

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Aluna : ELBA MORAES PESSOA

Matrícula : Nº 7911320-5

Título : ESTUDO EM MODELO REDUZIDO DE BARRAGENS DE  
PEDRA

Supervisor : MANOEL GILBERTO DE BARROS

CAMPINA GRANDE - PB  
1983  
Prof. Marcos Loureiro Marinho  
Coordenador de Estágios - DEC - CCT - PRAI - UFpb

21/07/83



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba, através do Departamento de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia pelo apoio acadêmico.

À Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF e Associação Técnica Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior - ATECEL, pela oportunidade de realização deste estágio, através do Convênio ATECEL/CHESF-CT-E-226.330.

Ao professor Supervisor MANOEL GILBERTO DE BARROS, pela orientação e incentivos no decorrer do estágio.

Ao Engenheiro Eduardo Enéas de Figueiredo pela orientação e todos aqueles que contribuíram para a realização deste estágio.

## APRESENTAÇÃO

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas no modelo tridimensional da Barragem da Pedra, construído no Laboratório de Modelos Reduzidos do Departamento de Engenharia Civil do CCT-UFPB e que corresponde a um estágio supervisionado realizado nos meses de Janeiro e Fevereiro de 1983.

Apesar de estarem previstos no Plano de Estágio as fases de construção e operação do modelo, somente a primeira foi cumprida, em virtude da necessidade da coleta de novos dados de campo, para a conclusão do mesmo.

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - O Rio das Contas

Importante curso d'água incluído entre os cinco principais rios do Estado da Bahia, nasce na Serra das Almas na Chapada Diamantina e é um dos componentes da "Bacia do Leste".

Sua bacia hidrográfica é da ordem de 53.000 Km<sup>2</sup>, dos quais três quartas partes acham-se situados no "Polígono das Sêcas", a parte restante atravessa zona de matas da região cacauveira.

Com uma extensão de pouco mais de 500 Km, apresenta desde a nascente na Chapada Diamantina até sua foz em Itacaré uma queda de 615 metros.

Seu regime, genuinamente torrencial, apresenta grandes variações de descargas. Em época de enchentes já ultrapassou a casa dos 4000 m<sup>3</sup>/s. Durante a estiagem registrou-se descarga nula.

O Rio das Contas depende energicamente de dois reservatórios: Funil e Pedra.

Em decorrência da existência da Usina de Funil e da necessidade de um maior aproveitamento energético, foi projetada e construída a Barragem da Pedra

### 1.2 - A Barragem da Pedra

Construída com a finalidade de gerar energia hidroelétrica, a Barragem da Pedra está localizada a 20 Km a montante de Jequié. Seu reservatório tem capacidade de armazenamento de  $1700 \times 10^6$  m<sup>3</sup> correspondente a cota 228,30 m e uma extensão de 72 km, abrangendo uma área de 10 milhões de metros quadrados.

A barragem é do tipo de peso aliviado, e composto de 24 blocos, dos quais, os sete blocos centrais são vertentes com crista na cota 219,00 m dotados de sete com portas de setor de 9,0 metros de largura por 12,5 metros de vão. O coroamento da barragem é na cota 232,00 metros.

Cada bloco tem 17 metros de comprimento, tendo o parâmetro de montante inclinação de 1:0,03 e o de jusante inclinação de 1:0,70.

À jusante da barragem está localizada a bacia de dissipação com soleira dentada e limitada lateralmente por muros de contenção.

## 2 - OBJETIVO DO ESTUDO

A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF, como órgão controlador da Barragem da Pedra e necessitando de subsídios técnicos para solucionar problemas, de correntes da operação da Barragem recorreu a equipe técnica especializada do Laboratório de Modelos Reduzidos do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, através da ATECEL, em contrato firmado por ambas as entidades.

Estão sendo executados no Laboratório de Hidráulica do CCT/UEPB, estudos hidráulicos em um modelo tridimensional para a obtenção de elementos necessários à operação daquela barragem.

Os estudos a serem desenvolvidos no modelo tridimensional envolverão a determinação de curvas de cota/abertura/vazão para os descarregadores de superfície e de fundo. Será também estabelecida uma "Lei de Manobra" para as comportas do extravasor de superfície, bem como, serão estudados os aspectos de aproximação do fluxo, dissipação de energia e erosão a jusante.

### 3 - O MODELO TRIDIMENSIONAL

O Modelo Tridimensional foi construído na escala 1:100, ocupando uma área de aproximadamente 130 m<sup>2</sup>.

O modelo está sendo construído no piso do laboratório de Modelos Reduzidos de acordo com as coordenadas fornecidas pela CHESF.

Em toda a área abrangida pelo modelo, construiu-se uma laje de concreto simples com 5 cm de espessura, bem como, uma laje de concreto armado com 7 cm de espessura para evitar possíveis recalques com consequentes fugas d'água. O contorno do modelo foi feito em alvenaria de tijolos de 1/2 vez.

A alimentação do modelo se fará pelo reservatório de nível constante, através de uma tubulação de ferro fundido, de 300 mm de diâmetros, com flanges.

O controle da vazão se fará por um registro de gaveta e será medida em um vertedor retangular sem contração, previamente aferido e instalado em uma cuba vertedoura.

Na operação deste modelo serão pesquisados os seguintes tópicos:

- 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 e em contingência de cheias Máx. Máx (5000 m<sup>3</sup>/s) e Máx. Excepcional (10.000 m<sup>3</sup>/s);
- Estudo do comportamento da lâmina d'água no extravasor de superfície quanto a:
  - . aproximação
  - . descolamento
  - . ressalto
  - . erosão

Os equipamentos a serem utilizados nos ensaios do modelo serão:

- micromolinetes (velocidade)
- ponta linimétrica (nível d'água)
- vertedor (vazão)

#### 4 - ATIVIDADES DO ESTÁGIO

De acordo com o Plano de Estágio Supervisionado, deveria ter sido cumprido o seguinte programa de trabalho:

- Construção do Modelo Tridimensional
- Operação do Modelo Tridimensional

mas, tendo em vista a fenômenos excepcionais que impediram a condução da construção de etapas do modelo, tal como, topografia à jusante da barragem (totalmente modificada devido a erosão das margens). o estágio resumiu-se apenas a parte construtiva de certos aspectos do modelo.

O acabamento no bloco vertedor do modelo tridimensional foi feito através de revestimento com massa Iberê. Com o auxílio de um gabarito foi colocada massa em todo o bloco e deixando-se secar em seguida. Depois de seca completamente a massa, fez-se uma lixagem até atingir o ponto desejado, após vários dias tirou-se o gabarito.

O acabamento nos pilares foi feito através de um revestimento com massa Iberê, nos pontos onde a dimensão ainda não havia sido atingida. Foi feito um gabarito em zinco com todas as dimensões de planta, e colocou-se massa nos pontos acima referidos; deixou-se a massa secar completamente e posteriormente fez-se uma lixagem até ser atingida a dimensão real.

Na montagem dos pilares, identificou-se os pontos onde os pilares seriam assentados através do nível topográfico, tendo o máximo cuidado com as calhas do stop-log



para haver coincidência com a calha do bloco. Colocou-se massa Iberê até atingir as cotas desejadas, e para uma maior fixação.

Os pilares das extremidades foram feitos através de plantas, desenhando-se perfil dos pilares em madeira e compensado, depois foi cortado e montado. Com este gabarito foram confeccionados os pilares. Após vários dias foram retiradas as formas e montados os pilares e o revestimento foi feito com massa Iberê, deixando secar para depois de seco completamente fazer a lixagem até atingir as cotas desejadas.

Os muros foram feitos "in loco", preparando-se as formas e enchendo-se com argamassa de cimento e areia depois de vários dias foram tiradas as formas e dado um acabamento com massa Iberê. Só que o muro da margem esquerda foi feito de duas etapas, pois o mesmo tinha uma parte com uma inclinação de  $\pm 45^{\circ}$ .

Na montagem das comportas do vertedor, identificou-se os pontos onde as comportas seriam assentadas, através do nível topográfico. Em seguida fez-se a furação nos locais predeterminados e posteriormente a colocação das comportas.

Os perfis da jusante foram desenhados de acordo com os levantamentos topográficos vindo da CHESF, sendo que os levantamentos da margem esquerda tinha uma só linha base e os perfis foram montados de 10 em 10 metros até o perfil de nº 10, o restante de 20 em 20 metros, e os da margem direita tinha a mesma linha base da esquerda até o perfil de nº 10, depois mudava a linha base e a montagem era feita de 10 em 10 metros. Entre um perfil e outro foi enchido com metralha e bem compactado. A camada superficial foi executada em argamassa de cimento e areia. Estes perfis foram montados com o auxílio do nível topográfico.

As tomadas d'água, que já estavam confeccionada, foram montadas com o auxílio do nível topográfico de acordo com as cotas mostradas em plantas.

Os dentes da soleira da bacia de dissipação de fôrmas de zinco, pois os mesmos estavam em planos diferentes. Foram montados com o auxílio do nível topográfico de acordo com as cotas mostradas em plantas. A montagem foi feita com massa Iberê e depois de seca, foi feita a lixagem até haver concordância com o bloco vertedor.

## 5 - CONCLUSÃO

Apesar de não ter sido cumprida a parte referente a escoamento no modelo pelo atraso no fornecimento pela CHESF, de dados solicitados pelo Laboratório de Modelos Reduzidos, este estágio proporcionam a aplicação daqueles conceitos vistos em topografia, materiais de construção, etc, bem como, ofereceu a oportunidade do aprendizado de técnicas de modelagem.

F O T O S

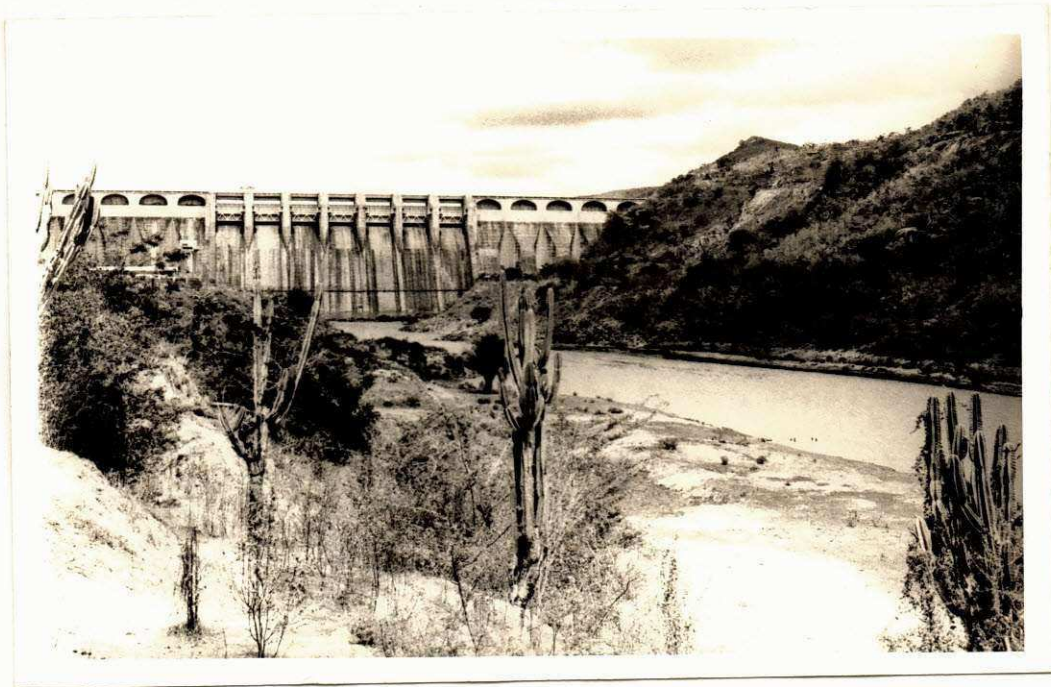


FOTO 1 -- A BARRAGEM DA PEDRA

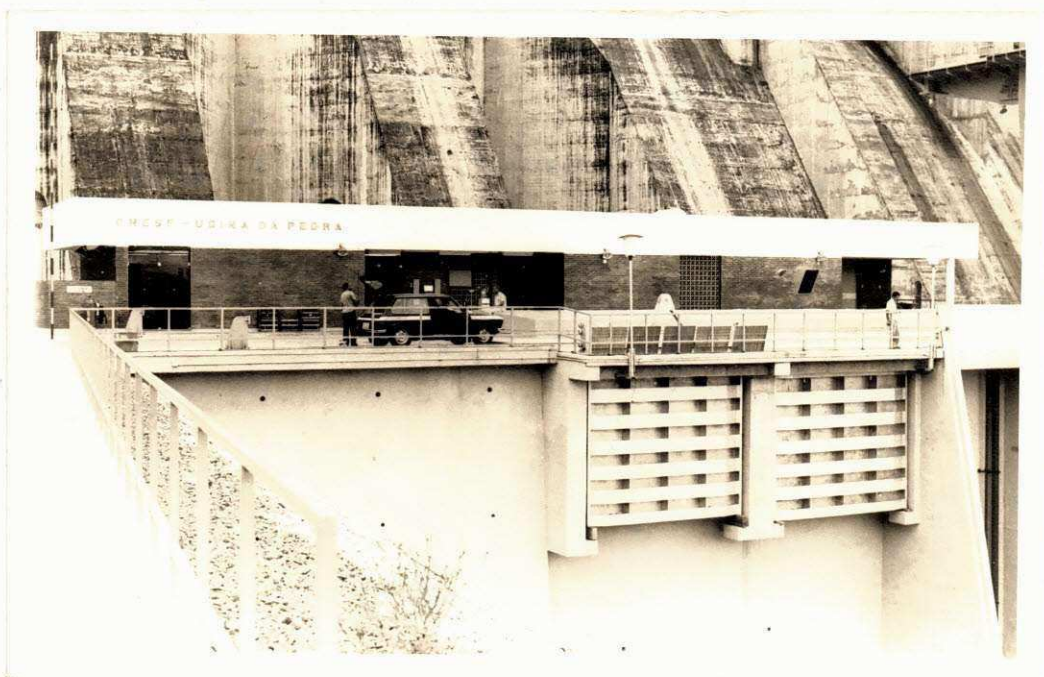


FOTO 2 -- A USINA DA PEDRA



FOTO 3 - VISTA GERAL DO MODELO TRIDIMENSIONAL



FOTO 4 - PILARES NA FASE DE ACABAMENTO

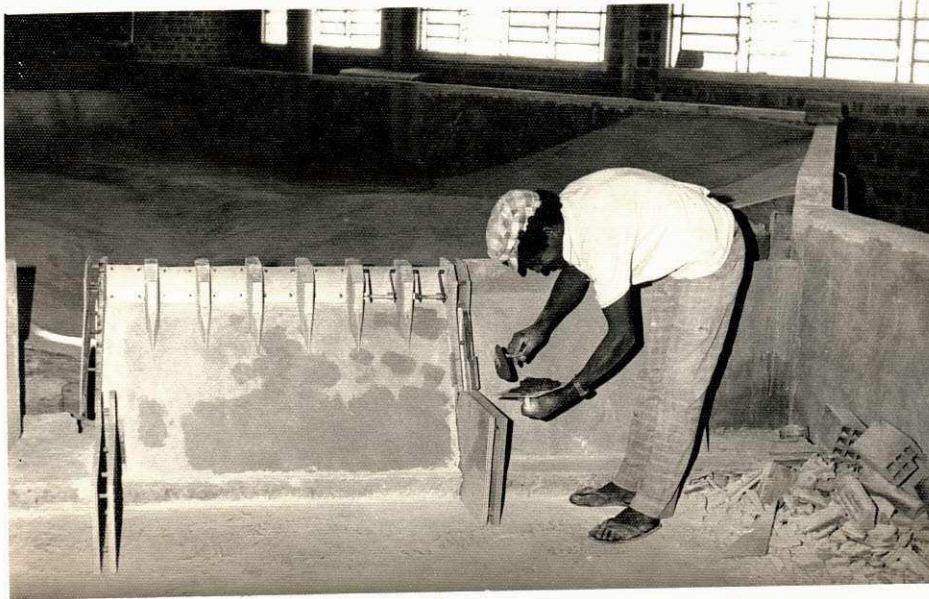


FOTO 5 - CONSTRUÇÃO DO VERTEDOR



FOTO 6 - IMPLANTAÇÃO DE PILARES E COMPORTAS