Acervo ISA

CEDI - P. I. B.
DATA 05/09/88
COD. 25D00081

Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.- ELETRONORTE

UHE KARARAÔ

ESTUDOS DE VIABILIDADE

PANORAMA ATUAL

BRASILIA, MARÇO 1988

CNEC Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A.

Av. Alfredo Egydio de Souza Aranha 100 CEP 04726 CP 30083 Fone (011) 5242233 PABX Telex (011) 22812 São Paulo

PANORAMA ATUAL

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	1
2	ESTUDOS DE INVENTÁRIO	7
3	ESTUDOS DE VIABILIDADE	9
3.1	ESTUDOS PRELIMINARES, LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS	9
3.2	ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DO APROVEITAMENTO	10
3.3	ESTUDOS FINAIS DE ENGENHARIA	17
4	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO APROVEITAMENTO	20
5	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA E DIRETAMENTE AFETADA	21
6	INSERÇÃO REGIONAL DO EMPREENDIMENTO	22
7	ESTUDOS DE INFRA-ESTRUTURA	25
7.1	CANTEIROS DE OBRAS	26
7.2	TRANSPORTE	26
7.3	REQUISITOS DE ENERGIA ELÉTRICA	27
7.4	VILA RESIDENCIAL	29
7.5	ALOJAMENTOS	30
7.6	CIDADES LIVRES	30
8	MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	32
9	FASE ATUAL	38

FICHA RESUMO

Acervo ISA

PANORAMA ATUAL

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Nº DE ORDEM	TÍTULO
1	UHE Kararaô - Localização e Vias de Acesso
2	UHE Kararaô - Esquema Simplificado das Obras
3	UHE Kararaô - Juruá - Canais de Adução - Esquema Simplificado
4	UHE Kararaô - Barragem de Juruá
5	UHE Kararaô - Descarregador de Fundo
6	UHE Kararaô - Obras no Local da Usina - Arranjo Geral
7	UHE Kararaô - Casa de Força
8	UHE Kararaô - Tomada d'Água
9	UHE Kararaô - Cronograma das Obras
10	UHE Kararaô - Cronograma Físico-Financeiro

Acervo ISA

1 APRESENTAÇÃO

As Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - ELETRONORTE, por meio deste Trabalho, propõe-se a divulgar informações sobre os estudos de aproveitamento hidrelétrico no rio Xingu, consciente da importância e da necessidade de um melhor conhecimento público do projeto, que se constituirá, possivelmente, pela sua magnitude, no empreendimento energético de maior relevância nacional no final deste século.

O aproveitamento dos recursos hídricos de um determinado rio, para fins de geração de energia, é normalmente realizado em cinco fases distintas - **inventário, viabilidade, projeto básico, projeto executivo/construção.**

A realização de estudos de inventário e de viabilidade depende de prévia autorização do governo federal, através do Ministério das Minas e Energia, e deve atender aos requisitos do planejamento energético global, com horizonte futuro de até 20 anos, da competência das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS.

Os primeiros estudos exploratórios, especificamente direcionados a recursos hídricos para geração de energia, no rio Xingu e nos seus principais afluentes, tiveram início em 1975, mediante contrato de serviços de consultoria especializada firmado pela ELETRONORTE com o CNEC - Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A., objetivando a realização de estudos de inventário hidrelétrico da bacia hidrográfica daquele rio, concluídos em 1980.

Acervo ISA

A metodologia adotada na fase de Inventário mostrou-se adequada, ao fornecer resultados compatíveis com a moderna prática da engenharia de projetos hidrelétricos, além de propiciar reais benefícios traduzidos pela qualidade e importância dos estudos, ao final dos quais o aproveitamento da energia hidráulica da bacia do rio Xingu foi concebido, dividindo-se a queda total encontrada entre 5 usinas ao longo do seu próprio curso e 1 em seu maior afluente, o rio Iriri.

Com essa configuração, ficou evidenciada a existência de um grande bloco de energia, 70% do total da bacia, concentrados nos dois aproveitamentos de jusante - Babaquara e Kararaô - constituindo o Complexo Hidrelétrico de Altamira, o qual foi recomendado como prioritário para a fase seguinte dos estudos de viabilidade.

Este Trabalho refere-se especificamente à Usina Hidrelétrica de Kararaô (UHE Kararaô), cujos estudos de viabilidade técnico-econômica foram concluídos em dezembro de 1987.

A justificativa maior dos Estudos Xingu está basicamente fundamentada nos seguintes aspectos:

- a evidência de que a energia elétrica é condição vital para o processo de desenvolvimento econômico e social do País;
- a necessidade de se dispor de grandes blocos de energia para suprimento do País, já a partir da próxima década, quando a Amazônia será praticamente a única região com essa disponibilidade;
- a indicação obtida a partir dos estudos de demanda e suprimento global de energia, de que boa parte das usinas construídas e/ou ampliadas no final desta década e no decorrer da próxima deverá estar operando com sua capacidade máxima;

Acervo ISA

- a exuberante potencialidade em recursos hidrenergéticos da Amazônia, como alternativa promissora de fonte interna renovável e não poluente de energia, considerada nos planos de expansão do Setor Elétrico;

- a produção da UHE Kararaô de 4.675 MW firmes com equivalência energética de 23.000 barris/dia de petróleo, que representa uma economia de divisas calculada em US$ 4,6 milhões/dia, correspondente a US$ 1,7 bilhões/ano;

- a singular condição quando comparada com outras usinas de energia total equivalente, da UHE Kararaô em relação ao seu reservatório que abrange apenas 1.225 km², dos quais somente 615 km² constituem área verdadeiramente inundada, tomadas como comparação as sete futuras usinas dos rios Araguaia/Tocantins (Santa Isabel, Ipueiras, Lageado, Tupirantins, Estreito, Serra Quebrada e Sono 3B), a que se poderia recorrer como alternativa da UHE Kararaô, produziriam, no conjunto, igual quantidade de energia, porém inundando uma área total de 7.957 km², como se mostra a seguir:

Usina	Área Inundada (Km²)
Santa Isabel (Araguaia)	2.900
Ipueiras (Tocantins)	1.310
Lageado (Tocantins)	630
Tupirantins (Tocantins)	545
Estreito (Tocantins)	710
Serra Quebrada (Tocantins)	370
Sono 3B (Sono)	1.492

- o baixo custo de US$ 5,8 bilhões combinado com a geração de uma energia firme de 4.675 $\overline{MW}$ ano, enquanto as usinas alternativas referidas, para uma geração total praticamente

equivalente (4.783 MW ano de energia firme), obrigariam a um dispêndio global superior a US$ 9,6 bilhões, como se discrimina a seguir:

Usina	Energia Firme Local (MW ano)	Custo Total (10^6 US$)
Santa Isabel (Araguaia)	1.170	2.420,0
Ipueiras (Tocantins)	314	921,5
Lageado (Tocantins)	384	902,4
Tupiratins (Tocantins)	537	1.341,9
Estreito (Tocantins)	650	1.374,8
Serra Quebrada (Tocantins)	784	1.619,1
Sono 3B (Sono)	394	1.094,5
Total	4.233	9.674,2
Benefício Global de Regularização	550	
Benefício Energético Total	4.783	

Deve ser ressaltado que, comparativamente ao início da construção da UHE Itaipu, em 1974, a sua potência instalada de 12.600 MW representava naquela época 70% da potência total de 18.134 MW instalada no País, ao passo que, no início da UHE Kararaô, previsto para 1993,os seus 11.000 MW corresponderão a apenas 16% dos 68.000 MW que se preveêm instalados nesse mesmo ano.

Indo mais longe: no ano de 1999, quando a UHE Kararaô entrar em operação, a potência instalada no País entrará em torno de 92.000 MW. Isto conduzirá à necessidade de instalação, entre 1999 e 2004, período de motorização da usina (2.200 MW por ano), de outras usinas a um ritmo de 2.400 MW/ano, o que obrigará a complementar a

UHE Kararaô com outras a construir no mesmo período.

Em termos do atual planejamento do Setor Elétrico Brasileiro, a UHE Kararaô está prevista para entrar em operação em 1999, como já se referiu, contribuindo para o suprimento de energia elétrica do Sistema Norte/Nordeste e do Sistema Sul/Sudeste. Para se ter uma idéia da importância da usina nesse planejamento, basta mencionar que se a sua entrada em operação fosse postergada para o ano 2001, seria necessário programar a construção de 31 usinas para entrar em operação nos 3 anos de intervalo, além de antecipar a construção de outras programadas para operarem mais tarde.

Paralelamente a esses aspectos há que se considerar os benefícios sociais e econômicos locais, resultantes da implantação do empreendimento, pela oportunidade de se canalizar, racionalmente, investimentos significativos para a região e para o Estado do Pará como um todo, traduzidos na melhoria da sua infra-estrutura energética (linha de transmissão da UHE Tucuruí em 230 kV), de transportes, de equipamentos urbanos, de serviços sociais e de geração de novos empregos, principalmente durante a fase de obras, além da diversificação e da consolidação da sua base produtiva em condições sustentadas.

Os estudos dos efeitos ambientais resultantes da criação do reservatório da UHE Kararaô consideram os aspectos e repercussões sócio-econômicas,ao indicarem a necessidade de adaptação ao processo de mudanças, para o qual se propõe soluções adequadas à sua minimização, com perspectivas de viabilização de programas complementares e compensatórios.

Este trabalho é complementado por uma ficha resumo que reúne as principais características do empreendimento, além de ilustrações inseridas na parte final, após o texto.

2 ESTUDOS DE INVENTÁRIO

A bacia do rio Xingu participa do conjunto Sudeste da rede hidrográfica amazônica, abrangendo os Estados do Pará e Mato Grosso, com uma área de 509.000 Km^2 e pouco mais de 2.000 quilômetros de comprimento, desde Serra Azul até Porto de Moz, apresentando-se quase totalmente coberta por densa floresta. É uma das regiões de mais baixa densidade demográfica do País.

Os estudos de inventário e planejamento de recursos hidrenergéticos da bacia hidrográfica do rio Xingu, realizados entre 1975 e 1980, consistiram na realização de atividades multidisciplinares, objetivando a caracterização dos locais barráveis, o conhecimento do potencial hidrelétrico, das características técnicas e dos parâmetros econômicos das futuras usinas, além da definição do melhor esquema de divisão da queda e do estabelecimento da escala de prioridade econômica.

Esta fase, em que pese a sólida e reconhecida experiência adquirida pela engenharia nacional no levantamento do potencial hidrelétrico brasileiro, constituiu-se num grande desafio caracterizado por fatores extremamente adversos, tais como a dimensão da área estudada, a precariedade das vias de acesso, a ausência de núcleos urbanos com infra-estrutura adequada, a enorme incidência de doenças endêmicas e, sobretudo, os difíceis obstáculos proporcionados pela selva amazônica.

Os estudos se caracterizaram pelo emprego pioneiro de métodos e sistemas, além de modernos equipamentos, até então não utilizados em condições similares às da área estudada.

A restituição aerofotogramétrica realizada na escala 1:25.000 foi obtida a partir de fotos aéreas na escala 1:60.000, cobrindo 70.000 km^2 de uma rede de apoio geodésico composta de 200 pontos, dos quais 60 determinados por rastreamento Doppler de satélites e os restantes por nivelamento barométrico.

Em face da vegetação densa e contínua impedir a caracterização de detalhes nas fotos, impossibilitando a identificação e implantação do apoio geodésico, foi necessária a abertura de clareiras nos 200 pontos da rede, antes da realização dos vôos fotogramétricos.

Essa sinalização foi executada através de helicópteros e por via fluvial.

3 ESTUDOS DE VIABILIDADE

Os estudos de Viabilidade do Aproveitamento Hidrelétrico de Kara raô objetivaram, fundamentalmente, a obtenção de dados básicos consistentes e a concepção global do aproveitamento, compreenden do, além de outros elementos informativos de importância, o di mensionamento das estruturas, a caracterização da infra-estrutura necessária à construção da obra, o estudo do uso múltiplo dos re servatórios e a avaliação dos efeitos do empreendimento sobre o meio ambiente, com vista à sua otimização técnico-econômica, bem como à análise dos benefícios e custos associados.

Os estudos nesta fase obedeceram a uma sequência de trabalhos ca racterizada pela execução de atividades multidisciplinares desen volvidas em blocos.

A estrutura em blocos constitui-se de:

. Estudos Preliminares
. Levantamentos
. Estudos de Alternativas do Aproveitamento
. Estudos Finais de Engenharia
. Relatório Final dos Estudos de Viabilidade.

3.1 ESTUDOS PRELIMINARES, LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS

Com base nos dados disponíveis da fase de Inventário, tiveram início em 1980 as atividades relativas aos estudos de Viabilidade do Complexo Hidrelétrico de Altamira.

As inspeções e os trabalhos exploratórios de campo executados du rante a etapa dos Estudos Preliminares propiciaram a obtenção dos dados confirmatórios dos locais dos aproveitamentos de Baba quara e Kararaô, indicados nos Estudos de Inventário, bem como o

reconhecimento geral das características topográficas e geológico-geotécnicas das áreas das obras.

O melhor conhecimento da região contribuiu de forma significativa para a formulação de elementos básicos consistentes de interesse do planejamento das atividades subseqüentes. Em função da extensa área de estudos, foi requerida uma ponderável mobilização de recursos humanos e de equipamentos.

Os estudos preliminares, os levantamentos e os estudos básicos do Aproveitamento Hidrelétrico de Kararaô confirmaram o nível d'água normal do reservatório na cota 96,0 m e o arranjo geral proposto pelo Inventário, que já contemplava as obras de desvio, de barramento e do órgão extravasor no Sítio Juruá, bem como as obras da tomada d'água e casa de força em Kararaô, além de uma série de diques de contenção do reservatório.

3.2 ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DO APROVEITAMENTO

Os estudos nesta etapa caracterizaram-se pela formulação e comparação de alternativas para os diversos componentes do arranjo do aproveitamento, com base no conhecimento mais preciso das características físicas das áreas de implantação das obras e de empréstimo de materiais naturais de construção, dos custos unitários dos materiais e serviços, bem como dos aspectos relacionados com a inserção da usina no contexto energético nacional.

Entre as principais informações que subsidiaram os estudos nesta etapa, destacam-se:

- o levantamento topográfico na escala 1:2.000 da área da usina de Kararaô;
- a restituição na escala 1:5.000 na área da barragem de Juruá;
- o levantamento topográfico na escala 1:5.000 da região dos di

ques;

- as seções topográficas levantadas na área dos canais de adução;
- as campanhas de sondagens geofísicas, rotativas e a percussão;
- a definição da cheia de projeto do órgão extravasor pelo critério de vazão máxima provável - VMP; e
- os estudos energéticos pela própria ELETRONORTE.

Buscou-se assim obter o arranjo mais adequado sob os aspectos técnico-construtivo e econômico a ser levado aos Estudos Finais, de acordo com os padrões recomendados para um aproveitamento do porte da UHE Kararaô.

Os estudos de alternativas foram desenvolvidos distintamente para os sítios de Juruá e Kararaô, abrangendo:

3.2.1 Barragem de Juruá

- Seleção do Eixo

A geomorfologia do Sítio Juruá permite que a calha do rio se divida em dois canais distintos: um situado em cota mais elevada, que corresponde à região do pedral ou platô, onde praticamente só há escoamento nas épocas de cheia; e o outro, junto à margem esquerda, em talvegue profundo, denominado canal principal, por onde se escoa toda a água nas épocas de estiagem.
O platô, por sua vez, divide-se em dois canais: o canal direito, relativamente estreito, e o canal central, de grande largura, separados por um morrote existente próximo à margem direita.

Para a definição da seleção do eixo da barragem de Juruá, foram estudadas quatro alternativas que consideraram a mesma con-

cepção do arranjo geral das estruturas que compõem o barramento. Desta forma, a escolha do eixo ficou isenta de eventuais diferenças de custo que poderiam ser ocasionadas pela mudança do arranjo.

A alternativa adotada prevê a construção de dois barramentos na região do pedral: o do canal central, constituído pela barragem de ligação esquerda, órgão extravasor e barragem do canal central; e o do canal direito, formado pela barragem do mesmo canal.
A barragem do canal principal e o dique 01 (DIJ-01) completam o barramento do rio Xingu em Juruá.

- Alternativas de Arranjo para o Eixo Selecionado

Foram estudadas quatro alternativas de arranjo denominadas 1, 2, 3 e 4, e considerado em todas elas um vertedouro de superfície de 23 vãos de 20 m x 20 m, com soleira na cota 76,0 m, capaz de escoar a cheia decamilenar de 80.400 m^3/s.

A barragem do canal principal foi prevista para ser de enrocamento com núcleo de argila; a barragem do canal direito em seção homogênea de solo, enquanto a barragem do canal central seria de enrocamento com face de concreto.

Quanto ao desvio, foi considerada uma vazão de projeto de 48.000 m^3/s correspondente a um período de retorno de 50 anos. A vazão de fechamento do rio, de 4.000 m^3/s, corresponde à do período de estiagem (setembro/outubro), com tempo de recorrência de 10 anos.

- Estudos de Alternativas do Órgão Extravasor

Durante os estudos de alternativas para o órgão extravasor, verificou-se que o vertedouro de superfície apresentava o inconve

niente de possuir um apertado cronograma de obras, quando da concretagem da 2ª fase dos vãos rebaixados.
Como solução alternativa ao vertedouro de superfície, foi então estudada a implantação de um descarregador de fundo, contornando-se assim o problema da concretagem em duas etapas. Outra alternativa concebida foi a de uma solução mista.

Entretanto, a análise de custos mostrou uma apreciável vantagem econômica do descarregador de fundo em relação às duas outras alternativas.
Além da diferença de custos para menor, o fator tempo considerado no cronograma de obras foi de grande importância.

Observa-se, ainda, que tanto o vertedouro de superfície como a solução mista apresentavam maiores problemas construtivos quanto à colocação de painéis de vedação, ligação do concreto e alteamento dos vãos, com o desvio sendo feito pelo próprio vertedouro.

3.2.2 Usina Kararaô

- Seleção do Eixo

A partir dos resultados das primeiras investigações geológico-geotécnicas realizadas em cada um dos eixos, e com base em análise econômica preliminar, considerando apenas os itens economicamente mais expressivos, foi possível selecionar, dentre outras, duas alternativas como mais competitivas para estudos de maior detalhamento.

As duas alternativas escolhidas correspondentes a locais mais próximos do rio Xingu mostraram custos equivalentes a cerca de 15% menos que os das demais alternativas.

A seguir, as duas soluções apresentadas foram comparadas sob os aspectos econômico e técnico-construtivo. A determinação dos custos totais de cada alternativa diferenciou-se daquela obtida na etapa anterior, por considerar um elenco bem mais amplo de fatores intervenientes, destacando-se o balanceamento de materiais e os custos de transporte. Mesmo assim, confirmaram-se os resultados encontrados na primeira etapa dos estudos, persistindo a equivalência econômica já verificada entre ambas.

As análises detalhadas dos aspectos geológicos e geotécnicos da região foram decisivos na escolha final. Pôde-se então concluir que um eixo situado em local intermediário entre duas variantes das alternativas comparadas, pouco a jusante do primeiro eixo, é o que possui rocha de fundação em condições mais favoráveis para fundação da tomada d'água, sendo assim adotado como solução final.

- Alternativas de Arranjo para o Eixo Selecionado

A concepção de alternativas para o arranjo do conjunto tomada d'água/casa de força baseou-se em considerações da seguinte ordem:

. afastamento da casa de força em relação à tomada d'água; e
. comprimento total da estrutura da tomada d'água.

No equacionamento da análise comparativa das alternativas para o conjunto das estruturas, tornou-se necessária, nesta etapa, a realização de estudos preliminares visando à fixação das dimensões dos condutos forçados.

De posse das informações obtidas, foram então desenvolvidas três alternativas, denominadas 1, 2 e 3.

Uma análise preliminar a partir das condições topográficas e geológicas locais mostrou que um maior distanciamento entre as estruturas da tomada d'água e casa de força, embora se traduza em economia nas escavações para assentamento dos condutos forçados e fundações da casa de força, acarreta, em contrapartida, um acréscimo sensível dos custos, devido ao aumento do comprimento dos condutos, com reflexo no consumo dos componentes de aço, além da perda de energia na geração. Disto resultou a eliminação da alternativa 1, evidenciando-se a necessidade de comparação detalhada apenas das alternativas 2 e 3, que apresentam distância mínima entre as estruturas.

- Canal de Fuga

Para os estudos do canal de fuga, visando à definição final do arranjo, foi necessária uma análise técnico-econômica comparativa, tendo-se optado por um estudo paramétrico para diversas larguras e cotas de fundo.

O estudo econômico mostrou que, para uma determinada cota de fundo do canal, existe uma largura para a qual os custos são mínimos.

Como a rocha mergulha para jusante ao longo do canal, atingindo a cota -7 m quando alcança o rio, optou-se por adotar esta cota para o fundo do canal de fuga.

- Comparação Técnico-Econômica e Seleção do Arranjo Geral

Os estudos de comparação técnico-econômica foram direcionados para as alternativas 2 e 3 de arranjo do conjunto tomada d'água/casa de força e para as alternativas de dimensionamento do canal de fuga.

Na comparação das alternativas de arranjo das estruturas, foram analisados os aspectos construtivos, cujas considerações conduziram a escolha da alternativa 2, com os condutos dispostos paralelamente, indicada para os Estudos Finais do conjunto tomada d'água/casa de força da UHE Kararaô.

Os principais dos estudos então desenvolvidos foram:

. projeto completo da casa de força;
. reavaliação da seção típica da tomada d'água com verificações finais de estabilidade das estruturas;
. projeto final dos muros de transição com as barragens laterais; e
. estudo econômico para o arranjo selecionado.

Para o dimensionamento do canal de fuga, após definido o seu traçado, foi realizada uma análise econômica paramétrica, de acordo com as faixas de variação pré-estabelecidas para a largura e a profundidade.

Foram considerados na análise desenvolvida os seguintes itens:

. escavação em solo e rocha;
. dragagem;
. ensecadeira na saída do canal; e
. energia perdida.

A solução adotada foi a de seção do canal com fundo na cota -7,0 m e largura de 400 m, otimizada sob o ponto de vista econômico.

3.2.3 Canais de Adução

São assim denominados os canais naturais de escoamento formados na margem esquerda do rio Xingu, os quais, associados a reserva

tórios intermediários, possibilitam a ligação hidráulica entre a barragem de Juruá e a UHE Kararaô. Para tanto, ao longo do lado direito desse sistema de canais e reservatórios, uma série de diques tem a função de impedir o retorno da água para o rio Xingu, antes que alcance a tomada d'água. Na situação natural, a região dos canais encontra-se seca, num relevo de cota variável e relativamente alta.

A vazão máxima turbinada aduzida através dos canais é de 13.900 m^3/s, que deverá ocorrer praticamente todos os anos durante o funcionamento da Usina.

O estudo hidráulico preliminar dos canais de adução consistiu na análise do escoamento da vazão turbinada, verificando-se as condições hidráulicas em seu percurso, especialmente nas regiões de passagem estreita ou pouco profunda.

Na fase de estudos de alternativas, constatou-se que seria possível deplecionar o reservatório em 6,0 m, quando a usina ainda estiver operando isoladamente. Nesta situação, com a vazão turbinada de 7 máquinas, a perda de carga dos canais seria irrelevante, da ordem de 0,25 m.

3.3 ESTUDOS FINAIS DE ENGENHARIA

Os estudos desenvolvidos nesta etapa do projeto tiveram por finalidade definir a concepção global do Aproveitamento Hidrelétrico de Kararaô e se constituiram no objetivo final dos estudos de viabilidade técnico-econômica.

Os estudos finais de engenharia, depois de várias alternativas estudadas, com base em informações mais consistentes e atualizadas, contemplaram uma concepção da UHE Kararaô com as seguintes ca .

racterísticas:

- o barramento do rio Xingu no sítio denominado Juruá, local distante de Altamira cerca de 120 km para jusante.
  Neste trecho o rio se divide em um canal principal profundo, junto à margem esquerda, com 80 m de largura; em dois canais rasos, que ficam secos durante o período de estiagem: um central, com largura de 3.500 m, e outro junto à margem direita, com largura de 800 m;

- com o barramento em Juruá, onde também se localiza a estrutura de descarga da usina, o rio tem parte de sua vazão desviada do seu curso natural, e conduzida sobre a ombreira esquerda, contida por uma série de diques, até alcançar o Sítio Kararaô (a jusante da localidade de Belo Monte, situada na outra margem), onde serão construídas as estruturas da tomada d'água e da casa de força da usina hidrelétrica, com uma instalação de 11.000 MW de potência;

- diques complementares, para garantia do confinamento do reservatório assim formado, construídos na margem direita do rio, a montante do Sítio Juruá, completam o arranjo das obras.

Este arranjo geral da UHE Kararô representa um ponderável fator de garantia técnico-construtiva e de baixo custo do empreendimento, considerando-se que:

- a tomada d'água e a casa de força são construídas no seco por se dispor de dois sítios de construção independentes (Kararaô e Juruá);

- a altura média da barragem em Juruá é de 35 m e a altura média da tomada d'água de apenas 65,0 m, para uma queda bruta de 94,0 m;

- o descarregador de fundo em Juruá tem menos de 700.000 m^3, para uma vazão de 85.200 m^3/s;

- as excelentes condições de topografia e de fundação nos dois sítios (de Kararaô e Juruá) permitem um volume total de concreto inferior a 4×10^6 m^3/s;

- da área de inundação total de 1.225 km^2, 615 km^2 são representados por área já ocupada pela calha do rio;

- o grande bloco de energia a baixo custo, que permite um investimento adicional alto no sistema de transmissão, viabilizando porém, o fornecimento de energia a outras regiões do País a preço competitivo.

Acervo ISA

4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO APROVEITAMENTO

As características principais do Aproveitamento Hidrelétrico de Kararaô estão apresentadas a seguir na Ficha Resumo do projeto.

Acervo ISA

ESTUDO DE VIABILIDADE — FICHA RESUMO

EMPRESA : Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - ELETRONORTE

PROJETO : UHE KARARAÔ

1 - LOCALIZAÇÃO

RIO :	SUB-BACIA :	BACIA :
XINGU	RIO XINGU	RIO AMAZONAS

LAT. 3°07'35"S LONG. 51°46'30"W	DISTÂNCIA DA FOZ 202 km	MUNICÍPIO M. DIR. SENADOR JOSÉ PORFÍRIO MUNICÍPIO M. ESQ. SENADOR JOSÉ PORFÍRIO E ALTAMIRA	UNID. FED. PA

POSTOS FLUVIOMÉTRICOS	COD.: 18850000	NOME: ALTAMIRA	RIO: XINGU	AD:
DE REFERÊNCIA:	COD.:	NOME:	RIO:	AD:

2 - DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS

ÁREA DE DRENAGEM	477.000	km^2	VAZÃO FIRME	912	m^3/s
PREC. MÉD. ANUAL (BACIA)	1.874	mm	VAZÃO MÁX. REGISTRADA	37.353	m^3/s
PREC. MÉD. ANUAL (ZONA RESERV.)	1.817	mm	VAZÃO MÍN. REGISTRADA	689	m^3/s
EVAP. MÉD ANUAL (ZONA RESERV.)	1.144	mm	VAZÃO MÁX. PROVÁVEL	85.200	m^3/s
VAZÃO MLT (PERÍODO:	8.598	m^3/s	VAZÃO OBRAS DESVIO (TR:	52.000	m^3/s

VAZÕES MÍNIMA MÉDIAS MENSAIS (m^3/s)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2814	6922	10.432	10.629	8449	4063	1991	1139	815	719	899	1368

EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
83,4	77,1	72,0	73,9	82,4	95,5	115,0	113,0	123,0	175,0	101,0	82,9

3 - RESERVATÓRIO E ENERGIA

N.A DE MONTANTE:			ÁREAS:		
MÍN. NORMAL 1º ADIÇÃO-90,0 m/APÓS BAB -	95,0	m	INUNDADA (N.A. MÁX. MAXIMORUM)	1.225,0	km^2
MÁX NORMAL	96,0	m	NO N.A. MÁX. NORMAL	1.225,0	km^2
MÁX. MAXIMORUM	96,0	m	NO N.A. MÍN. NORMAL (1ª ADIÇÃO)	897,3	km^2
MÉDIO 1º ADIÇÃO-95,6 m/APÓS BAB -	96,0	m	VOLUMES :		
N.A. DE JUSANTE:			NO N.A. MÁX. NORMAL	14.600	$10^6 m^3$
MÍNIMO	2,0	m	ÚTIL 1º ADIÇÃO-6309 $10^6 m^3$ APÓS BAB -	0	$10^6 m^3$
MÁX OBSERVADO	9,2	m	ÚTIL A MONTANTE	145.356	$10^6 m^3$
MÁX EXCEPCIONAL	13,5	m	MORTO:	8.291	$10^6 m^3$
MÉDIO	4,2	m	VIDA ÚTIL RESERV. (PREVISTA)	> 100	anos
QUEDA BRUTA MAX.	94,0	m	VAZÃO REG. LÍQ. (PERÍODO CRÍTICO)		m^3/s
QUEDA LÍQUIDA MAX.	93,1	m	COEFICIENTE DE REGULARIZAÇÃO		%
			ENERGIA FIRME -	4.675	MW

4 - BARRAGENS E DIQUES

TIPO: DE TERRA E DE ENROCAMENTO C/ NÚCLEO DE ARGILA			ENROCAMENTO	16.764.842	m^3
COMP. TOTAL CRISTA	26.300	m	TERRA	48.356.857	m^3
ALTURA MÁX. 93,0 m (BARRAGEM), 66,0 m (DIQUES)		m	CONCRETO	-	m^3
COTA CRISTA 99,0 (EXCETO DIF); 98,0 m (DIF)		m	FILTROS E TRANSIÇÕES	3.389.272	m^3

Acervo ISA

5 - DESVIO DO RIO

TIPO: CALHA ESTRANGULADA, ÓRGÃO AUXILIAR, DESCARREGADOR DE FUNDO

VAZÃO FECHAMENTO (TR: 10 ANOS)	4.000	m^3/s	ESCAVAÇÃO COMUM	620.095	m^3
ESTRUT. AUX. DE DESVIO		unid.	ESCAVAÇÃO ROCHA	467.200	m^3
Nº DE VÃOS	10	unid.	CONCRETO	9.300	m^3
LARGURA DO VÃO	5,0	m	ENSECADEIRAS	8.785.401	m^3
COTA DA SOLEIRA	50,0	m			

6 - SISTEMA EXTRAVASOR

TIPO: DESCARREGADOR DE FUNDO

VAZÃO DE PROJETO	85.200	m^3/s	COMPORTAS TIPO	SEGMENTO DE FUNDO	
COTA DA SOLEIRA	59,0	m	LARGURA	12,0	m
COMP. DA SOLEIRA	36 x 12,0		ALTURA	10,0	m
NÚMERO DE VÃOS	36	unid.	ACIONAMENTO	SERVOMOTOR	

DISSIPAÇÃO DE ENERGIA NATURAL, NO PRÓPRIO LEITO DO RIO

ESCAVAÇÃO COMUM		m^3	CONCRETO	676.300	m^3
ESCAVAÇÃO ROCHA	553.217	m^3			

7 - SISTEMA ADUTOR

CANAL OU TÚNEL DE ADUÇÃO			TOMADA D'AGUA TIPO	GRAVIDADE	
COMPRIMENTO		m	NÚMERO DE VÃOS	20	unid.
LARGURA OU SEÇÃO		m	ALTURA	VAR. 55,5 m/70,5	m
ESCAVAÇÃO COMUM		m^3	LARGURA	(POR BLOCO) 33,0	m
ESCAVAÇÃO ROCHA		m^3	COMPORTAS TIPO	VAGÃO	
CONDUTOS FORÇADOS	20	unid.	LARGURA	10,8	m
DIÂMETRO INTERNO	11,20	m	ALTURA	14,0	m
COMPRIMENTO MÉDIO	135,0	m	ACIONAMENTO	SERVOMOTOR	
PESO TOTAL	332.000	KN	ESCAVAÇÃO COMUM	505.035	m^3
ESCAVAÇÃO COMUM	396.355	m^3	ESCAVAÇÃO ROCHA	206.597	m^3
ESCAVAÇÃO ROCHA	863.091	m^3	CONCRETO	1.528.900	m^3
CONCRETO	60.800	m^3			

8 - CASA DE MÁQUINAS

TIPO: ABRIGADA, ESTRUTURA INDEPENDENTE DA TOMADA D'AGUA			COMPRIMENTO TOTAL	808,0	m
Nº UNID. GERADORA	20	unid.	ESCAVAÇÃO COMUM	8.359.450	m^3
LARGURA DOS BLOCOS DAS UNIDADES	33,0	m	ESCAVAÇÃO ROCHA	11.865.746	m^3
LARGURA DOS BLOCOS DE SERVIÇO	33,0	m	CONCRETO	1.203.300	m^3

9 - TURBINAS

TIPO: FRANCIS, EIXO VERTICAL			ROTAÇÃO SÍNCRONA	85,71	rpm
NÚMERO UNIDADES	20	unid.	VAZÃO MÁX. UNIDADE	695,0	m^3/s
POTÊNCIA UNID (NOMINAL)	560	M.W	RENDIMENTO MÁX. ESPERADO	96,0	%
(MÁXIMA)	560	MW			
QUEDA DE PROJETO	90,0	m			

10 - GERADORES

POTÊNCIA UNID (NOMINAL)	649	M.V.A	RENDIMENTO MÁXIMO	98,5	%
(EFETIVA)	550	M W	FATOR DE POTÊNCIA (COS φ)	0,85	
ROTAÇÃO	85,71	rpm			

11 - OBRAS ESPECIAIS

TIPO: DIQUE FUSÍVEL	25.678	m^3	ESCAVAÇÃO ROCHA	100.000	m^3
ESCAVAÇÃO ESPECIAL	900.000	m^3	CONCRETO	15.400	m^3

5 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA E DIRETAMENTE AFETADA

A área de influência do empreendimento compreende o conjunto de territórios municipais que terão parte de suas terras inundadas ou suas atividades afetadas pela implantação das obras.

As atividades econômicas a se desenvolverem nos trechos da rodovia Transamazônica, entre Nova Repartimento e Itaituba poderá determinar a inclusão destes municípios no rol daqueles que poderão sofrer alguma influência da implantação da UHE Kararaô.

As áreas mais diretamente influenciadas são a área delimitada pela PA-415, entre Vitória e Altamira e pelo próprio rio Xingu; a do trecho de jusante, entre Vitória e a foz do Xingu (cerca de 150 km de via navegável); e a dos projetos de colonização implantados ao longo da rodovia Transamazônica, a oeste de Altamira e a leste de Belo Monte, num raio da ordem de 100 km.

A área diretamente afetada foi definida, basicamente, como a superfície de terras delimitada pela cota 96,0 m, que será inundada com a formação do reservatório.

6 INSERÇÃO REGIONAL DO EMPREENDIMENTO

A estratégia da "inserção regional" fundamenta-se na constatação da existência de uma apropriação desigual de custos e benefícios entre os setores produtivos nacionais e a área onde se localizará o empreendimento. Em outras palavras, a consecução de objetivos setoriais/nacionais não coincide, necessariamente, com a realização dos objetivos de desenvolvimento regional. Pelo contrário, a prática vem demonstrando que os conflitos são graves, e tanto maiores quanto maior for o porte do empreendimento.

Diante desse conflito entre objetivos setoriais/nacionais e regionais, a decisão não pode ser um processo simplista e binário entre implementar ou não um dado projeto de investimento. Convém notar que a análise de investimento é sempre enfocada setorialmente, para poder avaliar e ordenar alternativas. O abandono da alternativa mais eficiente em função de custos econômicos, sociais e/ou ambientais que incidem sobre a região implicará a adoção de uma segunda alternativa cujos custos econômicos poderão ser maiores, já que acrescidos de programas mitigadores dos impactos negativos, mas garantindo, por outro lado, a eficiência do investimento.

Esta é a essência da estratégia de inserção regional: priorizar a canalização de benefícios para o processo de desenvolvimento regional, a partir das oportunidades decorrentes do empreendimento, que venham a efetivar as potencialidades da região e de suas comunidades. Esta estratégia consiste em dois conjuntos de ações integradas:

- de um lado, uma compensação às interferências geradas ao nível de pessoas, áreas e ambientes;

- de outro lado, uma complementação que venha desencadear, reforçar e consolidar o desenvolvimento regional.

No que concerne aos programas apenas compensatórios, eles se referem a públicos-meta diretamente atingidos pelo empreendimento e, neste sentido, são bem definidos, quantificáveis e geograficamente localizáveis. Assim, neste primeiro conjunto, fica contemplado o abrandamento das interferências diretamente geradas pelo aproveitamento hidrelétrico.

O Setor Elétrico possui uma larga tradição e procedimentos consolidados para a formulação de programas compensatórios.
A formação de um reservatório cria múltiplas interferências, seja ao nível físico-biótico, seja ao nível de ecologia humana, assim também na saúde pública.

No caso dos programas complementares, seus atributos são bastante distintos da categoria anterior. Os públicos-meta, neste segundo caso, são indiretamente atingidos pelo empreendimento e podem ser somente genericamente indicados e qualificados os impactos, sem possibilidade de quantificação.

Também no que tange à localização geográfica, os impactos são difusos e genericamente se enquadram na escala regional do empreendimento. Nesta segunda categoria de medidas, a compensação passa por um fortalecimento da base produtiva regional com maior integração nas relações rurais-urbanas, e passa também pela ampliação do acesso das comunidades e populações menos favorecidas a serviços públicos sociais relacionados com necessidades básicas.

O aspecto mais inovador na implantação da UHE kararaô refere-se à utilização das infra-estruturas de apoio e logística, necessárias para a construção da obra.

No primeiro caso, as infra-estruturas de transporte, comunicações, energia elétrica, assim como a implantação do canteiro de obras, alojamentos e vila residencial, possuem um duplo efeito a ser assinalado. Embora estes bens e serviços se destinem ao atendimento das populações e atividades necessárias à implantação do Aproveitamento, seus efeitos transcedem o atendimento exclusivo do empreendimento para se projetarem numa escala maior de benefícios à economia regional como um todo.

Daqui resulta que as populações residentes, bem como contingentes adicionais que serão atraídos pela obra, serão beneficiados direta ou indiretamente por estas infra-estruturas. A própria construção da vila residencial será um dos fatores de estruturação de Altamira, sobretudo no caso de bens e serviços, tais como educação, saúde, saneamento básico, pavimentação, iluminação, abastecimento, dentre tantos outros serviços públicos e privados que serão projetados na escala da cidade como um todo.

Pretende-se, na oportunidade própria, contribuir para a elaboração de um Plano de Ação Municipal para a cidade de Altamira, no ordenamento do seu crescimento e expansão.

É importante notar que os melhoramentso sociais a serem introduzidos permitirão, em um primeiro momento, aumentar a capacidade de oferta de bens e serviços públicos, e, na sequência, planejar a expansão destes serviços, segundo critérios de descentralização, hierarquização e integração, tanto dentro de Altamira como no seu entorno rural.

7 ESTUDOS DE INFRA-ESTRUTURA

Já foi dito que os elementos de infra-estrutura que se vierem a construir para atendimento da obra, como transporte, energia elétrica e apoio urbano, não serão de utilização exclusiva do empreendimento, permitindo a extensão de seus benefícios econômicos e sociais às populações existentes na área de influência de cada infra-estrutura implantada.

Evidentemente, tal premissa implica a consideração desses "usuários" nos critérios de localização e dimensionamentos a serem estabelecidos no desenvolvimento dos estudos e anteprojetos necessários à implantação do empreendimento.

Além disso, tais critérios contemplam a dinâmica da região, avaliando-se também as características indutoras dos elementos de infra-estrutura nos processos de desenvolvimento e, ainda, as específicas condições de superação de situações de carência dentro do quadro regional do Estado do Pará.

Portanto, assim como a provisão de infra-estrutura econômica e social se constitui na condição necessária e suficiente para a efetiva operação do empreendimento, sua importância no contexto regional se acentua pela absoluta precariedade da reduzida infra-estrutura existente.

A seguir são descritas as principais características de cada elemento infra-estrutural, destacando-se o seu potencial de contribuição para o desenvolvimento regional.

7.1 CANTEIROS DE OBRAS

No caso da UHE Kararaô, onde as obras principais apresentam enormes volumes a serem processados e beneficiados, está prevista a implantação de dois canteiros principais em Juruá e Kararaô:

- a jusante da UHE Kararaô, na margem esquerda do rio, junto à rodovia Transamazônica;
- a jusante da barragem de Juruá, na margem esquerda do canal central do rio.

Embora os dois canteiros sejam similares na sua estrutura operacional, diferenciam-se pelas dimensões e capacidades de produção.

7.2 TRANSPORTE

Os trabalhos de planejamento da infra-estrutura de transportes objetivam permitir que se tenha uma visão clara, não só da situação atual das vias e dos transportes na região de estudo, como também das melhorias necessárias à mesma para permitir, com segurança, durante todo o período das obras, o transporte de equipamentos, pessoal, materiais, bens e gêneros alimentícios necessários não só às obras, mas à região como um todo.

O transporte deve ser garantido durante todo o ano e, sabendo-se das condições climáticas existentes na área de estudo, é fácil imaginar-se o enorme trabalho de planejamento e as obras a serem executadas para que sejam mantidas as condições necessárias a um tráfego seguro nas estradas da região.

Para transportar os rotores das turbinas, com cerca de 300 t cada um, de sua fábrica no Sul do País até a obra, é necessária a uti

lização de transporte marítimo, fluvial e rodoviário. Chegando até Belém por via marítima, cada rotor deve ser transferido para uma chata de grande capacidade que deve transportá-la até um porto de cargas pesadas que opere próximo à obra. A partir daí, uma estrada em boas condições de tráfego, mesmo nas épocas de chuva, deve estar preparada para suportar grandes carretas que devem fazer o transporte do porto até o canteiro de obras.

Esta situação leva a prever melhorias consideráveis nas rodovias existentes na área de influência, com possibilidade de duplicação da Transamazônica no trecho entre Altamira e o Canteiro de Obras de Kararaô, melhorando as condições de acesso à mesma durante a construção das obras, facilitando o escoamento das produções locais e a chegada dos produtos necessários ao desenvolvimento da região.

O aumento da demanda de bens de consumo e gêneros alimentícios, gerado pelas obras e pelo crescimento de Altamira e da região, implicará obras de melhoria em Porto Vitória e na sua ligação rodoviária com Altamira.

E obviamente, todas as melhorias da infra-estrutura de transportes atual serão mantidas após a conclusão das obras da usina, favorecendo o desenvolvimento futuro da região.

7.3 REQUISITOS DE ENERGIA ELÉTRICA

Os requisitos de energia elétrica previstos durante a construção da UHE Kararaô são derivados:

- da cidade de Altamira, que deverá constituir-se no principal centro de apoio urbano à implantação da usina e à colonização de uma ampla área ao longo da Transamazônica;

Acervo ISA

. dos canteiros de obras de Juruá e Kararaô e da vila residencial do pessoal diretamente empregado na obra.

Os requisitos de energia elétrica dos canteiros dependem de diversos fatores, como cronograma de construção da obra e tipos de potência dos equipamentos a serem neles instalados.

A população atraída pela obra engloba também as pessoas não diretamente empregadas na construção mas que vão suprir a demanda adicional de bens e serviços induzidos pela população diretamente empregada.

Experiências de empreendimentos similares indicam que, para cada dois empregos diretos da obra, é criado um emprego indireto. Segundo o cronograma de construção hoje previsto, o número total da população economicamente ativa é da ordem de 12.500 pessoas. Considerando os familiares da parcela casada e ainda os empregos indiretos estima-se que o pico da população atraída pelo empreendimento atingirá cerca de 30.000 pessoas.

Para atender à demanda de energia elétrica será construída uma linha de transmissão proveniente da UHE Tucuruí, alternativa que se mostrou mais viável do ponto de vista técnico-econômico.

A implantação dessa linha de transmissão, além de representar grande segurança no suprimento aos canteiros de obra, irá a curto prazo favorecer o incremento das atividades produtivas da região, possibilitando a instalação de unidades industriais de transformação de produtos agropecuários, até o momento restritas pela deficiência do sistema de energia elétrica existente.

7.4 VILA RESIDENCIAL

A mão-de-obra necessária às obras de construção civil, à montagem dos equipamentos e à administração reunirá o pessoal não qualificado, o pessoal de nível superior (engenheiros, médicos, professores), passando pelo pessoal semi-qualificado (marceneiros, carpinteiros, eletricistas, entre outros), o pessoal de nível médio e qualificado (mestre de obra, técnicos), num total estimado em 12.500 pessoas.

Todo este contingente, junto com suas famílias, vai precisar de moradias, postos de assistência médica, hospital, escolas para os filhos, supermercados, áreas de comércio, clubes, centro esportivo, cinema e teatro como atividades de recreação e lazer.

Os estudos que estão sendo desenvolvidos atualmente levam em conta a alternativa de se localizar a Vila Residencial junto à cidade de Altamira, que tem hoje 38.000 habitantes.

A Vila Residencial será projetada integrada à cidade de Altamira, considerando os padrões construtivos e climáticos da região, além dos materiais de construção locais. Os estudos em andamento estimam a Vila Residencial com cerca de 7.200 residências.

Altamira será beneficiada por investimentos em escolas, postos de assistência médica, hospital, supermercados, pavimentação nas ruas, água encanada, energia elétrica e rede de esgoto.

Para viabilizar o empreendimento, além dos equipamentos urbanos e serviços de apoio mencionados, a ELETRONORTE necessitará de escolas profissionalizantes, produção local de alimentos, meios de beneficiamento de produtos agrícolas e, para tanto, deverá tomar

medidas que atendam também às necessidades de Altamira e da região.

Todos esses investimentos significam a transformação de Altamira em um grande pólo de desenvolvimento da região amazônica, não só durante as obras de construção da UHE Kararaô, como depois, à medida que forem criadas as condições para fixar a população através de medidas de desenvolvimento econômico auto-sustentado.

7.5 ALOJAMENTOS

O projeto da UHE Kararaô prevê também a construção de alojamentos junto aos canteiros de obras.

Existirão dois alojamentos: um em Kararaô e outro em Juruá. Estes alojamentos abrigarão a mão-de-obra diretamente empregada nas obras, estimada em cerca de 12.500 homens no mês-pico, e deverão ser construídos em madeira, com padrões construtivos adequados às condições climáticas locais. Além disso, os alojamentos contarão com hotel, refeitório, centro comercial e de serviços, pronto-socorro equipado para atendimento de casos de emergência, além de equipamentos comunitários de recreação e lazer.

7.6 CIDADES LIVRES

Complementando o apoio urbano ao empreendimento, estão previstos dois locais que serão ocupados pela população atraída pela obra, que vai se instalar de forma espontânea, próxima aos locais das obras (Canteiros de Obras, Subestação, Porto).

A experiência tem demonstrado que esse contingente populacional, que vive basicamente de pequeno comércio (bares, armazéns) e da

prestação de serviços voltada ao atendimento da mão-de-obra localizada nos alojamentos, acaba por formar um povoamento em condições extremamente precárias, pela invasão de áreas sem arruamento, sem energia elétrica, sem infra-estrutura e sem equipamentos comunitários de saúde e educação.

As Cidades Livres em Kararaô e Juruá visam oferecer melhores condições de absorção dessa população, através de investimentos que promovam a melhoria das condições de vida em áreas que deverão dispor de infra-estrutura básica (água, luz, esgoto), além dos equipamentos comunitários referidos.

8 MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Até há bem pouco tempo, nas instituições federais e estaduais de planejamento eram dominantes as preocupações relativas à viabilidade técnica, econômica e financeira de programas e projetos, sendo reduzidas as considerações sobre o meio ambiente e a organização do território.

Hoje já se evoluiu para o consenso de que a exploração adequada e racional dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento econômico são objetivos indissociáveis, em qualquer estratégia de desenvolvimento global para o País, sobretudo nas regiões tropicais úmidas, onde a promoção do desenvolvimento requer conhecimentos e cuidados especiais capazes de assegurar o equilíbrio entre o meio natural e o sócio-econômico.

É neste contexto que o planejamento de obras hidrelétricas contempla um conjunto de programas e projetos destinados a equacionar e compatibilizar os interesses exclusivos do setor energético com os meios natural e sócio-econômico.

Atualmente, os estudos ambientais relativos aos projetos de usinas hidrelétricas são constituídos por um conjunto de procedimentos correspondentes às diferentes etapas que compõem o planejamento do empreendimento - Inventário, Estudos de Viabilidade, Projeto Básico e Projeto Executivo - que, dependendo da dimensão do mesmo, são desenvolvidas num prazo médio de até 20 anos. Esses estudos, particularmente no que se refere aos meios sócio-econômico e cultural, avaliam uma realidade em constante transformação, que se estende desde a fase de Inventário até a conclusão da obra. Seu enfoque deve portanto ser dinâmico, de maneira a possibilitar

a identificação e avaliação das transformações ocorridas ao longo desse período.

Tem sido uma preocupação da ELETRONORTE considerar como ações de controle do meio ambiente todas as gestões, estudos e levantamentos executados com o objetivo de se evitar ou minimizar futuros impactos que possam ser causados pela construção da Usina Hidrelétrica Kararaô e a formação de seu respectivo reservatório.

Devido às próprias características dos estudos e à especificidade da região, foi destinado um período significativo (1985 e 1986) para realização dos levantamentos básicos de campo e das pesquisas na área diretamente afetada pela UHE Kararaô, para as diversas áreas do conhecimento envolvidas.

Interessa explicitar alguns dos principais trabalhos já efetuados, bem como os impactos previsíveis e os programas de manejo em estudo.

Para a consecução do objetivo inicialmente colocado, a ELETRONORTE vem executanto seus trabalhos através de empresas consultoras ou de convênios com órgãos e entidades de pesquisa de reconhecida notoriedade.

Dentre as principais ações desenvolvidas na área de estudos ambientais destacam-se:

- pesquisa de campo na área urbana de Altamira (junho/86), com o objetivo de analisar o uso e a ocupação do solo e de avaliar as condições dos equipamentos sociais e urbanos;
- pesquisa amostral de campo na área urbana de Altamira (junho/86), com vista ao dimensionamento preliminar da população urbana que

Acervo ISA

será atingida, e a avaliação das condições e qualidade de vida, da renda e do perfil ocupacional dessa região;

- pesquisa amostral de campo nas áreas rurais, onde se localizam os projetos de colonização do INCRA, no sentido de dimensionar o respectivo contingente populacional, e fazer o levantamento das condições e qualidade de vida e da utilização da terra;

- pesquisa de campo nas áreas rurais, no intuito de dimensionar a população ribeirinha e fluvial e de caracterizar o seu perfil sócio-econômico, abrangendo as condições e qualidade de vida, as benfeitorias, o uso da terra e os valores históricos e culturais;

- pesquisa de campo na área indígena Paquiçamba, onde se estima que poderão ser atingidos cerca de 10% (620 ha) dos 6.000 hectares, com o objetivo de caracterizar as condições e qualidade de vida dos índios que atualmente habitam essa área; identificação sócio-etnográfica incluindo o perfil das características históricas, culturais e linguísticas; localização e mapeamento das zonas ecológicas manipuladas que se constituam "modus vivendi" das populaçõpes nativas decorrentes do recente processo histórico de ocupação e colonização da região; caracterização da intervenção institucional e econômica da cultura nacional dominante (processos educacionais, missões religiosas, FUNAI, INCRA, etc);

- pesquisa de campo visando fornecer um diagnóstico da situação dos sítios arqueológicos na área de inundação, no sentido de recuperar as informações sobre sistemas e eventos sócio-culturais do passado através de seus vestígios;

- inventário florestal na área do reservatório, no intuito de avaliar o potencial madeireiro existente e estabelecer prioridades com relação ao desmatamento, visando ao atendimento das

necessidades de aproveitamento de um recurso natural considerável e dos requisitos mínimos para os demais segmentos analisados (qualidade de água, saúde pública etc.);

- inventário florístico, de modo a obter subsídios que orientem a escolha de medidas que deverão ser tomadas para preservação de conhecimentos botânicos e de germoplasmas vegetais importantes.

Para as demais disciplinas dos elementos sócio-econômico e cultural, bem como para as do meio natural (físico e biótico), foram igualmente efetuados levantamentos de campo na área de inundação.

Além dos resultados já alcançados através de pesquisas e inventários, configuram-se como muito importantes à preservação do meio ambiente os serviços que serão realizados, nas oportunidades próprias, abrangendo os seguintes pontos:

- Monitoramento das Condições Climáticas
  - . ampliação da rede de observação e acompanhamento sistemático das condições climáticas;
- Controle de Impactos Geológicos
  - . implantação de rede de observação sismográfica;
  - . diretrizes para o controle de deslizamento de encostas marginais;
  - . avaliação do efeito do enchimento do reservatório sobre o nível freático;
  - . definição de diretrizes para assegurar a continuidade da atividade de mineração.
- Uso do Solo
  - . fixação de diretrizes conservacionistas para a área de entorno do reservatório e nível de bacia.

- Monitoramento da Qualidade da Água

  . definição da rede de estações de amostragem;
  . definição do elenco de análises físico-químicas e biológicas;
  . definição do cronograma de amostragem e inspeção.

- Limpeza da Bacia de Acumulação

  . definição sobre a necessidade de erradicação total ou parcial da vegetação;
  . fixação de diretrizes para as operações de desmatamento e de demolição, desinfestação e desinfecção de prédios;
  . fixação de diretrizes para o controle de crescimento da vegetação aquática.

- Salvamento e Conservação da Flora Silvestre

  . fixação de diretrizes para o salvamento da flora silvestre, considerando as fases de desmatamento da bacia e enchimento do reservatório;
  . fixação de diretrizes para a conservação da flora silvestre.

- Salvamento e Conservação da Fauna Aquática

  . fixação para o salvamento da fauna aquática durante a operação de fechamento da barragem;
  . fixação de diretrizes para a conservação da fauna aquática.

- Reassentamento da População Rural

  . seleção de áreas apropriadas apra o reassentamento;
  . dimensionamento do contingente a ser reassentado;
  . fixação de diretrizes para o reassentamento.

- Reassentamento de Populações Indígenas (Paquiçamba)

  . seleção de áreas apropriadas para reassentamento;
  . fixação de diretrizes para o reassentamento.

- Relocação de Núcleos Urbanos

  . seleção de áreas apropriadas para a relocação de núcleos urbanos;

  . fixação de diretrizes para a relocação.

- Relocação de Infra-Estrutura Regional

  . fixação de diretrizes para a relocação do sistema viário, do sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica e do sistema de telecomunicações.

- Saneamento e Saúde Pública

  . fixação de diretrizes para o setor de saneamento e saúde pública (obedecendo às fases de construção da barragem e enchimento do reservatório);

  . fixação de diretrizes para a fase de definição da usina.

- Salvamento e Preservação do Patrimônio Cultural Histórico, Arqueológico e Paisagístico

  . fixação de diretrizes para o salvamento e preservação do patrimônio cultural, histórico e arqueológico;

  . fixação de diretrizes para a preservação do patrimônio paisagístico.

- Reativação da Economia Regional

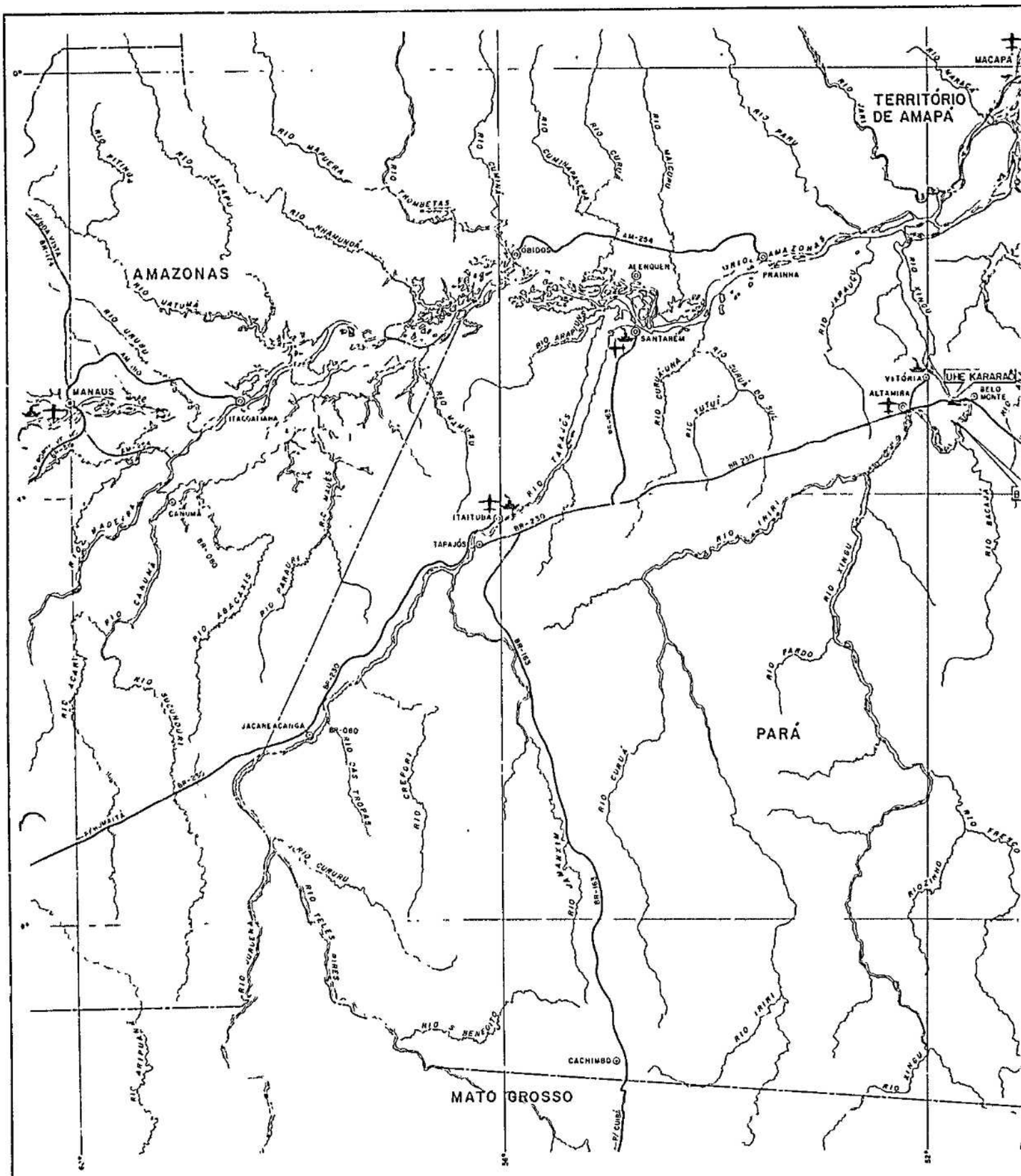
  . elaboração de proposta para a reativação da economia regional.

Acervo ISA

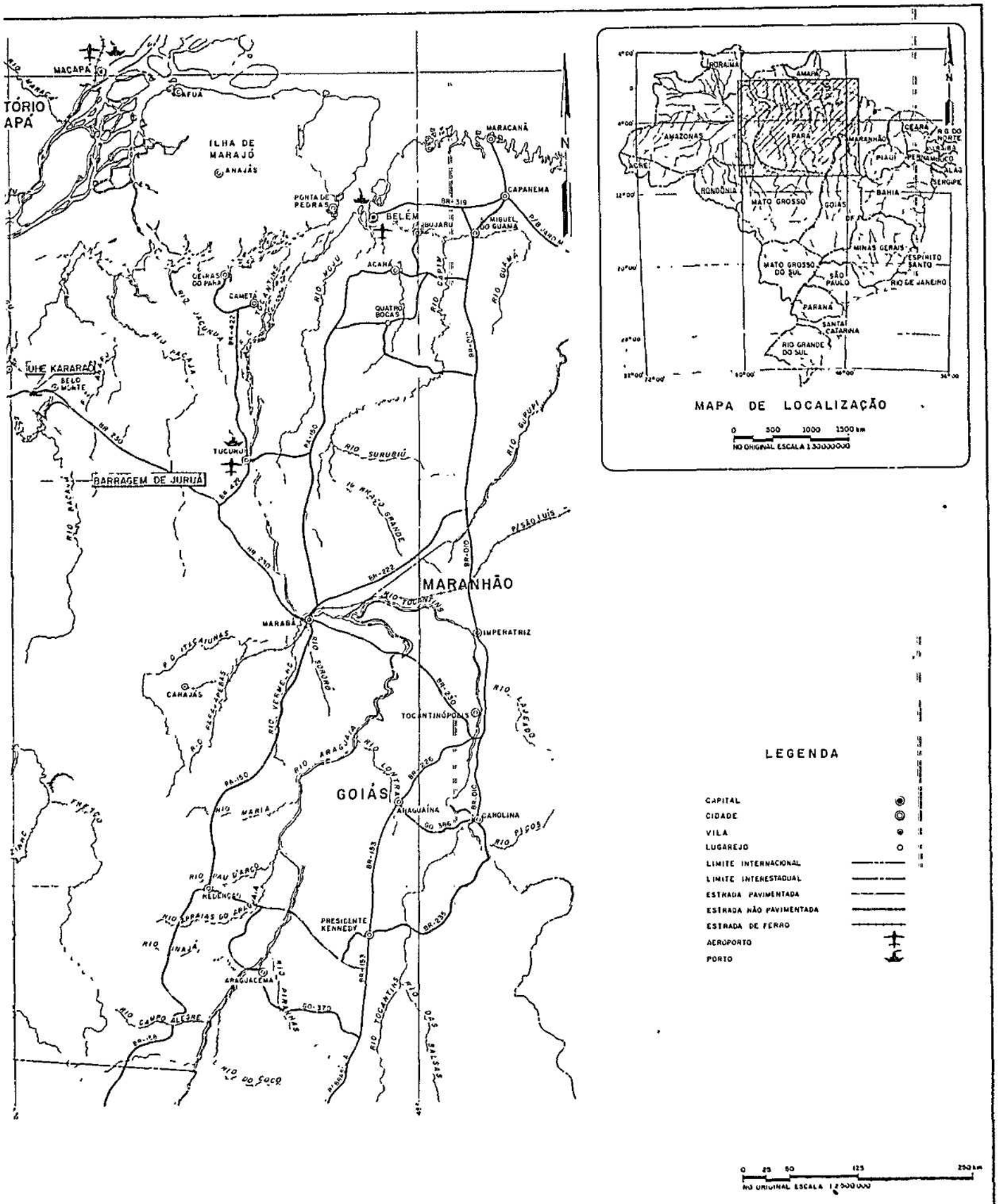
9 FASE ATUAL

No presente estão sendo concluídas as atividades correspondentes à elaboração do Relatório Final, representando esta etapa o coroamento e a consolidação de todas as atividades desenvolvidas durante a fase dos Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica do Aproveitamento Hidrelétrico de Kararaô.

Acervo ISA

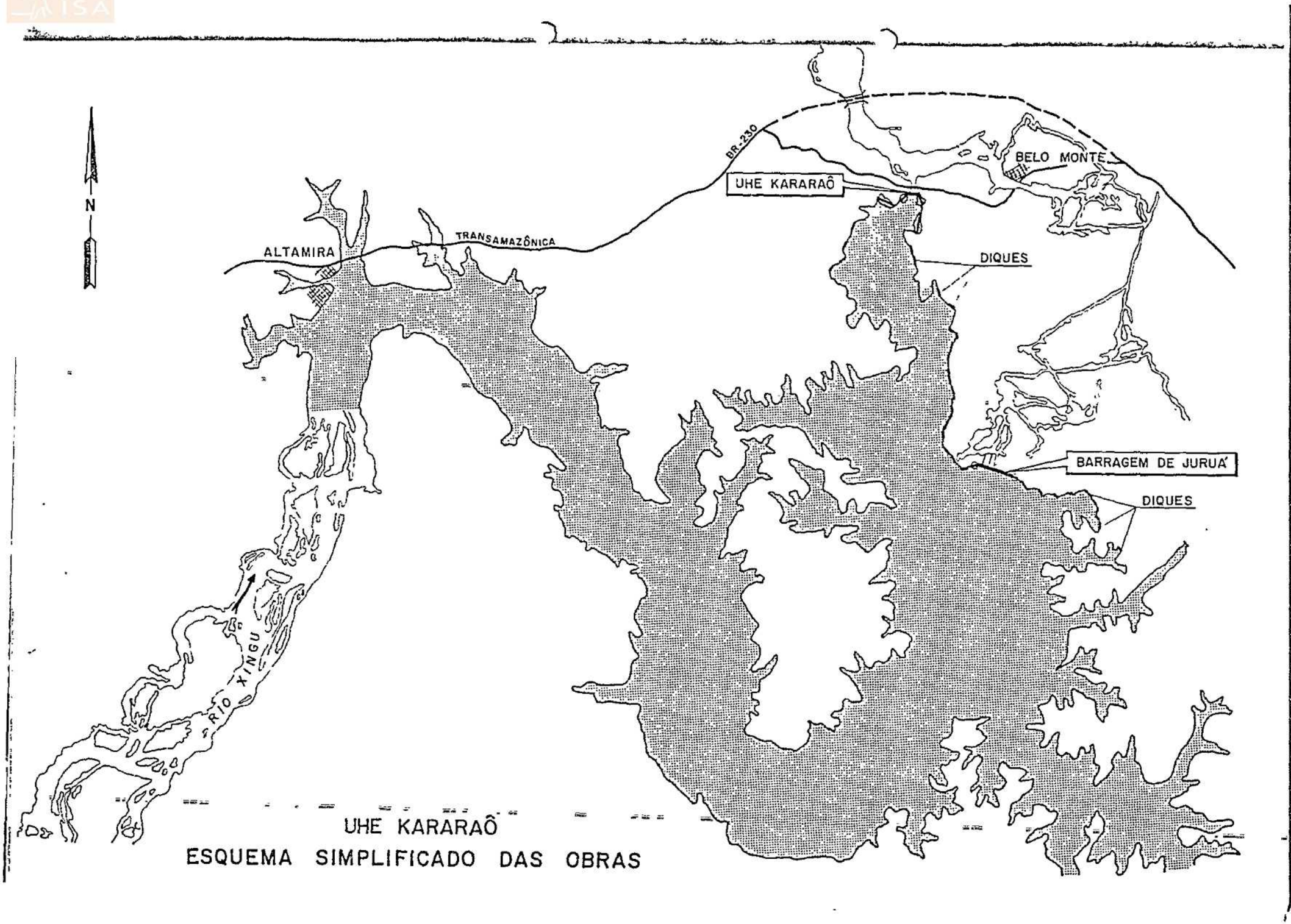

TERRITÓRIO DE AMAPÁ
MACAPÁ
AMAZONAS
PARÁ
MATO GROSSO
MANAUS
ÓBIDOS
ALENQUER
PRAINHA
SANTARÉM
VITÓRIA
ALTAMIRA
UHE KARARAÔ
BELO MONTE
ITACOATIARA
CANUMÃ
ITAITUBA
TAPAJÓS
JACARE ACANGA
CACHIMBO
RIO MAPUERA
RIO TROMBETAS
RIO NHAMUNDÁ
RIO UATUMÃ
RIO UNUBU
RIO JATAPU
RIO PITINGA
RIO CUMINÃ
RIO CUMINÃ-MIRIM
RIO CURUÁ
RIO MAICURU
RIO PARU
RIO JARI
RIO MARACÁ
RIO ARAPIUNS
RIO TAPAJÓS
RIO CURUCUNÃ
RIO TUTUÍ
RIO CURUÁ DO SUL
RIO JAMANXIM
RIO CURUÁ
RIO IRIRI
RIO XINGU
RIO JAPAUÚ
RIO FRESCO
RIO PARDO
RIO MAUÉS
RIO CANUMÃ
RIO ABACAXIS
RIO PARAURI
RIO ACARI
RIO SUCUNDURI
RIO CAS TROPAS
RIO CREPORI
RIO CUXIUARA
RIO TELES PIRES
RIO JURUENA
RIO ARIPUANÃ
RIO SANGUITÓ
RIO CUIABÁ
AM-254
AM-010
BR-230
BR-163
BR-080
BR-235
BR-174
BR-163
BR-163
BR-163

Acervo ISA



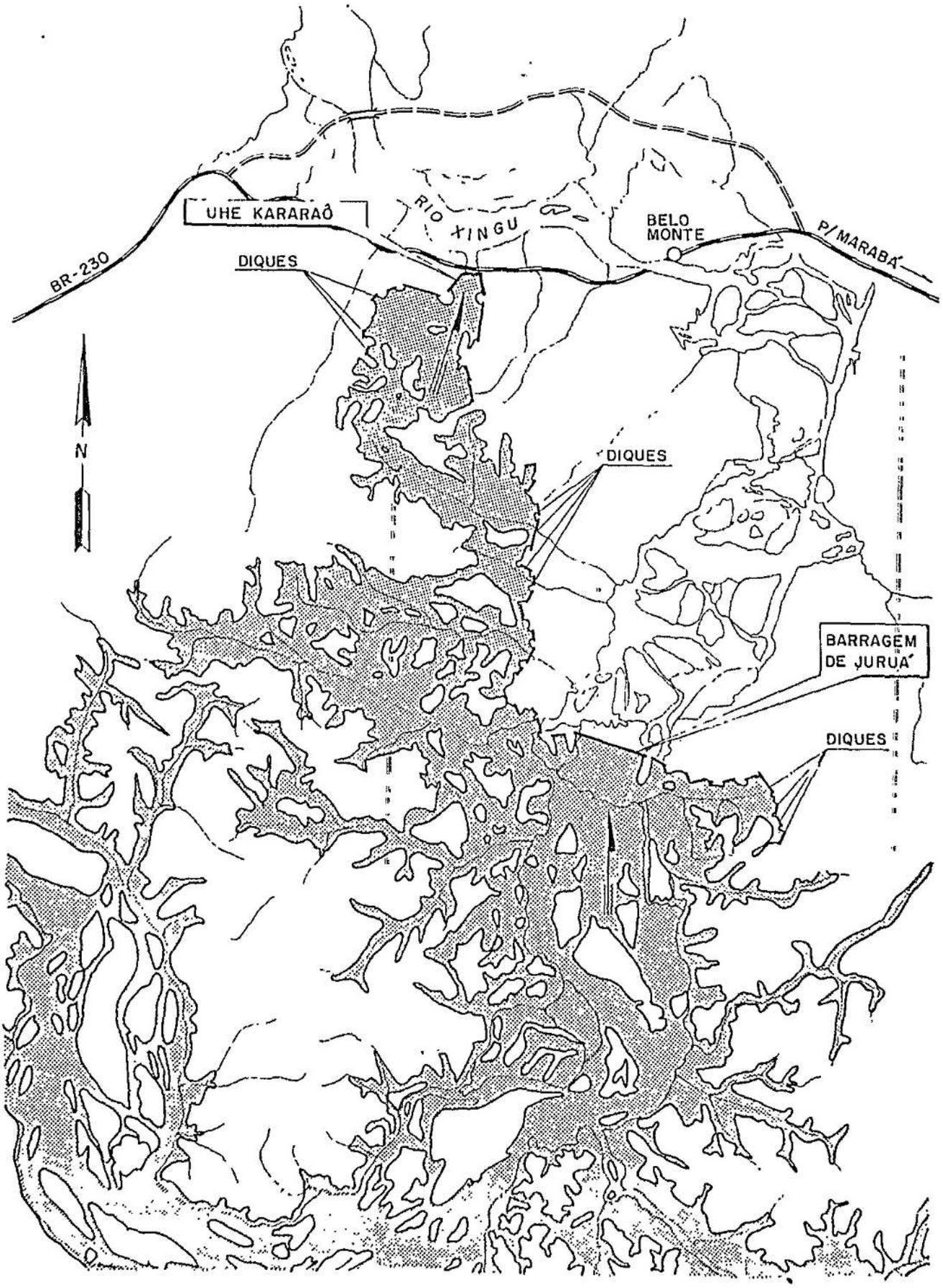
UHE KARARAÔ
LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

Acervo ISA



UHE KARARAÔ
ESQUEMA SIMPLIFICADO DAS OBRAS

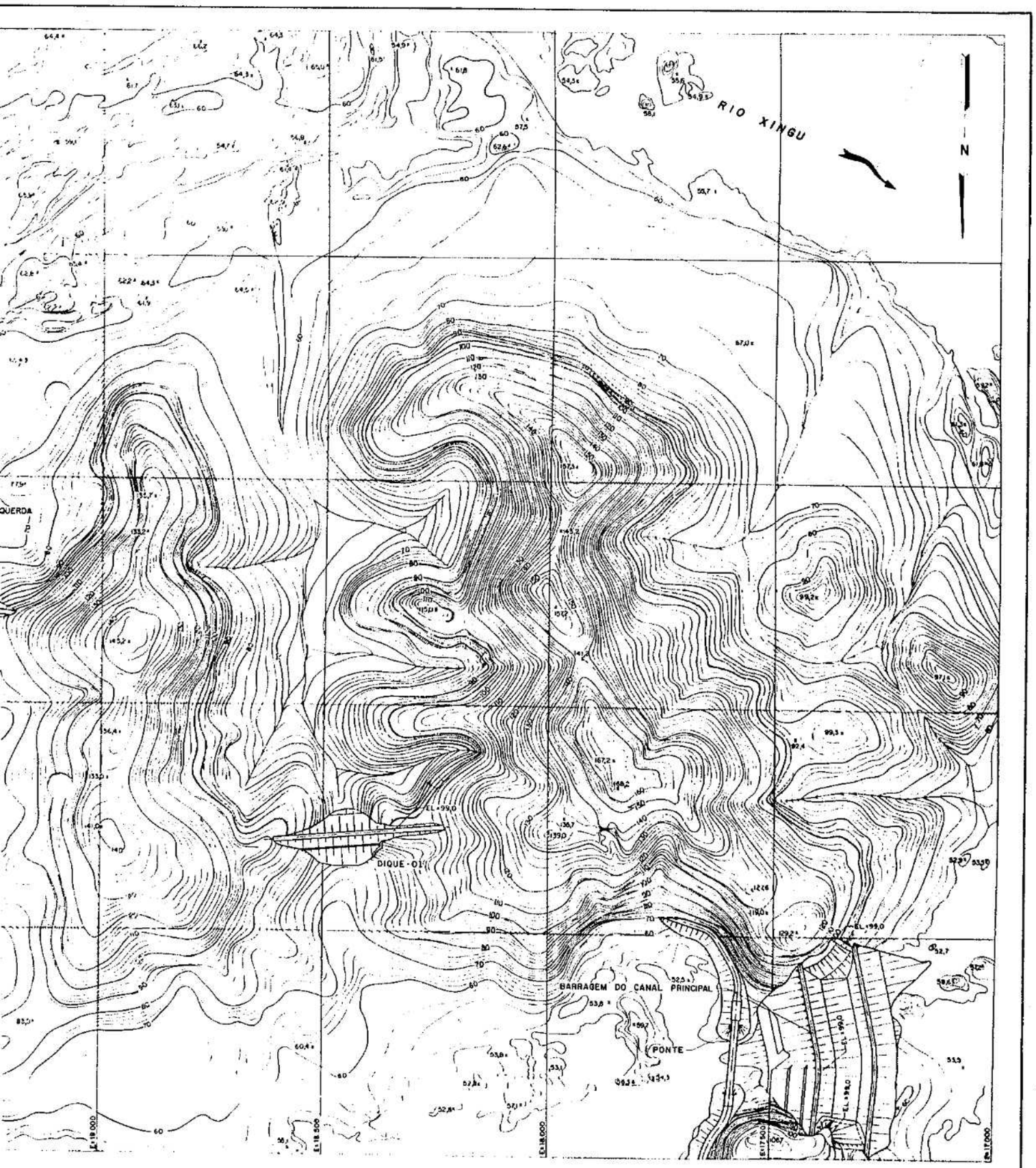
Acervo ISA



UHE KARARAÔ / JURUÁ / CANAIS DE ADUÇÃO

ESQUEMA SIMPLIFICADO

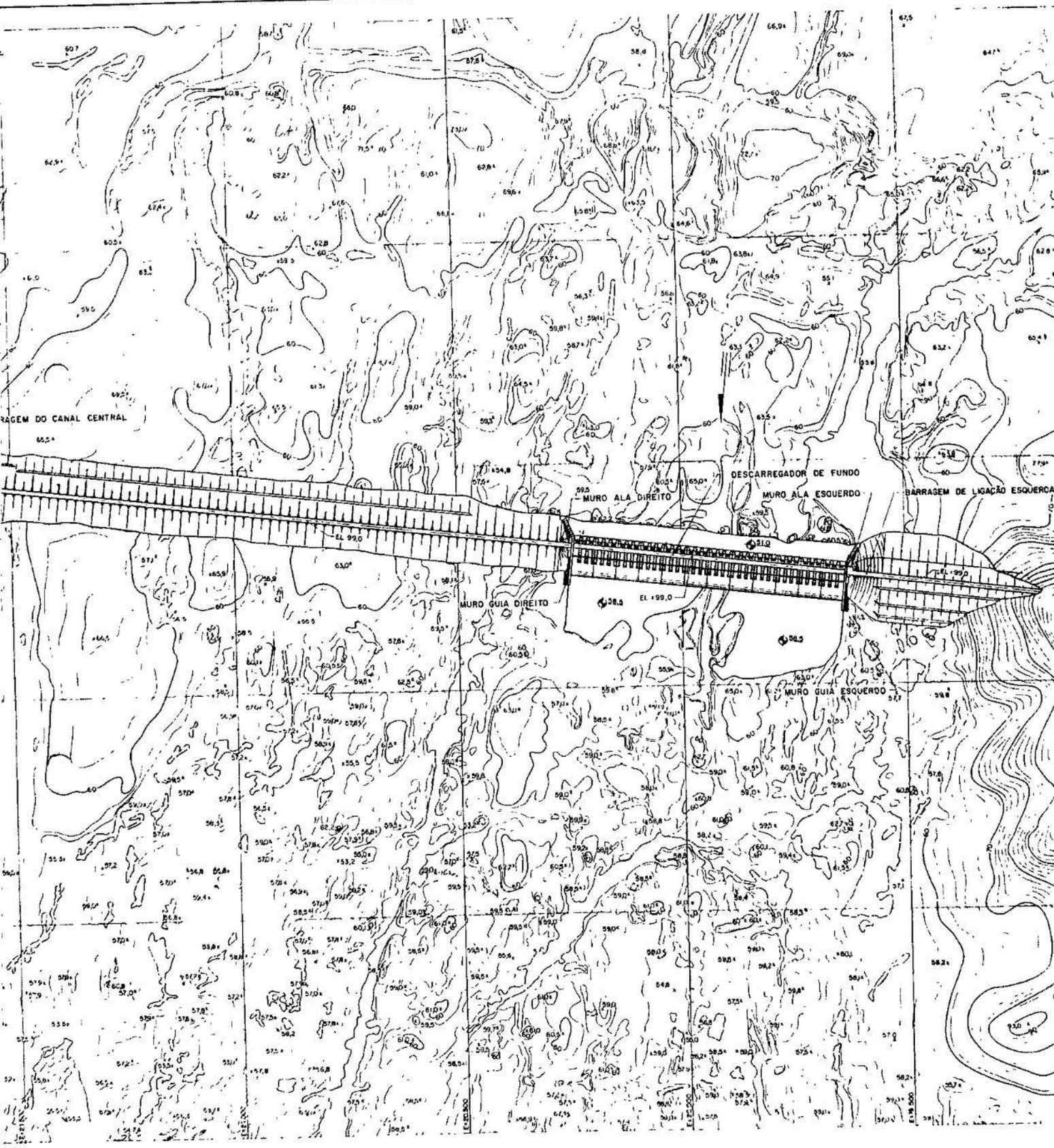
Acervo ISA



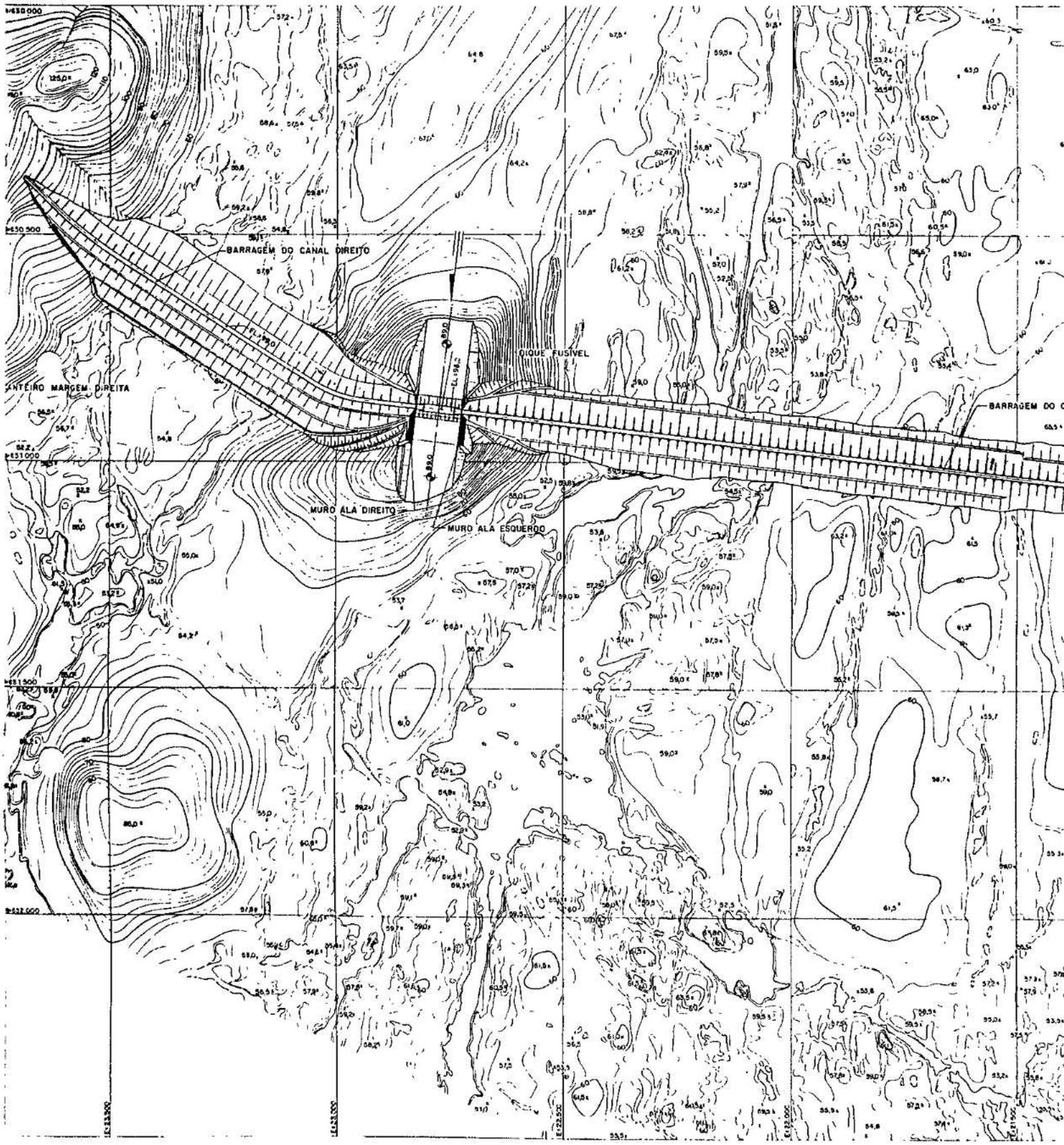
NO ORIGINAL ESCALA 1:5000

UHE KARARAÔ
BARRAGEM DE JURUÁ
ARRANJO GERAL

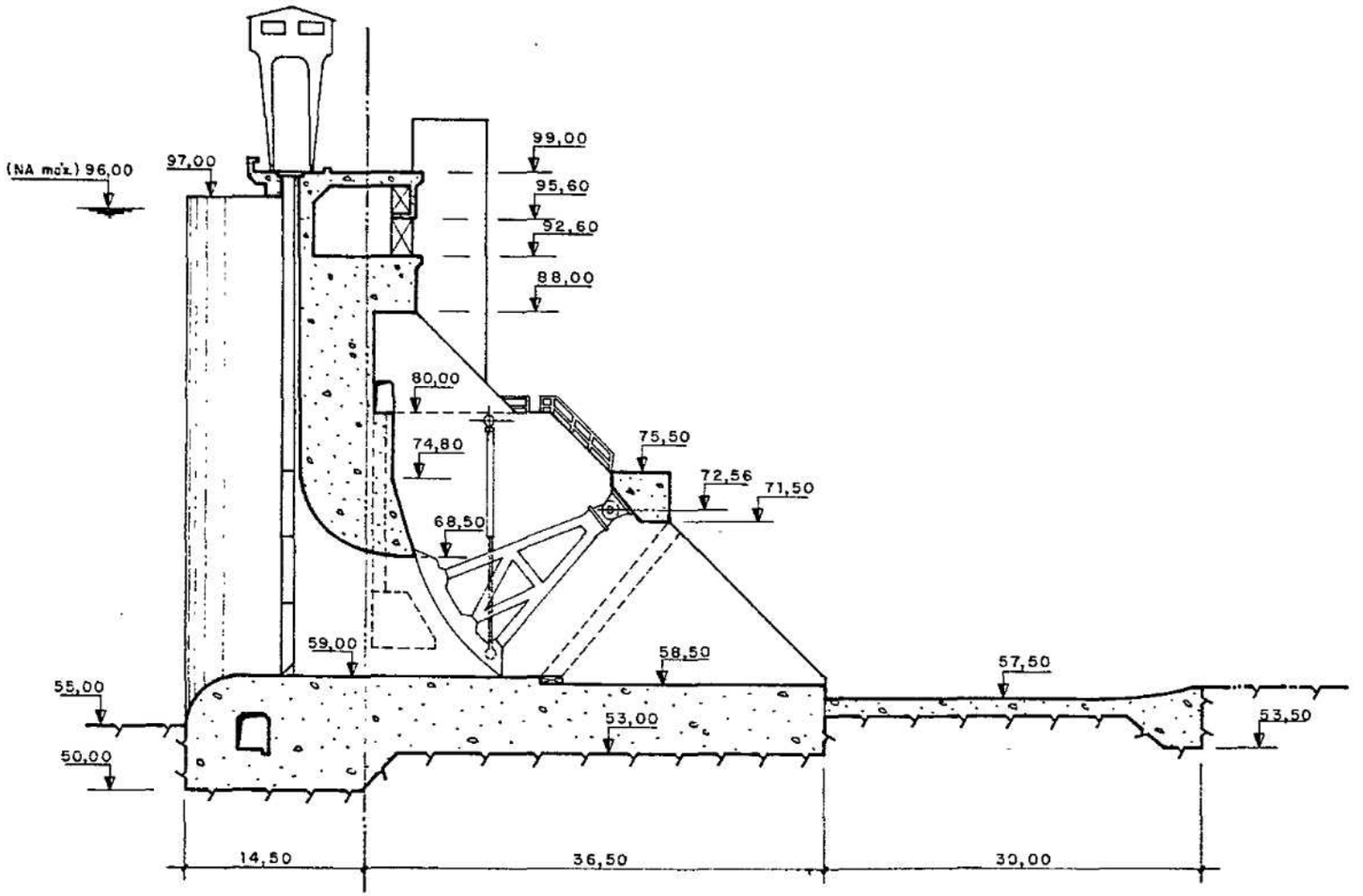
Acervo ISA


RAGEM DO CANAL CENTRAL
DESCARREGADOR DE FUNDO
MURO ALA DIREITO
MURO ALA ESQUERDO
BARRAGEM DE LIGAÇÃO ESQUERDA
EL 99,0
MURO GUIA DIREITO
MURO GUIA ESQUERDO

Acervo ISA


BARRAGEM DO CANAL DIREITO
DIQUE FUSÍVEL
CANTEIRO MARGEM DIREITA
MURO ALA DIREITO
MURO ALA ESQUERDO

Acervo ISA



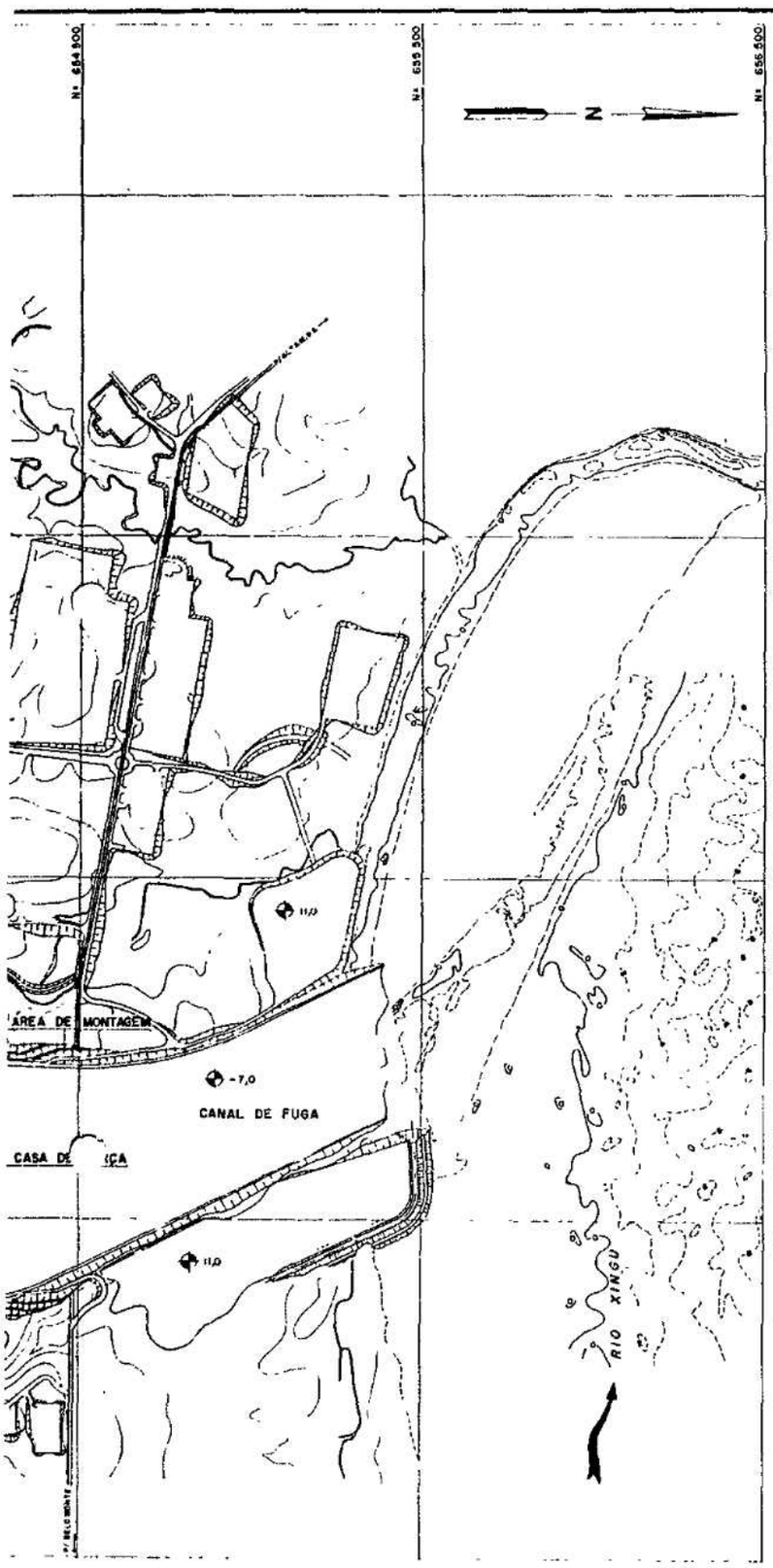
UHE KARARAÔ

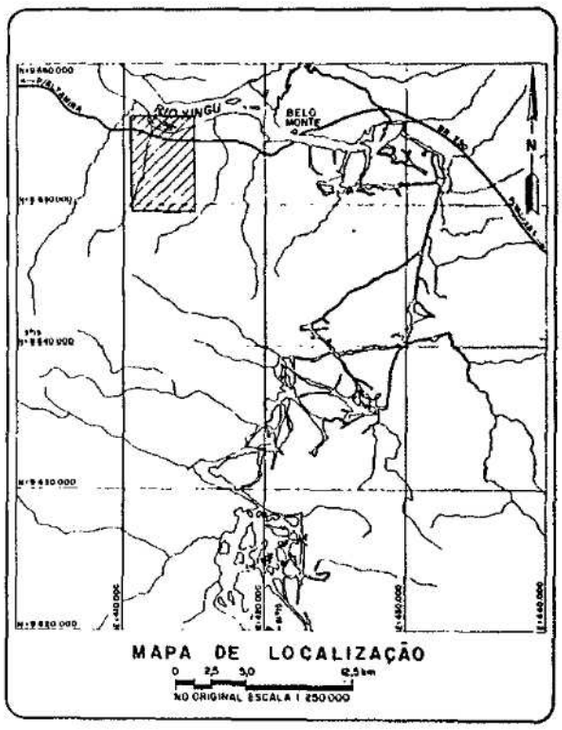
DESCARREGADOR DE FUNDO

CORTE TRANSVERSAL

43

Acervo ISA



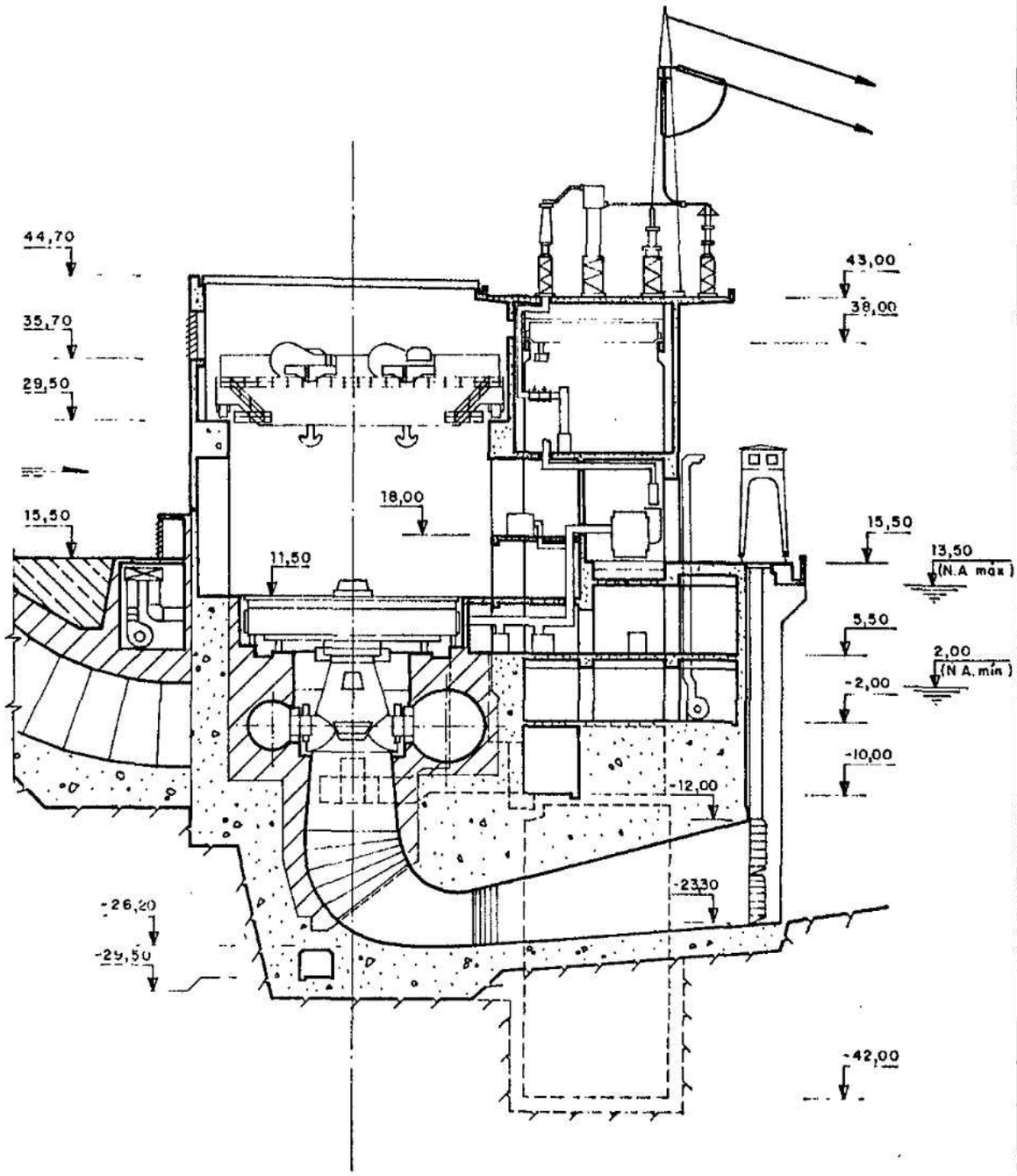


NO ORIGINAL ESCALA 1:10000

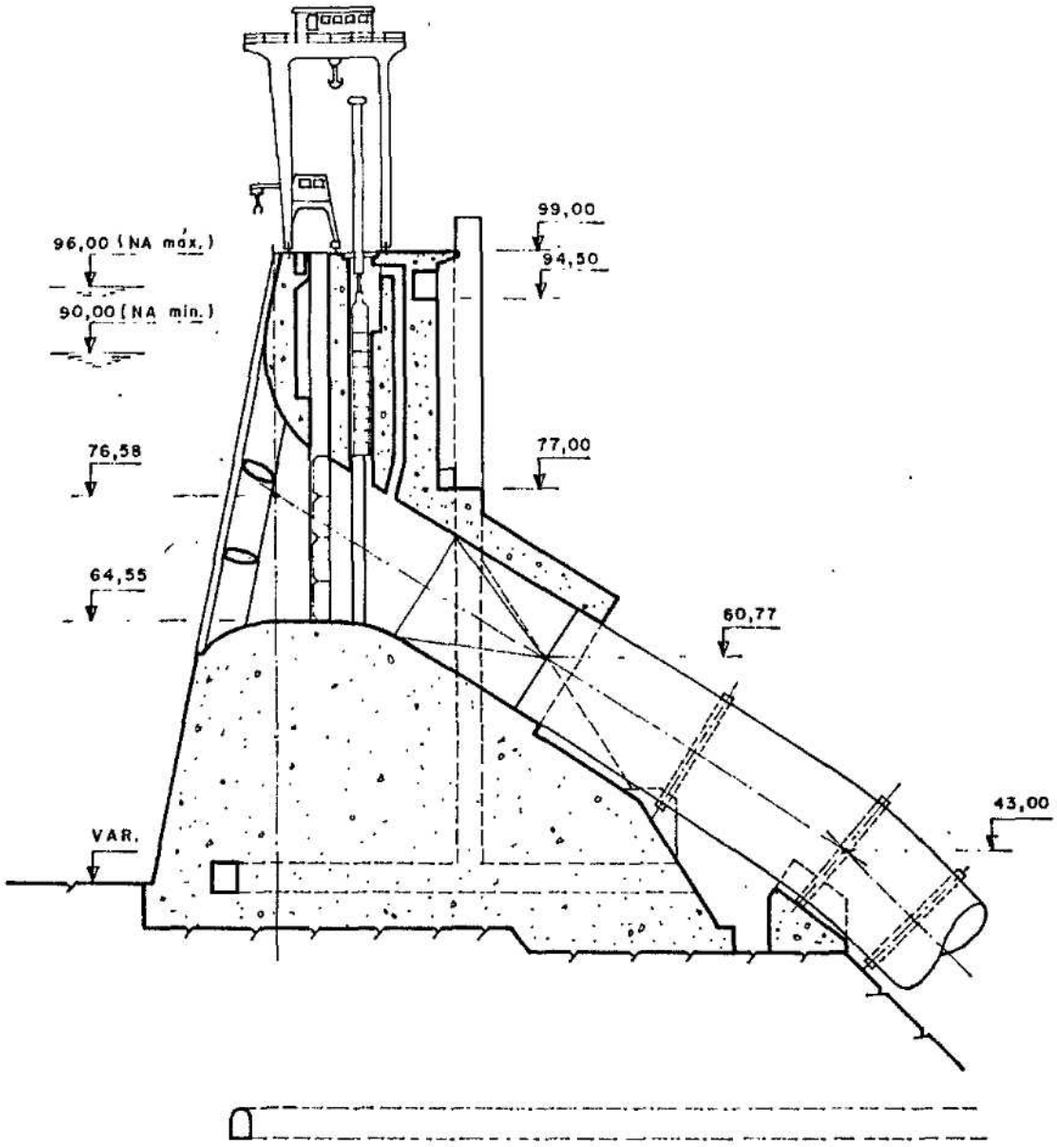
UHE KARARAÔ
OBRAS NO LOCAL DA USINA
ARRANJO GERAL

PLANTA

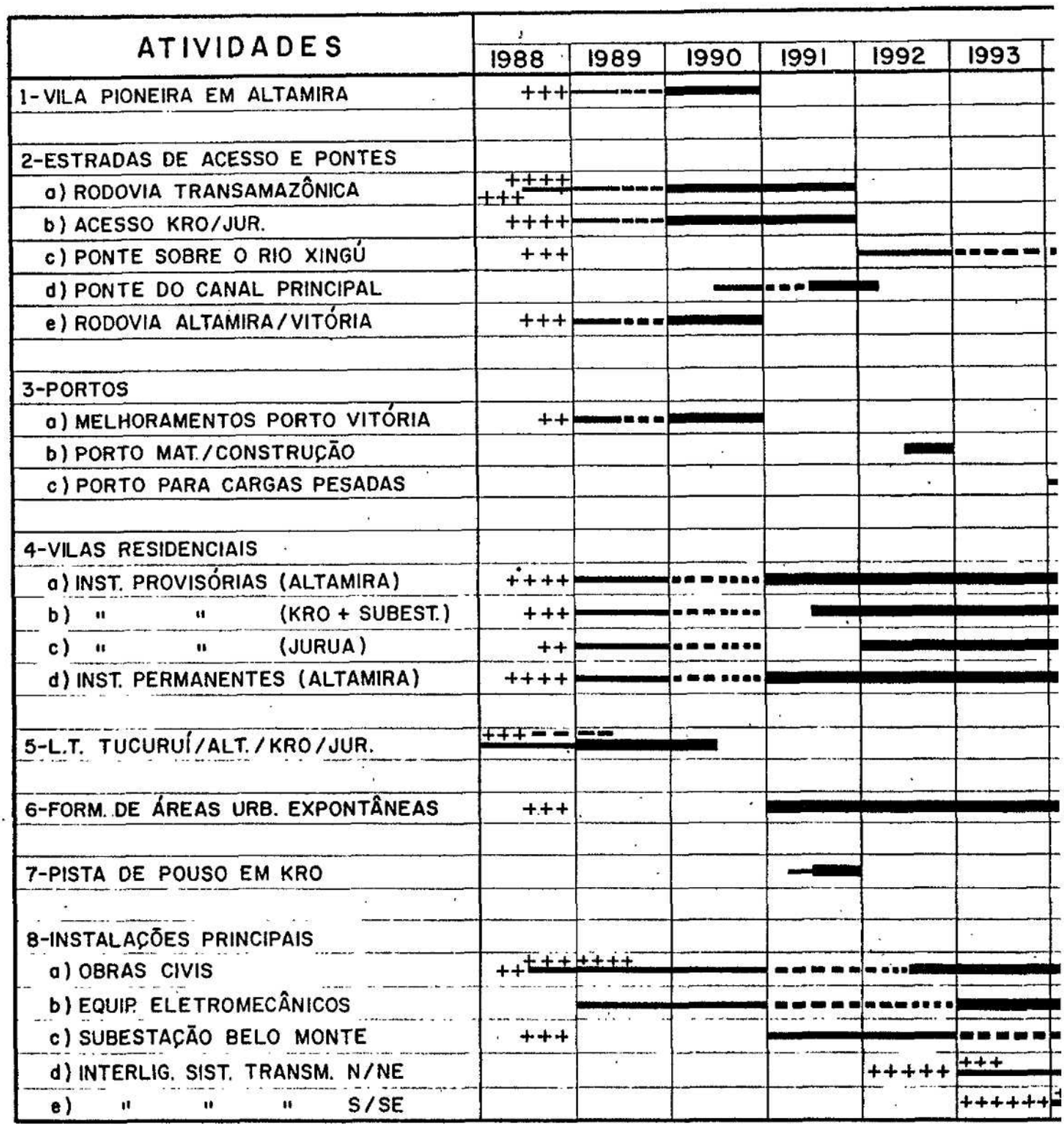
ESC 1 10000



UHE KARARAÔ
CASA DE FORÇA
CORTE TRANSVERSAL



UHE KARARAÔ
TOMADA D'ÁGUA
CORTE TRANSVERSAL



LEGENDA:

+ + + + TRABALHOS DE CAMPO

PROJETO BÁSICO + DBL

LICITAÇÕES

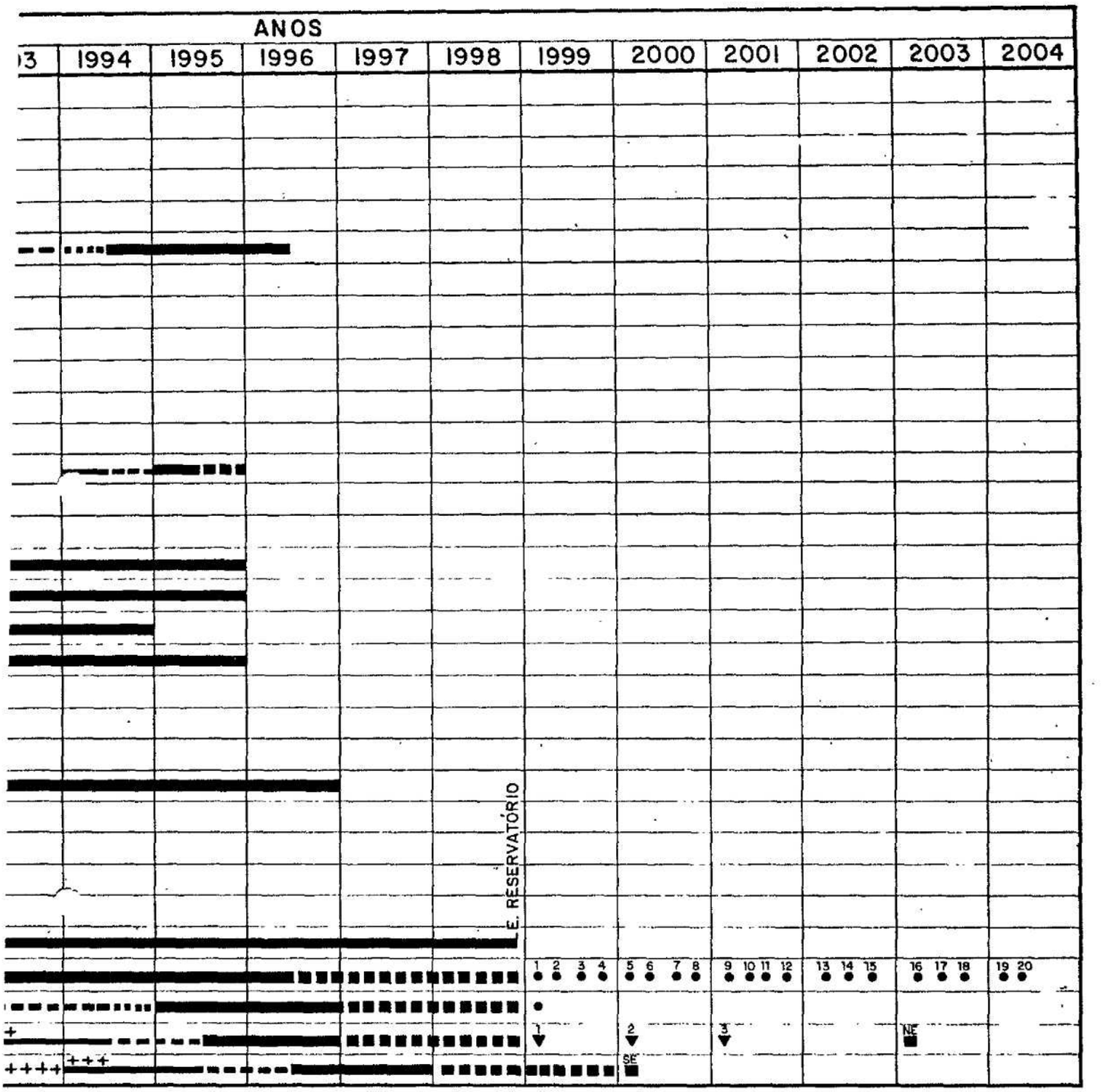
CONTRATO E MOBILIZAÇÕES

EXECUÇÃO

MONTAGEM

OPERAÇÃO UNIDADES

OPERAÇÃO CIRCUITOS C.A./TUC



■ OPERAÇÃO CIRCUITOS C.C.

UC

UHE KARARAÔ
CRONOGRAMA DAS OBRAS

47a

CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO

ANO	FÍSICO	FINANCEIRO (US$)x10^6
1988	PROJETO BÁSICO	6
1989		10
1990		14
1991	LICITAÇÕES E PROJETO EXECUTIVO	91
1992		164
1993	CONSTRUÇÃO	404
1994		466
1995		688
1996		883
1997		814
1998		666
1999	INSTALAÇÃO DAS UNIDADES GERADORAS	347
2000		335
2001		310
2002		266
2003		234
2004		130

DATA BASE: JUNHO'87
1 US$ = Cz$.39,90

TOTAL - 5.828x10^6