

UFPB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS - CAMPINA GRANDE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
SUPERVISIONADO

ESTAGIÁRIA: JOSECLAY LACERDA DE FARIAS
Inscrição - 7511103 - 8



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

1. INTRODUÇÃO

Cumprindo contrato assinado entre a Associação Técnica e Científica Ernesto Luiz de Oliveira Junior - ATECEL e a Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF, se desenvolve atualmente no Laboratório de Hidráulica do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, o estudo em modelo reduzido da Barragem da Pedra - Jequié - Ba. e que tem como data de conclusão, 25 de maio de 1980.

A Barragem da Pedra construída no Rio das Contas está localizada à 20 Km de Jequié. Seu reservatório tem uma capacidade de armazenamento de 1.700×10^6 metros cúbicos correspondentes à cota 228,30m.

Nesta cota o reservatório tem 72 Km de extensão, abrangendo uma área de 10 milhões de metros quadrados. Ela tem como finalidade principal a geração de energia hidroelétrica.

O Rio das Contas, importante curso d'água incluído entre os principais do Estado da Bahia, nasce na vertente Leste da Serra das Almas na Chapada Diamantina e é um dos componentes da "Bacia do Leste". Sua bacia hidrográfica é da ordem de 53.000 Km² dos quais três quarta partes se acham situadas no polígono das secas, com uma extensão de pouco mais de 500 Km. Seu regime, exclusivamente terrencial, apresenta grandes variações de descarga. Em épocas de enchentes já ultrapassou a casa dos quatro mil metros cúbicos. Durante a estiagem registrou-se descarga nula.

Este relatório corresponde às atividades desenvolvidas, como estágio supervisionado, no referido trabalho durante o período 25.10.79 à 25.12.79.

2. OBJETIVO DO ESTUDO

O estudo em modelo reduzido da Barragem da Pedra, compreende a determinação dos seguintes parâmetros hidráulicos necessários à operação da mesma:

- Determinação em modelo reduzido das curvas de cota/abertura/vazão do sistema extravasor de superfície.
- Idem para o descarregador de Fundo.
- Determinação da "Lei de Manobra" das comportas do extravasor de superfície em condições normais de operação e em contingências de cheias Máx. Máx. (5.000) m^3/s e Máx. Excepcional (10.000 m^3/s)

- Estudo do comportamento da lâmina d'agua no extravasor de superfície livre quanto:
 - aproximação
 - pressões negativas
 - descolamento
 - erosão
 - salto.

3. METODOLOGIA

Desde que alguns parâmetros exigem uma maior precisão para a sua determinação, está sendo construído em um galpão do Laboratório de Hidráulica, de 400 m² de área, dois modelos hidráulicos: um bidimensional na escala 1:50 e outro tridimensional na escala 1:100.

3.1. O MODELO BIDIMENSIONAL

Para os parâmetros que necessitam de uma precisão mais acentuada das medidas, está sendo construído um modelo bidimensional na escala 1:50 ,

envolvendo a reprodução de um vão e duas metades do extravasor de superfície. Neste modelo serão determinados os seguintes parâmetros:

- Determinação das curvas de cota/abertura/vazão do sistema extravasor de superfície;

- Comportamento da lâmina d'água no extravasor de superfície quanto:

- a) pressões negativas
- b) descolamentos
- c) salto
- d) padrão de erosão no leito do rio, na pós a bacia de dissipação.

Considerando que o escoamento se processa à superfície livre, a semelhança de Froude é a indicada. A condição de semelhança dinâmica pela Lei de Froude permite à transformação das várias grandezas entre o protótipo e o modelo pelas seguintes relações:

- a) Velocidade..... $V_p = 7,092 V_m$.
- b) Pressão..... $P_p = 50,000 P_m$.
- c) Tempos..... $T_p = 7,092 T_m$.
- d) Vazão..... $Q_p = 17,677,670 Q_m$,
(vazão por unidade de largura), onde os índices "p" e "m" indicam respectivamente protótipo e modelo.

A vazão máxima a ser escoada pelo modelo bidimensional em condições de enchente máxima excepcional será de 161,62 l/s (para os dois vãos do extravasor de superfície).

O modelo bidimensional será construído em um canal de alvenaria de tijolo comum com revestimento apropriado de material impermeabilizante (SIKA), com 12 m de comprimento, 0,68 m de largura e 1,90 m de altura. No trecho do canal em que está se instalando o modelo, será colocada uma lâmina de vidro para visualização do fluxo. Está sendo também construída uma bacia de tranquilização na entrada do canal. A alimentaçaõ do modelo se fará por um sistema de recirculaçaõ constituído de um reservatório inferior, sistema de bombeamento, reservatório superior de nível constante e canais de recirculaçaõ. Esta alimentaçaõ será feita por uma tubulaçaõ de ferro fundido de 350 mm de diâmetro dotada de registro de gaveta para contrôle da vazão. A medida da vazão a ser escoada no modelo será feita através de um vertedor retangular sem contraçaõ, previamente calibrado, instalado em uma cuba vertedora, que descarregará na bacia de tranquilizaçaõ. Ao longo da soleira do vão central do extravasor de superfície no modelo bidimensional serão adaptadas tomadas de pressãõ, em tubos de cobre, as quais serão ligadas por mangueiras a um multimanômetro instalado na parede do canal.

Os principais equipamentos a serem utilizados nos ensaios previstos no modelo bidimensional consistirão de:

- Micromolinete - (para as medições de velocidade).

- Multimanômetro - (para as medições de pressão).
- Pontas Linimétricas - (para a leitura de níveis d'agua).

3.2. O MODELO TRIDIMENSIONAL

Este modelo envolve os aspectos gerais da Barragem da Pedra e obras acessórias além da reprodução da topografia à montante e a jusante correspondendo a um trecho de 2 Km do vale do Rio das Contas, ocupando uma área de aproximadamente 300 Km². Neste modelo estudaremos os seguintes parâmetros:

- Determinação das curvas de cota/abertura/vazão para o descarregador de fundo.

- Determinação da "Lei de Manobra" das comportas do extravasor de superfície em condições normais de operação, em possibilidade de ocorrência de cheias Máx.Máx (5.000 m³/s) e Máx.excepcional(10.000 m³/s).

- Estudo da lâmina d'agua no extravasor de superfície quanto:

- a) Velocidade : $V_p = 10 V_m$
- b) Pressão : $P_p = 100 P_m$
- c) Tempos : $T_p = 10 T_m$
- d) Vazão : $Q_p = 100000 Q_m$,

onde os índices "p" e "m" indicam respectivamente protótipo e modelo.

Para a vazão máxima excepcional no protótipo ($10.000 \text{ m}^3/\text{s}$) escoará no modelo uma vazão de 100 l/s .

O modelo será locado sobre uma laje de concreto armado de 7 cm de espessura com ferragem mínima lançada sobre a laje do piso do laboratório para evitar possíveis recalques, com consequentes fugas d'água.

Esta locação será de acordo com as coordenadas mostradas no desenho nº 04/79. O contorno do modelo será feito por parede de alvenaria. Para a reprodução da topografia foram tomados perfis normais ao eixo do rio com uma distância aproximada de 50 m entre eles. Esses perfis estão sendo confeccionados em eucatex e depois de nivelados terão entre eles preenchidos com metralha devidamente compactada, sendo que a camada de acabamento será feita com argamassa de cimento e areia.

Os detalhes que não influenciam nas características do escoamento não serão considerados na construção do modelo, pois não estão sendo estudados aspectos estruturais.

Na entrada do modelo foi construída uma bacia de tranquilização dotada de uma soleira espessa com a finalidade de se obter uma distribuição uniforme da lâmina d'água na seção inicial.

Para o controle do nível d'água de jusante

te será instalada na secção final do modelo uma comporta.

A alimentação do modelo será feita pelo reservatório de nível constante através de uma tubulação de ferro fundido de 300 mm de diâmetro, independente daquela que alimentará o modelo bidimensional, para evitar oscilações nas vazões durante a operação conjunta dos modelos. As vazões serão controladas por um registro de gaveta e medidas em um vertedor retangular sem contração, previamente aferido e instalado, em uma cuba vertedora.

As medições de velocidade e nível d'água serão feitas respectivamente por micromolinete e ponta linimétricas.

Na locação do modelo e instalação dos perfis se utilizarão instrumentos de topografia.

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O trabalho foi iniciado com uma pesquisa bibliográfica, para uma melhor identificação com a tecnologia empregada nos estudos em modelos reduzidos no mundo, bem como, para o entendimento dos parâmetros que envolvem os vários fenômenos a serem reproduzidos nos modelos reduzidos da Barragem da Pedra.

A partir de dados solicitados à CHESF para o desenvolvimento do trabalho, foram então copiados respectivamente nas escalas 1:50 e 1:100 correspondentes aos modelos bidimensional e tridimensional, todos os desenhos necessários à confecção das peças a serem reproduzidas para a construção dos modelos.

Conhecidas as vezes máximas a serem reproduzidas nos modelos foi feito o dimensionamento do

sistema de alimentação dos mesmos, constando de um reservatório inferior, sistema de bombeamento, reservatório superior e canais de recirculação.

Considerando os fenômenos a serem estudados e tentando dar uma condição melhor de aproximação de fluxo, para o modelo tridimensional, foram preparados perfis espaçados de 50 m envolvendo 2 Km do Rio das Contas, para o lançamento do canal no qual se rá reproduzido o modelo tridimensional foi construí da uma lage de concreto armado com ferragem mínima e de 7 cm de espessura com dimensões compatíveis com o modelo.

Na lage de piso do laboratório de hi dráulica foi feita a locação do canal de recirculação e do canal onde foi lançado o modelo bidimensional, conforme a planta de locação, désenho 03/79, logo a pós foi iniciada a escavação da lage para execução do canal de recirculação nas dimensões correspondentes' ao dimensionamento.

Foi feita uma consolidação do terreno , através do apiolamento de camadas e lançamento de uma camada de 20 cm de metralha devidamente molhada e compactada para evitar possíveis recalques e conseqüentes fugas d'agua.

O canal foi executado em alvenaria de ti jolo maciço, para o mesmo foi executado um reservatório de tranquilização no qual na entrada do canal foi

dada um formato curvo tanto na horizontal como na ver
tical para evitar correntes dirigidas.

No meio do reservatório de tranquiliza-
ção que alimenta o canal foi levantada uma parede em
alvenaria de tijolo furados para melhorar as condições
de tranquilização do fluxo d'água de descarga da cu
ba, onde será instalado o vertedor retangular para me
dição da vazão no canal.

Para o revestimento do canal foi usado o
mesmo traço indicado para o canal de recirculação.

Para execução do modelo bidimensional fo
ram confeccionadas plantas de fôrma para o perfil ver
tente, sistema de dissipação e pilares, desenho nº 05/
79.

O perfil vertente foi moldado em concre-
to, as fôrmas para o molde foram feitas em aglomerado
e lâminas de alumínio.

Foram dimensionadas 13 (treze) tomadas de
pressão ao longo do perfil vertente, ligadas a um mul
timanômetro localizado na parede do canal, para deter
minações das pressões.

Para o sistema de dissipação foram feitas
moldes de madeira dos bolcos, sendo nestes dados as
formas e dimensões correspondentes ao modelo.

Em seguida foram executados as peças em
cimento, dando o acabamento com lixa e massa plásti-
ca para se obter as dimensões e forma em escala.

Os pilares foram executados em madeira re sistente à água, do tipo Sucupira. Em seguida foi dado o acabamento em massa Iberê, para se obter uma super fície lisa e sem nenhuma rasura.

Foram dimensionadas 12 (doze) tomadas de pressão para observação do comportamento do fluxo na entrada do vertedor.

O modelo tridimensional, foi dimensionado de acordo com a planta nº 04/79.

Para reprodução topográfica deste modelo foram confeccionadas os perfis na escala do modelo de 50 em 50 metros ao longo do rio compreendendo um tre cho de 2 Km, sendo os mesmos cortados em folhas de du ratex com 5 mm de espessura de acordo com o desenho, nº 02/79.

Para a construção do tridimensional foi executado sobre a laje do piso do laboratório, uma laje de concreto armado de 7 cm de espessura, com armadura mínima de 3,5 mm e comprimento compatíveis. Isto foi feito para evitar possíveis recalques e consequentes fulgas d'água, uma vez que o peso é considerável e não se tem confiança quanto a resistência do aterro exe cutado quando na construção do galpão.

O modelo tridimensional foi locado sobre a laje acima descrita conforme a planta nº 03/79 utiliza do instrumentos topográficos.

5. CONCLUSÃO

Este relatório pelo curto período que representou o estágio contém a parte de coleta de da dos e preparação dos elementos para a construção dos dois modelos da Barragem da Pedra e infraestrutura pa ra a operação dos mesmos.

Como a fase de operação do modelo corres ponde à última etapa do trabalho, nenhum resultado ' pode ser aqui discutido ou analisado.

Apesar disso o estágio se tornou muito importante, pelas características que tem, de um trabalho pioneiro na região, além de ter proporcionado o

aprendizado de técnicas de engenharia aplicda aos
modêlos reduzidos.

6. BIBLIOGRAFIA

- 1 - Handbook of Applied Hydraulics
Davis - Sorensen - Mc Gran-Hill
- 2 - Hydraulics Design of Stilling Basins and Energy Dissipators -
Bureau of Reclamation
- 3 - Model Studies of Imperial Dam
Bureau of Reclamation
- 4 - Relatorios de Trabalhos em Modêlos
Reduzidos do Centro Tecnológico de
Hidráulica - USP - São Paulo.
- 5 - Manual de Hidráulica
J. M. Azevedo, Neto

6 - Curso de Hidráulica

Eurico Trindade Neves

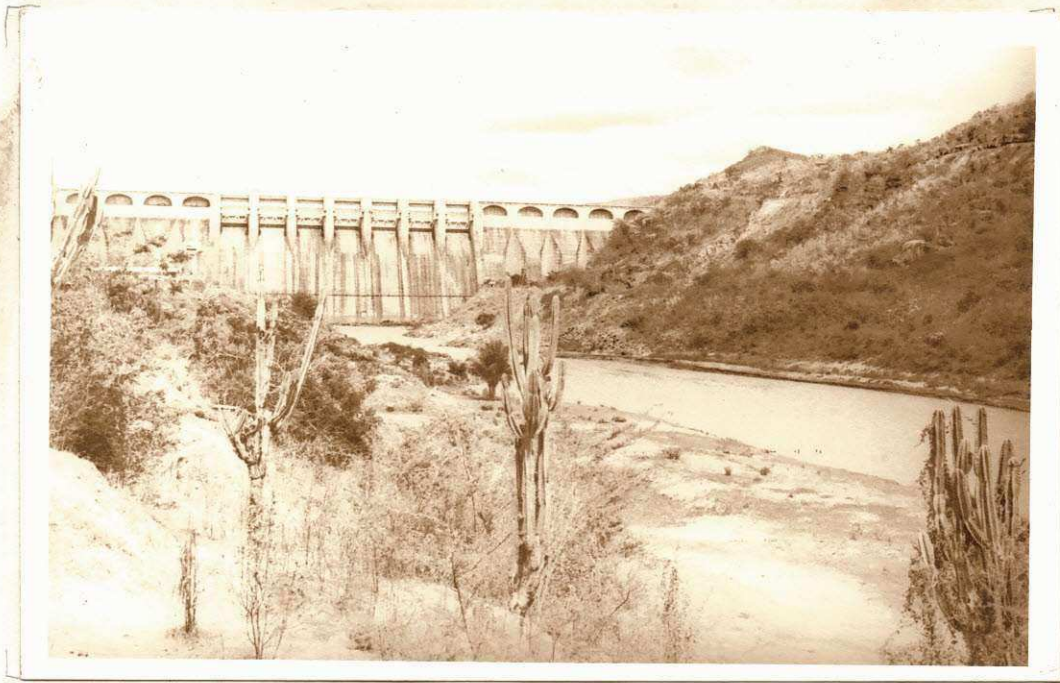
7 - Manual de Hidráulica

Armando Lancaestre.

Campina Grande, 28 de dezembro de 1979

Joseclay Lacerda de Farias
JOSECLAY LACERDA DE FARIAS

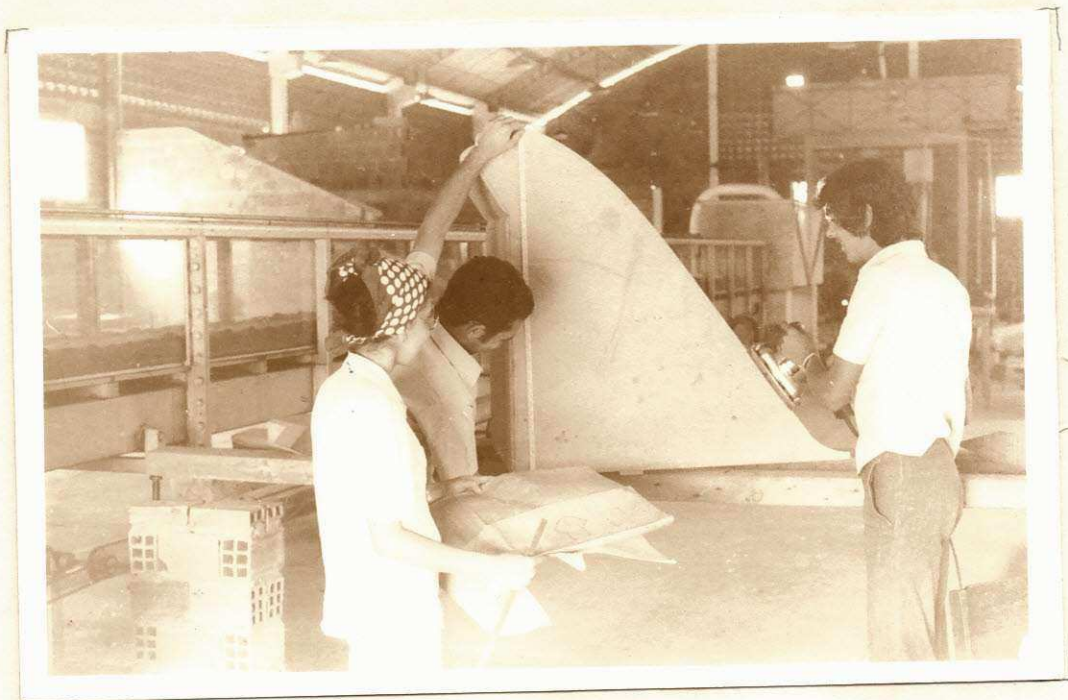
- estagiária -



Barragem da Pedra



Barragem da Pedra - Vertedores e Usina



Modêlo Bidimensional - Moldagem dos Vertedores
de Superfície



Modêlo Bidimensional - Confeccção de Pilares



Modêlo Bidimensional



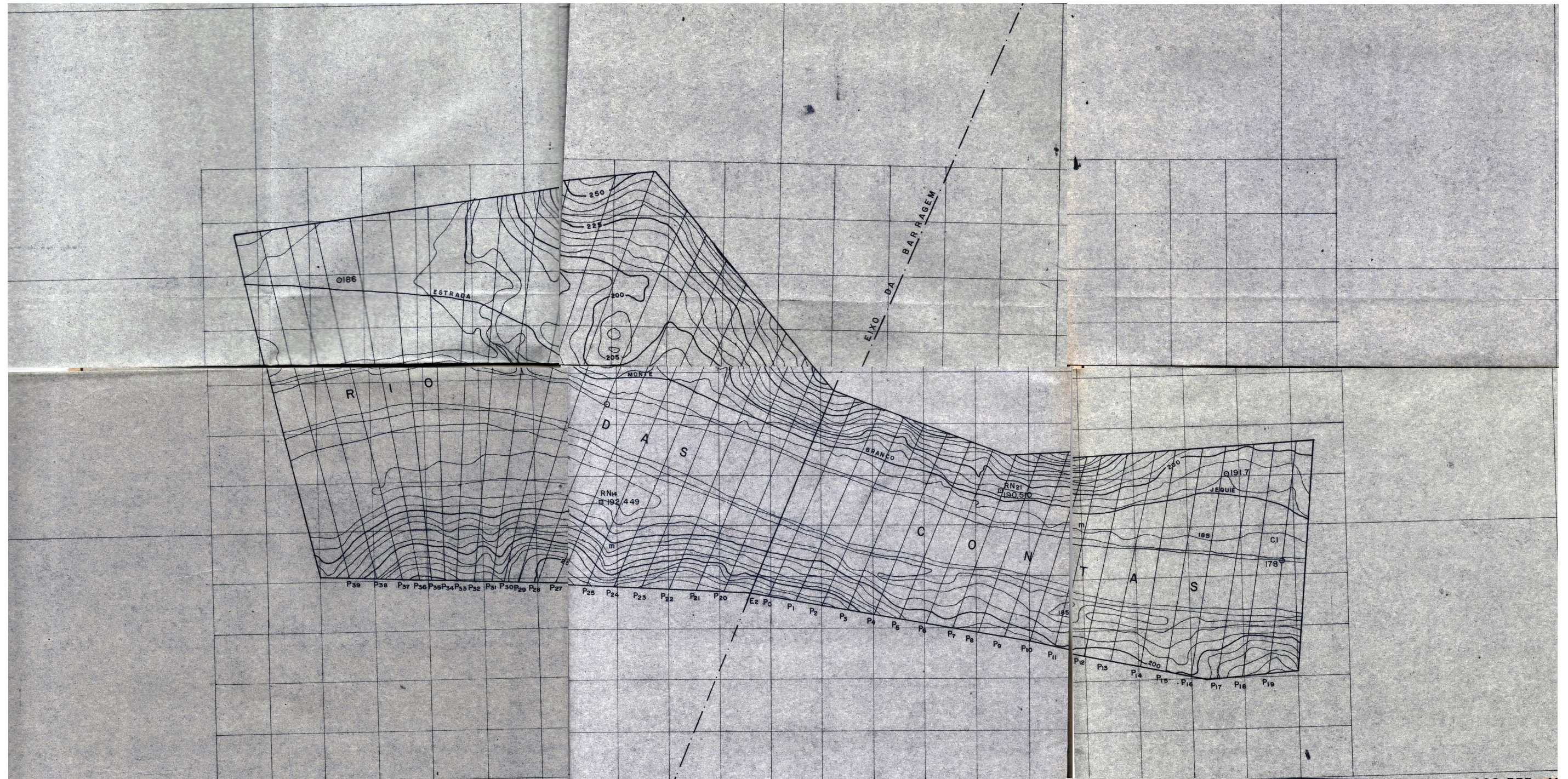
Modêlo Bidimensional - Construção do Canal



Modêlo Tridimensional - Armadura da Laje



Reservatório Superior e Inferior e Casa de
Bombas



ATECEL - CHESF		CT - E - 226.330	
DESENHO	DATA	NOME	ENGEº RESPONSÁVEL
CÓPIA	SET./79	Paulo Pessoa	Manoel Gilberto
VISTO			
Nº	BARRAGEM DA PEDRA - JEQUIÉ - Ba.		
02/79	ESTUDO EM MODELO REDUZIDO		
ESCALA:	MODELO TRIDIMENSIONAL		
1:5000	MODELO E PERFIS - LOCAÇÃO		

3465500
m