VALOR ATUAL
	HIDRÁULICA	
1985	23,78	23,78
1986	40,78	37,07
1987	40,78	33,70
1988	40,78	30,63
1989	40,78	27,85
1990	40,78	25,32
1991	40,78	23,02
1992	40,78	20,93
1993	40,78	19,03
1994	40,78	17,30
1995		
a	40,78	152,81
2018		

TOTAL: 411,45

OBS: Valor atual referido a julho/85 a preços de setembro/79

QUADRO 5.2.1

SISTEMA MANAUS - ALTERNATIVA TÉRMICA

DESPACHO DE GERAÇÃO

ENERGIA (MWh/a)

ANO	UNIDADES EXISTENTES		NOVAS UNIDADES		TOTAL	
	VAPOR	GAS	VAPOR	GAS	VAPOR	GAS
1985	105,6	4,6	-	7,5	105,6	12,1
1986	111,4	4,6	-	9,8	111,4	14,4
1987	116,6	4,6	13,1	-	129,7	4,6
1988	116,6	4,6	19,8	2,1	136,4	6,7
1989	116,6	4,6	26,2	4,7	142,8	9,3
1990	116,6	4,6	32,7	7,3	149,3	11,9
1991	116,6	4,6	39,4	10,0	156,0	14,6
1992	116,6	4,6	46,3	12,8	162,9	17,4
1993	116,6	4,6	53,3	15,7	169,9	20,3
1994	116,6	4,6	60,7	18,6	177,3	23,2
1995						
a	116,6	4,6	60,7	18,6	177,3	23,2
2018						

QUADRO 3.2.2
 SECTORA MANANC - ALTERNATIVA TÉCNICA
 DESPACHO DE GERACÃO

PONTA (MW)

A N O	UNIDADES EXISTENTES		NOVAS UNIDADES		TOTAL	
	VAPOR	GÁS	VAPOR	GÁS	VAPOR	GÁS
1985	130,4	27,5		45,0	130,4	72,5
1986	130,4	27,5		59,1	130,4	86,6
1987	130,4	27,5	76,0	-	206,4	27,5
1988	130,4	27,5	76,0	12,8	206,4	40,3
1989	130,4	27,5	76,0	28,3	206,4	55,8
1990	130,4	27,5	76,0	44,0	206,4	71,5
1991	130,4	27,5	76,0	60,2	206,4	87,7
1992	130,4	27,5	76,0	76,9	206,4	104,4
1993	130,4	27,5	76,0	94,1	206,4	121,6
1994	130,4	27,5	76,0	111,9	206,4	139,4
1995						
a	130,4	27,5	76,0	111,9	206,4	139,4
2012						

QUADRO 3.2.3
 SISTEMA MANAUS - ALTERNATIVA TÉRMICA
 CUSTO DE GERAÇÃO

(Cr\$ x 10⁶)

A N O	CUSTO ATUAL			VALOR ATUAL
	VAPOR	GÁS	TOTAL	
1985	887,52	189,16	1.076,68	1.076,68
1986	1.596,91	383,94	1.980,85	1.800,77
1987	1.859,24	122,64	1.981,88	1.637,91
1988	1.955,28	178,64	2.133,92	1.603,24
1989	2.047,02	247,97	2.294,99	1.567,51
1990	2.140,21	317,28	2.457,49	1.525,91
1991	2.236,25	389,28	2.625,53	1.482,04
1992	2.335,16	463,93	2.799,09	1.436,37
1993	2.435,51	541,24	2.976,75	1.389,68
1994	2.541,58	618,57	3.070,15	1.340,21
1995				
a	2.541,58	618,57	3.070,15	12.041,48
2018				

TOTAL 26.900,80

OBS: Valor atual referido a jul/85, a preços de setembro/79.

QUADRO 5.2.4
 SISTEMA MANAUS - ALTERNATIVA TÉRMICA
 CUSTO DE GERAÇÃO (COMPLEMENTAÇÃO)

(Cr\$ x 10⁶)

A N O	CUSTO ATUAL			VALOR
	VAPOR	GÁS	TOTAL	ATUAL
1985	40,35	306,39	346,74	346,74
1986	193,52	23,99	217,51	197,74
1987	331,14	2,67	333,81	275,87
1988	412,85	16,00	428,85	322,20
1989	514,63	47,99	562,62	384,29
1990	622,13	79,98	702,11	435,96
1991	729,65	119,13	848,78	479,11
1992	832,87	151,98	984,85	505,39
1993	903,30	207,97	1.171,27	546,42
1994	921,73	226,63	1.148,36	487,02
1995				
a	921,73	226,63	1.148,36	4.375,71
2013				
			TOTAL	8.356,44

OBS: Valor atual referido a jul/85, a preços de setembro/79.

QUADRO 4.2.8
 SISTEMA MANAUC - ALTERNATIVA TÉRMICA
 INVESTIMENTOS

D A T A	UNIDADE (MW)	INVESTIMENTO (Cr\$ x 10 ⁶)	VALOR ATUAL (Cr\$ x 10 ⁶)
JUL/85	2 x 25 - Gás	540,49	540,49
FEV/86	1 x 10 - Gás	108,09	102,36
JAN/87	2 x 40 - Vapor	1.519,21	1.318,33
SET/91	1 x 25 - Gás	270,25	150,05
MAR/92	1 x 30 - Gás	324,29	156,32
JAN/88	2 x 25 - Gás	540,49	135,06
FEV/01	1 x 10 - Gás	108,09	24,50
SET/06	1 x 25 - Gás	270,25	35,92
JAN/97	2 x 40 - Vapor	1.519,21	195,97
MAR/88	1 x 30 - Gás	324,29	37,42
JAN/15	2 x 25 - Gás	540,49	32,52
FEV/16	1 x 10 - Gás	108,09	5,87

TOTAL 2.735,61

OBS: Valor atual referido a jul/1985, a preços de setembro/79
 (US\$ 1,00 = Cr\$ 29,215)

7 - REFERÊNCIAS

- 1 - Fleischer, G.A. Teoria da Aplicação do Capital: Um Estudo das Decisões de Investimento. Editora Edgard Blucher.
- 2 - MONACA/ENGE-RIQ - Adequação do Projeto Balbina - Dezembro de 1973.

APENDICE I

CUSTO DE UNIDADES A VAPOR

- Custo do Combustível

Foi considerado o preço internacional do óleo combustível em Setembro/79.

Preço do barril = US\$ 20,75

Preço da tonelada em dólar:

$$\frac{20,75 \times 2.000}{0,95 \times 159} = 137,37 \text{ US\$/ton}$$

Preço com frete (15% do custo) = 1,15 x 137,37 = 157,98 US\$/ton

Considerou-se para as unidades a vapor o consumo específico de 340 Kg/MWh.

Então o custo do combustível a preço de setembro/79 seria:

$$\frac{340 \times 157,98 \times 29,215}{1.000} = 1.569,22 \text{ Cr\$/MWh}$$

- Custo de Operação e Manutenção

Adotou-se o custo de operação e manutenção de unidades a vapor de 2,30 US\$/MWh.

Taxa do dólar em setembro/79-29,215 Cr\$/US\$, tem-se 29,215x2,30= 67,19 Cr\$/MWh (Set/79).

- Custo total da porção térmica

$$1.169,22 + 87,19 = 1.256,41 \text{ Cr\$/MWh}$$

- Investimentos

Foi considerado o valor de 650 US\$/KW instalado como investimento em unidades a vapor.

$$\text{Adotando-se a taxa do dólar em setembro/1979 de } 2^{\circ},215 \quad \times \quad 650 = 13.039,75 \text{ Cr\$/KW.}$$

APENDICE II

CUSTO DE UNIDADES A GÁS

- Custo do combustível

Foi considerado o preço internacional do óleo diesel em setembro/79

Preço do barril = US\$ 38,75

Preço do litro de óleo diesel é dado por:

Preço = $\frac{38,75}{159} = 0,2437$ US\$/l ou Preço de frete (15% do custo) = $1,15 \times 0,2437 = 0,2803$ US\$/l considerou-se para as unidades a gás o consumo específico de 360 l/MWh.

Então o custo do óleo diesel a preço de setembro/79 será:

$360 \times 0,2803 \times 29,215 = 2.948,03$ Cr\$/MWh.

- Custo de operação e manutenção

Foi considerado o custo de operação e manutenção das unidades a gás de 4,0 US\$/MWh.

Taxa do dólar em setembro/79 29,215 Cr\$/US\$ tem-se $29,215 \times 4,0 = 116,86$ Cr\$/MWh;

- Custo total da geração térmica

$2.948,03 + 116,86 = 3.064,89$ Cr\$/MWh

- Investimentos

Foi considerado o valor de 370 US\$/KW instalado como investimento em turbinas a gás.

- Atribuição de taxa de câmbio em dezembro de 1973 de 20,225 Cr/\$
compra:

$$20,225 \times 370 = 7.483,25 \text{ Cr}/\text{lot}$$

ANEXO III

Custo da UHE Fribina com sistema de transmissão associado, acresci-
dos da administração, com juros durante a construção em dezembro de
1978 Cr\$ 12.353,00 x 10⁶.

Atualizado para setembro/79- 12.350,0 x 1,49 = Cr\$ 18.401,5 x 10⁶

ANEXO IV

BALANÇO ENERGÉTICO DE MANAUS

NO PERÍODO JAN/85-MAIO/85

Energia (MWh)

MÊS	REQUISITOS	DISPONIBILIDADES	BALANÇO
JAN	111,6	181,0	69,4
FEV	121,0	181,0	60,0
MAR	104,7	181,0	76,3
ABR	112,4	181,0	68,6
MAI	115,3	181,0	65,7

Ponta (MW)

MÊS	REQUISITOS			DISPONIBILIDADES	BALANÇO
	MEPCALC	RESERVA	TOTAL		
JAN	167,8	47,5	215,3	235,7	20,4
FEV	165,8	47,5	213,3	235,7	22,4
MAR	170,8	47,5	218,3	235,7	17,4
ABR	174,1	47,5	221,6	235,7	14,1
MAI	179,6	47,5	227,1	235,7	8,6

ANEXO C

COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS
UTILIZANDO-SE CUSTOS ANUAIS-

ANEXO 3

COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS UTILIZANDO-SE CUSTOS ANUAIS DE SERVIÇO E CUSTO MÉDIO ANUAL DE SERVIÇO.

Este anexo contém os custos anuais de serviço para as alternativas hidrotérmica e térmica.

Os resultados encontram-se tabelados e mostrados em formas de gráficos nos Quadros I, II e nas figuras 1 e 2.

As notas ao pé de cada tabela indicam as bases para o cálculo dos diversos itens.

No cálculo dos custos para a alternativa térmica, foi considerada a energia gerada pela térmica equivalente a UHE Balbina.

Os valores foram atualizados para julho de 1985 com preços tomados em setembro de 1979.

QUADRO I

DESENVOLVIMENTO ATOMAR

ALTERNATIVA HIPOTÉTICA

Preço: R\$1000

U. = 1,1 - 11,1%

Í T E M	UNIDADE	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	Total
1 - POTÊNCIA ATOMAR	MW	292,0	217,0	231,6	246,7	262,2	277,9	294,1	310,9	328,0	346,7
2 - ENERGIA ATOMAR	MWh	1.031.052	1.102.904	1.176.068	1.253.550	1.332.206	1.412.112	1.494.456	1.579.428	1.666.112	1.755.112
3 - BARRAGEM INVESTIMENTOS	Cr\$X10 ⁶	1.939,98	1.939,98	1.939,98	1.939,98	1.939,98	1.939,98	1.939,98	1.939,98	1.939,98	19.399,80
4 - BARRAGEM SERVIÇO	Cr\$X10 ⁶	29,79	40,78	40,78	40,78	40,78	40,78	40,78	40,78	40,78	407,80
5 - CUSTO MÉDIA LE BALBINA	GWh	496,1	975,9	973,2	995,0	1.002,1	1.005,7	1.010,9	1.000,5	1.000,2	1.000,2
6 - CUSTO TOTAL ANUAL DE SERVIÇO	Cr\$X10 ⁶	1.962,77	1.979,76	1.979,76	1.979,76	1.979,76	1.979,76	1.979,76	1.979,76	1.979,76	19.797,60
7 - CUSTO MÉDIO ANUAL DE SERVIÇO	Cr\$/MWh	3.956,40	2.028,65	2.034,28	1.987,71	1.975,61	1.968,53	1.958,41	1.939,99	1.961,71	1.765,43
8 - VALOR PRESENTE 1985 DO ÍTEM 6	Cr\$X10 ⁶	1.962,77	1.790,78	1.636,36	1.497,42	1.362,29	1.228,90	1.117,25	1.015,78	923,83	833,5
9 - CUSTO TOTAL ANUAL ACUMULADO	Cr\$X10 ⁶	1.962,72	3.598,93	5.235,69	6.722,51	8.074,81	9.303,71	10.420,96	11.456,74	12.369,13	13.183,13

NOTA: 1 - Taxa de Atualização a 10% a.a.

2 - Investimento Série Uniforme 33 anos

QUADRO II

TECNOLOGIAS AVANÇADAS

ALTERNATIVA TÉCNICA A PREÇOS CONSTANTES DO PERÍODO

Preço Base 1979
US\$ 1,000.000.000

ÍTEM	UNIDADE	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1 - FORÇA MANSUS	MW	202,9	217,0	231,6	246,7	262,2	277,0	293,1	307,6	323,0	338,5
2 - ENERGIA MANSUS	MWh	1.035.052	1.102.884	1.170.668	1.238.550	1.302.386	1.412.114	1.484.456	1.573.403	1.556.243	1.770.000
3 - INVESTIMENTO	Cx10 ⁶	71,06	94,74	273,19	273,19	273,19	273,19	351,35	351,35	392,33	503,44
4 - ENERGIA GERADA PELA TÉCNICA EQUIVALENTE	GWh	406,1	975,0	973,2	996,0	1.002,1	1.005,7	1.010,9	1.020,5	1.033,2	1.044,8
5 - CUSTO COMBUSTÍVEL	Cx10 ⁶	892,5	1.755,6	1.750,7	1.791,7	1.802,8	1.809,3	1.829,7	1.836,6	1.845,6	2.000,4
6 - CUSTO OPERAÇÃO	Cx10 ⁶	37,44	73,55	73,44	75,30	75,52	75,88	76,26	77,00	76,10	80,60
7 - CUSTO TOTAL ATUAL DE SERVIÇO (5+6)	Cx10 ⁶	1.001,00	1.923,29	2.097,33	2.140,19	2.151,61	2.159,37	2.206,34	2.264,15	2.285,73	2.083,17
8 - CUSTO MÓDULO ATUAL DE SERVIÇO (7/4)	Cx ⁶ /MWh	2.017,74	1.971,50	2.155,09	2.108,79	2.147,10	2.146,14	2.222,12	2.218,67	2.254,52	2.085,07
9 - VALOR PRESENTE (1985) DO ÍTEM 7	Cx10 ⁶	1.001,00	1.749,08	1.733,53	1.607,95	1.469,68	1.339,77	1.267,63	1.161,79	1.059,11	1.000,00
10 - CUSTO ATUAL ACUMULADO	Cx10 ⁶	1.001,00	2.750,08	4.003,41	5.091,37	7.561,05	8.600,82	10.165,51	11.330,21	12.094,62	13.472,72

NOTAS: 1 - Preço do óleo combustível: US\$ 20,75/barrel (set/79) Fonte: Petroleum Economist

2 - Preço do óleo diesel: US\$ 38,75/barrel (set/79) Fonte: Petroleum Economist

3 - Vida Útil Vapor: 20 anos

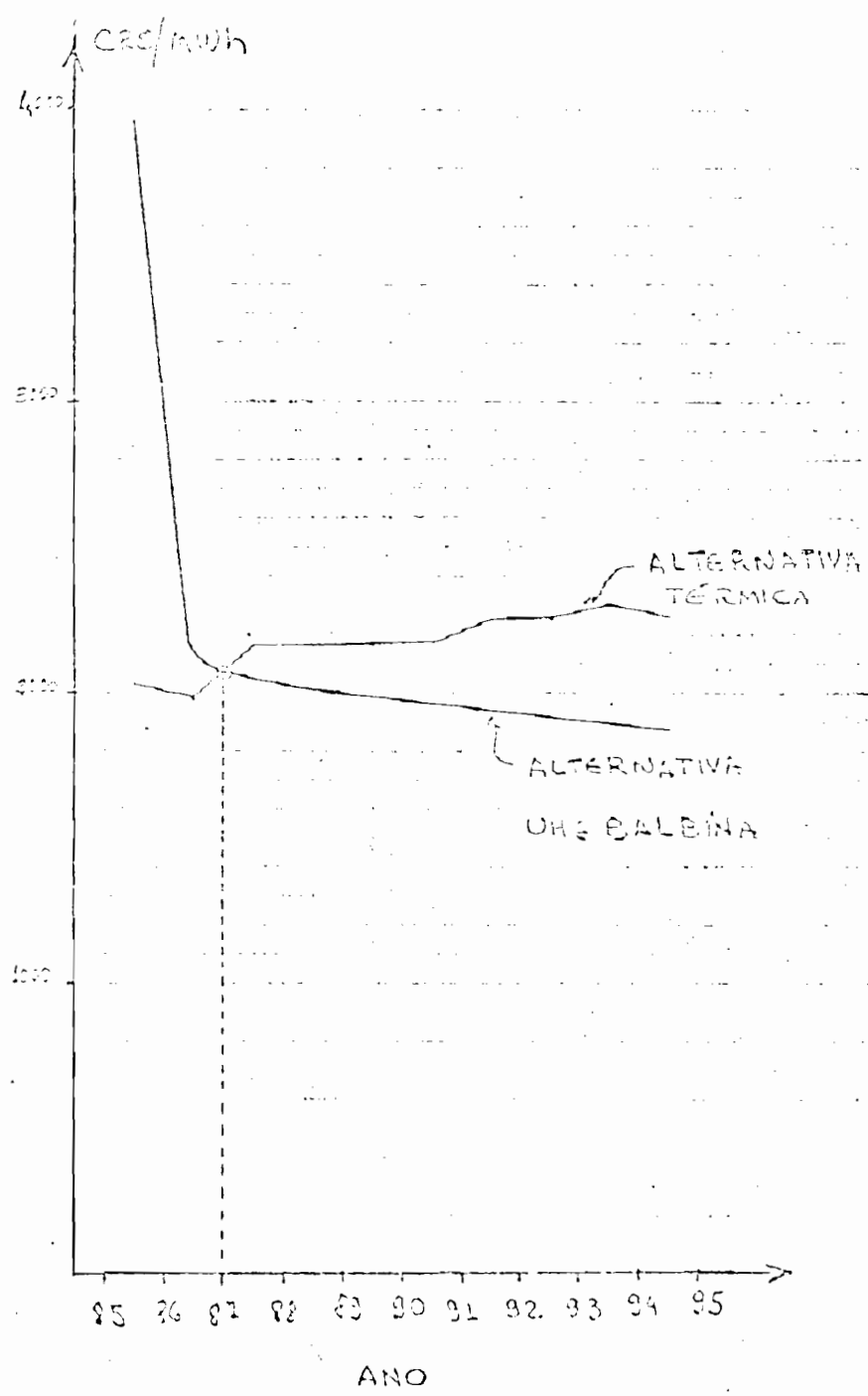
4 - Vida Útil Gás: 15 anos

5 - Taxa de atualização: 10% a.a.

6 - Investimento sobre unidades de acordo com a vida útil das unidades em anos 100 a.a.

UHE BALBINA

CUSTO MÉDIO ANUAL DE SERVIÇO

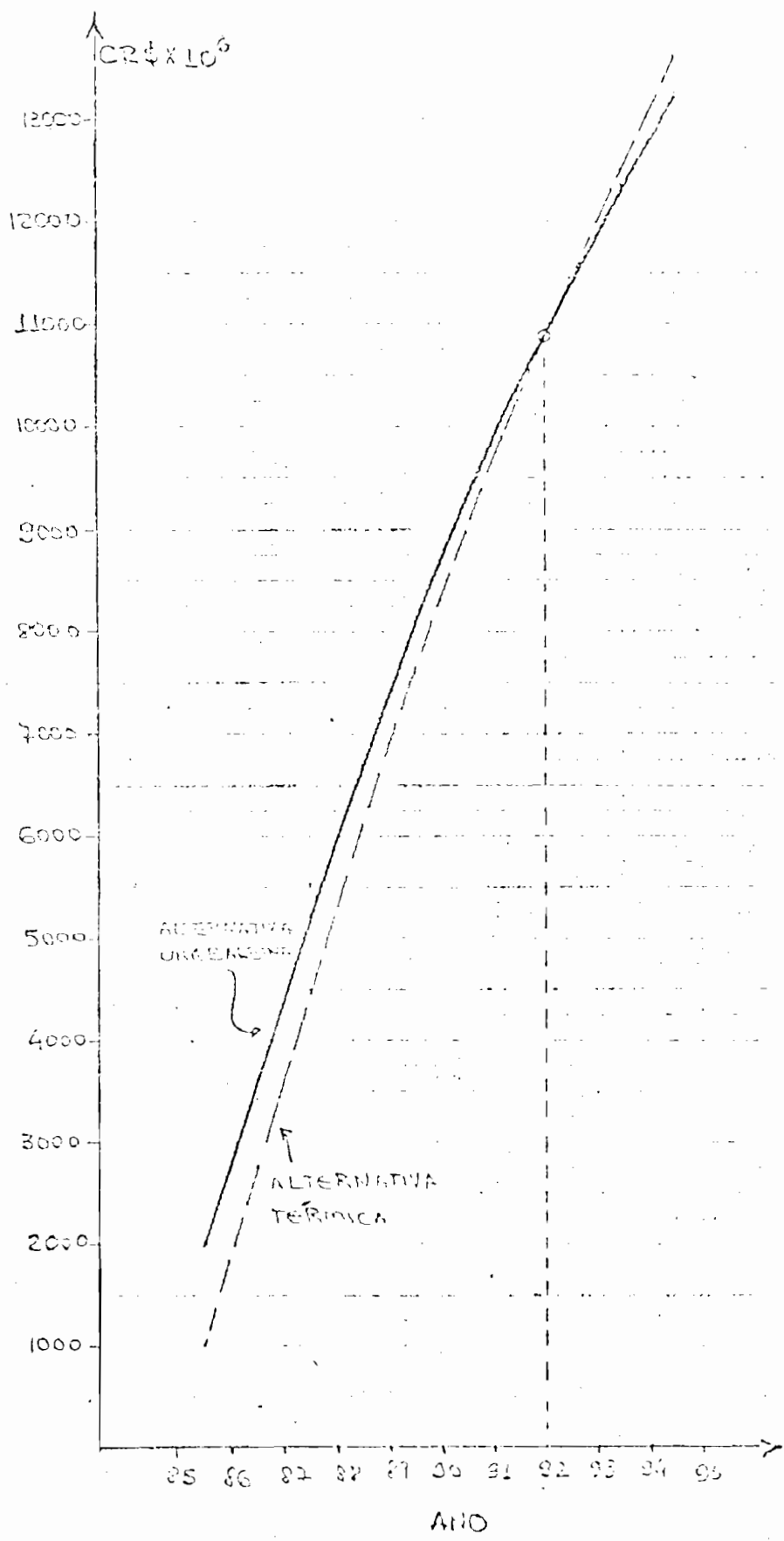


Preço das combustíveis em setembro/79

Fig - 1

ONE BILLION

CUSTO TOTAL ANUAL DE SERVIÇO ACUMULADO



Preço dos combustíveis em setembro/79

Fig - 3



MEMO II
 à carta 1.00.0066.80 da
 ELETROBRÁS E ELETROBRÁS

ELETROBRÁS	
Brasília, 14 de Janeiro de 1980	
SEÇÃO DE ADMINISTRAÇÃO	SECRETARIA
TELEFONO: 2-412770	111

Sr. PR	Engº Chefe do TEL
--------	-------------------

Balanco Energético UHE de Balbina

1. Atendendo a determinação de V.Sa. remete-se revisado Balanço Energético - UHE Balbina, revisão esta feita com a assistência do engeº Clovis Luciano Almeida Teixeira.

2. Nesta revisão, além de bastante reduzida a distância de transporte de aterro e enrocamento, conforme solicitado, foram tomados os números correspondentes à cota 50.

3. Foram também reavaliados os itens "administração" e os "transportes".

Atenciosamente,

Carlos Octávio Fável

Carlos Octávio Fável

Sr PR
Favor conferir
14. Jan. 80
[Signature]

Recebido na Presidência
 dia 15/01/80, às 11:52
 Protocolo nº 008180

Cc.: TPR-B/PAD-RLI

Anexos: Balanço

COP/gpc

CRISE DE ENERGIA ELÉTRICA
 1.01.001 INCLUIVA - 1.01.001.001 - 1.01.001.001.001
 1.01.001 INCLUIVA - 1.01.001.001 - 1.01.001.001.001

PII.	MATERIAIS OU OPERAÇÕES	Quantidade	Consumo unitário	Consumo total Gcal
01	Aterros e enrocamentos	5.314.000 m ³	948 kcal/m ³	5.058
02	Escavação comum	1.544.000 m ³	650 kcal/m ³	1.004
03	Escavação em rocha	572.000 m ³	1.500 kcal/m ³	844
04	Concreto: 290.000 m ³ - Cimento	63.800 t.	2.200 a 4.000 kcal/Kg	255.200
05	Aço - para concreto 14.500 t. - equip.hidromec. 2.800 t. - turbinas 2.800 t. - geradores 1.870 t. - equip.aux. 700 t. - SE Seccionadora 400 t. - SE Manaus 800 t. - LT 5.850 t. - estruturas 4.560t. - alma ACSR 979t. - HS 3/8 311t.	29.720 t.	13.200 kcal/kg	392.304
06	Cobre	120 t.	29.500 kcal/kg	3.540
07	Alumínio (LT)	2.138 t.	91.000 kcal/kg	194.558
08	Energia elétrica canteiro	70 Gwh	860X10 ⁶ kcal/Gwh	60.200
09	Administração e outros	-	-	45.600
10	Transportes - rodoviário - hidroviário - aéreo	210.980.016 t.km 310.049.000 t.km 38.400 t.km	300 kcal/(t.km) 10,3 kcal/(t.km) 2.248 kcal/(t.km)	63.294 3.194 111
T O T A L				1.027.190

Consumo específico: $1.027.190 \times 10^9 / 250.000 \text{ kWh} = 4.11 \times 10^6 \text{ kcal/kWh} = 4770 \text{ kWh/kWh}$.
 Portanto a usina deve funcionar 1779 horas, ou cerca de 129 dias, a plena carga, para repor a energia gasta na sua construção.

Caso a geração de energia elétrica do canteiro seja por termelétrica a diesel local, os itens 08, 09 e 10 e o total passam a ser:

08	Energia elétrica canteiro	70 Gwh	860X10 ⁶ /0,29kcal/Gwh	297.508
09	Administração e outras	-	-	55.600
10	Transportes - rodoviário - hidroviário - aéreo	223.256.556 t.km 433.364.270 t.km 38.400 t.km	300 kcal/(t.km) 10,3kcal/(t.km) 2.248 kcal/(t.km)	66.277 4.161 111
T O T A L				1.154.320

Consumo específico: $1.154.320 \times 10^9 / 250.000 = 4.738 \times 10^6 \text{ kcal/kWh}$
 Portanto 1740 horas ou 129 dias.

UHE BALBUENA

BALANÇO ENERGÉTICO

Ref.	<u>MEMÓRIA DE CÁLCULO</u>
01	Foi estimada uma distância média de transporte dos aterros e enrocamentos de 1,5 km; sendo o peso estimado em $2,1 \text{ t/m}^3$, o transporte é de $1,5 \times 2,1 = 3,15 \text{ t.km/m}^3$; o consumo de diesel no transporte rodoviário é 30 t.km/l ; portanto o consumo nos aterros ou enrocamentos é $3,15/30 = 0,105 \text{ l/m}^3$; um litro de óleo diesel fornece 9025 kcal; assim, o consumo unitário dos aterros e enrocamentos é $0,105 \times 9025 = 947,625 \approx 948 \text{ kcal/m}^3$.
02	Escavação comum - o valor 650 kcal/m^3 foi estimado em função do consumo de energia de uma escavadeira.
03	Escavação em rocha - foi estimado o dobro do consumo energético da escavação comum.
04	Cimento - Tab.2 do documento de Zimmermann
05	Aço - Tab.2 do documento de Zimmermann
06	Cobre - Tab.2 do documento de Zimmermann O peso de cobre - 120 t - foi estimado como 6,1% do peso dos geradores (1970 t), sendo o restante aço.
07	Alumínio - Tab.2 do documento de Zimmermann O peso de alumínio foi estimado como 68,6% do peso de ACSR necessário, sendo o restante aço.
08	A energia elétrica do canteiro foi simplesmente convertida em kcal; caso essa energia provenha de fonte térmica, o valor deve ser dividido por 0,29; resulta consumo total de 207.586×10^6 kcal, sem levar em conta o transporte do combustível ao local.
09	Administração e outros - este item, para prever diferentes consumos energéticos, foi estimado em 5% da soma dos anteriores. Entre estes citam-se: - transporte de engenheiros, fiscais, administradores, técnicos

e outros de Manaus a Balbina:

- Transportes de 2000 trabalhadores, de ida e volta, em férias, a passeio e transportes de pessoal em geral;
- transportes aéreos de diretores, técnicos e outros de Brasília, Rio ou São Paulo a Manaus;
- alimentação, e energia para o seu preparo, para o pessoal em serviço no projeto;
- consumo de energia dos escritórios da ELETRONORTE (em Brasília e Manaus) e das Consultoras/projetistas;
- outros.

10

Transportes -

A tonelagem a transportar, exceto aterros e enrocamentos é:

- cimento	-	63.800 t
- aço	-	29.720 t
- cobre	-	120 t
- alumínio	-	<u>2.138 t</u>
		95.778 t

Os 172 km finais dos transportes (Manaus-Balbina) são obrigatoriamente rodoviários:

0,01% dos transportes ou 9,6 t são admitidos como de transporte aéreo, por cerca de 4000 km:

50% dos transportes ou 47.884 t são admitidos de transporte exclusivamente rodoviário, por cerca de 4100 km (exclusive os 172 km supramencionados):

Os restantes 50% ou 47.884 t são admitidos de transporte hidro-rodoviário, sendo cerca de 150 km rodoviário até o porto de Santos e 8475 km hidroviários de Santos a Manaus.

Resumindo tem-se:

$95.778 \times 172 + 47.884 \times 4100 + 47.884 \times 150 = 219.980.816$ t.km de transporte rodoviário;

$47.884 \times 6475 = 310.048.800$ t. km

de transporte hidroviário;

$9,6 \times 4000 = 38.400$ t. km

de transporte aéreo.

O transporte rodoviário rende 30 t.km/l de óleo diesel, ou sejam 300 kcal/(t.km).

O transporte hidroviário rende 875 t.km/l de óleo diesel, ou sejam 10,3 kcal/(l.km).

O transporte aéreo consome cerca de 9,209 kg de querosene por t.km. ou sejam 2958 kcal/(t.km).

Se a geração de eletricidade para o canteiro for termelétrica a diesel, devem ser acrescentadas 19.045 t de diesel ao transporte, 172 km rodoviários(3.275.740 t.km) e 6475 km hidroviários (123.316.370 t. km).

Paulo
10/2/70