

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Relatório

Identidade GED: 183

Lote: 1873

Nº de Registro: 9611266

Autores: SRH

Programa: PROURBICE

Título: Projeto executivo, cadastro e plano de aproveitamento da Barragem Flor do Campo e da adutora no rio Monte

Sub-Título 1: Projeto executivo de Barragem Flor do Campo

Sub-Título 2: Relatório dos estudos preliminares

Nº de Páginas: 44 p. + 2 plantas

Volume: _____

Tomo: _____

Editor: V B A

Data de Publicação (mês/ano): 1996

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

| | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Barragem | <input type="checkbox"/> Açude | <input type="checkbox"/> Adutora | <input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp. | <input type="checkbox"/> Outro |
| Rio / Riacho Barrado: <u>Rio Poti</u> | | Fonte Hídrica: _____ | | |

Bacia: Rio Paruaíba

Sub-bacia: _____

Municípios: Monte Castelo

Distrito: Silmar

Microregião: Sertão de Crateús

Estado: Pernambuco

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO
PRO-URB/ CE

PROJETO EXECUTIVO, CADASTRO E PLANO DE
APROVEITAMENTO DA BARRAGEM FLOR DO CAMPO E
DA ADUTORA DE NOVO ORIENTE

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
FLOR DO CAMPO

RELATÓRIO DOS ESTUDOS PRELIMINARES



0183

Lote 01873 - Prep () Scan () Index ()

Projeto Nº 183

Volume _____ / _____

Qtd. A4 _____

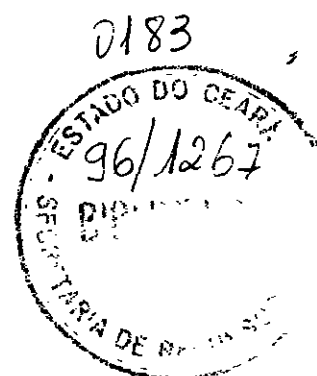
Qtd. A3 _____

Qtd. A2 _____

Qtd. A1 _____

Qtd. A0 _____

Outros _____



APRESENTAÇÃO

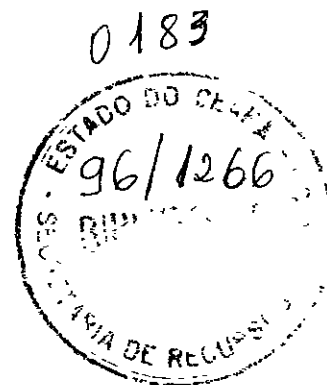
000003

Mauro
Relatório dos Estudos Preliminares

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde ao primeiro Relatório para Elaboração do Projeto Executivo da Barragem Flor do Campo e apresenta os resultados dos Estudos Preliminares. A elaboração do Projeto Executivo foi dividida em 04(quatro) etapas, assim especificadas

- Relatório dos Estudos Preliminares,
- Relatório dos Estudos Básicos,
- Relatório de Concepção Geral do Projeto;
- Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem





ÍNDICE

000005

ÍNDICE

| | Página |
|--|--------|
| APRESENTAÇÃO | |
| 1 - INTRODUÇÃO | 03 |
| 2 - LOCALIZAÇÃO | 03 |
| 3 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS, DADOS E INFORMAÇÕES EXISTENTES..... | 04 |
| 3 1 - GEOLOGIA | 04 |
| 3 1 1 - GEOLOGIA REGIONAL | 04 |
| 3 1 2 - GEOLOGIA LOCAL | 07 |
| 3 2 - CLIMATOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS | 07 |
| 3 3 - RELEVO | 14 |
| 3 4 - CONCEPÇÃO DA BARRAGEM CONFORME ESTUDOS EXISTENTES | 15 |
| 4 - ESTUDOS DE RECONHECIMENTO DO LOCAL DA BARRAGEM ... | 16 |
| 4 1 - ESTUDOS PRELIMINARES | 16 |
| 4 2 - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS PRELIMINARES E SONDAGENS DE RECONHECIMENTO | 17 |
| 4 3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS | 18 |
| 4 4 - VISITA DO GRUPO DE CONSULTORES DA SRH AO LOCAL DA BARRAGEM | 27 |
| 5 - INVESTIGAÇÕES DE CAMPO E DE LABORATÓRIO | 28 |
| 5 1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS | 28 |
| 5 2 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS | 28 |
| 5 2 1 - PLANO DE SONDAGENS | 29 |
| 5 2 2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO | 29 |
| 6 - CONCLUSÕES | 29 |
| ANEXOS | |
| ANEXO I - RESENHA FOTOGRÁFICA | |
| ANEXO II - PLANTA BAIXA, PERFIL LONGITUDINAL E LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS | |

1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório, elaborado em decorrência do contrato firmado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará e VBA CONSULTORES, conforme Carta Convite nº 011/PROURB-CE/COGERH/96, tem como objetivo a apresentação e análise de informações – obtidas ou já existentes – diretamente relacionadas com a Elaboração do Projeto Executivo, Cadastro e Plano de Aproveitamento da Barragem Flor do Campo

Inicialmente, é apresentada uma revisão das informações gerais disponíveis em bibliografia ou nos Estudos para Aproveitamento Hidro-agrícola da Bacia do Rio Poti elaborados pelo DNOCS. Nesta revisão são descritos aspectos geográficos e geológicos de relevada importância à concepção e desenvolvimento do projeto da barragem Flor do Campo e são discutidas as características gerais do reservatório proposto no trabalho supracitado

Em seguida, são apresentados e analisados os resultados dos estudos de reconhecimento do local onde será construída a barragem Flor do Campo, os quais envolveram levantamentos topográficos, análise de fotografias aéreas, sondagens no subsolo e estudos hidrológicos preliminares

Posteriormente, apresenta-se um breve relato da viagem de inspeção de campo, da qual participaram técnicos da VBA CONSULTORES e da Secretaria de Recursos Hídricos nos dias 17 e 18 de setembro de 1996. Neste relato, são descritas as principais observações e recomendações realizadas pelos integrantes da comissão que visitou o local da barragem

Após a descrição da visita ao local do barramento, é apresentada uma síntese descritiva das atividades de campo e de laboratório que serão desenvolvidas durante os Estudos Básicos, compreendendo estudos topográficos e geotécnicos, e são apresentadas tabelas, planta de locação e o programa de ensaios necessários à definição do tipo de seção da barragem

Finalmente, são apresentadas as principais conclusões obtidas durante a elaboração deste trabalho, bem como são deixadas discussões e sugestões para o dimensionamento das obras

2 - LOCALIZAÇÃO

A barragem Flor do Campo tem sua construção prevista para um local do Rio Poti situado a aproximadamente 12km a sudeste da sede do município de Novo Oriente/Ce. A ligação entre o aglomerado urbano e o local da barragem é feita através de estrada vicinal, com aproximadamente 16 km de extensão, que tem seu início na porção sudeste da cidade de Novo Oriente, junto à rodovia CE-404

A sede do município de Novo Oriente situa-se na região oeste do Estado do Ceará, tendo Crateús como cidade de maior porte localizada nas proximidades, ou seja, a 43 km de distância (medidos ao longo da rodovia CE-404). O acesso à Fortaleza, cuja distância é de 392 km, é feito através da estrada para Crateús, tomando-se, em seguida, o trecho da BR-226

(de 92 km) entre este município e a localidade de Cruzeta, e percorrendo-se, posteriormente, os 257 km (BR-020) que separam esta localidade da capital do Estado

O mapa de localização e acesso à cidade de Novo Oriente é mostrado, a seguir, na Figura 2 1, onde são também indicadas uma localização mais detalhada do barramento e a delimitação da área da bacia hidráulica do açude Flor do Campo

É importante destacar que todas as informações aqui apresentadas foram confirmadas diretamente no campo através de visitas a locais estabelecidos *a priori* com o auxílio de fotografias aéreas e de cartas 1.100 000 da SUDENE Para facilitar o trabalho de reconhecimento, foi utilizado um instrumento de navegação eletrônico tipo GPS (Global Positioning System), que permite ao usuário o acesso instantâneo a informações relacionadas com localização (em coordenadas) e distância e trajetória a ser seguida até o ponto de destino

3 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS, DADOS E INFORMAÇÕES EXISTENTES

3 1 - GEOLOGIA

3 1 1 - GEOLOGIA REGIONAL

A área do Projeto da Barragem Flor do Campo, no município de Novo Oriente, está limitado pelas coordenadas 40°37'/40°55', longitude a oeste de Greenwich, e 6°59'/7°04' , de latitude sul, inserida na Bacia Hidrográfica do Parnaíba, especificamente na sub-bacia Poti, na região Centro-Oeste do Estado do Ceará Na Figura 3 1 (Mapa Geológico) apresenta-se a delimitação das bacias hidrográfica e hidráulica da barragem em estudo

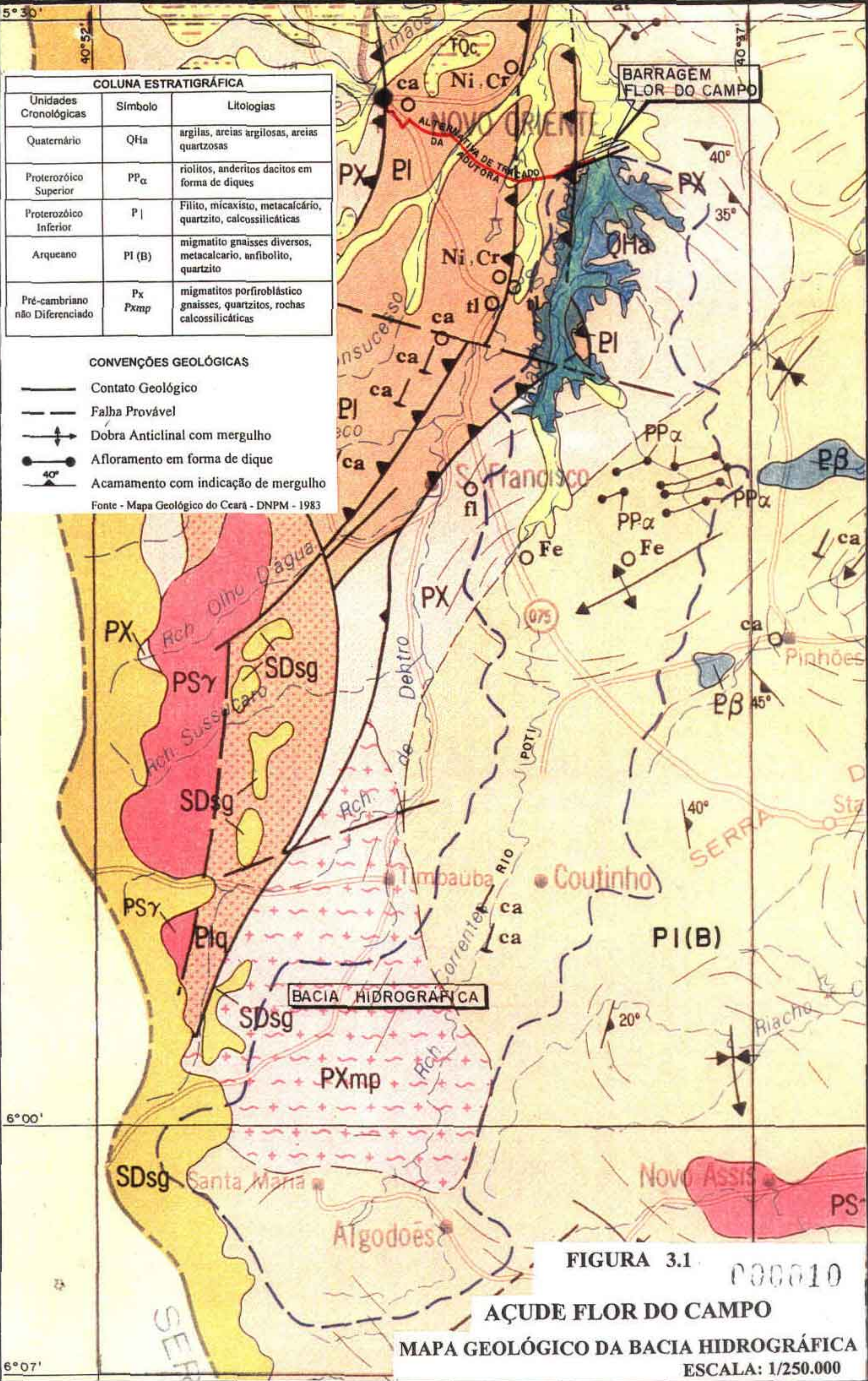
O relevo da área em estudo pertence a unidade denominada de Planalto Sertanejo, aproximadamente 30% da área, passando a feição Depressão Sertaneja

As formas variáveis entre feição plana e aguçada tornam esta unidade um importante divisor de águas Os rios possuem curso retilíneo e, às vezes, com inflexões bruscas

A depressão sertaneja é constituída por feições morfológicas de topos planos, com diferentes espessuras e aprofundamento de drenagem, separadoras por vales de fundo plano

As unidades lito-estratigráficas da área, como pode ser visto na Figura 3 1, apresentam o embasamento cristalino constituído por gnaisses e migmatitos diversos, com intercalações de metacalcários, quartzitos, anfibolitos, metabasitos (PX), granitóides em forma de corpos restritos (PXy) e mais migmatitos porfiroblásticos (PXmp) pertencentes ao Pré-Cambriano não diferenciado.

Em seguida, ocorre uma sequência constituída por filitos, micaxisto, metacalcários, quartzitos, xistos magnesianos e biotita-gnaisses (PI) pertencentes ao Complexo Novo Oriente e parte do Grupo Ceará de idade Proterozóico Inferior



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

| Unidades Cronológicas | Símbolo | Litologias |
|--------------------------------|-------------|---|
| Quaternário | QHa | argilas, arcias argilosas, arcias quartzosas |
| Proterozóico Superior | PP α | riolitos, anderitos dacitos em forma de diques |
| Proterozóico Inferior | P | Filito, micaxisto, metacalcário, quartzito, calcossilicáticas |
| Arqueano | PI (B) | migmatito gnaisses diversos, metacalcario, anfibolito, quartzito |
| Pré-cambriano não Diferenciado | Px Pxmp | migmatitos porfiroblástico gnaisses, quartzitos, rochas calcossilicáticas |

- CONVENÇÕES GEOLÓGICAS**
- Contato Geológico
 - - - Falha Provável
 - ↕ Dobra Anticlinal com mergulho
 - Afloramento em forma de dique
 - ↘ Acamamento com indicação de mergulho
- Fonte - Mapa Geológico do Ceará - DNPM - 1983

FIGURA 3.1
 000010
AÇUDE FLOR DO CAMPO
MAPA GEOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA
ESCALA: 1/250.000

Finalmente, a unidade mais recente está representada pelos depósitos Aluviais (Qha) nas margens e leitos dos rios e riachos

3 1 2 - GEOLOGIA LOCAL

A litologia das ombreiras e sangradouro é constituída principalmente por rochas calcossilicáticas e micaxisto

Em amostras de mão, as rochas calcossilicáticas apresentam coloração com tons esbranquiçados e marrom-avermelhados, granulação média fina, representados principalmente por feldspato e quartzo e minerais máficos

A rocha micaxisto, em amostra de mão, apresenta coloração esbranquiçada, granulação média e minerais principais constituídos por feldspato, quartzo e mica muscovita

Na área da bacia hidráulica aparecem também as litologias citadas acima e a ocorrência de depósitos aluviais restritos às margens e leitos dos rios e riachos, chegando aproximadamente 600m de largura no eixo barrável

A altimetria das ombreiras do barramento está em torno de 350 a 400m de altitude

A rede fluvial é composta, principalmente, pelo rio Poti, que tem seu início nas cabeceiras da bacia hidrográfica

3 2 - CLIMATOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

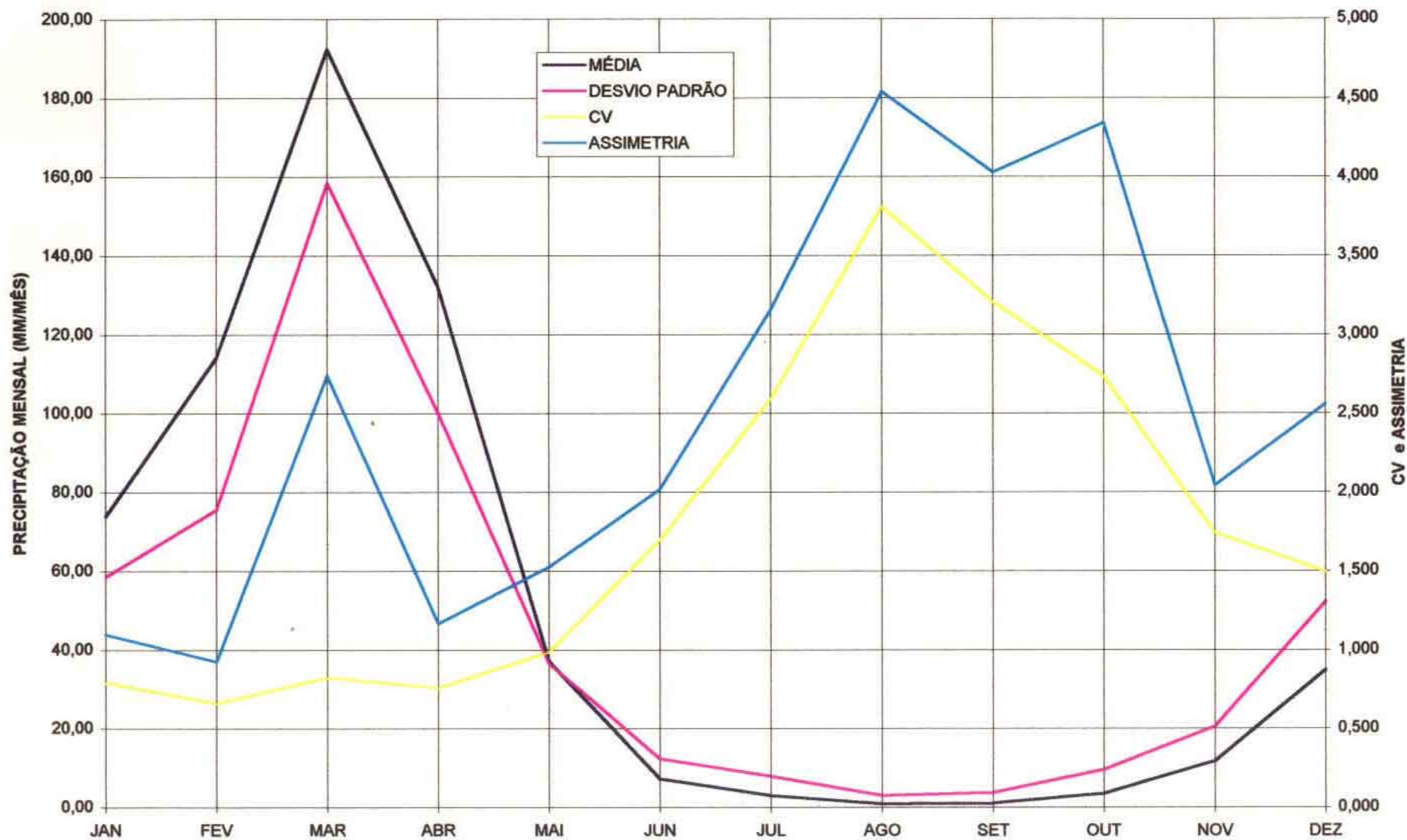
A bacia hidrográfica do rio Poti onde será construída a barragem Flor do Campo se caracteriza como uma das condições hidroclimáticas mais desfavoráveis do Estado.

Seu regime pluviométrico é marcadamente irregular, tanto a nível mensal como anual. Em geral, as chuvas concentram-se no período fevereiro/março/abril, que responde por cerca de dois terços do total anual, e ocorrem quase que exclusivamente em um único semestre (em torno de 90%). A irregularidade interanual, por sua vez, está traduzida em coeficientes de variação que atingem o patamar de 0,5

A média anual na cidade de Novo Oriente, próxima à barragem, é de cerca de 675 mm. A série de pluviometria média sobre a bacia a ser controlada pela barragem Flor do Campo, conforme calculada no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará - PERH (através do método de Thiessen), está mostrada na Figura 3 2 e nos quadros apresentados a seguir, onde podem ser observadas a existência de uma forte irregularidade entre anos (com CV de 0,447) e a ocorrência de um índice pluviométrico anual médio pouco expressivo (pouco superior a 600 mm)

No que se refere à temperatura, o regime térmico da região é caracterizado por temperaturas elevadas e amplitudes reduzidas. A média mensal é de 27,0° C, variando muito pouco ao longo do ano. O mês mais quente é novembro, com 29,2° C, e o mais frio é junho, com 25,40° C

Figura 3.2 - Hietograma dos principais parâmetros da série de precipitações médias mensais do açude Flor do Campo



000012

SEPIE DE FRECIFICACAO MEDIA

METODO DE THIESSEN/MALHA

ACUDE PROJETADO FLOR DO CAMPO

Valores em mm

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANO |
|------|-------|-------|--------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|-------|--------|
| 1934 | 43.0 | 161.0 | 178.0 | 135.0 | 75.0 | 11.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 1.0 | 21.0 | 74.0 | 701.0 |
| 1935 | 167.0 | 226.0 | 158.0 | 272.0 | 49.0 | 10.0 | 3.0 | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 48.0 | 934.0 |
| 1936 | 34.0 | 241.0 | 30.0 | 1.0 | 11.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 335.0 |
| 1937 | 11.0 | 109.0 | 78.0 | 139.0 | 60.0 | 48.0 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 22.0 | 502.0 |
| 1938 | 31.0 | 80.0 | 98.0 | 61.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 270.0 |
| 1939 | 36.0 | 121.0 | 91.0 | 83.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 18.0 | 37.0 | 403.0 |
| 1940 | 78.0 | 98.0 | 283.0 | 235.0 | 86.0 | 2.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 781.0 |
| 1941 | 19.0 | 37.0 | 226.0 | 98.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 3.0 | 445.0 |
| 1942 | 88.0 | 189.0 | 98.0 | 17.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 54.0 | 51.0 | 486.0 |
| 1943 | 153.0 | 77.0 | 339.0 | 144.0 | 24.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 46.0 | 57.0 | 841.0 |
| 1944 | 250.0 | 51.0 | 116.0 | 117.0 | 29.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 271.0 | 840.0 |
| 1945 | 63.0 | 349.0 | 171.0 | 159.0 | 67.0 | 23.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 60.0 | 896.0 |
| 1946 | 140.0 | 98.0 | 98.0 | 254.0 | 57.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 18.0 | 71.0 | 762.0 |
| 1947 | 38.0 | 192.0 | 275.0 | 146.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 717.0 |
| 1948 | 104.0 | 107.0 | 392.0 | 45.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.0 | 682.0 |
| 1949 | 64.0 | 116.0 | 176.0 | 32.0 | 60.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 80.0 | 25.0 | 559.0 |
| 1950 | 67.0 | 69.0 | 168.0 | 301.0 | 18.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 5.0 | 643.0 |
| 1951 | 72.0 | 12.0 | 138.0 | 62.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 38.0 | 337.0 |
| 1952 | 31.0 | 46.0 | 71.0 | 147.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 3.0 | 48.0 | 360.0 |
| 1953 | 59.0 | 92.0 | 59.0 | 52.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 272.0 |
| 1954 | 16.0 | 80.0 | 150.0 | 95.0 | 31.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 374.0 |
| 1955 | 118.0 | 22.0 | 100.0 | 39.0 | 70.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 349.0 |
| 1956 | 0.0 | 252.0 | 32.0 | 57.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 349.0 |
| 1957 | 96.0 | 12.0 | 277.0 | 505.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 32.0 | 922.0 |
| 1958 | 123.0 | 13.0 | 34.0 | 25.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 205.0 |
| 1959 | 3.0 | 238.0 | 100.0 | 30.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 376.0 |
| 1960 | 84.0 | 132.0 | 1023.0 | 119.0 | 72.0 | 48.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 54.0 | 1532.0 |
| 1961 | 34.0 | 39.0 | 289.0 | 105.0 | 56.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 525.0 |
| 1962 | 65.0 | 67.0 | 146.0 | 147.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 23.0 | 475.0 |
| 1963 | 85.0 | 168.0 | 394.0 | 118.0 | 11.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.0 | 14.0 | 97.0 | 908.0 |
| 1964 | 120.0 | 150.0 | 132.0 | 252.0 | 77.0 | 11.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 760.0 |
| 1965 | 11.0 | 76.0 | 245.0 | 288.0 | 50.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 6.0 | 0.0 | 718.0 |
| 1966 | 42.0 | 256.0 | 47.0 | 139.0 | 52.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 21.0 | 653.0 |
| 1967 | 37.0 | 137.0 | 386.0 | 236.0 | 66.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 59.0 | 952.0 |
| 1968 | 83.0 | 60.0 | 338.0 | 107.0 | 138.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 11.0 | 744.0 |
| 1969 | 231.0 | 89.0 | 280.0 | 145.0 | 23.0 | 7.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 783.0 |
| 1970 | 12.0 | 32.0 | 60.0 | 50.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 52.0 | 0.0 | 228.0 |
| 1971 | 33.0 | 109.0 | 124.0 | 210.0 | 34.0 | 2.0 | 6.0 | 1.0 | 0.0 | 28.0 | 5.0 | 0.0 | 546.0 |
| 1972 | 134.0 | 99.0 | 25.0 | 40.0 | 16.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 112.0 | 438.0 |
| 1973 | 55.0 | 73.0 | 155.0 | 271.0 | 39.0 | 34.0 | 16.0 | 9.0 | 19.0 | 2.0 | 0.0 | 35.0 | 708.0 |
| 1974 | 132.0 | 67.0 | 351.0 | 275.0 | 170.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.0 | 1057.0 |
| 1975 | 58.0 | 151.0 | 132.0 | 146.0 | 21.0 | 40.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 564.0 |
| 1976 | 24.0 | 184.0 | 92.0 | 66.0 | 25.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 4.0 | 38.0 | 8.0 | 446.0 |
| 1977 | 155.0 | 71.0 | 60.0 | 72.0 | 10.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 82.0 | 455.0 |
| 1978 | 18.0 | 96.0 | 207.0 | 49.0 | 18.0 | 0.0 | 39.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 9.0 | 31.0 | 473.0 |
| 1979 | 203.0 | 55.0 | 61.0 | 81.0 | 44.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 18.0 | 0.0 | 2.0 | 5.0 | 470.0 |

SERIE DE PRECIPITACAO MEDIA

METODO DE THIESSEN/MALHA

ACUDE PROJETADO , FLOR DO CAMPO

Valores em mm

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANO |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|-------|--------|
| 1980 | 106.0 | 238.0 | 109.0 | 1.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 19.0 | 64.0 | 549.0 |
| 1981 | 54.0 | 35.0 | 279.0 | 57.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 452.0 |
| 1982 | 33.0 | 98.0 | 121.0 | 98.0 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 16.0 | 0.0 | 397.0 |
| 1983 | 6.0 | 141.0 | 73.0 | 20.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 248.0 |
| 1984 | 42.0 | 37.0 | 170.0 | 253.0 | 43.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 | 6.0 | 60.0 | 49.0 | 1.0 | 680.0 |
| 1985 | 92.0 | 245.0 | 280.0 | 289.0 | 62.0 | 22.0 | 19.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 171.0 | 1198.0 |
| 1986 | 43.0 | 155.0 | 306.0 | 157.0 | 48.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 715.0 |
| 1987 | 14.0 | 38.0 | 327.0 | 27.0 | 13.0 | 5.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 428.0 |
| 1988 | 163.0 | 80.0 | 422.0 | 196.0 | 132.0 | 18.0 | 11.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 192.0 | 1224.0 |

PARAMETROS ESTADISTICOS

| MES-> | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANO |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| L _n | 73.9 | 114.2 | 192.4 | 132.1 | 37.1 | 7.2 | 3.0 | 0.8 | 1.1 | 3.5 | 11.8 | 35.0 | 612.1 |
| S | 58.49 | 75.38 | 158.57 | 100.15 | 36.57 | 12.26 | 7.82 | 2.98 | 3.67 | 9.55 | 20.57 | 52.25 | 273.66 |
| C _v | 0.792 | 0.660 | 0.824 | 0.758 | 0.986 | 1.698 | 2.591 | 3.811 | 3.207 | 2.736 | 1.740 | 1.494 | 0.447 |
| g | 1.096 | 0.924 | 2.743 | 1.167 | 1.525 | 2.019 | 3.158 | 4.538 | 4.028 | 4.339 | 2.043 | 2.560 | 0.969 |
| r ₁ | 0.0000 | 0.0000 | 0.2356 | 0.3667 | 0.2484 | 0.3396 | 0.3737 | 0.2432 | 0.1014 | 0.2159 | 0.0000 | 0.4974 | - |
| r ₀ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0589 | 0.0000 | 0.0434 | 0.0149 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0640 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0110 | 0.0011 |

L_n=media S=desvio padrao C_v=coeficiente de variacao g=assimetria r₁=correlacao r₀=autocorrelacao

OPERACAO SIMULADA DE RESERVATORIOS

VAZoes GERADAS PELO MODHAC

ACUDE : FLOR DO CAMPO

Valores em m³

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANO |
|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| 1934 | 0.00 | 0.07 | 1.24 | 24.44 | 5.40 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 31.85 |
| 1935 | 0.04 | 16.42 | 24.03 | 95.46 | 16.86 | 3.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 156.76 |
| 1936 | 0.00 | 24.10 | 2.75 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 26.93 |
| 1937 | 0.00 | 0.02 | 0.21 | 1.16 | 2.26 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.69 |
| 1938 | 0.00 | 0.00 | 7.06 | 0.62 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.69 |
| 1939 | 0.00 | 0.02 | 0.28 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.38 |
| 1940 | 0.01 | 0.06 | 79.45 | 75.89 | 8.38 | 5.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 169.02 |
| 1941 | 0.00 | 0.00 | 72.06 | 1.35 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 73.56 |
| 1942 | 0.01 | 64.68 | 0.17 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 64.91 |
| 1943 | 0.08 | 5.65 | 112.07 | 8.15 | 5.80 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 132.24 |
| 1944 | 68.87 | 2.37 | 0.11 | 0.26 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 58.20 | 129.98 |
| 1945 | 2.25 | 75.29 | 28.99 | 43.07 | 16.81 | 3.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 170.36 |
| 1946 | 0.21 | 0.02 | 0.02 | 62.58 | 3.69 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 66.78 |
| 1947 | 0.00 | 0.05 | 109.00 | 42.36 | 5.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 156.92 |
| 1948 | 0.04 | 0.00 | 187.87 | 6.13 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 194.84 |
| 1949 | 0.00 | 0.15 | 13.62 | 1.18 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 15.06 |
| 1950 | 0.01 | 0.01 | 0.21 | 111.11 | 6.95 | 0.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 118.91 |
| 1951 | 0.06 | 0.00 | 0.09 | 0.90 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.07 |
| 1952 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.26 | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.51 |
| 1953 | 0.03 | 0.09 | 0.42 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.57 |
| 1954 | 0.00 | 0.02 | 0.09 | 1.39 | 0.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.38 |
| 1955 | 0.02 | 0.04 | 0.22 | 0.05 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 |
| 1956 | 0.00 | 29.74 | 1.90 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 31.65 |
| 1957 | 0.05 | 0.00 | 75.31 | 280.29 | 11.09 | 1.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 367.94 |
| 1958 | 0.11 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 |
| 1959 | 0.00 | 0.29 | 18.53 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.17 |
| 1960 | 0.01 | 0.17 | 722.75 | 14.34 | 13.08 | 8.58 | 0.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 759.75 |
| 1961 | 0.00 | 0.00 | 76.31 | 41.04 | 3.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 120.76 |
| 1962 | 0.00 | 0.19 | 0.35 | 2.34 | 1.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.52 |
| 1963 | 0.03 | 0.05 | 179.75 | 37.61 | 5.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 223.32 |
| 1964 | 0.07 | 0.30 | 1.17 | 30.37 | 19.02 | 2.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 53.24 |
| 1965 | 0.00 | 0.12 | 41.98 | 115.22 | 31.32 | 1.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 190.42 |
| 1966 | 0.00 | 82.32 | 1.53 | 3.07 | 0.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.08 | 83.00 |
| 1967 | 0.00 | 0.35 | 137.43 | 98.50 | 9.87 | 2.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 249.15 |
| 1968 | 0.06 | 0.05 | 109.43 | 5.07 | 7.24 | 3.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 125.76 |
| 1969 | 14.77 | 1.86 | 84.04 | 44.35 | 4.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 149.07 |
| 1970 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.16 |
| 1971 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 29.45 | 4.20 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 34.45 |
| 1972 | 0.12 | 0.23 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.49 |
| 1973 | 0.10 | 0.01 | 0.25 | 81.77 | 5.44 | 0.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 88.12 |
| 1974 | 0.13 | 0.14 | 127.41 | 95.18 | 81.15 | 10.23 | 0.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 294.96 |
| 1975 | 0.01 | 0.20 | 1.29 | 0.64 | 0.33 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.48 |
| 1976 | 0.00 | 0.49 | 0.94 | 0.04 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 1.48 |
| 1977 | 0.07 | 0.27 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 |
| 1978 | 0.10 | 0.20 | 42.43 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 43.41 |
| 1979 | 17.97 | 1.05 | 0.06 | 0.02 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.45 |

OPERACAO SIMULADA DE RESERVATORIOS

VAZoes GERADAS PELO MOOHAC

ACUDE : FLOR DO CAMPO

Valores em mm

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANO |
|------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1980 | 0.07 | 8.42 | 52.80 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 62.10 |
| 1981 | 0.04 | 0.01 | 50.76 | 36.34 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 117.30 |
| 1982 | 0.00 | 0.01 | 0.73 | 0.36 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.23 |
| 1983 | 0.00 | 0.48 | 0.08 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.70 |
| 1984 | 0.01 | 0.00 | 4.92 | 95.50 | 5.23 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 9.00 | 105.83 |
| 1985 | 0.06 | 10.87 | 99.86 | 115.44 | 19.15 | 6.90 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 252.43 |
| 1986 | 0.21 | 0.45 | 80.08 | 23.42 | 7.95 | 1.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.09 |
| 1987 | 0.00 | 0.00 | 21.25 | 5.08 | 0.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 86.98 |
| 1988 | 0.16 | 0.21 | 137.27 | 44.01 | 58.77 | 8.13 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.48 | 257.33 |

PARAMETROS ESTADISTICOS

| MES-> | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANO |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| L _n | 1.92 | 5.96 | 50.57 | 30.53 | 6.28 | 1.16 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.22 | 97.68 |
| S | 9.70 | 17.56 | 105.83 | 49.98 | 12.31 | 2.42 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 7.91 | 127.91 |
| C _v | 5.046 | 2.948 | 2.093 | 1.637 | 1.961 | 2.080 | 4.342 | 7.416 | 0.000 | 7.416 | 2.859 | 6.456 | 1.310 |
| g | 6.256 | 3.429 | 4.846 | 2.681 | 3.264 | 2.331 | 4.533 | 7.212 | 0.000 | 7.212 | 2.731 | 7.001 | 2.821 |
| r ₁ | 0.0000 | 0.0000 | 0.1072 | 0.4447 | 0.8246 | 0.7652 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.2822 | 0.0000 | 0.0600 | - |
| r ₀ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0183 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

L_n=media S=desvio padrao C_v=coeficiente de variacao g=assimetria r₁=correlacao r₀=autocorrelacao

A umidade relativa média anual é de 59,3 %, e suas variações estão diretamente ligadas ao regime pluviométrico. O mês de maior umidade relativa é abril, que coincide com o final do quadrimestre mais chuvoso, com 79,4 %, enquanto outubro, no auge da estação seca, é o mês de menor umidade relativa, com 42,8 %

Em escala anual, a insolação é bastante instável, com um valor total de 2 498,5 horas. O mês de maior insolação é agosto, com 262,8 horas, enquanto março apresenta a menor insolação, com 148,10 horas

O mês de março, com 4,8 horas/dia, representa o mês de menor média de horas de insolação diária. Esse fato está mais relacionado com a maior nebulosidade, que ocorre nos meses de maiores precipitações, do que com a duração do dia

A evaporação do tanque "A", mais diretamente correlacionada com a evaporação de superfícies líquidas e com a evapotranspiração, tem medições efetuadas de janeiro de 1979 a dezembro de 1988. A lâmina média evaporada é de 3 268 mm, sendo outubro, com 446 mm, e abril, com 210 mm, os meses de maiores e menores taxas de evaporação, respectivamente

O regime de ventos na região é caracterizado por valores não muito elevados, com média anual de 3,0 m/s. A direção sudeste é dominante durante a maior parte do ano

O resumo dos parâmetros que caracterizam a bacia é apresentado a seguir

| | | |
|--|---------|----|
| • pluviosidade média anual (1912-1988) | 612 | mm |
| • semestre mais chuvoso (Dez/Mai) | 584,7 | mm |
| • trimestre mais chuvoso (Fev/Abr) | 438,7 | mm |
| • bimestre mais chuvoso (Mar/Abr) | 324,5 | mm |
| • mês mais chuvoso (Mar) | 192,4 | mm |
| • temperatura anual média | 27,0 | °C |
| • média das temperaturas mínimas | 22,0 | °C |
| • média das temperaturas máximas | 33,2 | °C |
| • umidade relativa média | 59,3 | % |
| • mês de maior umidade relativa (Abr) | 79,4 | % |
| • mês de menor umidade relativa (Out) | 42,8 | % |
| • insolação anual média | 2 498,5 | h |
| • evaporação anual do tanque "A" | 3 268,1 | mm |

Esta realidade hidroclimática, quando associada às condições geológicas cristalinas da região, terminam por fornecer aos seus recursos hídricos as seguintes características básicas

- um regime pluviométrico ainda mais irregular,
- um caráter de intermitência a praticamente todos os cursos d'água, agravando sobremaneira a irregularidade citada,
- uma escassez hídrica agravada pelas grandes perdas decorrentes da evaporação

3.4 - CONCEPÇÃO DA BARRAGEM CONFORME ESTUDOS EXISTENTES

A barragem Flor do Campo teve sua origem no estudo realizado pelo DNOCS/TECNOSAN¹, em 1987, quando foi identificada junto com outras cinco barragens Diamante, Clemente, Macambira, Borges e Betânia, sendo estas duas últimas coincidentes com os açudes atualmente existentes Jaburu II e Carnaubal)

Ocorre, contudo, que a qualidade de tal estudo foi muito deficiente², tudo indicando não ter havido nenhum serviço de campo (topográfico ou geotécnico) A bacia hidráulica foi traçada de forma bastante imprecisa, através do emprego de curvas de forma desenhadas sobre os mapas de 1 100 000 e da posterior ampliação gráfica destes mapas para a escala 1 25 000 (isto se conclui da constatação de que a curva da cota 350 m dos mapas da primeira escala coincide integralmente com aquela mostrada na carta ampliada do Estado)

Ainda assim, este estudo sugeriu a construção, em local indicado na Figura 2.1, de uma barragem de aproximadamente 800 m de extensão (pelo coroamento) e 12 m de altura máxima, em associação com a escavação de um canal vertedouro de 185 m junto à sua ombreira direita. O conjunto de obras, ainda segundo o referido trabalho, deveria dar origem a um reservatório com 63,8 milhões de metros cúbicos de capacidade máxima, ocupando uma área de 2 390 ha

Um resumo das principais características do açude Flor do Campo, conforme indicado no estudo supracitado, é mostrado a seguir

| | |
|--|---------------------------|
| • Área da bacia hidrográfica | 64 780 ha |
| • Deflúvio anual médio afluente | 63 800 000 m ³ |
| • Cota do N.A. máximo (T = 1 000 anos) | 350 m |
| • Altura máxima do barramento | 12 m |
| • Altura máxima útil | 8 m |
| • Extensão pelo coroamento | 800 m |
| • Área da bacia hidráulica | 2 390 ha |
| • Volume morto | 6 380 000 m ³ |
| • Volume útil | 57 420 000 m ³ |
| • Capacidade total do reservatório | 63 800 000 m ³ |
| • Volume regularizável (15%) | 8 613 000 m ³ |
| • Localização e tipo do extravasor: sangradouro na ombreira direita, sendo do tipo soleira vertedoura com canal de restituição | |
| • Comprimento da soleira | 185,00 m |
| • Altura da lâmina vertente | 2,50 m |
| • Diâmetro da tomada d'água | 400 mm |

¹ DNOCS/TECNOSAN - "Estudos para Aproveitamento Hidro-agrícola da Bacia do Rio Poti, a Nível de Viabilidade, no Estado do Ceará", 1987

² Mesmo elaborado em 1987, o estudo, por exemplo, propõe a barragem Borges no mesmo local do então já construído Açude Jaburu II, o que sugere que nem uma visita de campo foi feita à área

Evidentemente que, nas condições analisadas, o nível de confiabilidade destas informações é bastante precário, podendo-se afirmar, com certeza, que o dimensionamento e concepção da barragem deverão ser integralmente repensados

A título ilustrativo, são apresentadas, a seguir, as principais características das citadas barragens Carnaubal e Betânia (de mesma localização)

| | Açude Carnaubal (Projeto executivo feito pela VBA) | Açude Betânia (como identificado pelo DNOCS/TECNOSAN) |
|-----------------------------|---|--|
| Volume | 87,7 hm ³ | 64,0 hm ³ |
| Altura máxima | 18,35 m | 12,0 m |
| Comprimento pelo coroamento | 760 m | 1 200 m |
| Vazão regularizável | 700 l/s(*) | 280 l/s |

(*) de acordo com PERH-CE

Constata-se uma grande diferença entre tais características básicas, corroborando as expectativas ora levantadas de fortes alterações entre os parâmetros anteriormente listados para a barragem Flor do Campo e aqueles que serão efetivamente determinados no projeto executivo

Nesta ótica, além dos óbvios condicionantes físicos locais (topográficos, geométricos e geotécnicos) e sócio-econômicos (população atingida e viabilidade econômico-financeira) que redefinirão a barragem, ela deverá ser também totalmente redimensionada do ponto de vista hidrológico no decorrer do PERH-CE, até pelo seu próprio escopo e abrangência, nenhum levantamento de campo foi realizado, admitindo-se como verdadeiras as características do estudo preliminar do DNOCS/TECNOSAN

Naquela ocasião (durante o PERH), não só foram encontradas muitas dificuldades no estudo dos deflúvios para a barragem, como também a simulação da operação do reservatório foi feita tomando por base uma curva cota x volume teórica, de equação $V = ah^3$, definida pelos parâmetros então existentes. Desta forma, os resultados à época encontrados devem ser vistos com reserva, sendo necessário elaborar integralmente novos estudos hidrológicos para a barragem Flor do Campo

4 - ESTUDOS DE RECONHECIMENTO DO LOCAL DA BARRAGEM

4.1 - ESTUDOS PRELIMINARES

Os estudos de reconhecimento do local onde será construída a Barragem Flor do Campo foram iniciados na segunda quinzena de agosto do corrente ano. Antes das atividades de campo propriamente ditas, foi efetuado um estudo preliminar de fotografias aéreas da área em torno do eixo barrável e ombreiras (escala 1:25 000), visando a identificação de feições topográficas relevantes ao projeto executivo da barragem e a determinação da localização aproximada de afloramentos rochosos, de solos residuais, de depósitos aluvionares, etc

Através do referido estudo de fotointerpretação, foi detectada, em área adjacente à ombreira esquerda da barragem, a presença de duas selas topográficas com contornos aparentemente favoráveis à implantação do vertedouro. Já em local situado a aproximadamente 600 m da ombreira direita, foi observada a existência de uma área de topo plano e declividade suave, que, dependendo dos resultados e serem ainda obtidos durante os estudos básicos, poderá também constituir-se em alternativa de local para a construção do vertedouro.

Após os estudos de fotointerpretação, os trabalhos de reconhecimento no campo foram então iniciados na formação rochosa que servirá de ombreira esquerda ao maciço da barragem. Ali foram observadas, principalmente nas áreas de maior altitude, a existência de afloramentos de rocha formados, basicamente, por quartzitos, e a presença maciça de pedregulhos e de pequenos blocos de rocha sobre a superfície do terreno. Nas áreas correspondentes às duas selas topográficas supracitadas não foi detectada a ocorrência de quaisquer afloramentos rochosos.

Quanto à ombreira direita, com altitudes superiores às observadas na ombreira esquerda, foram detectadas a existência de vertentes relativamente íngremes e a ocorrência de afloramentos rochosos nos trechos com cotas mais elevadas. No que diz respeito à possibilidade de implantação do vertedouro neste setor, foram identificadas duas áreas próximas ao topo desta formação rochosa cujos contornos sugerem a necessidade de investigações de campo mais detalhadas.

Os estudos de reconhecimento prosseguiram nas áreas próximas ao eixo barrável, onde foi realizado um trabalho de inspeção visual no terreno de fundação da Barragem Flor do Campo. Foi observada, naquele local, a existência de uma camada superficial de solo siltoso cinza escuro, distribuído ao longo de, aproximadamente, 400 m de terreno aluvionar, e uma consistência ocorrência de depósitos arenosos na circunvizinhança do talvegue do Rio Poti.

Com relação a jazidas de materiais terrosos, a equipe de técnicos da VBA CONSULTORES, ao realizar uma pesquisa de campo expedita, verificou que há uma razoável disponibilidade de materiais de empréstimo na região em torno do eixo barrável, com destaque para os terrenos adjacentes a ambas as ombreiras (uma vez que poderão ser aproveitados na construção da barragem após a escavação obrigatória do vertedouro).

4.2 - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS PRELIMINARES E SONDAJENS DE RECONHECIMENTO

Com o objetivo de fornecer subsídios à elaboração do Plano dos Estudos Básicos, foram realizados levantamentos topográficos preliminares e sondagens de reconhecimento junto ao eixo barrável do Açude Flor do Campo.

Os estudos topográficos preliminares consistiram na locação e nivelamento de um eixo longitudinal provisório e no levantamento plani-altimétrico de seções transversais a este eixo nas duas ombreiras e nas áreas de possível implantação do vertedouro (ver Anexo II).

4 3 2 - ESTUDO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Nesta fase do estudo foi necessário determinar, preliminarmente, as séries de disponibilidade hídrica da bacia e as cotas dos açudes associados. Esta determinação fornecerá uma estimativa da cota máxima da curva cota-área-volume definitiva, a ser apresentada no próximo estudo. O efeito da barragem de Flor do Campo sobre o Açude Carnaubal, também foi avaliado de forma preliminar.

Série de vazões médias mensais afluentes

Neste nível de estudo empregou-se a série gerada no PERH-Ce, para a seção de controle de Flor do Campo. A série conta com 55 anos, no período de 1934 a 1988. A vazão média do rio Poti para a série anterior é de 2,00 m³/s.

No açude Carnaubal, foram empregadas duas séries, a primeira, para a bacia total e a segunda, considerando a bacia incremental, entre o trecho Flor do Campo - Carnaubal. A primeira série obteve-se do PERH-Ce. A segunda série foi calculada como a diferença entre as séries de Carnaubal e Flor do Campo.

$$Q_{cb_{incr,t}} = \begin{cases} (Q_{cb_{tot,t}} - Q_{fc,t}) F_c & \text{se } Q_{cb_{tot,t}} > Q_{fc,t} \\ 0 & \text{no outro caso} \end{cases}$$

Sendo,

$$F_c = \frac{\sum Q_{cb_{tot,t}}}{\sum Q_{cb_{incr,t}} + \sum Q_{fc,t}}$$

Onde

- $Q_{cb_{incr,t}}$ Vazão da bacia incremental afluente a Carnaubal, no mês t,
- $Q_{cb_{tot,t}}$ Vazão da bacia total afluente a Carnaubal, no mês t,
- $Q_{fc,t}$ Vazão da bacia incremental afluente a Flor do Campo, no mês t,
- F_c Fator de correção da continuidade

A precipitação média sobre de Flor do Campo chega aos 612,1 mm/ano, enquanto a precipitação média da bacia total de Carnaubal é de 644 mm/ano, indicando que na bacia incremental a precipitação média será ainda superior a este último valor. O fator de continuidade aplicou-se para corrigir o efeito originado na variação da precipitação média entre a bacia total de Carnaubal e de Flor do Campo. A correção na continuidade das séries através do fator foi de 5,5 %.

Simulação da operação do reservatório de Flor do Campo

O açude Flor do Campo tem uma bacia hidrográfica de 657,8 km², seu rio principal é o Poti, com 34,4 km de extensão, até a seção da barragem.

Na falta, ainda, de uma curva cota-área-volume confiável, foi simulado o açude de Flor do Campo para diferentes valores de cota máxima, empregando as curvas cota-área-volume de dois açudes próximos, estes são Açude Carnaubal e açude Jaburu II. Posteriormente, foi calculada uma curva cota-área-volume preliminar, com informação cartográfica na escala 1:25 000 e fotografias aéreas da bacia hidrográfica de Flor do Campo. A figura 4.2 mostra as curvas empregadas na simulação do reservatório.

Os resultados dos três conjuntos de simulações ($20 \leq V_{\text{máx}} \leq 160 \text{ hm}^3$) resumiram-se nas curvas de regularização apresentadas-se na Figura 4.3, onde observa-se que o comportamento do açude para a curva preliminar, aproxima-se muito do obtido através da curva de Jaburu II, principalmente no trecho superior. Este comportamento deve-se a semelhança entre as duas curvas cota-área-volume citadas.

A simulação do açude para três curvas cota-área-volume, se fez para acotar o erro originado na falta da curva definitiva. Desta forma, pode-se definir, dentro de um intervalo provável, as variáveis de projeto como volume máximo relacionado a cota de sangria e vazão regularizada. Na figura 4.3, apresentam-se estes conjuntos de valores para o que considerou-se como a Disponibilidade máxima da bacia desde o ponto de vista hidrológico, sendo este, o começo do trecho assintótico da curva de regularização.

Os valores preliminares de disponibilidade hídrica indicam que o açude pode funcionar eficientemente com um volume máximo de até 125 milhões de m^3 , com uma profundidade relativa à crista do sangradouro de 15 m, regularizando aproximadamente 400 l/s.

Determinação da influência de Flor do Campo em Carnaubal

O conhecimento da influência que o açude em estudo terá, uma vez construído, sobre o açude existente a jusante é de fundamental importância. Apesar de estarem disponíveis os estudos do açude Carnaubal, preferiu-se simular novamente a sua operação na situação atual, ou seja, com a bacia hidrográfica total, e também simulou-se considerando Flor do Campo construído.

Simulação sem Flor do Campo

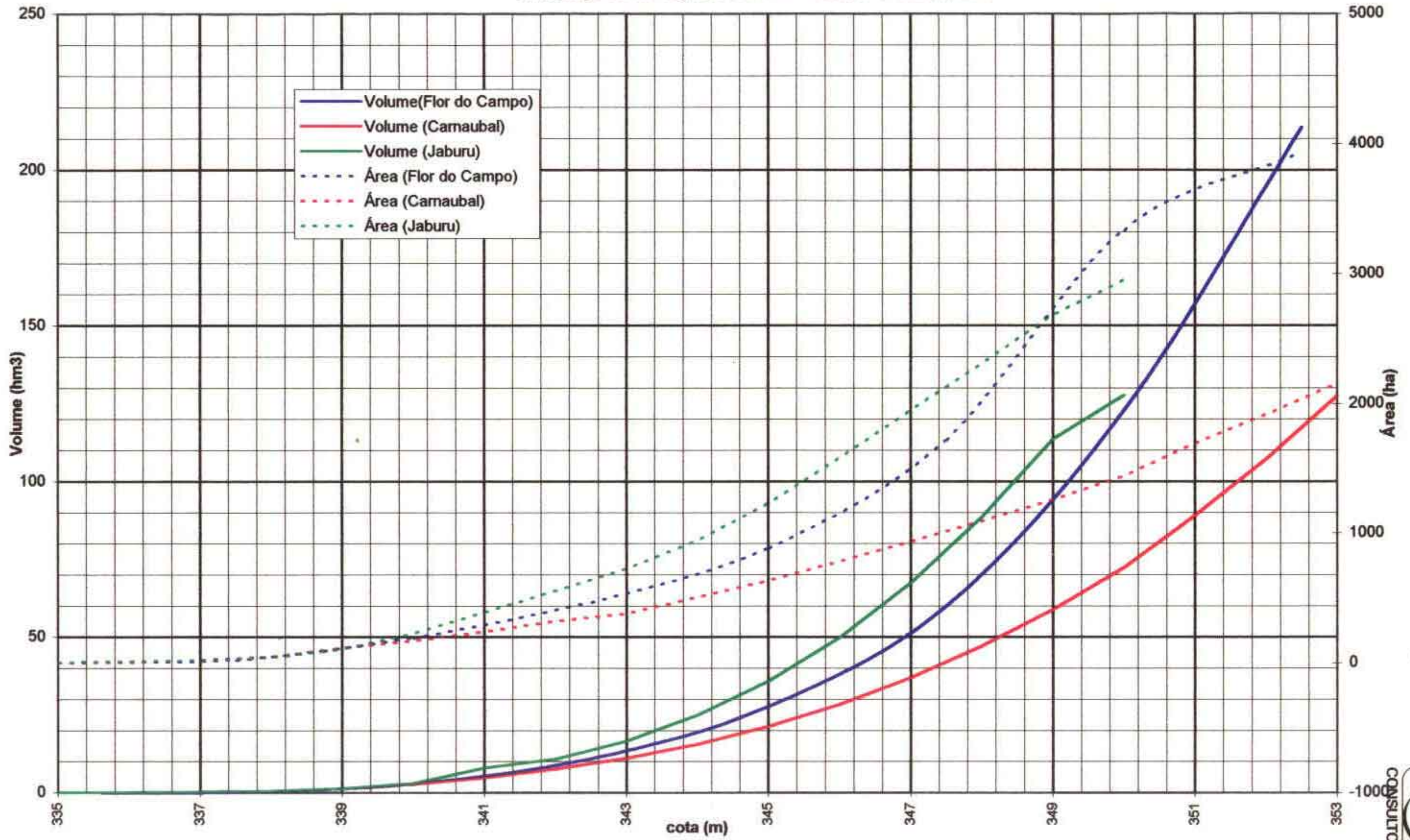
Os resultados da simulação com a bacia total apresentam-se na Tabela 4.1, onde observa-se que a vazão média afluente é de 6,748 m^3/s , correspondendo a um coeficiente de escoamento de 17%. O volume máximo de 87,69 hm^3 regulariza 520 l/s. As sangrias acontecem em média, para a série simulada, uma vez a cada 1,45 anos.

Simulação com Flor do Campo

Nesta simulação se fez sob a hipótese de funcionamento descrita a seguir.

As afluições ao açude Carnaubal tem duas origens, a primeira é vazão natural da bacia incremental definida pelas seções de controle dos dois açudes. A segunda gerada pelas sangrias do açude de montante.

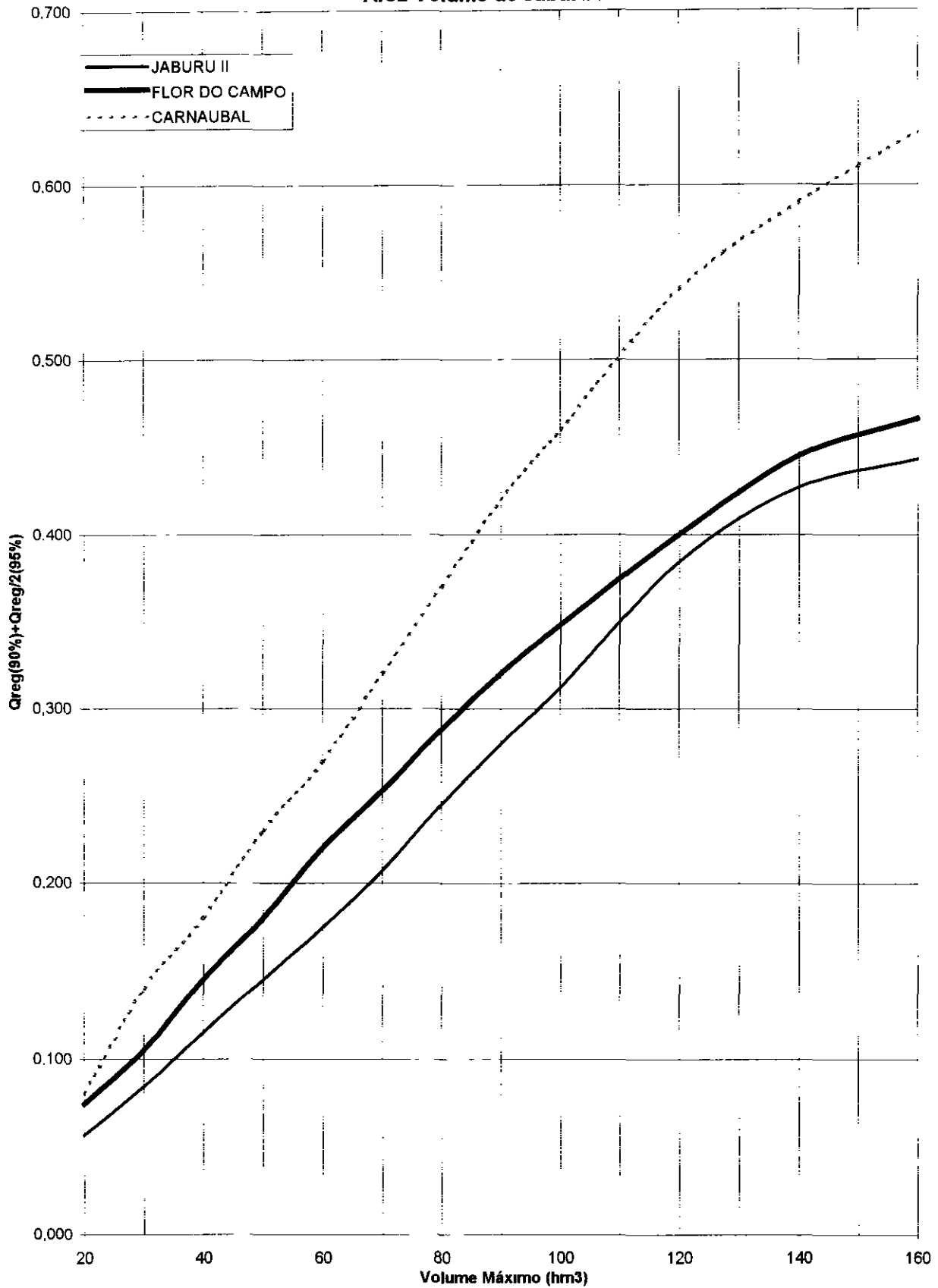
Figura 4.2 - Curvas Cota - Área-Volume utilizados nas Simulações do Açude Flor do Campo e Carnaubal



920026



Figura 4.3- Curva de Regularização do Açude Flor do Campo, com curva Cota-Área-Volume de Jaburu II



Em consequência, toda a vazão regularizada no açude Flor do Campo será consumida antes de chegar no açude de jusante

A Tabela 4 1, resume os resultados das 7 (sete) simulações feitas, no intervalo de 20 a 160 milhões de m³ Para o açude de Flor do Campo empregou-se a curva cota-área-volume de Jaburu II

Os estudos preliminares da localização do sangradouro indicam a existência de uma cota mínima para crista, de forma a minimizar o volume escavado A cota mínima acha-se entorno do valor 350, correspondendo a 15,62 m de altura e 125 milhões de m³

As simulações repetiram os valores para Flor do Campo, enquanto que no açude Carnaubal manteve o mesmo rendimento qualquer fosse o volume máximo do reservatório de montante A vazão regularizada em Carnaubal, qualquer que for o tamanho do açude Flor do Campo (dentro do intervalo $20 \text{ hm}^3 < V_{\text{max}} < 120 \text{ hm}^3$), e de 485 l/s

Como conclusão preliminar, pode-se afirmar que, a construção do açude de Flor do Campo diminuirá a vazão regularizada para a lei de operação escolhida em, aproximadamente 7% do valor atual

O comportamento aparentemente anômalo, pela baixa resposta à construção de um novo açude a montante, pode ser explicado pela relação quociente entre a vazão regularizada e a vazão média da bacia em Carnaubal Esse valor indica que a vazão regularizada acha-se em 7,7% da vazão média Essa relação soube um pouco quando considera-se construído o açude de Flor do Campo, ficando entre 8 % e 10%, porém pode considerar-se ainda como valores muito baixos

A relação anterior para o açude Flor do Campo varia entre 9% ($V_{\text{máx}} = 60 \text{ hm}^3$) e 20% ($V_{\text{máx}} = 120 \text{ hm}^3$)

Os valores anteriores permitem concluir que, estando os dois açudes submetidos aos mesmos eventos meteorológicos, o açude de Carnaubal enche sempre primeiro que o açude de Flor do Campo Em outras palavras, o açude de Flor do Campo sangra, sempre depois de començar a sangrar o de Carnaubal, fazendo que qualquer aproveitamento da sangria do açude de jusante se “perca” pela sangria deste

Estes resultados, embora apoiados sobre dados preliminares, permitem entender o funcionamento do sistema Flor do Campo - Carnaubal, estimar a influência do primeiro sobre o segundo e determinar o beneficio da construção do açude em estudo

O beneficio incremental que o açude trás para o sistema estudado fica estimado preliminarmente em 485 l/s para um açude de 125 milhões de m³ A perda em da capacidade de regularização em Carnaubal é

$$Q_{\text{perda}}^{\text{crnbl}} = Q_{\text{reg}_{\text{total}}}^{\text{crnbl}} - Q_{\text{reg}_{\text{increm}}}^{\text{crnbl}}$$

$$Q_{\text{perda}}^{\text{crnbl}} = 520(\text{l / s}) - 485(\text{l / s}) = 35(\text{l / s})$$

TABELA 41 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DO SISTEMA FLOR DO CAMPO - CARNAUBAL

| SIMULAÇÃO 1 | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
|----------------------|--------|--------------------------------------|--------|--------|---------|----------|
| CARNAUBAL | | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| Dem (m3/s)= | 0,485 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| max (hm3)= | 87,690 | Demmed (m3/s) = | 5,694 | | | |
| Valerta (hm3)= | 10,200 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,385 | Qafllu(m3/s) = | =0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| DemAlerta (hm3)= | 0,243 | Perm (%)= | 63,333 | 36,667 | 20,909 | 22,273 |
| max (hm3)= | 83,306 | Qmed (m3/s) = | 6,222 | | | |
| FLOR DO CAMPO | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,084 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,084 | >=0,042 |
| máx (hm3)= | 30,000 | Perm (%) = | 4,39 | 95,61 | 90,15 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 1,800 | Demmed (m3/s) = | 1,692 | | | |
| Vmin (hm3)= | 1,500 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,042 | Qafllu(m3/s) = | 0,000 | =0,0 | >0,0 | >=0,084 |
| máx (hm3)= | 28,500 | Perm (%)= | 0,000 | 56,970 | 43,030 | 22,879 |
| | | Qmed (m3/s) = | 2,006 | | | |

| SIMULAÇÃO 2 | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
|----------------------|--------|-------------------------------|--------|--------|---------|----------|
| CARNAUBAL | | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| Dem (m3/s)= | 0,485 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| max (hm3)= | 87,690 | Demmed (m3/s) = | 5,597 | | | |
| Valerta (hm3)= | 10,200 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,385 | Qafllu(m3/s) = | =0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| DemAlerta (hm3)= | 0,243 | Perm (%)= | 63,333 | 36,667 | 20,909 | 22,273 |
| max (hm3)= | 83,306 | Qmed (m3/s) = | 6,125 | | | |
| FLOR DO CAMPO | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,115 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,115 | >=0,0575 |
| max (hm3)= | 40,000 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,15 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 2,900 | Demmed (m3/s) = | 1,623 | | | |
| Vmin (hm3)= | 2,000 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,058 | Qafllu(m3/s) = | 0,000 | =0,0 | >0,0 | >=0,115 |
| max (hm3)= | 38,000 | Perm (%)= | 0,000 | 56,970 | 43,030 | 22,121 |
| | | Qmed (m3/s) = | 2,006 | | | |

| SIMULAÇÃO 3 | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
|----------------------|--------|-------------------------------|--------|--------|---------|----------|
| CARNAUBAL | | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| Dem (m3/s)= | 0,485 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| max (hm3)= | 87,690 | Demmed (m3/s) = | 5,504 | | | |
| Valerta (hm3)= | 10,200 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,385 | Qafllu(m3/s) = | =0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| DemAlerta (hm3)= | 0,243 | Perm (%)= | 63,333 | 36,667 | 20,909 | 22,273 |
| max (hm3)= | 83,306 | Qmed (m3/s) = | 6,032 | | | |
| FLOR DO CAMPO | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,145 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,145 | >=0,0725 |
| max (hm3)= | 50,000 | Perm (%) = | 4,09 | 95,91 | 90,15 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 3,700 | Demmed (m3/s) = | 1,557 | | | |
| Vmin (hm3)= | 2,500 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,073 | Qafllu(m3/s) = | 0,000 | =0,0 | >0,0 | >=0,145 |
| máx (hm3)= | 47,500 | Perm (%)= | 0,000 | 56,970 | 43,030 | 21,364 |
| | | Qmed (m3/s) = | 2,006 | | | |

| SIMULAÇÃO 4 | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
|----------------------|--------|-------------------------------|--------|--------|---------|----------|
| CARNAUBAL | | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| Dem (m3/s)= | 0,485 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| max (hm3)= | 87,690 | Demmed (m3/s) = | 5,416 | | | |
| Valerta (hm3)= | 10,200 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,385 | Qafllu(m3/s) = | =0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| DemAlerta (hm3)= | 0,243 | Perm (%)= | 63,333 | 36,667 | 20,909 | 22,273 |
| max (hm3)= | 83,306 | Qmed (m3/s) = | 5,944 | | | |
| FLOR DO CAMPO | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,175 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,175 | >=0,0875 |
| max (hm3)= | 60,000 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,15 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 4,200 | Demmed (m3/s) = | 1,496 | | | |
| Vmin (hm3)= | 3,000 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,088 | Qafllu(m3/s) = | 0,000 | =0,0 | >0,0 | >=0,175 |
| máx (hm3)= | 57,000 | Perm (%)= | 0,000 | 56,970 | 43,030 | 20,000 |
| | | Qmed (m3/s) = | 2,006 | | | |

Arq DADSIMUL XLS

066029

TABELA 41 - RESUMO DOS RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DO SISTEMA FLOR DO CAMPO - CARNAUBAL

| | | SIMULAÇÃO 5 | | | | |
|----------------------|--------|--------------------------------------|--------|--------|---------|----------|
| CARNAUBAL | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,485 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| max (hm3)= | 87,690 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 10,200 | Demmed (m3/s) = | 5,246 | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,385 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,243 | Qafiu(m3/s) = | =0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| máx (hm3)= | 83,306 | Perm (%)= | 63,333 | 36,667 | 20,909 | 22,273 |
| | | Qmed (m3/s) = | 5,773 | | | |
| FLOR DO CAMPO | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,245 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,245 | >=0,1225 |
| máx (hm3)= | 80,000 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 5,200 | Demmed (m3/s) = | 1,390 | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,000 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,123 | Qafiu(m3/s) = | 0,000 | =0,0 | >0,0 | >=0,245 |
| máx (hm3)= | 76,000 | Perm (%)= | 0,000 | 56,970 | 43,030 | 18,788 |
| | | Qmed (m3/s) = | 2,006 | | | |

| | | SIMULAÇÃO 6 | | | | |
|----------------------|---------|--------------------------------------|--------|--------|---------|----------|
| CARNAUBAL | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,485 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| max (hm3)= | 87,690 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 10,200 | Demmed (m3/s) = | 5,092 | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,385 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,243 | Qafiu(m3/s) = | =0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| máx (hm3)= | 83,306 | Perm (%)= | 63,333 | 36,667 | 20,909 | 22,273 |
| | | Qmed (m3/s) = | 5,618 | | | |
| FLOR DO CAMPO | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,312 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,312 | >=0,156 |
| max (hm3)= | 100,000 | Perm (%) = | 3,94 | 96,06 | 90,15 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 6,300 | Demmed (m3/s) = | 1,296 | | | |
| Vmin (hm3)= | 5,000 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,156 | Qafiu(m3/s) = | 0,000 | =0,0 | >0,0 | >=0,312 |
| máx (hm3)= | 95,000 | Perm (%)= | 0,000 | 56,970 | 43,030 | 17,879 |
| | | Qmed (m3/s) = | 2,006 | | | |

| | | SIMULAÇÃO 7 | | | | |
|----------------------|---------|--------------------------------------|--------|--------|---------|----------|
| CARNAUBAL | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,485 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| máx (hm3)= | 87,690 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 10,200 | Demmed (m3/s) = | 4,950 | | | |
| Vmin (hm3)= | 4,385 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,243 | Qafiu(m3/s) = | =0,0 | >0,0 | >=0,485 | >=0,2425 |
| máx (hm3)= | 83,306 | Perm (%)= | 63,333 | 36,667 | 20,909 | 22,121 |
| | | Qmed (m3/s) = | 5,476 | | | |
| FLOR DO CAMPO | | PERMANÊNCIA DA DEMANDA | | | | |
| Dem (m3/s)= | 0,384 | Demanda (m3/s) = | <=0,0 | >0,0 | >=0,384 | >=0,192 |
| máx (hm3)= | 120,000 | Perm (%) = | 4,24 | 95,76 | 90,00 | 95,00 |
| Valerta (hm3)= | 5,600 | Demmed (m3/s) = | 1,220 | | | |
| Vmin (hm3)= | 6,000 | PERMANÊNCIA DA VAZÃO AFLUENTE | | | | |
| DemAlerta (hm3)= | 0,192 | Qafiu(m3/s) = | 0,000 | =0,0 | >0,0 | >=0,384 |
| max (hm3)= | 114,000 | Perm (%)= | 0,000 | 56,970 | 43,030 | 17,121 |
| | | Qmed (m3/s) = | 2,006 | | | |

Arq DADSIMUL.XLS

4 4 - VISITA DO GRUPO DE CONSULTORES DA SRH AO LOCAL DA BARRAGEM

O grupo de consultores da Secretaria de Recursos Hídricos, constituído por engenheiros e geólogos com larga experiência em barragens, esteve presente no local onde será construída a Barragem Flor do Campo no dia 17 de setembro do corrente ano. Durante os trabalhos de inspeção, foram examinadas diversas feições topográficas diretamente relacionadas com a implantação do reservatório que será responsável pelo abastecimento de água da cidade de Novo Oriente - CE, e foram ainda analisados os resultados dos perfis individuais das sondagens de reconhecimento disponíveis na ocasião.

Com relação à ombreira esquerda, os consultores da SRH examinaram os resultados das sondagens SM-01 e SM-02, executadas no local (ver Anexo II), e concordaram com o estabelecimento de um critério topográfico para a definição da posição do eixo da barragem na ombreira em questão, já que não foi constatada a existência de quaisquer restrições de natureza geológico-geotécnica à localização do eixo no divisor de águas da referida ombreira (a posição final do eixo está indicada no Anexo II).

Já com relação às selas topográficas próximas a esta mesma ombreira, mencionadas no item 4.1, as sondagens de reconhecimento executadas naquela região sugerem, de acordo com o Grupo de Consultores, a inviabilidade de se construir o vertedouro nestes locais, já que o estrato firme foi encontrado em profundidades relativamente elevadas. Por outro lado, os Consultores da SRH solicitaram, tendo em vista a presença de afloramentos rochosos no topo da ombreira esquerda, a realização de investigações geotécnicas adicionais – incluindo sondagem mista (SM-08) e poços de inspeção – no sentido de se estudar a viabilidade de implantação do vertedouro em uma área de maior altitude próxima do topo desta elevação. Além disso, os técnicos da SRH destacaram a possibilidade de aproveitamento dos inúmeros blocos de rocha presentes no local durante a construção da barragem.

Quanto à ombreira direita, foi ressaltada, durante a visita, a necessidade de se deslocar o eixo longitudinal provisório em direção a jusante (em aproximadamente 20,0 m), com o objetivo de evitar que a trincheira de vedação da Barragem fique apoiada sobre uma área de declividade mais acentuada localizada a poucos metros (a montante) do referido eixo (ver Anexos I e II). Este procedimento tornará necessária a realização de levantamentos topográficos adicionais.

No que diz respeito às alternativas de local para a construção do vertedouro na margem direita do Rio Poti, a comitiva dirigiu-se à área de topo plano e declividade suave, mencionada no item 4.1, onde a VBA CONSULTORES executara poços de inspeção à pá e picareta. Foi destacada, na ocasião, a conveniência de se realizar estudos geotécnicos mais detalhados incluindo sondagens mistas e coleta de amostras de solo (no caso de aproveitamento da área) já que o estrato rochoso, pelo menos à primeira vista, apresentou-se em profundidades economicamente atraentes. Por outro lado, foi verificada a existência de problemas associados à restituição do volume extravasado – este só retornaria ao curso natural do Rio Poti depois de percorrer aproximadamente 4 km, resultando em um acréscimo no custo de desapropriações –, o que fez com que o grupo de consultores da SRH solicitasse à VBA CONSULTORES a realização de uma avaliação técnico-econômica do problema associada a uma busca por soluções alternativas, mesmo envolvendo volumes de escavação mais

significativos. Como possível solução para o problema, foi destacada a existência de uma área com cotas mais elevadas, próxima ao topo da ombreira direita.

Quanto ao depósito aluvionar, foram examinados os resultados da sondagem mista de reconhecimento executada naquele local (SM-03). Com base na constatação da presença de uma camada de alteração de rocha a aproximadamente 8,0 m de profundidade, foi ressaltada, pelo grupo de consultores da SRH, a provável concepção de uma barragem de terra com um sistema de vedação constituído por *cut-off*.

Finalmente, após a visita de inspeção ao local da barragem, o grupo de consultores da SRH reuniu-se com a equipe de técnicos da VBA CONSULTORES com o objetivo de analisar, discutir e aprovar o plano de execução dos serviços de campo, apresentado no itens 5.1 e 5.2.

5 - INVESTIGAÇÕES DE CAMPO E DE LABORATÓRIO

5.1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos necessários à elaboração do Projeto Executivo da Barragem Flor do Campo (já em andamento) envolverão levantamentos no eixo barrável, sangradouro e faixas de domínio, no contorno da bacia hidráulica, nas áreas do canal de restituição, nos trechos de talvegue de cursos d'água em torno do eixo da barragem e nas áreas de empréstimo de materiais de construção.

Serão ainda realizados levantamentos de seções transversais ao eixo em áreas de maior relevância ao desenvolvimento do Projeto Executivo, selecionadas com base no estabelecimento de alternativas preliminares de concepção.

Com relação à área da bacia hidráulica, esta terá sua plani-altimetria descrita por intermédio da restituição de fotografias aéreas (escala 1:15.000) tiradas em agosto de 1996 com a finalidade específica de fornecer suporte ao dimensionamento do reservatório em estudo. Tal procedimento, que inclui a utilização de instrumentos de navegação eletrônicos de alta precisão (tipo GPS) para a determinação de coordenadas de 1ª ordem, permitirá uma mais rápida obtenção de resultados relativos à bacia hidráulica em questão, proporcionando uma maior agilidade ao projetista no que diz respeito à concepção, desenvolvimento e detalhamento do Projeto Executivo.

5.2 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

As investigações geotécnicas de campo e de laboratório associadas ao Projeto Executivo da Barragem de Flor do Campo terão como objetivo a determinação do perfil estratigráfico das áreas onde serão construídos o aterro compactado e o vertedouro, e a obtenção de parâmetros representativos do comportamento, sob o ponto de vista de engenharia, dos diversos materiais envolvidos.

No que diz respeito às investigações geotécnicas de campo, serão executadas sondagens à percussão, rotativas e mistas - em associação com ensaios de perda d'água e de infiltração *in situ* - e sondagens à pá e picareta em diversos pontos da região. Serão retiradas, durante a

execução destas sondagens, amostras de material para caracterização tátil-visual ou em laboratório

As investigações de laboratório serão realizadas sobre as amostras recolhidas nas referidas sondagens, em um processo através do qual serão avaliadas as características dos materiais em estudo relacionadas com erodibilidade, condutividade hidráulica, deformabilidade e resistência ao cisalhamento

5 2 1 - PLANO DE SONDAGENS

O plano de sondagens discutido e aprovado pela VBA CONSULTORES junto ao grupo de consultores da Secretaria de Recursos Hídricos encontra-se apresentado, de forma consolidada, no Anexo II e nas tabelas 5 1 e 5 2, onde são indicados a localização, o tipo de sondagem e os ensaios *in situ* que serão executados durante a prospecção do subsolo

5 2 2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Os ensaios de laboratório necessários à caracterização geotécnica dos materiais de fundação e de empréstimo relacionados ao Projeto Executivo da Barragem Flor do Campo estão apresentados, de forma resumida, na Tabela 5 3. Deve ser ressaltado que, nesta tabela, tendo em vista o atual estágio de evolução do projeto, são apenas indicados o material envolvido e a quantidade e o tipo de ensaio, já que, na maior parte dos casos, a localização exata do ponto de coleta dos corpos de prova ainda não se encontra disponível

6 - CONCLUSÕES

As principais conclusões obtidas durante os Estudos Preliminares relativos à Barragem Flor do Campo podem ser assim resumidas

- Os levantamentos plani-altimétricos preliminares indicam a presença de duas selas topográficas em áreas próximas à ombreira esquerda da barragem e de uma área de topo plano e declividade suave em terreno adjacente à ombreira direita. Tendo em vista as características topográficas observadas durante os trabalhos de campo, todas estas áreas poderiam constituir-se em alternativas para implantação do vertedouro. Entretanto, as prospecções realizadas no subsolo até a presente data sugerem, com base nas profundidades do estado rochoso detectadas nestas mesmas áreas, uma provável implantação do vertedouro no trecho situado próximo à ombreira direita
- No caso de se construir o vertedouro na margem direita do Rio Poti, torna-se necessária uma avaliação pormenorizada das condições de restituição do volume escoado pelo sangradouro ao curso d'água original, já que os estudos topográficos preliminares mostraram que esta restituição provavelmente não se dará de forma imediata

situ - e sondagens à pá e picareta em diversos pontos da região. Serão retiradas, durante a execução destas sondagens, amostras de material para caracterização tátil-visual ou em laboratório

As investigações de laboratório serão realizadas sobre as amostras recolhidas nas referidas sondagens, em um processo através do qual serão avaliadas as características dos materiais em estudo relacionadas com erodibilidade, condutividade hidráulica, deformabilidade e resistência ao cisalhamento

5.2.1 - PLANO DE SONDAgens

O plano de sondagens discutido e aprovado pela VBA CONSULTORES junto ao grupo de consultores da Secretaria de Recursos Hídricos encontra-se apresentado, de forma consolidada, no Anexo II e nas tabelas 5.1 e 5.2, onde são indicados a localização, o tipo de sondagem e os ensaios *in situ* que serão executados durante a prospecção do subsolo

5.2.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Os ensaios de laboratório necessários à caracterização geotécnica dos materiais de fundação e de empréstimo relacionados ao Projeto Executivo da Barragem Flor do Campo estão apresentados, de forma resumida, na Tabela 5.3. Deve ser ressaltado que, nesta tabela, tendo em vista o atual estágio de evolução do projeto, são apenas indicados o material envolvido e a quantidade e o tipo de ensaio, já que, na maior parte dos casos, a localização exata do ponto de coleta dos corpos de prova ainda não se encontra disponível

6 - CONCLUSÕES

As principais conclusões obtidas durante os Estudos Preliminares relativos à Barragem Flor do Campo podem ser assim resumidas

- Os levantamentos plani-altimétricos preliminares indicam a presença de duas selas topográficas em áreas próximas à ombreira esquerda da barragem e de uma área de topo plano e declividade suave em terreno adjacente à ombreira direita. Tendo em vista as características topográficas observadas durante os trabalhos de campo, todas estas áreas poderiam constituir-se em alternativas para implantação do vertedouro. Entretanto, as prospecções realizadas no subsolo até a presente data sugerem, com base nas profundidades do estado rochoso detectadas nestas mesmas áreas, uma provável implantação do vertedouro no trecho situado próximo à ombreira direita.
- No caso de se construir o vertedouro na margem direita do Rio Poti, torna-se necessária uma avaliação pormenorizada das condições de restituição do volume escoado pelo sangradouro ao curso d'água original, já que os estudos topográficos preliminares mostraram que esta restituição provavelmente não se dará de forma imediata.

TABELA 5 1 - PLANO DE SONDAGENS

| SONDAGENS | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|----------------------|--------------------|--------|--------------------|----------------------------------|--------|-------------|
| PA E PICARETA | | | PERCUSSÃO | | | MISTA | | |
| Local | Numero | Estaca | Local | Número | Estaca | Local | Numero | Estaca |
| Opção vertedouro margem esquerda | SPP-01 | 3 S | Depósito aluvionar | SP-01 | 12 (20 0 M) | Ombreira esquerda | SM-01 | 06 (15,0 M) |
| Opção vertedouro margem esquerda | SPP-02 | 4B + 60,0 | Depósito aluvionar | SP-02 | 12 | Ombreira esquerda | SM-02 | 10 |
| Opção vertedouro margem esquerda | SPP-03 | 4B + 12 0 | Depósito aluvionar | SP-03 | 14 | Deposito aluvionar | SM-03 | 16 + 10 0 |
| Opção vertedouro margem esquerda | SPP-04 | 1B + 5,0 | Depósito aluvionar | SP-04 | 16 + 10 0 (40,0 J) | Depósito aluvionar | SM-04 | 21 + 10 0 |
| Opção vertedouro margem esquerda | SPP-05 | 0 + 120,0 (20 0 J) | Depósito aluvionar | SP-05 | 16 + 10,0 (40 0 M) | Deposito aluvionar | SM-05 | 26 + 10,0 |
| Opção vertedouro margem esquerda | SPP-06 | 0 + 120 0 (20,0 M) | Depósito aluvionar | SP-06 | 19 | Ombreira direita | SM-06 | 32 |
| Opção vertedouro margem esquerda | SPP-07 | 0 + 65 0 | Deposito aluvionar | SP-07 | 21 + 10 0 (40 0 J) | Opção vertedouro margem esquerda | SM-07 | 3 S |
| Ombreira esquerda | SPP-08 | 04 | Deposito aluvionar | SP-08 | 21 + 10 0 (40 0 M) | Opção vertedouro margem esquerda | SM-08 | 0 + 120,0 |
| Ombreira esquerda | SPP-09 | 06 | Deposito aluvionar | SP-09 | 24 | Opção vertedouro margem direita | SM-09 | 5A + 100,0 |
| Deposito aluvionar | SPP-10 | 21 + 10,0 | Depósito aluvionar | SP-10 | 26 + 10,0 (40 0 J) | | | |
| Ombreira direita | SPP-11 | 34 + 10,0 | Depósito aluvionar | SP-11 | 26 + 10,0 (40,0 M) | | | |
| Opção vertedouro margem direita | SPP-12 | 2A + 20 0 | Deposito aluvionar | SP-12 | 29 | | | |
| Opção vertedouro margem direita | SPP-13 | 3A | Depósito aluvionar | SP-13 | 30 + 10,0 | | | |
| Opção vertedouro margem direita | SPP-14 | 5A + 50,0 | | | | | | |
| Opção vertedouro margem direita | SPP-15 | 5A + 100,0 | | | | | | |
| Opção vertedouro margem direita | SPP-16 | 5A + 100,0 (100,0 J) | | | | | | |
| Opção vertedouro margem direita | SPP-17 | 5A + 100,0 (100 0 M) | | | | | | |
| Opção vertedouro margem direita | SPP-18 | 5A + 150,0 = 0LB | | | | | | |

Ano TABELAS XL5(Tab 51)

TABELA 5.2 - ENSAIOS *IN SITU* (Sondagens à Percussão e Mistas)

| ENSAIOS | QUANTIDADE | LOCAL |
|--|------------|----------------------------|
| Perda de água (Lugeon) Com 5 estágios de Pressão | 50,00 | Eixo barrável e vertedouro |
| Infiltração <i>in situ</i> (Le Franc) | 40,00 | Eixo barrável |

TABELA 5.3 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

| ENSAIOS P/MATERIAIS TERROSOS | QUANTIDADE | ORIGEM DO MATERIAL |
|----------------------------------|------------|---|
| Granulometria sem sedimentação | 40,00 | Eixo barrável e jazidas de solo e areia |
| Granulometria com sedimentação | 10,00 | Eixo barrável e jazidas de solo |
| Limite de liquidez | 30,00 | Eixo barrável e jazidas de solo |
| Limite de plasticidade | 30,00 | Eixo barrável e jazidas de solo |
| Peso específico | 30,00 | Jazidas de solo |
| Unidade Natural | 30,00 | Jazidas de solo |
| Proctor normal | 30,00 | Jazidas de solo |
| Permeabilidade (carga variável) | 8,00 | Jazidas de solo |
| Adensamento simples | 5,00 | Jazidas de solo |
| Cisalhamento direto lento | 12,00 | Eixo barrável e jazidas de solo |
| Los Angeles | 3,00 | Jazidas de pedra |
| Permeabilidade (carga constante) | 5,00 | Jazidas de areia |

499 TABELAS XL.S; Tab_52531

- Os estudos de disponibilidade hídrica preliminares mostram que o açude Flor do Campo poderá funcionar eficientemente com volumes de acumulação máximas de até 125 milhões de m³. No caso da concepção de um reservatório com 125 hm³, a soleira do vertedouro seria estabelecida na cota 350,0 (ver Anexo II), correspondendo a uma altura de 15,62 m (em relação ao depósito aluvionar) e a um volume regularizado de 400 l/s.
- Os estudos hidrológicos preliminares indicam ainda que a construção do Açude Flor do Campo deverá reduzir a vazão regularizada gerada pelo Açude Carnaubal (construído em local situado a 34 km a jusante do primeiro) em aproximadamente 7% do valor atual.



ANEXOS



ANEXO I - RESENHA FOTOGRÁFICA

000039



FOTO 4: Vista da ombreira esquerda.



FOTO 5 - Detalhe da ombreira esquerda.



FOTO 6: Detalhe do rio Poti junto à ombreira esquerda.

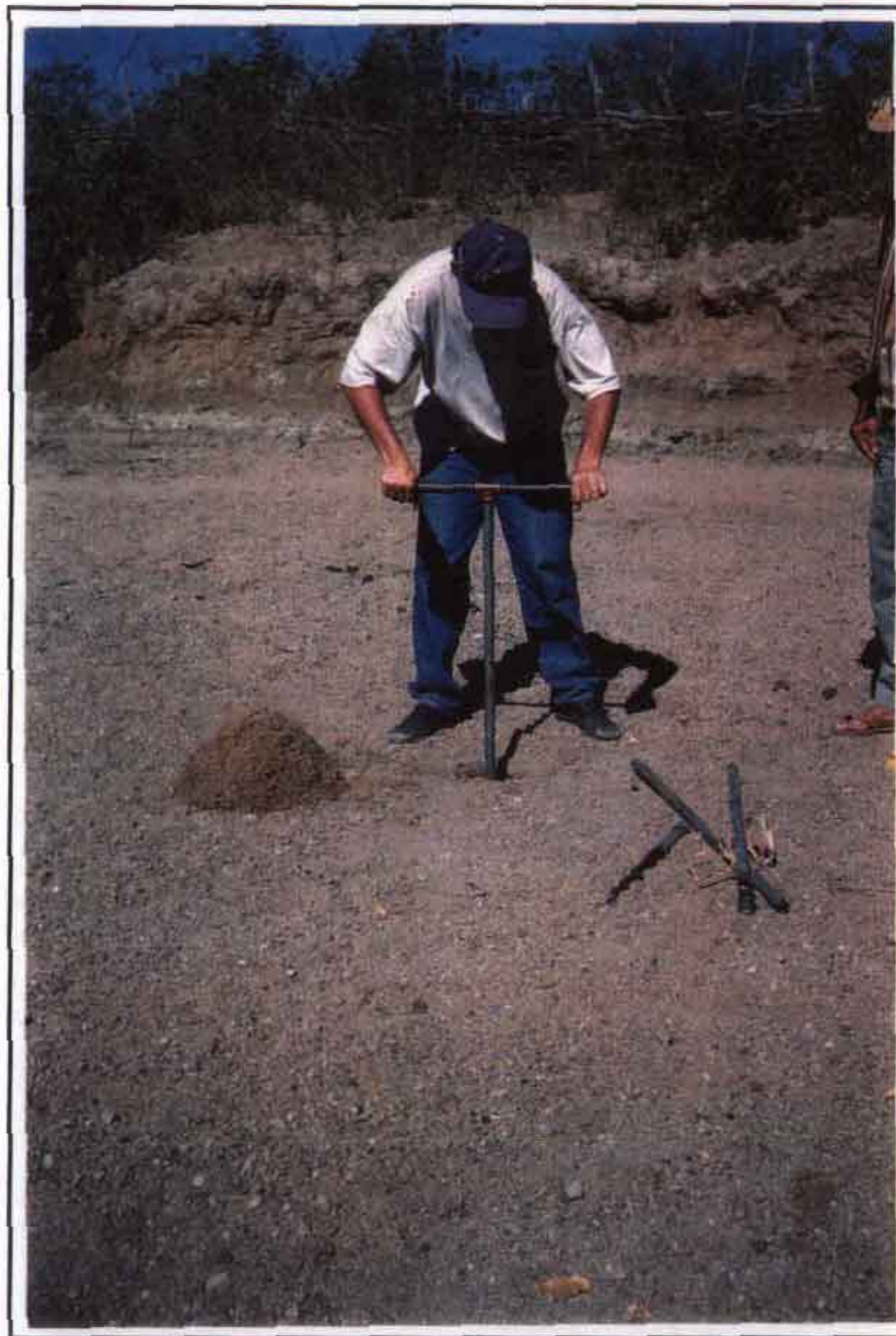


FOTO 7 - Sondagem a trado em depósito arenoso no leito do rio Poti.

000042



FOTO 8 - Vista da ombreira direita (foto tirada da ombreira esquerda).

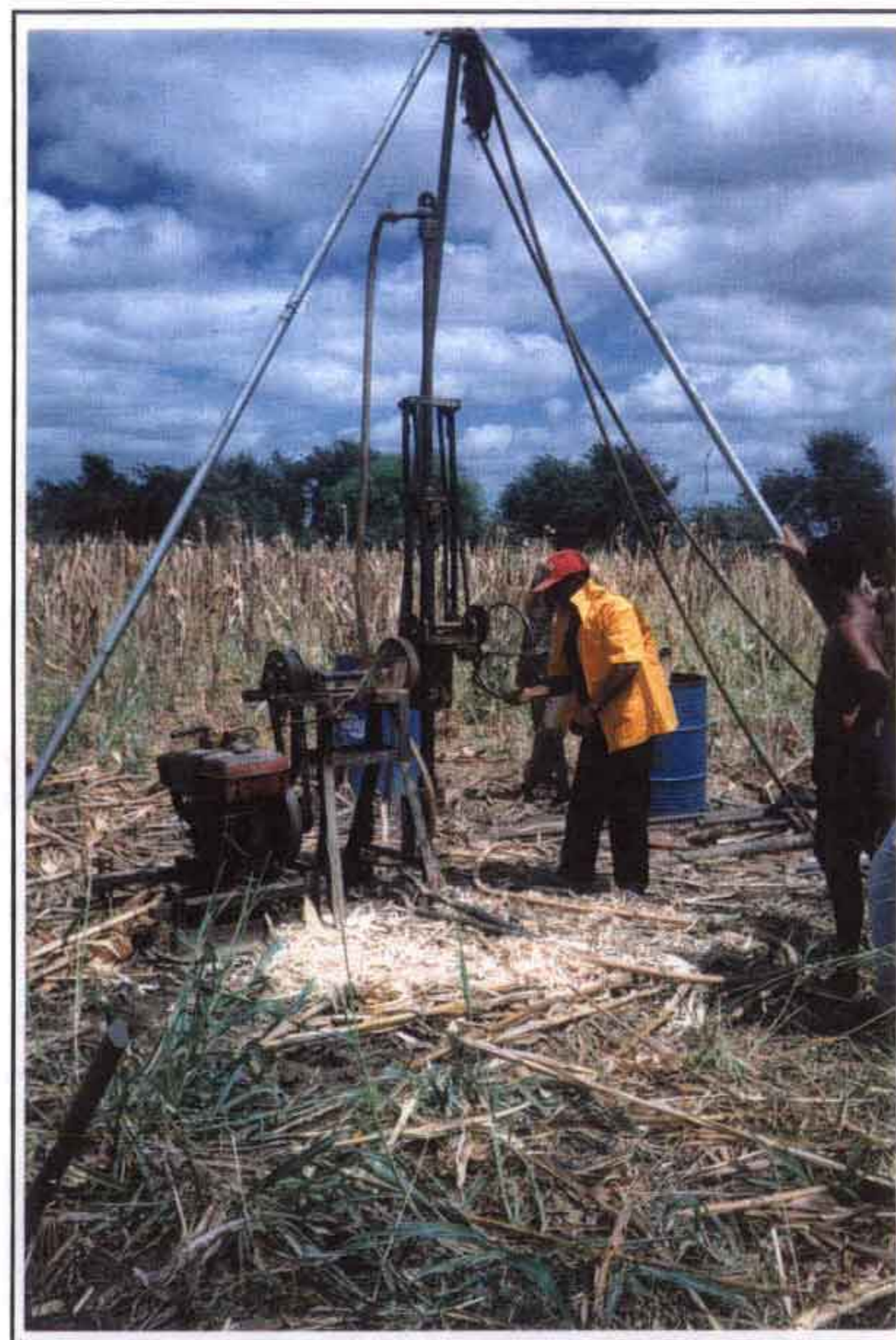


FOTO 9 - Sondagem mista no depósito aluvionar (SM-03).

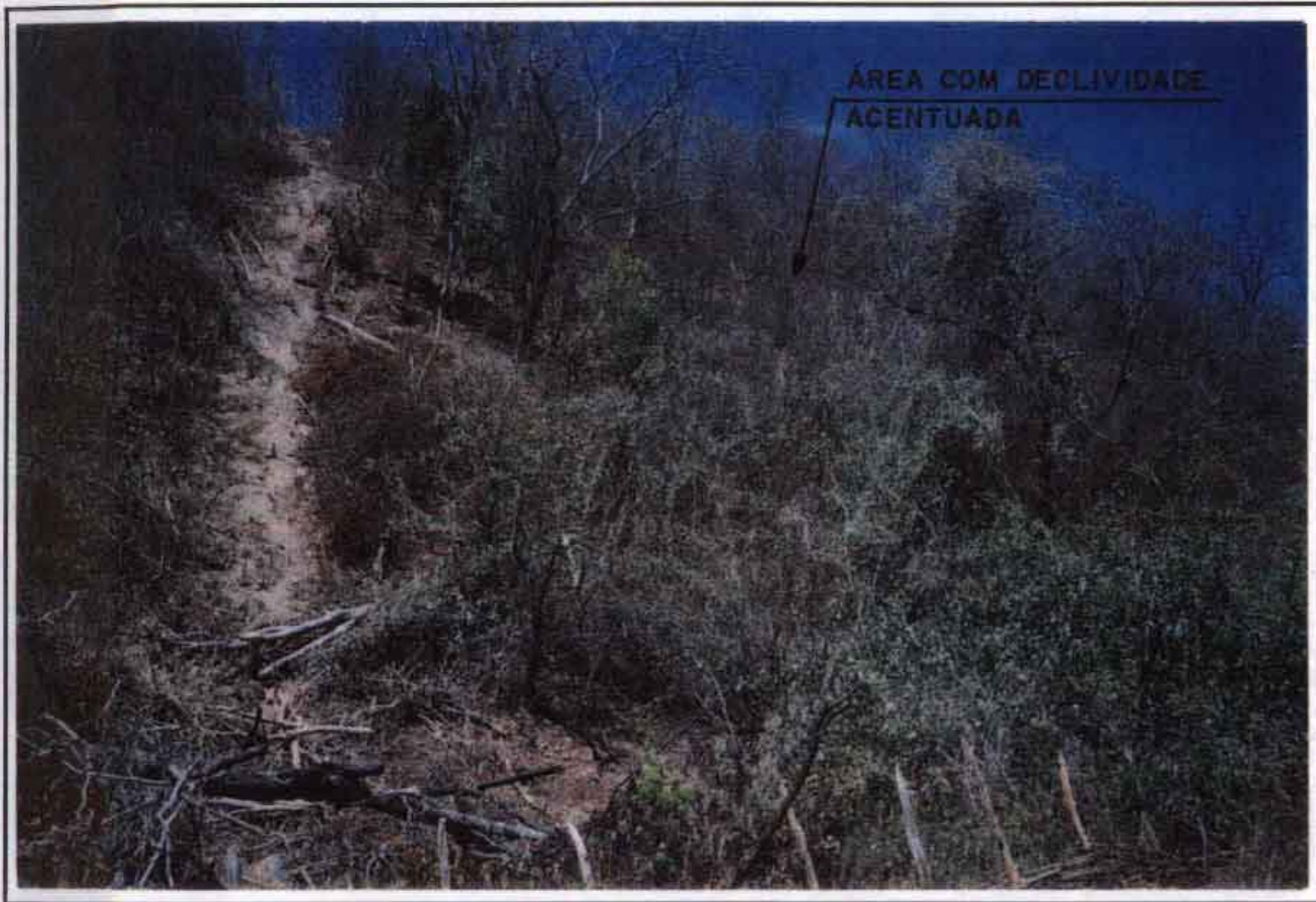


FOTO 10 - Detalhe da ombreira direita, com destaque para o traçado do eixo longitudinal provisório.

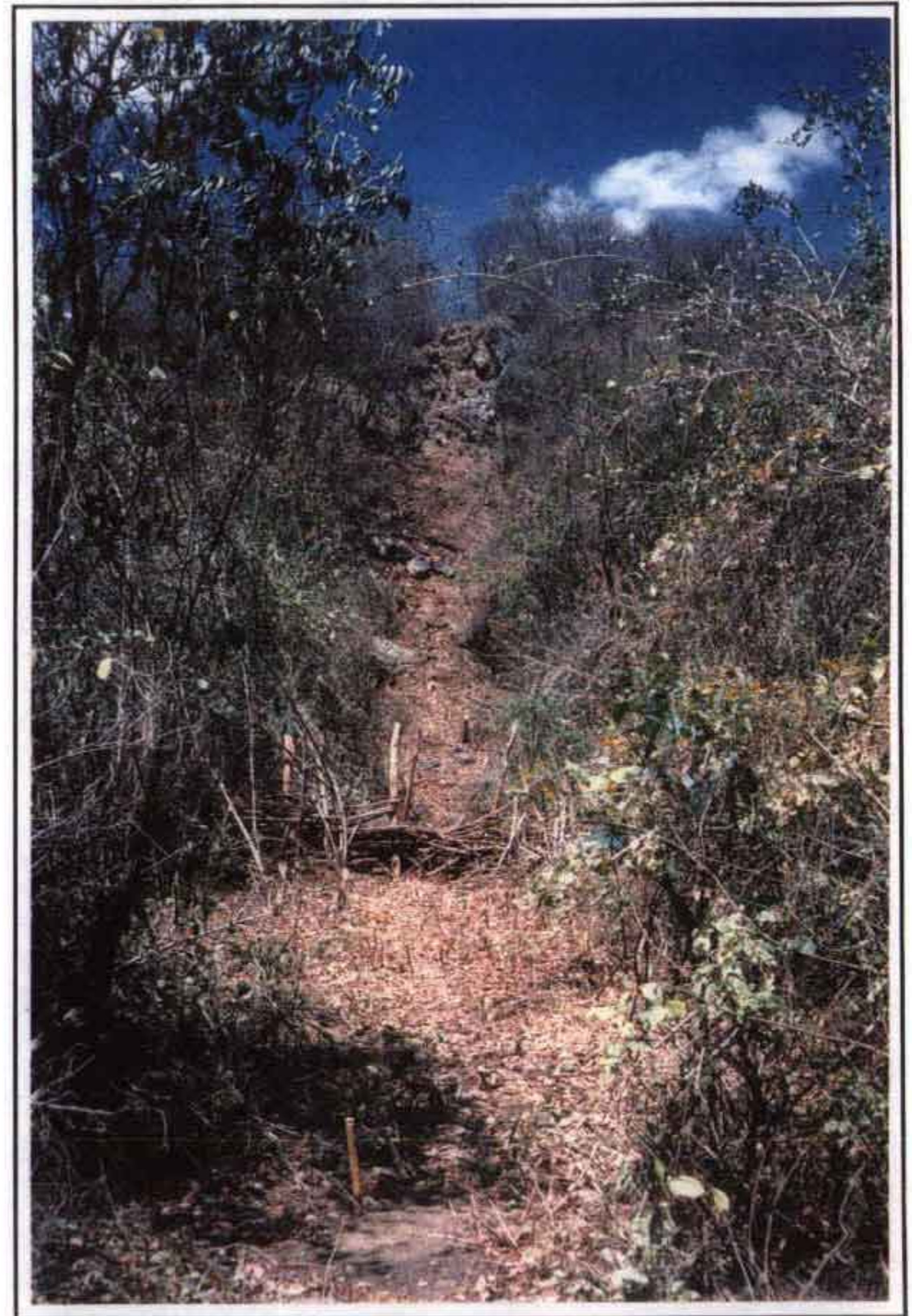


FOTO 11 - Detalhe da ombreira direita no trecho onde passa o eixo da barragem.

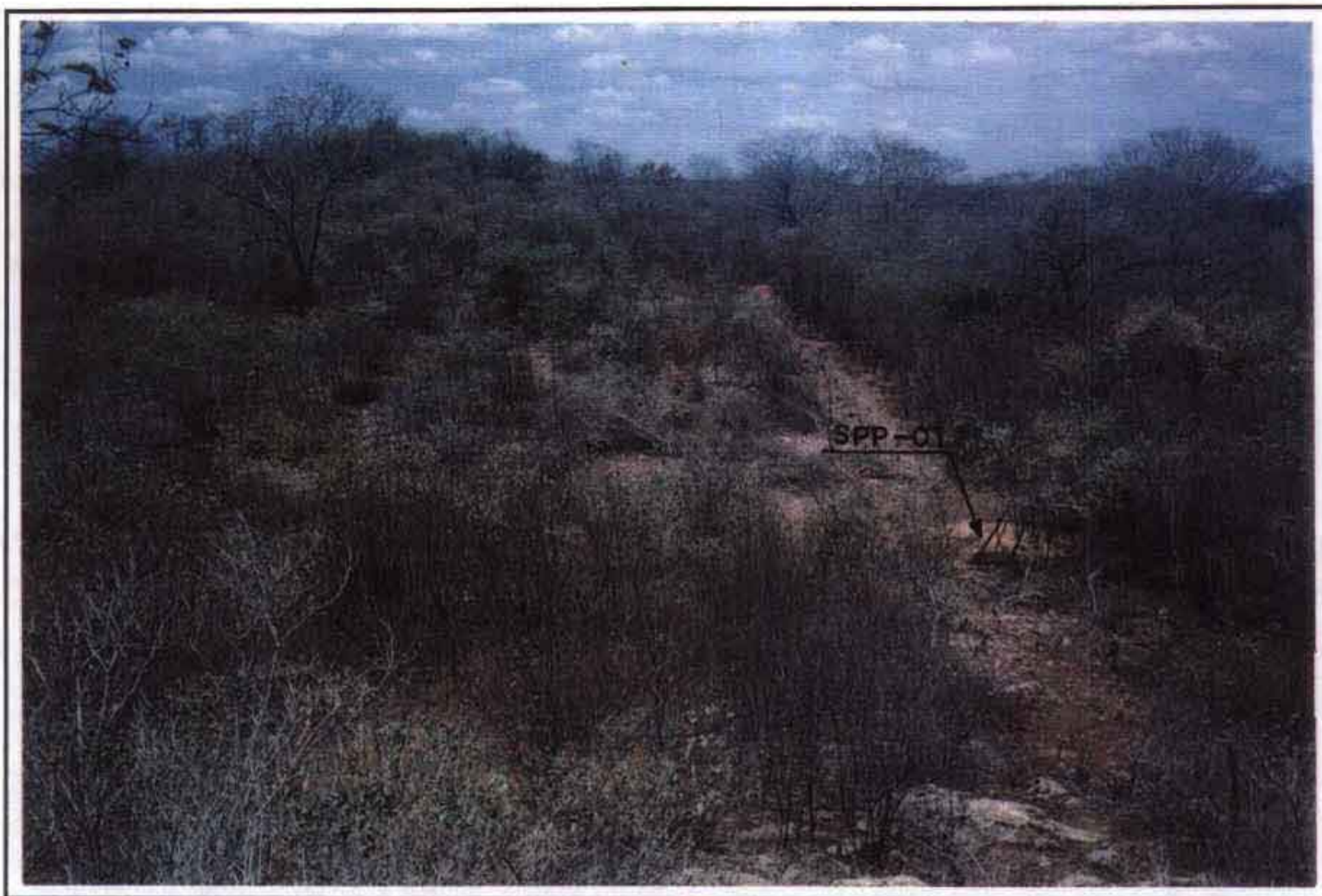


FOTO 12: Vista de sela topográfica situada a aproximadamente 400 m da ombreira esquerda.

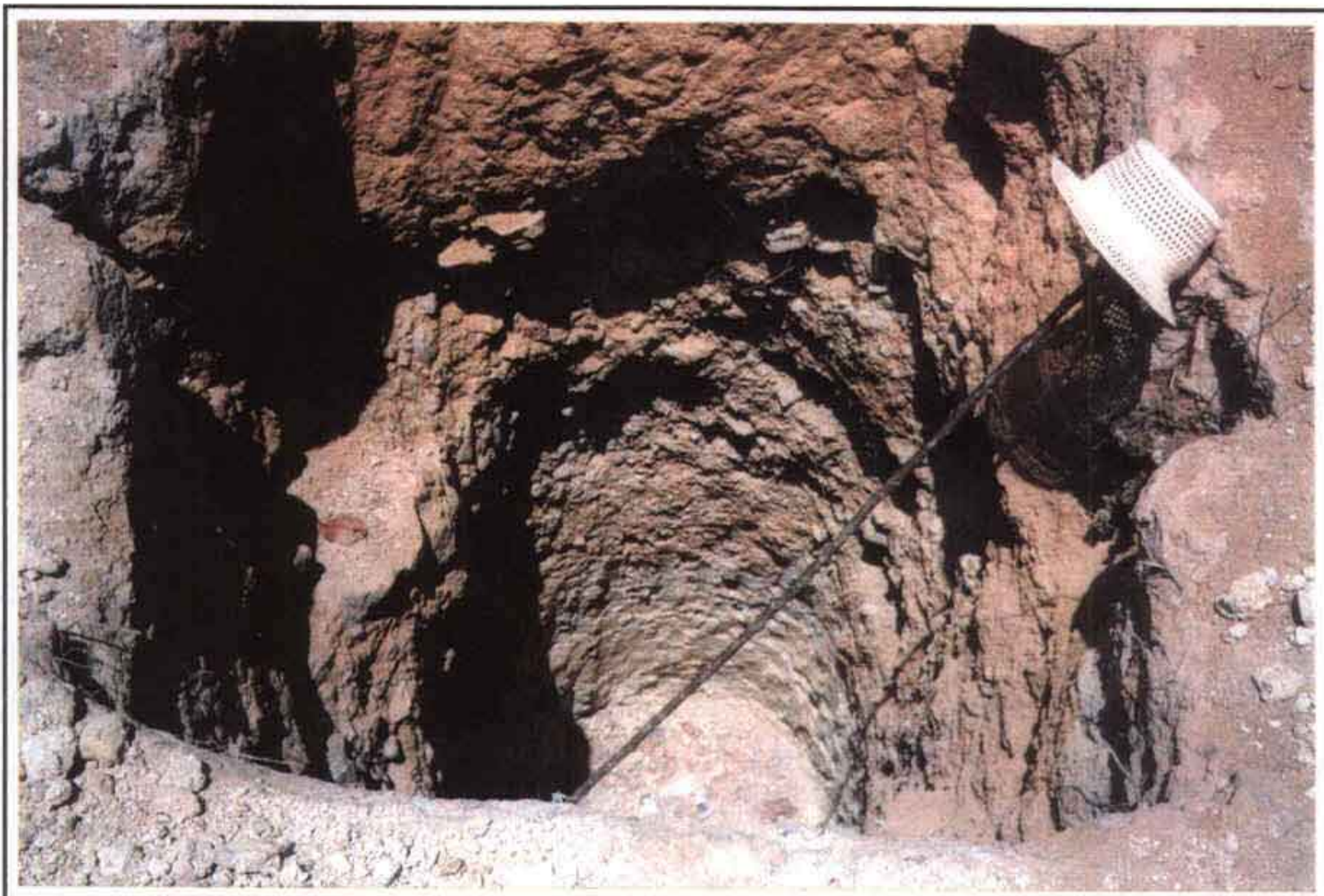


FOTO 13 - Detalhe de poço de inspeção (SPP-01) escavado em sela topográfica próxima à ombreira esquerda.



**ANEXO II - PLANTA BAIXA, PERFIL LONGITUDINAL E LOCALIZAÇÃO
DAS SONDAgens**

000046