

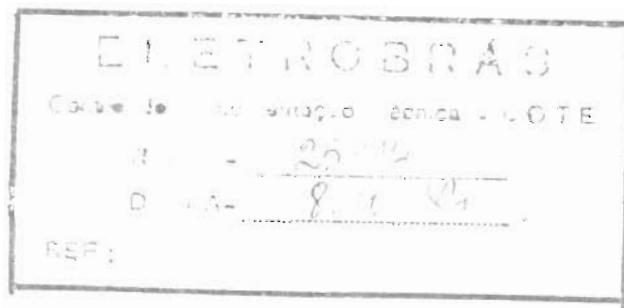
PRESIDÊNCIA

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO
DIVISÃO DE ESTUDOS DE RECURSOS ENERGÉTICOS

- UHE BALBINA -
ESTUDO ECONÔMICO DA DATA DE ENTRADA
EM OPERAÇÃO E DO RÍTMO DE MOTORIZAÇÃO

PPN - 04/78

MAIO DE 1978



ELETROBRAS - COMITÊ DE PLANEJAMENTO

PPN/04/78 de Junho de 1978

Assistente do Presidente

PPN/PPN-04/78

01

ARA SR. Presidente

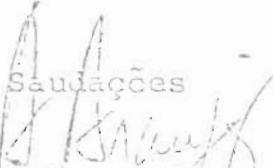
Assistente do Presidente

REFERENCIA: UHE BALBINA - Estudo Econômico da Data de Entrada em Operação e do Rítmo da Motorização - PPN-04/78 - maio/78

Antecipando-se a possíveis solicitações de justificativa econômica da época da entrada em operação da UHE BALBINA apresentamos em anexo o relatório PPN-04/78 intitulado UHE BALBINA - Estudo Econômico da Data de Entrada em Operação e do Rítmo de Motorização.

O presente relatório conclui que, sob o ponto de vista econômico, a UHE Balbina deve entrar em funcionamento o mais rápido possível e que as suas cinco unidades devem entrar em funcionamento sequencialmente.

O presente relatório foi feito pelo Departamento de Planejamento Energético.

Saudações


Armando Ribeiro de Araújo
Assistente do Presidente

c.c.: DT/DO/DF/DA/PPN/PPF/CDT

ARA/exs

- UHE BALBINA -

ESTUDO ECONÔMICO DA DATA DE ENTRADA
EM OPERAÇÃO E DO RÍTMO DE MOTORIZAÇÃO

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO
2. ALTERNATIVAS ESTUDADAS
3. RESULTADOS E CONCLUSÕES
 - 3.1 - Data de entrada em operação
 - 3.2 - Rítm o de Motorização
4. HIPÓTESES E DADOS BÁSICOS
 - 4.1 - Mercado de Manaus
 - 4.2 - Critérios de Disponibilidade de Unidades Térmicas
 - 4.3 - Parque Térmico Existente em Manaus em 1983
 - 4.4 - Custos de Unidades Térmicas
 - 4.5 - A UHE Balbina
 - 4.6 - Vida Ótil dos Investimentos
 - 4.7 - Taxa de Juros
 - 4.8 - Horizonte de Planejamento
5. METODOLOGIA
6. CÁLCULOS
7. REFERÊNCIAS

I. INTRODUÇÃO

Apresenta-se neste relatório um estudo econômico de várias alternativas para suprimento ao mercado energético de Manaus envolvendo possíveis datas de entrada em operação da UHE Balbina e diferentes ritmos para motorização desta usina.

Este relatório tem como objetivos determinar a data de entrada em operação da UHE Balbina e o ritmo de motorização desta usina de modo a garantir o suprimento ao mercado energético de Manaus da maneira mais econômica.

2. ALTERNATIVAS ESTUDADAS

Foram consideradas duas alternativas para o ritmo de motorização da UHE Balbina:

A. Motorização em uma etapa:

De acordo com a alternativa de motorização em uma etapa, considera-se que a UHE Balbina entra em operação com duas unidades instaladas sendo que as três unidades restantes são adicionadas a cada quatro meses a partir da data da entrada em operação. Neste caso foram estudadas quatro alternativas de possíveis datas de entrada em operação da UHE Balbina, estando os respectivos cronogramas de motorização apresentados no Quadro 2-1.

A medida em que se atrasa a entrada em operação da UHE Balbina aumenta a necessidade de adição de turbinas a gás ao parque térmico de Manaus para complementação de ponta até a entrada de Balbina. As potências dessas turbinas a gás, para cada alternativa estudada neste caso, estão apresentadas no Quadro 2-2.

B. Motorização em duas etapas:

De acordo com a alternativa de motorização em duas etapas, considera-se que a UHE Balbina entra em operação com duas unidades instaladas, a terceira unidade é instalada quatro meses após a data de entrada em operação dessa usina, e a quarta e quinta unidades são instaladas em setembro de 1988 e janeiro de 1989, respectivamente. Neste caso foram estudadas três alternativas de possíveis datas de entrada em operação da UHE Balbina, estando os respectivos cronogramas de motorização apresentados no Quadro 2-3.

As potências das turbinas a gás necessárias para complementação de ponta até a entrada em operação da UHE Balbina, para cada alternativa estudada neste caso, estão apresentadas no Quadro 2-4.

Considerou-se, para todas as alternativas estudadas, que a UHE Balbina irá operar com complementação do parque térmico existente em Manaus em 1983.

As disponibilidades desse parque térmico são suficientes para suprir o mercado de Manaus - energia e ponta - até 1983, inclusive. Caso a entrada em operação da UHE Balbina seja adiada para 1984 ou mais tarde, serão necessárias novas turbinas a gás, além daquelas já existentes em 1983, para complementação de ponta além de 1983 até a entrada em operação da UHE Balbina.

Para todas as alternativas em que são necessárias turbinas a gás, além daquelas componentes do parque térmico existente em Manaus em 1983, para complementação de ponta até a entrada em operação da UHE Balbina considerou-se, para efeito de comparação econômica, que essas turbinas a gás serão instaladas em janeiro de 1984 e serão desativadas quando da entrada em operação da UHE Balbina.

Para todas as alternativas estudadas assumiu-se que a UHE Balbina entra em operação com duas unidades instaladas, devido a eventuais problemas na energização da linha de transmissão com apenas uma unidade em operação. Isto se baseou em resultados de estudos preliminares, estando portanto o cronograma de motorização de Balbina sujeito a eventuais alterações.

QUADRO 2-1

CRONOGRAMA DE MOTORIZAÇÃO DA UHE BALBINA PARA AS POSSÍVEIS DATAS DE ENTRADA EM OPERAÇÃO (MOTORIZAÇÃO DA UHE BALBINA EM UMA ÚNICA ETAPA)

UNIDADES	ALTERNATIVA DE ENTRADA EM OPERAÇÃO			
	A-1	A-2	A-3	A-4
1/5 e 2/5	set/83	set/84	set/85	set/86
3/5	jan/84	jan/85	jan/86	jan/87
4/5	mai/84	mai/85	mai/86	mai/87
5/5	set/84	set/85	set/86	set/87

QUADRO 2-2

POTÊNCIA DAS TURBINAS A GÁS NECESSÁRIA PARA COMPLEMENTAÇÃO DE PONTA ATÉ A ENTRADA EM OPERAÇÃO DA UHE BALBINA PARA AS POSSÍVEIS DATAS DE ENTRADA EM OPERAÇÃO (MOTORIZAÇÃO DE BALBINA EM UMA ÚNICA ETAPA)

ALTERNATIVA	DATA DA ENTRADA EM OPERAÇÃO DA UHE BALBINA	POTÊNCIA DAS TURBINAS A GÁS PARA COMPLEMENTAÇÃO DE PONTA - (MW)
A-1	set/83	-
A-2	set/84	11,8
A-3	set/85	26,6
A-4	set/86	42,5

QUADRO 2-3

CRONOGRAMA DE MOTORIZAÇÃO DA UHE BALBINA PARA AS POSSÍVEIS DATAS DE ENTRADA EM OPERAÇÃO (MOTORIZAÇÃO EM DUAS ETAPAS).

UNIDADE	ALTERNATIVA DE ENTRADA EM OPERAÇÃO		
	B-1	B-2	B-3
1/5 e 2/5	set/83	set/84	set/85
3/5	jan/84	jan/85	jan/86
4/5	set/88	set/88	set/88
5/5	jan/89	jan/89	jan/89

QUADRO 2-4

POTÊNCIA DAS TURBINAS A GÁS NECESSÁRIA PARA COMPLEMENTAÇÃO DE PONTA ATÉ A ENTRADA EM OPERAÇÃO DA UHE BALBINA PARA AS POSSÍVEIS DATAS DE ENTRADA EM OPERAÇÃO (MOTORIZAÇÃO EM DUAS ETAPAS).

ALTERNATIVA	DATA DA ENTRADA EM OPERAÇÃO DA UHE BALBINA	POTÊNCIA DAS TURBINAS A GÁS PARA COMPLEMENTAÇÃO DE PONTA - (MW)
B-1	set/83	-
B-2	set/84	11,8
B-3	set/85	26,6

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

3.1 - Data de Entrada em Operação

Apresenta-se no Quadro 3.1-1 o valor atual dos custos das alternativas de suprimento ao mercado energético de Manaus estudadas para diversas datas de entrada em operação da UHE Balbina, para as duas alternativas de ritmo de motorização consideradas. O Quadro 3.1-1-a apresenta os resultados para a alternativa de motorização em uma única etapa e no Quadro 3.1-1-b encontram-se os resultados para a alternativa de motorização em duas etapas. Esses resultados estão apresentados, em forma de gráfico, nas Figuras 3.1-1 e 3.1-2, respectivamente.

Observa-se que, tanto para a alternativa de motorização de Balbina em uma única etapa como para a alternativa de motorização em duas etapas, o adiamento da entrada em operação da UHE Balbina acarreta um aumento do custo total de suprimento ao mercado de Manaus. Conclui-se portanto que, do ponto de vista econômico, a UHE Balbina deve entrar em operação na data mais cedo possível.

O aumento do custo total de suprimento ao mercado de Manaus, decorrente do atraso na entrada em operação da UHE Balbina, deve-se exclusivamente ao aumento da geração térmica necessário até a entrada de Balbina e, consequentemente, ao aumento do consumo de óleo combustível e óleo diesel.

Adotou-se neste estudo preços do óleo combustível e do óleo diesel a níveis de 1977. Considerando-se que a maior parte do petróleo utilizado é importada e tendo em vista que seus preços apresentam uma tendência de aumentos reais, isto é, superiores à inflação, a antecipação da data de entrada em operação da UHE Balbina se torna economicamente mais atrativa.

QUADRO 5.1-1

CUSTOS DAS ALTERNATIVAS DE SUPRIMENTO AO MERCADO DE MANAUS ESTIMADAS PARA DIVERSAS DATAS DE ENTRADA EM OPERAÇÃO DA UHE BALBINA

a) Motorização em uma única etapa

ALTERNATIVA	DATA DE ENTRADA EM OPERAÇÃO	VALOR ATUAL DOS CUSTOS (10 ⁶ Cr\$)			ÍNDICE DE COMPARAÇÃO
		INVESTIMENTO	GERAÇÃO	TOTAL	
A-1	set/83	4.458,58	2.448,44	6.907,02	100,00
A-2	set/84	4.054,12	3.055,18	7.109,30	102,93
A-3	set/85	3.687,80	3.682,08	7.369,88	106,70
A-4	set/86	3.367,30	4.317,90	7.685,20	111,27

b) Motorização em duas etapas

ALTERNATIVA	DATA DE ENTRADA EM OPERAÇÃO	VALOR ATUAL DOS CUSTOS (10 ⁶ Cr\$)			ÍNDICE DE COMPARAÇÃO
		INVESTIMENTO	GERAÇÃO	TOTAL	
B-1	set/83	4.367,47	2.505,23	6.872,70	100,00
B-2	set/84	3.969,71	3.100,26	7.069,97	102,87
B-3	set/85	3.649,49	3.699,26	7.348,75	106,93

OBS: 1 - O valor atual dos custos, em janeiro de 1983, foi calculado a uma taxa de juros de 10% a.a.

2 - Os custos são referidos a junho de 1976.

3 - Os custos das alternativas B não incluem os custos da segunda mobilização de empreiteiro para a instalação das unidades restantes de Balbina (unidades 4 e 5).

FIGURA 3.1-1

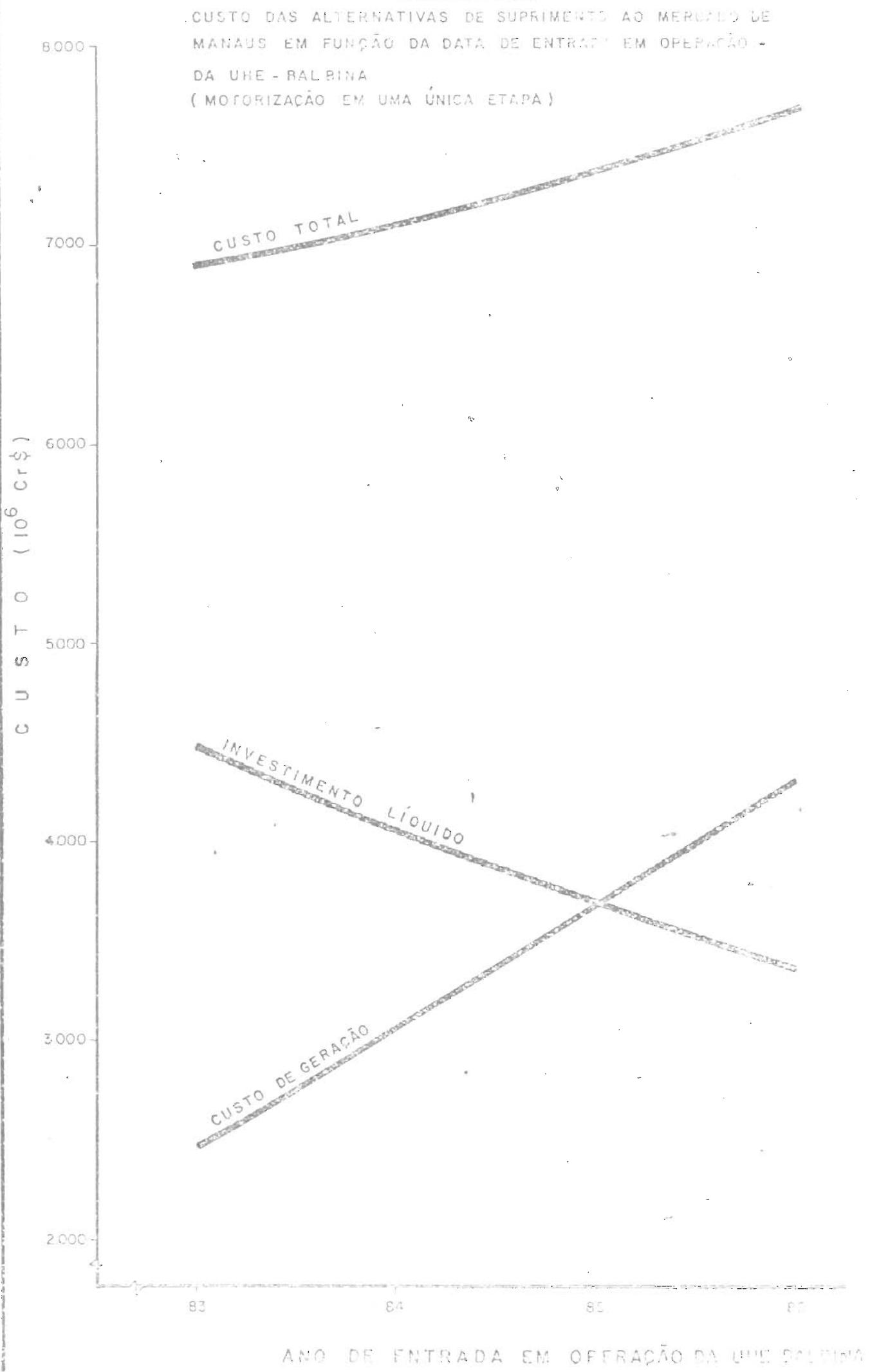
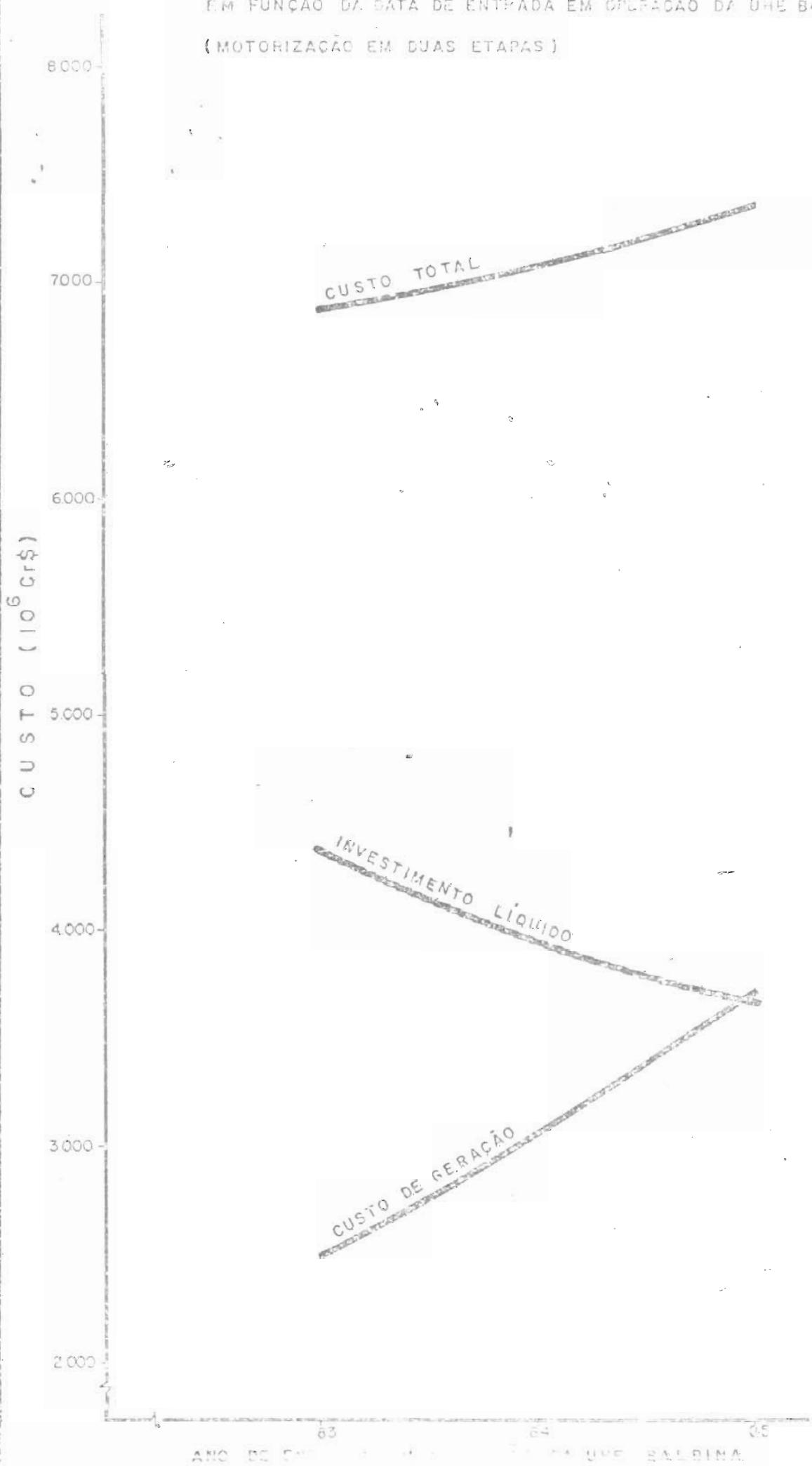


FIGURA 3-1-2

CUSTO DAS ALTERNATIVAS DE SUPRIMENTO AO MERCADO DE MITAUS
EM FUNÇÃO DA DATA DE ENTRADA EM OPERAÇÃO DA UHE BALBIÑA

(MOTORIZAÇÃO EM DUAS ETAPAS)



3.2 - Ritmo de Motorização

Apresenta-se no Quadro 3.2-1 uma comparação econômica entre as alternativas de motorização da UHE Balbina em uma ou em duas etapas, para diversas datas de entrada em operação. Observa-se que o adiamento da entrada em operação das duas últimas unidades da UHE Balbina acarreta uma economia da ordem de 0,5% do custo total, o que não é compensador diante das dificuldades para adição posterior das duas últimas unidades de Balbina.

É importante acrescentar que nessa comparação não se considerou nos custos da instalação das unidades 4 e 5 das hipóteses B os custos de mobilização adicionais do empreiteiro. Como já se terão passados 3 anos do fim das instalações das 3 primeiras unidades esses custos de mobilização poderão ser bastante superiores à diferença entre as duas alternativas aqui mostradas, o que poderá, inclusive, inverter a posição relativa na comparação econômica.

Recomenda-se, portanto, que Balbina seja motorizada em uma única etapa, isto é, uma unidade a cada quatro meses a partir da data de entrada em operação da usina.

Deve-se lembrar que, para todas as alternativas estudadas, considerou-se que a UHE Balbina entra em operação com as duas primeiras unidades instaladas. Isto se deve a eventuais problemas de energização da linha de transmissão com apenas uma unidade em operação. Essa premissa foi adotada com base em resultados de estudos preliminares, podendo o cronograma de motorização vir a ser alterado, o que, no entanto, não invalida as conclusões deste relatório.

2.1

QUADRO 3.2-1

COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS DE SUPRIMENTO AO MERCADO DE MANAUS ESTUDADAS PARA O RITMO DE MOTORIZAÇÃO DA UHE BALBINA.

a) Balbina entrando em operação em set/83

ALTERNATIVA	RITMO DE MOTORIZAÇÃO	VALOR ATUAL DO CUSTO TOTAL (10^6 Cr\$)	ÍNDICE DE COMPARAÇÃO
A-1	Em uma única etapa	6.907,02	100,50
B-1	Em duas etapas	6.872,70	100,00

b) Balbina entrando em operação em set/84

ALTERNATIVA	RITMO DE MOTORIZAÇÃO	VALOR ATUAL DO CUSTO TOTAL (10^6 Cr\$)	ÍNDICE DE COMPARAÇÃO
A-2	Em uma única etapa	7.109,30	100,56
B-2	Em duas etapas	7.069,97	100,00

c) Balbina entrando em operação em set/85

ALTERNATIVA	RITMO DE MOTORIZAÇÃO	VALOR ATUAL DO CUSTO TOTAL (10^6 Cr\$)	ÍNDICE DE COMPARAÇÃO
A-3	Em uma única etapa	7.369,88	100,29
B-3	Em duas etapas	7.348,75	100,00

4. HIPÓTESES E DADOS BÁSICOS

4.1 - Mercado de Manaus

As estimativas do mercado de Manaus - energia e ponta - para o período 1983-1994 estão apresentadas no Quadro 4.1-1.

Apresenta-se no Quadro 4.1-2 uma estimativa dos fatores de sazonalidade do mercado de Manaus.

Essas estimativas foram elaboradas pela Divisão de Estudos de Mercado da ELETRONORTE.

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 quatro horas diárias de operação a plena capacidade.

4.3 - Parque Térmico Existente em Manaus em 1983.

As unidades previstas para o parque térmico de Manaus para 1983 estão apresentadas no Quadro 4.3-1.

Maiores considerações sobre o parque térmico de Manaus estão apresentadas no relatório PPN-03/78 [1] do Departamento de Planejamento Energético da ELETRONORTE.

QUADRO 4.1-1

ESTIMATIVA DO MERCADO DE MANAUS PARA O
PERÍODO 1983 - 1994

ANO	ENERGIA (MW med)	PONTA (MW)
1983	107	186
1984	116	202
1985	125	217
1986	134	231
1987	144	250
1988	154	267
1989	164	284
1990	174	301
1991	185	318
1992	196	336
1993	206	354
1994	216	373

QUADRO 4.1-2

ESTIMATIVA DOS FATORES DE SAZONALIDADE
DO MERCADO DE MANAUS

MÊS	FATOR DE SAZONALIDADE (P.U.)	
	ENERGIA	PONTA
jan	0,97	0,94
fev	0,97	0,95
mar	0,98	0,95
abr	0,98	0,96
mai	0,99	0,97
jun	1,00	0,98
jul	1,00	0,98
ago	1,00	0,99
set	1,01	1,00
out	1,02	1,00
nov	1,02	1,00
dez	1,03	1,00

QUADRO 4.2-1CRITÉRIOS DE DISPONIBILIDADE DE
UNIDADES TÉRMICAS

UNIDADE	DISPONIBILIDADE (% DA CAPACIDADE NOMINAL)	
	ENERGIA	PONTA
Vapor	85	95
Gás	75	100

QUADRO 4.3-1

PARQUE TÉRMICO DE MANAUS EM 1983

UNIDADE	CAPACIDADE NOMINAL (MW)	DISPONIBILIDADE	
		ENERGIA (MW med)	PONTA (MW)
UTM- I UNID. 1,2 e 3 (3x7,5 MW)	22,50	19,1	21,4
UTM- I UNID. 4 (1x9,375 MW)	9,375	8,0	8,9
UTM-II UNID. 1 e 2 (2x18,61 MW)	37,22	31,6	35,4
UTM-II UNID. 3 e 4 (2x50 MW)	100,00	85,0	95,0
Gás (3x25 MW)	75,0	56,3	75,0

4.4 - Custos de Unidades Térmicas

- Unidades a Vapor

Investimento	6.355,33 Cr\$/kW
Geração	
• Óleo Combustível	334,96 Cr\$/MWh
• Operação & Manutenção	<u>22,42 Cr\$/MWh</u>
Custo Operacional	357,38 Cr\$/MWh

- Turbinas a Gás

Investimento	1.411,74 Cr\$/kW
Geração	
• Óleo Diesel	777,60 Cr\$/MWh
• Operação & Manutenção	<u>38,99 Cr\$/MWh</u>
Custo Operacional	816,59 Cr\$/MWh

Para maiores detalhes sobre custos de unidades térmicas ver relatório PPN-03/78 [1] do Departamento de Planejamento Energético da ELETRONORTE.

Esses custos se referem a junho de 1976.

4.5 - A UHE Balbina

A UHE Balbina será motorizada com cinco turbinas Kaplan cujas características básicas são as seguintes:

- Queda Nominal	22,1 m
- Engulimento para Queda Nominal	268,9 m ³ /s
- Potência para Queda Nominal	50 MW

Cada gerador tem capacidade nominal de 50 MW.

As características básicas do reservatório são as seguintes:

- Nível d'Água

• Máximo Normal	49,5 m
• Médio	47,2 m
• Mínimo	43,5 m

- Volume

• Máximo	$9.817 \times 10^6 \text{m}^3$
• Médio	$7.370 \times 10^6 \text{m}^3$
• Mínimo	$4.249 \times 10^6 \text{m}^3$
• Útil	$5.568 \times 10^6 \text{m}^3$

- Área

• Máxima	1.159 Km ²
• Média	941 Km ²
• Mínima	648 Km ²

Adotou-se o nível médio do canal de fuga na cota 24,4 m

Os investimentos em Balbina, para cada uma das alternativas de ritmo de motorização consideradas, são os seguintes:

- Motorização em uma etapa

O investimento total é de Cr\$ $4.755.822 \times 10^3$, incluindo juros durante a construção. Considerou-se neste estudo este investimento alocado à data de entrada em operação da usina.

- Motorização em duas etapas

O investimento correspondente à primeira etapa - construção da barragem e instalação das três primeiras unidades - é de Cr\$ $4.500.052 \times 10^3$. Considerou-se este investi-

mento alocado à data de entrada em operação da usina.

O investimento correspondente à segunda etapa - instalação da quarta e quinta unidades - é de Cr\$ 255.790 x $\times 10^3$. Considerou-se este investimento alocado à data de entrada em operação da quarta unidade.

Esses investimentos incluem juros durante a construção.

Os investimentos em Balbina, estimados pelos Consultores [2] para fins de comparação das alternativas, se referem a junho de 1976.

O custo operacional de Balbina, estimado pelo Departamento de Planejamento Energético da ELETRO NORTE, é de $10,33 \times 10^6$ Cr\$/ano, referido a junho de 1976.

4.6 - Vida Útil dos Investimentos

Usina Hidroelétrica	50 anos
Unidades a Vapor	25 anos
Turbinas a gás	15 anos

4.7 - Taxas de Juros

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

4.8 - Horizonte de Planejamento

Considerando-se a vida útil da UHE Balbina igual a 50 anos e sendo setembro de 1983 a data mais cedo de entrada em operação desta usina quando iniciado este estudo, adotou-se como horizonte de planejamento o período jan/1983 - dez/2033.

A partir de 1995 até 2033 considerou-se o mercado - energia e ponta - constante nos níveis de 1994.

5. METODOLOGIA

A comparação econômica entre as alternativas estudadas para suprimento ao mercado energético de Manaus foi feita utilizando-se o Método do Valor Atual (ver Fleischer [3]).

A geração térmica - unidades a vapor e turbinas a gás - para cada ano, de janeiro de 1983 até a entrada em operação da UHE Balbina, para as diversas alternativas estudadas, foi calculada através de um simples balanço energético (energia e ponta) considerando-se a operação das turbinas a gás exclusivamente em complementação de ponta. Após a entrada em operação da UHE Balbina, para as diversas alternativas estudadas, a geração térmica e a hidráulica, para cada ano, foram obtidas através da simulação da operação do sistema hidrotérmico utilizando-se o MSSE - Modelo de Simulação a Sistema Equivalente, desenvolvido pela ELETROBRAS.

6. CÁLCULOS

Os cálculos, para cada alternativa estudada, estão resumidos em três Quadros apresentados a seguir para cada uma dessas alternativas.

Deve-se ressaltar que o custo anual de geração foi considerado concentrado no meio de cada ano.

Não são feitas maiores considerações sobre os cálculos visto serem os Quadros apresentados a seguir auto-explicativos.

QUADRO 6.1

Alternativa A-1

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/83
 Motorização em uma única etapa

INVESTIMENTO

DATA	UNIDADE	INVESTIMENTO (10 ⁶ CR\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ CR\$)
set/83	UHE BALBINA	4755,82	4458,58
TOTAL			4458,58

Investimento Líquido: Cr\$ 4.458,58 x 10⁶

QUADRO 6.2

Alternativa A-1

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/83

Motorização em uma única etapa

DESPACHO DE GERAÇÃO

ENERGIA (MW med)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	13,96	90,24	2,80
1984	94,68	20,60	0,72
1985	103,10	21,93	0,00
1986	105,77	28,16	0,07
1987	109,47	34,17	0,36
1988	107,18	46,05	0,77
1989	105,80	57,28	0,92
1990	106,52	66,51	0,97
1991	104,70	79,34	0,96
1992	101,45	94,49	0,06
1993	108,44	97,54	0,02
1994	112,59	103,21	0,20
1995 a 2053	112,59	103,21	0,20

PONTA (MW)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	74,00	95,20	16,80
1984	174,80	6,88	4,32
1985	217,50	15,50	0,00
1986	213,20	3,58	0,42
1987	209,50	19,24	2,16
1988	206,50	38,88	4,62
1989	207,50	53,98	5,52
1990	211,20	66,98	5,82
1991	217,40	77,84	5,76
1992	229,00	88,64	0,36
1993	239,30	96,58	0,12
1994	239,90	112,90	1,20
1995 a 2053	239,90	112,90	1,20

QUADRO 6.3

Alternativa A-1

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/83
Motorização em uma única etapa

CUSTOS DE GERAÇÃO

(10⁶ Cr\$)

ANO	CUSTO ANUAL				VALOR ATUAL
	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS	TOTAL	
1983	3,44	290,12	20,02	313,58	298,65
1984	10,33	64,48	5,15	79,96	69,23
1985	10,33	68,64	0,00	78,97	62,15
1986	10,33	88,14	0,50	98,97	70,81
1987	10,33	106,95	2,57	119,85	77,96
1988	10,33	144,14	5,51	159,98	94,60
1989	10,33	179,29	6,58	196,20	105,48
1990	10,33	208,18	6,94	225,45	110,19
1991	10,33	248,33	6,86	265,52	117,97
1992	10,33	295,75	0,43	306,51	123,80
1993	10,33	305,30	0,14	315,77	115,93
1994	10,33	323,05	1,43	334,81	111,76
1995					
a	10,33	323,05	1,43	334,81	1.089,91
2033					
			TOTAL		2.448,44

QUADRO 6.4

Alternativa A-2

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/84

Motorização em uma única etapa

INVESTIMENTOS

DATA	UNIDADE	INVESTIMENTO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
JAN/84	GÁS - 11,80 MW	16,66	15,15
SET/84	UHE BALBINA	4755,82	4053,29
TOTAL			4068,44

VALOR SALVADO

DATA	UNIDADE	IDADE (ANOS)	VALOR SALVADO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
SET/84	GÁS 11,80 MW	0,67	15,92	13,57
DEZ/33	UHE BALBINA	49,00	95,12	0,75
TOTAL			14,32	

INVESTIMENTO LÍQUIDO:

$$(4.068,44 - 14,32) \times 10^6 = \text{Cr\$ } 4.054,12 \times 10^6$$

QUADRO 6.5

Alternativa A-2

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/84

Motorização em uma única etapa

DESPACHO DE GERAÇÃO

ANO	HIDRÁULICA	ENERGIA (MW med)	
		VAPOR	GÁS
1983	-	102,42	4,58
1984	13,90	98,20	3,90
1985	97,86	26,47	0,67
1986	104,89	28,41	0,70
1987	106,54	37,10	0,36
1988	107,18	46,05	0,77
1989	105,80	57,28	0,92
1990	106,52	66,51	0,97
1991	104,70	79,34	0,96
1992	101,42	94,49	0,06
1993	108,44	97,54	0,02
1994	112,59	103,21	0,20
1995 a 2033	112,59	103,21	0,20

PONTA (MW)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	-	158,50	27,50
1984	73,90	104,70	23,40
1985	173,00	39,98	4,02
1986	213,10	13,40	4,20
1987	209,30	38,54	2,16
1988	206,50	55,88	4,62
1989	207,50	70,98	5,52
1990	211,20	66,98	5,82
1991	217,40	77,84	5,76
1992	229,00	88,64	0,36
1993	239,30	96,58	0,12
1994	239,90	112,90	1,20
1995 a 2033	239,90	112,90	1,20

QUADRO 6.6

Alternativa A-2

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/84
Motorização em uma única etapa

CUSTOS DE GERAÇÃO

(10⁶ Cr\$)

ANO	CUSTO ANUAL				VALOR ATUAL
	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS	TOTAL	
1983	-	496,10	196,80	692,90	659,90
1984	3,44	307,37	27,89	338,70	295,25
1985	10,33	82,85	4,79	97,97	77,11
1986	10,33	88,92	0,50	99,75	71,37
1987	10,33	116,12	2,57	129,02	83,92
1988	10,33	144,14	5,51	159,98	94,60
1989	10,33	179,29	6,58	196,20	105,48
1990	10,33	208,18	6,94	225,45	110,19
1991	10,33	248,33	6,86	265,52	117,96
1992	10,33	295,75	0,43	306,51	123,80
1993	10,33	305,30	0,14	315,77	115,93
1994	10,33	323,05	1,43	354,81	111,76
1995					
a	10,33	323,05	1,43	354,81	1.089,91
2033					
				TOTAL	3.055,18

QUADRO 6,7

Alternativa A-3

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/85
 Motorização em uma única etapa

INVESTIMENTOS

DATA	UNIDADE	INVESTIMENTO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
JAN/84	GÁS - 26,60 MW	37,55	34,14
SET/85	UHE BALBINA	4755,82	3684,57
TOTAL			3718,71

VALOR SALVADO

DATA	UNIDADE	IDADE (ANOS)	VALOR SALVADO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
SET/85	GÁS - 26,60 MW	1,67	33,37	29,41
DEZ/33	UHE BALBINA	48,00	190,23	1,50
TOTAL				30,91

INVESTIMENTO LÍQUIDO:

$$(3.718,71 - 30,91) \times 10^6 = \text{Cr\$ } 3.687,80 \times 10^6$$

QUADRO 6.3

Alternativa A-3

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/85

Motorização em uma única etapa

DESPACHO DE GERAÇÃO

ANO	HIDRÁULICA	ENERGIA (MW med)	
		VAPOR	GÁS
1983	-	102,42	4,58
1984	-	109,12	6,88
1985	14,10	105,50	5,40
1986	100,44	32,87	0,69
1987	106,57	37,07	0,36
1988	107,18	46,05	0,77
1989	105,80	57,28	0,92
1990	106,52	66,51	0,97
1991	104,70	79,34	0,96
1992	101,45	94,49	0,06
1993	108,44	97,54	0,02
1994	112,59	103,21	0,20
1995 a 2033	112,59	103,21	0,20

PONTA (MW)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	-	158,50	27,50
1984	-	160,70	41,30
1985	74,00	110,60	32,40
1986	171,20	55,36	4,14
1987	209,30	38,54	2,16
1988	206,50	55,88	4,62
1989	207,50	70,98	5,52
1990	211,20	66,98	5,82
1991	217,40	77,84	5,76
1992	229,00	88,64	0,36
1993	239,30	96,58	0,12
1994	239,90	112,90	1,20
1995 a 2033	239,90	112,90	1,20

QUADRO 6.9

Alternativa A-3

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/85

CUSTOS DE GERAÇÃO

ANO	CUSTO ANUAL				VALOR ATUAL
	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS	TOTAL	
1983	-	496,10	196,80	692,90	659,90
1984	-	502,99	295,29	798,28	691,16
1985	3,44	330,22	38,61	372,27	292,99
1986	10,33	102,88	4,93	118,14	84,53
1987	10,33	116,03	2,57	128,93	83,87
1988	10,33	144,14	5,51	159,98	94,60
1989	10,33	179,29	6,58	196,20	105,48
1990	10,33	208,18	6,94	225,45	110,19
1991	10,33	248,33	6,86	265,52	117,96
1992	10,33	295,75	0,43	306,51	123,80
1993	10,33	305,30	0,14	315,77	115,93
1994	10,33	323,03	1,43	334,81	111,76
1995					
a	10,33	323,03	1,43	334,81	1.089,91
2033					
				TOTAL	3.682,08

quadro 6.10

Alternativa A-4

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/86
Motorização em uma única etapa

INVESTIMENTOS

DATA	UNIDADE	INVESTIMENTO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁵ Cr\$)
JAN/84	GÁS - 42,5 MW	60,00	54,55
SET/86	UHE BALBINA	4755,82	3349,73
TOTAL			3404,28

VALOR SALVADO

DATA	UNIDADE	IDADE	VALOR SALVADO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
SET/86	GÁS - 42,5 MW	2,67	49,32	34,73
DEZ/33	UHE BALBINA	47,00	285,35	2,25
TOTAL				36,98

INVESTIMENTO LÍQUIDO:

$$(3.404,28 - 36,98) \times 10^6 = \text{Cr\$ } 3.367,30 \times 10^6$$

QUADRO 6.11

Alternativa A-4

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/86

Motorização em uma única etapa

DESPACHO DE GERAÇÃO

ENERGIA (MW med)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	-	102,42	4,58
1984	-	109,12	6,88
1985	-	115,62	9,38
1986	14,90	112,00	7,10
1987	102,90	40,09	1,01
1988	107,24	45,98	0,78
1989	105,80	57,28	0,92
1990	106,52	66,51	0,97
1991	104,70	79,34	0,96
1992	101,42	94,49	0,06
1993	108,44	97,54	0,02
1994	112,59	103,21	0,20
1995			
^a 2033	112,59	103,21	0,20

PONTA (MW)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	-	158,50	27,50
1984	-	160,70	41,30
1985	-	160,70	56,30
1986	74,00	114,10	42,60
1987	169,80	74,14	6,06
1988	206,50	55,82	4,68
1989	207,50	70,98	5,52
1990	211,20	66,98	5,82
1991	217,40	77,84	5,76
1992	229,00	88,64	0,36
1993	239,50	96,58	0,12
1994	239,90	112,90	1,20
1995			
^a 2033	239,90	112,90	1,20

QUADRO 6.12

Alternativa A-4

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/86
Motorização em uma única etapa

CUSTOS DE GERAÇÃO

(10⁶ Cr\$)

ANO	CUSTO ANUAL				VA ATU
	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS	TOTAL	
1983	-	496,10	196,80	692,90	659
1984	-	502,99	295,29	798,28	691
1985	-	502,99	402,54	904,88	712
1986	3,44	350,56	50,77	408,21	292
1987	10,33	125,48	7,22	143,03	93
1988	10,33	143,92	5,58	159,53	94
1989	10,33	17,29	6,58	196,20	105
1990	10,33	208,18	6,94	225,45	110
1991	10,33	248,33	6,86	265,52	117
1992	10,33	295,75	0,43	306,51	125
1993	10,33	305,30	0,14	315,77	115
1994	10,33	323,05	1,43	334,81	111
1995	a				
2035	10,33	323,05	1,43	334,81	1.089,9
				TOTAL	4.317,9

QUADRO 6.13

Alternativa B-1

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/83
 Motorização em duas etapas

INVESTIMENTOS

DATA	UNIDADE	INVESTIMENTO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
SET/83	UHE BALBINA UN. 1,2 e 3	4.500,03	4.217,78
SET/88	UHE BALBINA UN. 4 e 5	255,79	143,89
TOTAL			4.367,67

VALOR SALVADO

DATA	UNIDADE	IDADE (ANOS)	VALOR SALVADO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
DEZ/83	UHE BALBINA UNIDADE 4 e 5	45,00	25,58	0,20
TOTAL				0,20

INVESTIMENTO LÍQUIDO:

$$(4.367,67 - 0,20) \times 10^6 = \text{Cr\$ } 4.367,47 \times 10^6$$

QUADRO 6.11

Alternativa B-1

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/83

Motorização em duas etapas

DESPACHO DE GERAÇÃO

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	ENERGIA (MW med)
1983	13,96	90,24	2,80
1984	92,73	19,72	5,55
1985	98,99	21,82	4,19
1986	98,74	35,26	0,00
1987	107,37	36,63	0,00
1988	105,54	48,03	0,43
1989	106,94	56,13	0,93
1990	106,52	66,51	0,97
1991	104,70	79,34	0,96
1992	101,45	94,49	0,06
1993	108,44	97,54	0,02
1994	112,59	103,21	0,20
1995 a 2033	112,59	103,21	0,20

PONTA (MW)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	74,00	95,20	16,80
1984	130,50	50,20	21,30
1985	133,00	58,86	25,14
1986	132,40	98,50	0,00
1987	131,50	118,50	0,00
1988	143,80	120,62	2,58
1989	207,70	70,72	5,58
1990	211,20	66,98	5,82
1991	217,40	77,64	5,76
1992	229,00	88,64	0,36
1993	239,30	96,58	0,12
1994	239,90	112,90	1,20
1995 a 2033	239,90	112,90	1,20

QUADRO 6.15

Alternativa B-1

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/83

Motorização em duas etapas

CUSTOS DE GERAÇÃO

ANO	CUSTO ANUAL				VALOR ATUAL
	HIDRAULICA	VAPOR	GAS	TOTAL	
1983	3,44	290,12	20,02	313,58	298,65
1984	10,33	61,52	25,56	97,41	84,34
1985	10,33	68,07	30,18	108,80	85,63
1986	10,33	110,01	0,00	120,34	86,11
1987	10,33	114,30	0,00	124,63	81,07
1988	10,33	149,86	3,12	163,31	96,57
1989	10,33	175,11	6,72	192,16	103,31
1990	10,33	208,18	6,94	225,45	110,19
1991	10,33	248,33	6,86	265,52	117,96
1992	10,33	295,75	0,43	306,51	123,80
1993	10,33	305,30	0,14	315,77	115,93
1994	10,33	323,05	1,43	334,81	111,76
1995					
a	10,33	323,05	1,43	334,81	1.089,91
2033					
				TOTAL	2.505,23

QUADRO 6.16

Alternativa B-2

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/84

Motorização em duas etapas

INVESTIMENTOS

DATA	UNIDADE	INVESTIMENTO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
JAN/84	GÁS - 11,8 MW	16,66	15,15
SET/84	UHE BALBINA UNID. 1,2 e 3	4500,03	3835,29
SET/88	UHE BALBINA UNID. 4 e 5	255,79	148,89
TOTAL			3984,18

VALOR SALVADO

DATA	UNIDADE	IDADE	VALOR SALVADO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
SET/84	GÁS - 11,8 MW	0,67	15,91	13,56
DEZ/33	UHE BALBINA UNID. 1,2 e 3	49,00	90,00	0,71
DEZ/33	UHE BALBINA UNID. 4 e 5	45,00	25,58	0,20
TOTAL				14,47

INVESTIMENTO LÍQUIDO:

$$(3.984,18 - 14,47) \times 10^6 = \text{Cr\$ } 3.969,71 \times 10^6$$

QUADRO 6.17

Alternativa B-2

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/84

Motorização em duas etapas

DESPACHO DE GERAÇÃO

ENERGIA (MW med)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	-	102,42	4,58
1984	13,90	98,20	3,90
1985	93,80	27,68	3,52
1986	98,62	35,38	0,00
1987	102,03	41,97	0,00
1988	105,54	48,03	0,43
1989	106,95	56,12	0,93
1990	106,53	66,50	0,97
1991	104,70	79,34	0,96
1992	101,45	94,49	0,06
1993	108,44	97,54	0,02
1994	112,59	103,21	0,20
1995 a 2033	112,59	103,21	0,20

PONTA (MW)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	-	158,50	27,50
1984	73,90	104,70	23,40
1985	130,00	65,88	21,12
1986	132,20	98,50	0,00
1987	131,50	118,50	0,00
1988	143,80	120,62	2,58
1989	207,70	70,72	5,58
1990	211,20	66,98	5,82
1991	217,40	77,64	5,76
1992	229,00	88,64	0,36
1993	239,30	96,58	0,12
1994	239,90	112,90	1,20
1995 a 2033	239,90	112,90	1,20

QUADRO 6.18

Alternativa B-2

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/84
Motorização em duas etapas

CUSTOS DE GERAÇÃO

(10⁶ Cr\$)

ANO	CUSTO ANUAL				VALOR ATUAL
	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS	TOTAL	
1983	-	496,10	196,80	692,90	659,90
1984	3,44	307,37	27,89	345,59	299,21
1985	10,33	83,25	25,32	118,70	93,42
1986	10,33	110,40	0,00	120,73	86,39
1987	10,33	130,96	0,00	141,29	91,91
1988	10,33	149,36	3,12	163,51	96,57
1989	10,33	175,11	6,72	192,16	103,31
1990	10,33	208,18	6,94	225,45	110,19
1991	10,33	248,33	6,86	265,52	117,96
1992	10,33	295,75	0,43	306,51	123,80
1993	10,33	305,30	0,14	315,77	115,93
1994	10,33	323,03	1,43	334,81	111,76
1995					
a	10,33	323,03	1,43	334,81	1.089,91
2033					
				TOTAL	3.100,26

QUADRO 6.19

Alternativa B-3

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/85
Motorização em duas etapas

INVESTIMENTOS

DATA	UNIDADE	INVESTIMENTO (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
JAN/84	GÁS - 26,60 MW	37,55	34,14
SET/85	UHE BALBINA - UNID. 1,2 e 3	4500,03	3486,40
SET/88	UHE BALBINA - UNID. 4 e 5	255,79	148,89
TOTAL			3669,43

VALOR SALVADO

DATA	UNIDADE	IDADE	VALOR (10 ⁶ Cr\$)	VALOR ATUAL (10 ⁶ Cr\$)
SET/85	GÁS - 26,60 MW	1,67	23,64	18,32
DEZ/33	UHE BALBINA UNID.1,2 e 3	48,00	180,00	1,42
DEZ/33	UHE BALBINA UNID. 4 e 5	45,00	25,58	0,20
TOTAL				19,94

INVESTIMENTO LÍQUIDO:

$$(3.669,43 - 19,94) \times 10^6 = \text{Cr\$ } 3.649,49 \times 10^6$$

QUADRO 6.20

Alternativa B-3

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/85
Motorização em duas etapas

DESPACHO DE GERAÇÃO

ANO	HIDRÁULICA	ENERGIA (MW med)	
		VAPOR	GÁS
1983	-	102,42	4,58
1984	-	109,12	6,83
1985	14,10	105,50	5,40
1986	95,28	38,72	0,00
1987	101,81	42,19	0,00
1988	105,54	48,03	0,43
1989	106,94	56,13	0,93
1990	106,52	66,51	0,97
1991	104,70	79,34	0,96
1992	101,42	94,49	0,06
1993	108,44	97,54	0,02
1994	112,59	103,21	0,20
1995 a			
2033	112,59	103,21	0,20

PONTA (MW)

ANO	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS
1983	-	158,50	27,50
1984	-	160,70	41,30
1985	86,40	98,20	32,40
1986	129,60	101,10	0,00
1987	131,30	118,70	0,00
1988	143,80	120,62	2,58
1989	207,70	70,72	5,58
1990	211,20	66,98	5,82
1991	217,40	77,64	5,76
1992	229,00	88,64	0,36
1993	239,30	96,58	0,12
1994	239,90	112,90	1,20
1995 a	239,90	112,90	1,20
2033			

QUADRO 5.21

Alternativa B-3

Data de entrada em operação da UHE Balbina: set/85
 Motorização em duas etapas

CUSTOS DE GERAÇÃO

(10⁶ Cr\$)

ANO	CUSTO ANUAL				VALOR ATUAL
	HIDRÁULICA	VAPOR	GÁS	TOTAL	
1983	-	496,10	196,80	692,90	659,90
1984	-	502,99	295,29	798,28	691,16
1985	3,44	330,22	38,61	372,27	292,99
1986	10,33	120,82	0,00	131,15	93,83
1987	10,33	131,64	0,00	141,97	92,55
1988	10,33	149,86	3,12	163,31	96,57
1989	10,33	175,11	6,72	192,16	103,31
1990	10,33	208,18	6,94	225,45	110,19
1991	10,33	248,33	6,86	265,52	117,96
1992	10,33	295,75	0,43	306,51	123,80
1993	10,33	305,30	0,14	315,77	115,93
1994	10,33	323,05	1,43	334,81	111,76
1995					
a	10,33	323,05 ³	1,43	334,81	1.089,91
2033					
				TOTAL	3.699,66

7. REFERÊNCIAS

1. ELETRONORTE. Departamento de Planejamento Energético. Di
visão de Estudos de Recursos Energéticos. UHE Balbina
- Estudo de Viabilidade Econômica. Brasília, abril/78,
1 v (PPN - 03/78).
2. MONASA ENGE - RIO. ELETRONORTE. Relatório Final do Grupo
de Trabalho Balbina. (a ser publicado).
3. FLEISCHER, G.A. Teoria da Aplicação do Capital - um Estu
do das Decisões de Investimento. Editora Edgard Blü-
cher Ltda. São Paulo, 1975.