

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**“GEOLOGIA APLICADA À BARRAGENS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM TERRENOS
CALCÁREOS NA BACIA DO RIO POXIM,
ESTADO DE SERGIPE: ELABORAÇÃO DE
MODELO TRIDIMENSIONAL”**

Fabiana Santos Fernandes

Orientador: Prof. Dr. George Robert Sadowski

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-17/2002)

SÃO PAULO
2002

TF
F363
FS.g

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**“GEOLOGIA APLICADA À BARRAGENS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA EM TERRENOS CALCÁREOS NA BACIA DO RIO POXIM,
ESTADO DE SERGIPE: ELABORAÇÃO DE MODELO
TRIDIMENSIONAL”**

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
TF – 17/2002



Aluna: Fabiana Santos Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Georg R. Sadowski

DEDALUS - Acervo - IGC



30900011739

TF
F363
FS.g

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DE MATERIAIS E COMPONENTES

CONTO APPLICADA A BARRAGEM DE ALUMINIO
EM TUBULOS DE CEMENTO E BARRAGEM DE
ESTADO DE SERVIDOR E ADOPÇÃO DE
TRIBUTACIONAL

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DE MATERIAIS E COMPONENTES

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DE MATERIAIS E COMPONENTES

DOAÇÃO ICIC - USP
Data: 20 / 03 / 03

*"Quero saber como Deus criou este mundo.
Não estou interessado neste ou naquele fenômeno,
ou no espectro deste ou daquele elemento.
Quero conhecer seus pensamentos,
o resto são detalhes."*

Albert Einstein

Resumo

Num projeto de barragem (de alvenaria ou de terra, seja ela de contenção de rejeitos ou visando a construção de reservatórios), um dos estudos necessários além dos hidrológicos, hidráulicos, topográficos etc., é aquele que visa identificar e principalmente caracterizar o substrato no qual ela será implantada visando reconhecer as condições de estanqueidade e estabilidade presentes e possíveis materiais de construção pétreos ou terrosos passíveis de extração na área. Esses estudos levam em conta aspectos geológicos e geotécnicos e contribuem na análise da viabilidade da obra, bem como auxiliam na definição das melhores técnicas a serem empregadas. O presente trabalho constitui-se numa parte destes estudos, visando caracterizar e delimitar as unidades envolvidas no barramento e respectivos reservatórios, fazendo parte de importante etapa do projeto de construção de um reservatório de abastecimento de água para a cidade de Aracaju.

As barragens em questão situam-se no município de São Cristovão, oeste da cidade de Aracaju, Estado de Sergipe, envolvendo as bacias dos Rios Poxim Mirim e Poxim Açú. Encontram-se no âmbito da porção sul da Bacia Sergipe-Alagoas, englobando os sedimentos do Membro Sapucari da Formação Cotinguiba, sedimentos da Formação Barreiras capeando os anteriores e aluviões recentes.

Os sedimentos do Membro Sapucari são caracterizados por calcários maciços a estratificados, cinza a amarelados, localmente argiloso, com ocorrência de níveis silicosos e brechas intraformacionais interestratificados. A Formação Barreiras é identificada por sedimentos silto-argilosos e areno-argilosos, com camadas de areias e cascalhos intercaladas, e presença de leitos altamente ferruginizados apresentando-se por vezes, bastante concrecionados. Os aluviões quaternários são extremamente heterogêneos quanto à sua granulometria e distribuição, por vezes associados à feições meandranes.

Pelo que se observou, a área de estudo situa-se em uma região com tectonismo rúptil relativamente moderno (Neógeno) que afetou os sedimentos das duas formações, não havendo evidências de atividade tectônica holocena. Observam-se diversos lineamentos estruturais e algumas falhas que afetam os sedimentos das duas formações. Algumas delas necessitam de estudos detalhados pois situam-se na região das ombreiras de um dos barramentos.

Outras feições que merecem cuidado são as cársticas, que estão presentes em relativa abundância principalmente na área entre os reservatórios, sendo observáveis nas cotas mais elevadas, onde se encontram representadas por dolinas e abatimentos afetando sedimentos da Formação Barreiras. Essas feições exigiram atenção perante o problema de estanqueidade dos reservatórios. Métodos diretos e indiretos (geofísicos, por exemplo) de exploração estão sendo aplicados com a finalidade de determinar tais estruturas.

Abstract

For a dam to be built (of masonry or soil, for contention or seeking the construction of reservoirs), besides the hydrologic, hydraulic, topographic aspects and others, there are needed studies that identify and characterise the substratum aiming recognising the permeability and stability that are presents, and presence of rocky or earthy construction materials. Those studies must consider geological and geotechnical aspects and contribute in the analysis of the viability of the work, as well in the aid of the definition of the best building techniques to be used. On that aspect, the present work is part of such studies aiming to spatially characterise and map the units involved the dam system and respective reservoirs, making part of an important stage in a construction of a water storage and supply of the city of Aracaju.

The dams that are being studying are located in São Cristovão city, west of Aracaju, State of Sergipe, in the Poxim Mirim and Poxim Açu river basins. They are situated inside the southern portion of the Sergipe-Alagoas Basin, where limestones of the Sapucari Member of the Cotinguiba Formation are overlaid by continental clastics of the Barreiras Formation and recent alluvia of the local fluvial network.

The Sapucari Member is characterised by massif to stratified limestones, grey or yellowish, locally silty, with occurrence of interstratified siliceous levels and intraformational breccias. The Barreiras Formation is identified as a silty-clayey and sandy-clayey sediments, with intercalated layers of sands and conglomerates, sometimes highly ferruginous and even concretionary. The quaternary alluvia have extremely heterogeneous grainsizes and distribution, commonly associated to meandering river deposits.

From what was observed the study area is located in a region of relatively modern (Neogene) brittle tectonic environment, which affected the Barreiras sediments but apparently did not extend into the Holocene. The area presents several linear structures and some faults that affect the sediments of the two formations. Some faults features require detailed studies since they seem to be located around the dam abutments.

Another feature that requires special care is the presence of karst features detected mainly in the area among the reservoirs, in the higher levels where it is represented by dolines and other collapse features affecting the Barreiras sediments. Those and other dissolution features identified are demanding special care mainly related to eventually associated leakage potentials. Special studies involving direct and indirect (geophysics) exploration methods are being undertaken for this purpose.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, à meus pais, Wanderlei e Janete, por toda a força que me deram durante todos esses anos de estudo e ao longo de toda minha vida, que sempre fizeram o melhor por mim e meus irmãos, o meu muitíssimo obrigada, sem vocês não teríamos chegado onde estamos. À minhas queridas irmãs e irmão, Flavia, Fernanda e Felipe, obrigado por fazerem parte de minha vida e serem tão especiais.

Agradeço também aos mestres e professores que cruzamos nesses longos anos de geologia, aos que deixaram seus ensinamentos ajudando-nos a nos tornarmos grandes geólogos. Ao meu orientador Prof. Dr. Georg R. Sadowski pelas inúmeras explicações e grande paciência demonstrada ao longo desse longo e exaustivo trabalho. Em especial ao meu querido Prof. Dr. Hans Daniel Schorcher, que tanto me ensinou e hoje tem parte em meu coração como grande mestre e amigo. Aos Profs. Drs. Daniel Atencio, Gianini, Oswaldinho, Basei, Gergely, Ivo, Giana, Lindolfo, dentre outros, que realmente se esforçam para tornar nosso aprendizado eficiente e de boa qualidade.

À todos que fizeram parte desta caminhada, grandes e importantes amigos que jamais esquecerei. À galera da turma de 1997 que por motivos 'superiores' não puderam continuar nessa brilhante carreira. Aos formandos de 2001, todos sem exceção gente boníssimas, da melhor qualidade, que fizeram umas das festas mais legais dos últimos tempos e que deveria ser copiada por mais turmas. À toda a mulherada da minha turma, Brau, Kaidi, Mosquetão, Miki, Sextinha, Cruela, Chiboque, Engole; e também aos garotos, Pereba, Ophelia, Cretino, Da lua, Daw, Catarro, Lagosta, Tatu, Fictício (onde andarás...), Globa, Rosa, Lêndia, ao Complica e à todo o lado B, valeu, vocês foram demais. À galerinha mais nova, ponta firme, do 4º ano, a última esperança da geologia - é isso aí. À Serranos que tão bem nos acolheu nas nossas tantas idas. À todas as cidades que passamos nestes campos todos e que tão bem nos acolheram (as vezes nem tão bem assim). À todos os outros estudantes de geologia do país que tentam desesperadamente manter a união entre as universidades, e sempre aparecem nos ENEGEO's.

E por fim ao Big Bang e à mãe natureza que há mais de 4 bilhões de anos atrás nos deram essa grande e fascinante massa quente chamada Terra, objeto de nossos mais intensos estudos e responsável pela existência de nossa amada profissão, local que simplesmente podemos chamar de "casa".

Sumário

	Pág
Resumo	
Abstract	
Agradecimentos	
1. Introdução	01
1.1. Localização da área e acessos	01
2. Metas e Objetivos	02
3. Trabalhos Prévios	02
4. Materiais e Métodos	05
5. Desenvolvimento do Trabalho	08
6. Resultados Obtidos	11
6.1. Aspectos Geomorfológicos	11
- Principais Cristas e Vales e Sistemas de Drenagens	13
- Lineamentos Principais	14
- Sistemas Cársticos	14
6.2. Geologia da Área dos Reservatórios	19
- Estratigrafia	19
- Geologia Estrutural	24
- Hidrogeologia	25
6.3. Geologia dos Locais de Barramento	25
- Poxim Mirim	26
- Poxim Açu	27
- Litotipos Presentes e suas Relações de Contato	27
- Feições Cársticas Associadas	27
- Estruturas	28

7. Discussão dos Resultados	28
8. Conclusões	29
9. Referências Bibliográficas	

Anexos

Anexo 1: Mapa de localização das sondagens

Anexo 2: Mapa fotointerpretado

Anexo 3: Mapa morfotectônico

Anexo 4: Mapa geológico escala 1:10.000 e mapa geológico de detalhe escala 1:2.000

Anexo 5: Perfis geológicos

Anexo 6: Seções de detalhe da barragem do rio Poxim Açu

Anexo 7: Bloco diagrama do eixo da barragem do rio Poxim Açu

Anexo 8: Tabela de medidas

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de localização e acessos à área

Figura 2: Coluna estratigráfica da Bacia de Sergipe

Figura 3: Mapa geológico regional

Figura 4: Cronograma

Figura 5: Esquema mostrando dimensões do sumidouro

Figura 6: Esquema mostrando alinhamento das dolinas

Índice de Fotos

Foto 1: Vista da planície aluvionar do Rio Poxim Açu, a partir da torre elétrica nº 91 (Fazenda Aguiar)

Foto 2: Dolina de aproximadamente 7 metros de diâmetro (P-15, início da Fazenda Poxim, a partir da Fazenda Aguiar)

Foto 3: Dolina de aproximadamente 1 metro de diâmetro (P-62 A, fim do reservatório no Rio Poxim Mirim)

Foto 4: Dolina de aproximadamente 80 metros de diâmetro (P-73 B)

Foto 5: Sumidouro visto de perfil

Foto 6: Sumidouro visto de comprimento

Foto 7: Calcário da Formação Cotinguiba, com lentes de sílex (P- 90, pedra desativada na ombreira esquerda da barragem do rio Poxim Mirim) Foto 8: Notar contato entre conglomerado e camada argilosa

Foto 9: Camadas argilo-arenosas (cinza) com percolações areno-siltosas ferruginosas

Foto 10: Camadas argilo-arenosas (cinza) com percolações areno-siltosas ferruginosas

Foto 11: Cangas ferruginosas na superfície do terreno (P-29)

Foto 12: Contato por falha de diferentes camadas dos sedimentos da Formação Barreiras, no afloramento tipo (P-107)

Foto 13: Eixo da barragem de Poxim Mirim mostrando largura reduzida do aluvião

1. Introdução

O presente relatório apresenta os trabalhos realizados pela aluna na disciplina intitulada "Trabalho de Formatura", onde ao longo de todo o ano de 2002 foram desenvolvidas atividades relacionadas aos estudos necessários para implantação de duas barragens de terra visando a construção de reservatórios de abastecimento de água para a cidade de Aracaju, nos rios Poxim-Mirim e Poxim-Açu, Município de São Cristovão, oeste da cidade de Aracaju, Estado de Sergipe, barragens essas com altura máxima próxima à 20 metros.

Para se construir uma barragem, é necessário que se realize estudos na área de interesse envolvendo vários tipos de trabalhos além dos ambientais básicos. Um deles, de caráter geológico-geotécnico, visa a construção diretamente e tem o objetivo específico de identificar e principalmente caracterizar as condições de estabilidade, estanqueidade e recursos do substrato no qual ela será implantada, contribuindo na análise da viabilidade da obra e auxiliando na definição das melhores técnicas construtivas a serem empregadas. Nesse aspecto, o presente trabalho se mostrou necessário na medida em que procurou-se caracterizar espacialmente as unidades envolvidas em áreas de barramento e respectivos reservatórios e ainda por fazer parte de importante etapa de um projeto de construção de uma barragem.

1.1. Localização da Área e Acessos

A área de estudo situa-se no estado de Sergipe, Brasil, aproximadamente 20 Km à oeste da cidade de Aracaju, entre as coordenadas N 8792.000-8799.000 e E 691.000-698.500. Uma das barragens será construída no rio Poxim Mirim e a outra será no rio Poxim Açu, Município de São Cristovão. A **Figura 1** mostra a localização da área e as principais rodovias de acesso à região.

Os acessos se dão por estradas de terra a partir da rodovia BR-101 nos Km 99,5 (ombreira direita do rio Poxim Açu e rio Timbó) e Km 96, principais vias de acesso à área e praticamente paralelas aos rios em questão. Se encontram em bom estado de conservação, estando porém prejudicadas durante o período de chuvas de abril a julho devido à drenagem deficiente na região nessa época do ano.

Há estradas secundárias que cortam boa parte da área de estudo, porém muitas não são carroçáveis, existindo ainda algumas poucas trilhas abertas .

Em alguns locais a vegetação é bastante densa, principalmente no caso da vegetação ciliar em baixadas e próximo aos rios. No restante da área a vegetação é composta por pastos, canaviais e milharais, e plantações de capim para gado, normalmente de altura elevada. Locais de baixada também costumam estar inundados na época de chuva formando extensos charcos.

2. Metas e Objetivos

Os objetivos deste trabalho de formatura foram :

- a. Familiarizar a aluna com as diferentes fases de elaboração de um projeto de barragem de abastecimento;
- b. Treinar técnicas de análise morfotectônica e diagnóstico de feições cársticas;
- c. Desenvolver estudos específicos de geologia aplicada desde a escala regional de análise de geologia de reservatórios à escala de detalhe vinculada ao estudo de fundações de barragens de pequeno a médio porte;
- d. Executar estudos de subsuperfície envolvendo classificações de amostras de sondagens e até, quando possível, a interpretação de perfis geofísicos;
- e. Identificar e caracterizar o substrato presente na área de estudo;
- f. Fornecer subsídios para a avaliação da estanqueidade e estabilidade das fundações das barragens e das áreas dos respectivos reservatórios;
- g. Integrar os dados tridimensionalmente utilizando as informações de superfície e de subsuperfície adquiridas, envolvendo a interpretação dos dados com forte interação com especialidades de outras áreas, e espacialização das estruturas atuantes na região.

Para alcançar os objetivos propostos procurou-se, em primeiro lugar, atingir a função prática primeira deste TF que seria o de mapear as unidades geológicas existentes, estabelecendo suas relações de contato e identificando possíveis feições de falhamento que possam vir a interferir nas condições de estabilidade esperadas para a área, assim como feições cársticas que possam vir a prejudicar a estanqueidade dos reservatórios.

3. Trabalhos Prévios

A geologia de Sergipe tem sido objeto de estudos desde os tempos do Império. Mereceu atenção especial dos pioneiros da investigação geológica sistemática em nosso país, dentre os quais se destacaram Charles Frederic Hartt e John Casper Branner (Oliveira, 1943).

A área do presente estudo situa-se no âmago da porção continental da Bacia de Sergipe-Alagoas, bacia esta que tem sido foco de estudos detalhados, devido em grande parte ao seu potencial econômico em hidrocarbonetos, sal gema e carbonatos para uso industrial. Além disso, existem alguns estudos realizados no Estado que visam caracterizar o

comportamento hídrico da região para programas e projetos de abastecimento e irrigação de diversas localidades.

A maioria dos autores considera a bacia Sergipe-Alagoas como tendo se formado a partir de um rifteamento que desenvolveu hemigrabens na margem atlântica nordestina durante e após a abertura do Atlântico. Segundo Ponte (1969), de modo muito esquemático, esta bacia pode ser descrita como um flanco emerso de um *graben* ou *semigraben* alongado na direção nordeste, mergulhando para sudeste, sob o oceano. Na formação do arcabouço estrutural da bacia predominaram forças tracionais, dando origem à estruturas de gravidade *horst* e *grabens* e blocos escalonados limitados por falhamentos normais.

Análises geomorfológicas e morfotectônicas indicaram, por exemplo, que as formas principais de relevo na Bacia Sergipe-Alagoas são as formas onduladas, os tabuleiros e a planície costeira (Ponte, 1969), sendo os dois primeiros presentes na área de estudo. Ponte (1969), através de análise morfotectônica notou que os tabuleiros formados pelo topo da Formação Barreiras possuem suave declive em direção ao oceano, caracterizado por uma declividade de cerca de 3 metros por quilômetro em direção sueste.

A coluna estratigráfica da Bacia Sergipe-Alagoas inicia-se com a sedimentação do Grupo Baixo São Francisco, um pacote não marinho constituído por uma seqüência de ritmitos, conglomerados, folhelhos, arenitos e calcários, limitado na base pelas rochas do Complexo do Embasamento pertencentes à Faixa Sergipana (Schaller, 1969). Sobrepostos à este encontram-se os sedimentos da Formação Muribeca, revelada no final da década de 60 como a principal produtora de hidrocarbonetos no estado de Sergipe (Schaller, 1969). Constituí-se por intercalações de folhelhos betuminosos, calcários laminados, evaporitos, arenitos e conglomerados. Reúne os sedimentos de ambiente transicional e marinho, depositados durante a fase dita proto-oceânica (Dickinson, 1974). Nessa fase, no cráton brasileiro cessaram-se as deformações mais intensas ao continente, desativando o *rift* Recôncavo-Tucano-Jatobá. Mas na margem continental de Sergipe e Alagoas, o tectonismo continuava ativo, ainda que irregular e parcial. Nos evaporitos da Formação Muribeca ocorrem camadas de sal-gema exploradas comercialmente.

Acima dessa Formação encontra-se o conjunto de estratos marinhos da Bacia Sergipe-Alagoas, denominado Grupo Sergipe (Schaller, 1969), composto pelas Formações Riachuelo e Cotinguiba. Exclui-se desse grupo a Formação Piaçabuçu, elevada mais recentemente, à categoria de Grupo, por Feijó (1994).

A Formação Riachuelo é basicamente constituída de dolomitos, calcários e clásticos finos a grosseiros. A Formação Cotinguiba, sobreposta à anterior, caracteriza-se pela predominância de carbonatos, com interestratificações clásticas depositados em talude e bacia oceânicos (Feijó, 1994). Dois membros podem ser individualizados na Formação Cotinguiba: o

Membro Aracaju, situado na porção basal e representado por argilito ou siltito cinza a verde, calcífero e fossilífero, com interlaminações de folhelho castanho, betuminoso, e calcário amarelado criptocristalino; e o Membro Sapucari, superior, constituído por calcários maciços a estratificados, cinza a amarelado, criptocristalino a litográfico, localmente argiloso e gradacional à marga, com possível ocorrência de níveis silicosos (Schaller, 1969). O aparecimento de apreciável quantidade de folhelho ou siltito é utilizado para demarcar o limite entre os carbonatos do Membro Sapucari e os clásticos do Membro Aracaju.

O Grupo Piaçabuçu reúne clásticos e carbonatos marinhos das Formações Calumbi, constituída de argilito e folhelho cinzento a esverdeado com intercalações de arenito fino a grosso; Mosqueiro, essencialmente formada por clásticos grosseiros, com intercalações de calcários arenosos e dolomitos acastanhados (Schaller, 1969), e Marituba, onde predominam arenitos médio a grossos depositados em leques costeiros (Feijó, 1994).

Todo esse pacote de rochas encontra-se capeado discordantemente por sedimentos da Formação Barreiras (Feijó, 1994), representado por clásticos continentais finos e grossos de coloração variegada e baixo grau de litificação

A coluna estratigráfica de Feijó (1994) foi aqui adotada e encontra-se ilustrada na **Figura 2**.

Em 1975 a Petrobras executou um mapeamento geológico na escala 1:50.000 de toda a parte emersa da Bacia Sergipe-Alagoas. Um dos mapas resultantes foi utilizado como base geológica para identificação das unidades aflorantes na área de estudo. Segundo este mapa, a área do presente estudo encontra-se em parte nos sedimentos da Formação Cotinguiba, mais precisamente nos calcários do Membro Sapucari e nos sedimentos da Formação Barreiras (**Figura 3**).

Em 1982, a Secretaria de Planejamento do Estado de Sergipe, visando a otimização da área da micro-região do Sertão Sergipano do São Francisco, publicou um relatório elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo com a designação "Estudo de pré-viabilidade para aproveitamento dos recursos de água e de solos da região semi-árida do estado de Sergipe" (1982). Nesse relatório preliminar, estão mencionadas algumas das principais variáveis morfométricas, à guisa de caracterização flúvio-morfológica das bacias fluviais da região em foco (Souza, 1982).

Estudos importantes foram realizados no estado em 1983 quando da execução do Projeto RADAMBRASIL, onde foram mapeadas as folhas SC. 24/25 de Aracaju/Recife, englobando totalmente os estados de Alagoas e Sergipe e parcialmente Bahia, Pernambuco e Piauí. Foram confeccionados mapa preliminar, baseado em imagens de radar, Landsat e aerofotografias multiespectrais, na escala 1:1.000.000, mapas geológicos e de amostragem baseados em relatórios de campo e mapa final em escala 1:250.000 com redução fotolítica para

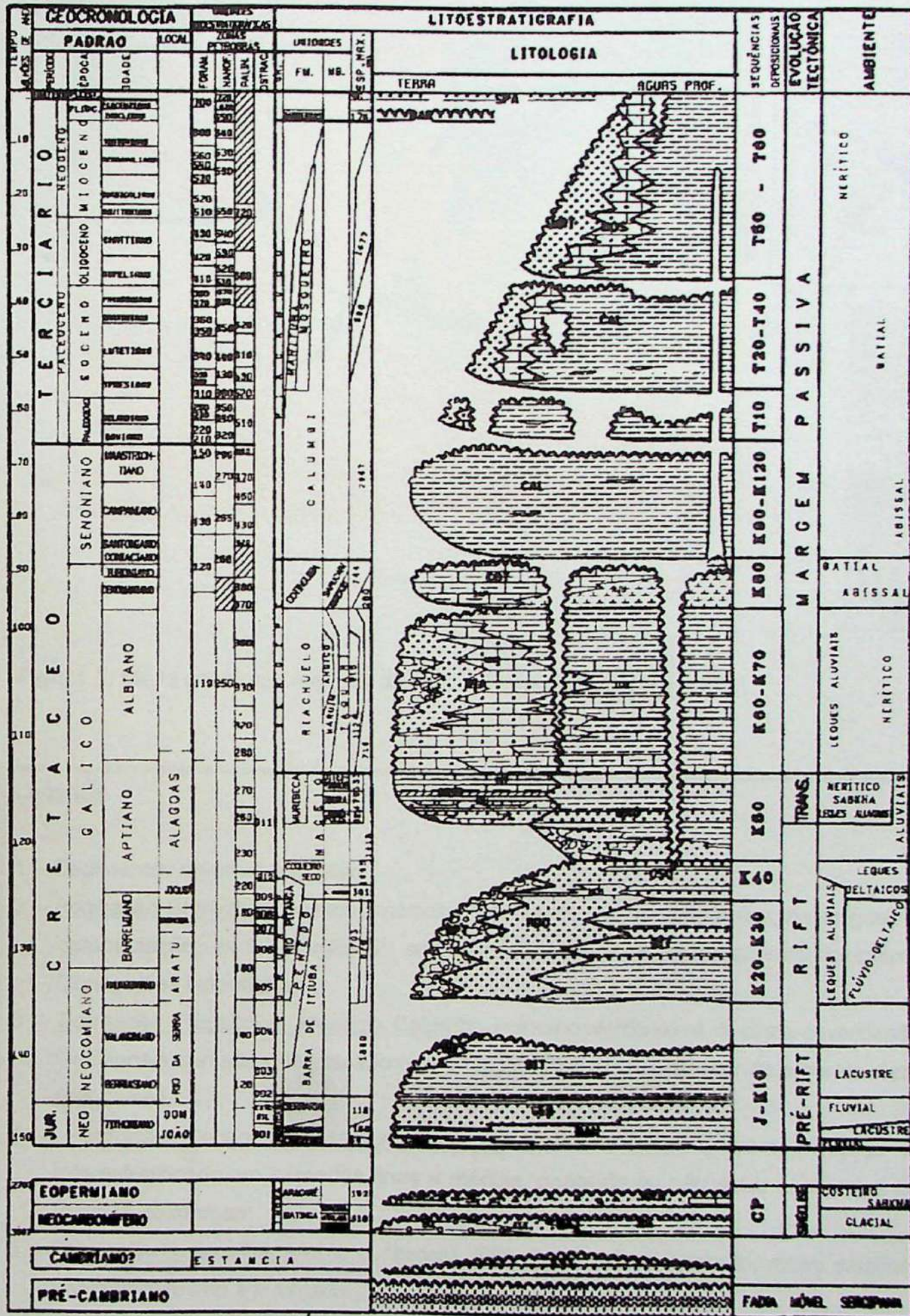


Figura 2: Carta Estratigráfica da Bacia Sergipe-Alagoas (Feijó, 1994).

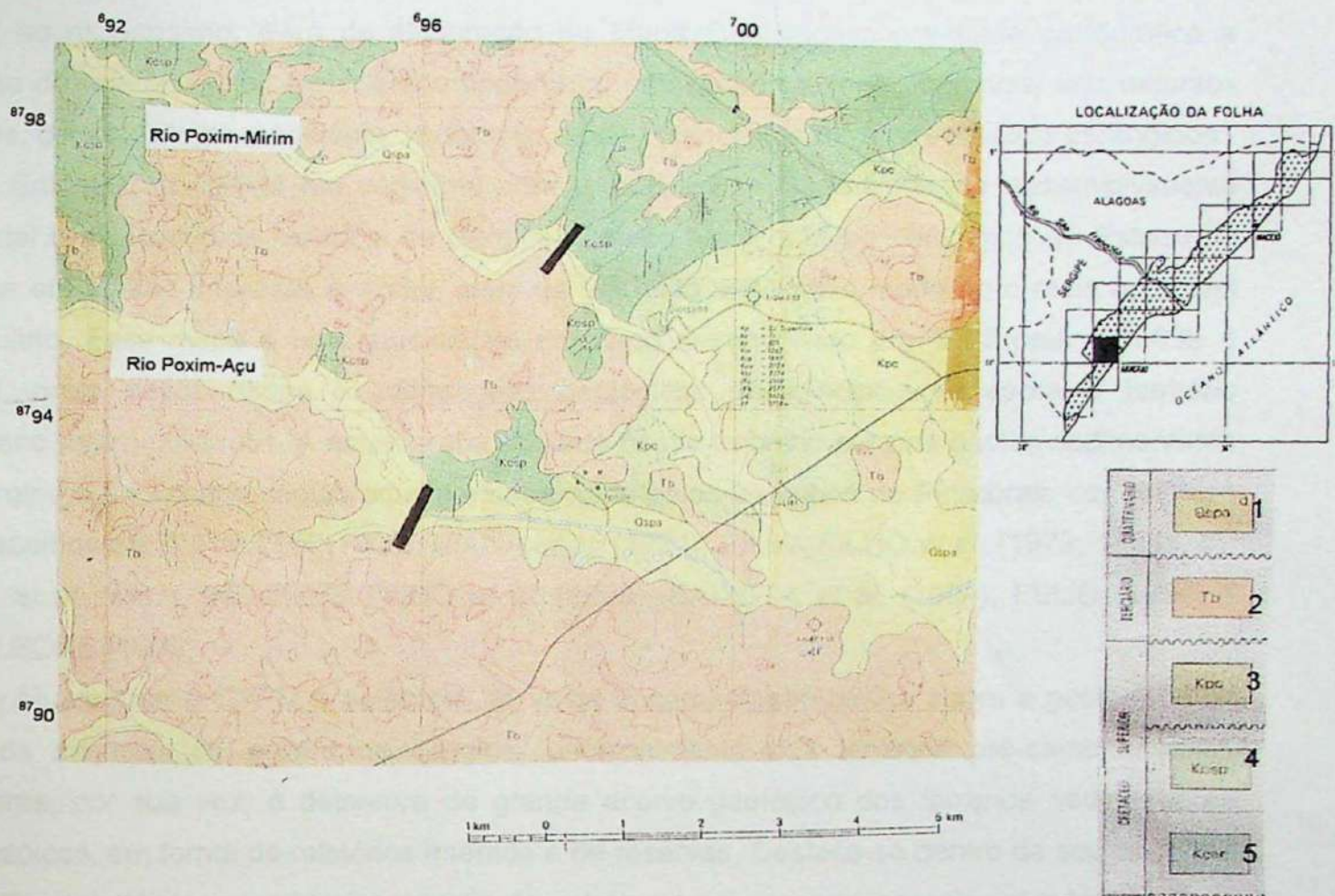


Figura 3: Mapa geológico regional da área de estudo (Petrobras, 1975).

Legenda

- 1 – Sedimentos de praia e aluvião;
- 2 – Formação Barreiras: Clásticos médios a grosseiros, cores variegadas, baixo grau de compactação, matriz argilosa; argila maciça ou com acamamento incipiente. Concreções limoníticas;
- 3 – Formação Piaçabuçu, Membro Calumbi: Folhelho verde-oliva a cinza-esverdeado. Ocasional camadas de calcário e ocorrências lenticulares de arenito amarelo-claro, fino, friável;
- 4 – Formação Cotinguiba, Membro Sapucari: Calcário cinza a creme, maciço ou interestratificado em camadas finas a médias, podendo ou não estar separadas por lâminas de margas;
- 5 – Formação Cotinguiba, Membro Aracaju: Folhelho cinza-esverdeado, muito calcífero, acamamento fino a laminado.

(Fonte: Petrobras, 1975)



Local de implantação das barragens.

escala ao milionésimo, além da elaboração do Mapa Geológico sobre base cartográfica e redação de relatório final. No relatório final foram enfocadas geologia, potencial dos recursos hídricos, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra nos estados abrangidos.

Em 1997 a CPRM em convênio com a CODISE – Companhia de desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe – elaboraram o Mapa Geológico do Estado de Sergipe em versão impressa e digital, além de um texto explicativo moderno e mais acessível ao usuário. Esse mapa é uma atualização do mapa desenvolvido em 1983 pela CODISE e DNPM, onde novos dados e informações geológicas multidisciplinares sobre o território sergipano foram utilizados. A estratigrafia adotada nesse trabalho para as bacias sedimentares de Sergipe e do Tucano seguiu aquela estabelecida pelos trabalhos da Petrobras, com síntese dos trabalhos de SCHALLER (1969), VIANA *et al.* (1971), SILVA FILHO *et al.* (1979, 1981a, b), GAVA *et al.* 1983), MENEZES FILHO *et al.* (1988), CAIXETA *et al.* (1994), FEIJÓ (1994) e VILAS BOAS (1996).

Atualmente a CPRM é detentora de vasta documentação básica sobre a geologia e os recursos minerais do estado de Sergipe, principalmente dos terrenos pré-cambrianos. A Petrobras, por sua vez, é detentora de grande acervo geológico dos terrenos sedimentares fanerozóicos, em forma de relatórios internos e de reservas. Destaca-se dentro de seu acervo a Bacia Sergipe-Alagoas, onde há produção de petróleo e sais evaporíticos. Convém lembrar que não há registros de estudos mais detalhados na área de interesse.

4. Materiais e Métodos

A metodologia adotada para execução deste projeto baseou-se em primeiro identificar e obter na literatura dados relativos à região de estudo, além de adquirir mapas significativos e fotografias aéreas que pudessem fornecer informações de maior detalhe da área de estudo. De posse dessas informações, ter-se-ia uma base para mapeamento de campo de onde sairia um mapa regional como resultado. Posteriormente, seriam integrados os dados do mapa geológico com os dados de testemunhos de sondagem para elaboração de perfis, seções e blocos diagrama. O desenvolvimento deste trabalho passo a passo, bem como os materiais utilizados em cada etapa estão descritos a seguir:

A. Pesquisa bibliográfica e visita de reconhecimento à área:

Realização de levantamento bibliográfico principalmente nas bibliotecas do IG-USP, POLI-Minas e junto à Petrobras por meio de seus relatórios técnicos, pesquisas via internet e

outros; visando obtenção da maior quantidade de informações disponíveis sobre a Geologia, Geomorfologia e potencial hídrico regional e, quando possível, local, auxiliando na fundamentação técnica referente aos litotipos e tectônica presentes na região. Uma visita de reconhecimento foi programada para se conhecer as condições de acesso e deslocamento na área.

B. Elaboração de mapa de lineamentos, feições geomorfológicas e rede de drenagem:

Feito com base em mapas topográficos regionais plani-altimétricos 1:50.000 da PETROBRÁS (1975) e 1:20.000 do IBGE, mapa 1:10.000 da área dos reservatórios da ENCAD e fotos aéreas 1:16.500 da (AERODATA) cedidos pela empresa projetista, além de análise da imagem de Radar 1:250.000 do projeto RADAMBRASIL, visando a elaboração de uma mapa morfotectônico e reconhecimento de feições cársticas, estruturais e geomorfológicas com identificação de suas direções principais. Usou-se também como referência o trabalho de Ponte (1969) como um dos trabalhos pioneiros de morfotectônica na região.

C. Confeção de mapa fotogeológico:

Através de técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento geológico regional, executado na escala 1:16.500 com dados referentes à região dos reservatórios e arredores com ressaltos das feições geomorfológicas e os padrões de drenagem existentes na área.

D. Controle de campo:

Mapeamento geológico de campo realizado pela aluna em junho de 2002, com supervisão do orientador, em base topográfica 1:10.000 e auxílio das fotografias aéreas. Neste mapeamento contou-se com o apoio da equipe de topografia para locomoção dentro da área. Procurou-se identificar os principais pacotes sedimentares presentes na área espacializando-os, bem como foram checadas a existência e localização das feições cársticas e alinhamentos identificados em etapas anteriores.

E. Indicação das investigações de subsuperfície complementares às indicadas pela fase de Anteprojeto:

Com a análise dos dados já adquiridos e das sondagens realizadas na fase de Anteprojeto, foram locadas as novas sondagens conjuntamente com o orientador, que encontram-se ilustradas no **Anexo 1**

Nas investigações de subsuperfície foram utilizados métodos de investigação diretos tais como poços exploratórios, sondagens à percussão com ensaio SPT e sondagens mistas (percurssão e rotativa à diamante) com ensaios de infiltração e perda d'água sob pressão, e

indiretos, envolvendo caminhamento e perfis de eletrorresistividade, sísmica de refração e radar de subsolo (GPR). As sondagens foram executadas por empresas contratadas para tal fim e os levantamentos geofísicos estão em fase de reelaboração, dada a época de chuva inadequada para realização destes trabalhos quando da execução das sondagens. A identificação dos testemunhos e amostras foi refeita pela aluna sob orientação inicial direta do orientador.

F. Finalização dos mapas geológico regional e morfotectônico e dos perfis geológicos:

Foi confeccionado o mapa geológico regional e o mapa morfotectônico em bases topográficas cedidas pelas empresas, com as sondagens já locadas. Utilizou-se também a planta plano-altimétrica 1:20.000 do IBGE. Os perfis foram definidos e confeccionados em escala apropriada igual à do mapa, com identificação dos litotipos presentes e possíveis falhamentos associados.

G. Classificação de testemunhos de sondagem e elaboração dos respectivos perfis:

De posse dos dados de subsuperfície foram confeccionados perfis de sondagens processados durante a fase de levantamento de campo, fornecendo informações sobre o substrato nos locais de barramento e a fundamentação necessária para elaboração de seções geológicas regionais. Os recursos, despesas de viagem etc. foram cobertos pela projetista e pela construtora.

H. Mapeamento geológico de detalhe:

Utilizando os dados das investigações de subsuperfície e integrando-os com as informações de superfície colhidas, efetuou-se o mapeamento geológico das áreas de fundação da barragem em bases topográficas escala 1:2.000, visando caracterizar os locais de fundação. Esta integração mostrou-se muito necessária para permitir a caracterização do substrato sob a intensa cobertura de solos vegetais e coluvionares.

I. Integração dos dados na elaboração de seções geológicas de detalhe na área de barramento:

Os perfis e suas informações, juntamente com os dados até agora adquiridos, incluindo alguns perfis de GPR, foram utilizados para compor as seções geológicas confeccionadas na área de barramento de Poxim Açu, fornecendo informações de subsuperfície que juntamente com os dados de mapeamento permitem uma visualização da situação geológica do local de fundação. No caso ficaram prontos os dados da Barragem de Poxim Açu, pois será a primeira a ser construída ficando os de Poxim Mirim delegados para o fim do ano.

Com a finalização das seções de detalhe ficou evidente a necessidade de execução de sondagens complementares nos locais de barramento. Para tanto foram programadas novas sondagens que também estão expostas no **Anexo 1**.

J. Elaboração de bloco diagrama do substrato local:

Foram lançadas em modelos tridimensionais as informações produzidas nas diversas etapas de trabalho, referentes aos locais de barramento no rio Poxim Açu, permitindo uma visão tridimensional das feições e litotipos presentes e suas relações de contato, para avaliação da estanqueidade e estabilidade das fundações da barragem.

L. Confeção do texto do Trabalho de Formatura:

Esta etapa destina-se à agregação dos dados e experiências obtidos até o momento e análise conjunta dos mesmos, com os quais foi elaborado o relatório final.

5. Desenvolvimento do Trabalho

O trabalho aqui apresentado foi sendo desenvolvido ao longo de todo o ano de 2002, envolvendo conhecimentos adquiridos durante todo o curso de geologia e experiências profissionais novas, com integração de informações obtidas pela aluna, orientação do professor orientador e dados de sondagens e geofísica fornecidos pelas empresas construtora, projetista, topográfica e sondadoras.

No decorrer deste trabalho procurou-se coletar, através de diversas técnicas de reconhecimento, o maior número de informações necessárias para elaboração de um modelo tridimensional da estrutura geológica do substrato dos reservatórios e das fundações de um dos barramentos, com identificação de possíveis feições cársticas. A procura de áreas de empréstimo e os ensaios Proctor, de caracterização, etc., apropriados, foram delegados à uma empresa local.

A aluna teve contato com as mais variadas técnicas utilizadas em levantamentos deste tipo, tendo sido oferecido treinamento prático e complementar ao aprendizado recebido durante todo o Curso de Geologia e auxiliando no aprimoramento técnico-profissional da mesma.

O cronograma inicialmente proposto não foi seguido à risca por fatores que fugiram do controle do Projeto. O cronograma efetivamente realizado está apresentado na **Figura 4**.

A visita de reconhecimento inicialmente proposta, visando o planejamento dos trabalhos não foi realizada pela aluna pois considerou-se que não seria necessário, uma vez que o

FIGURA 4 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES REALIZADAS

Etapas		Meses do Ano							
		Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
1.	Pesquisa Bibliográfica								
2.	Confecção do Mapa Fotogeológico								
3.	Mapeamento Geológico de Campo								
4.	Programação das Sondagens								
5.	Confecção dos Mapas Geológico e Morfotectônico e Perfis Geológicos								
6.	Classificação de Testemunhos de Sondagem e Elaboração dos Perfis								
7.	Confecção dos Mapas Geológico de Detalhe na Área de Barramento								
8.	Confecção de Seções Geológicas de Detalhe								
9.	Programação das Sondagens Complementares								
10.	Confecção de Blocos Diagrama								
11.	Elaboração do Relatório Final								

professor orientador participou anteriormente de uma reunião de apresentação em Aracaju e já conhecia a região face á extensos trabalhos de campo por ele realizados na região em colaboração com outros projetos. Cogitou-se ainda que o período extenso de mapeamento regional incluiria esta fase de reconhecimento em uma viagem á região face aos custos de traslado envolvidos.

Na etapa seguinte, a empresa projetista forneceu fotos aéreas na escala 1:16.500 com sobreposição de 60% do ano de 1988 da área dos reservatórios, eixos das barragens e arredores. De posse dessas fotos foi possível realizar a fotointerpretação, onde procurou-se principalmente destacar os padrões de drenagem, os lineamentos e feições geomorfológicas presentes. Foi possível ainda identificar prováveis feições cársticas, caracterizadas visualmente por dolinas, e contatos litológicos que puderam ser inferidos a partir de mudanças no relevo e padrões de drenagem. O mapa resultante encontra-se no **Anexo 2**. Mapas topográficos em diversas escalas também foram obtidos nesta etapa, porém estavam em versão preliminar inadequada e teve-se a informação de que novo levantamento topográfico estava sendo executado com previsão de encerramentos nos meses seguintes

Com o mapa fotointerpretado em mãos e com algumas plantas topográficas, iniciou-se o mapeamento geológico de campo realizado pela aluna. O mapeamento foi realizado entre os dias 17 de junho e 05 de julho deste ano e contou com ajuda da equipe de topografia, que estava realizando seu levantamento, para locomoção na área. A localização dos pontos foi feita a partir das fotos aéreas com registro em coordenadas UTM, optando-se por não utilizar os mapas topográficos até então disponíveis. A alta pluviosidade ocorrida nessa época dificultou o deslocamento das equipes na área, impossibilitando o acesso à alguns locais.

Priorizou-se mapear as unidades litológicas como um todo, visando localizar os contatos e traçá-los. Os afloramentos na área mostraram-se escassos devido ao fato de grande parte ser recoberta por pastos ou canaviais, ou grande parte das rochas já terem sofrido processos pedogenéticos intensos e estarem reduzidas à solo. Medidas de acamamento e fraturas foram coletadas na medida do possível e mostraram-se em número bastante reduzido devido ao alto grau de alteração das rochas encontradas. Essas medidas foram plotadas em estereogramas e rosáceas apresentados adiante. Outras feições que mereceram destaque no mapeamento foram as cársticas. Após serem previamente identificadas através das fotos aéreas, procurou-se localizá-las em campo, identificando principalmente as dolinas nos locais onde estas poderiam estar presentes.

Com a chegada do mapeamento e de posse de um mapa geológico preliminar, foi possível fazer a programação das sondagens a serem realizadas por empresas sondadoras. Como a primeira barragem a ser construída será a de rio Poxim Açu, priorizou-se a programação das sondagens referentes à ela. Foram realizadas sondagens percurssivas com

SPT ao longo de todo o eixo da barragem e extremidades montante e jusante da saia da mesma e algumas sondagens ao longo do provável eixo do vertedouro, num total de 13, e mais cinco sondagens mistas na área de calcário por estes se mostrarem impenetráveis ao trépano. A localização das sondagens levou em conta a necessidade de se conhecer bem os locais de fundação identificando litotipos e possíveis "acidentes" estruturais presentes. Também foram locadas as linhas geofísicas, onde foram programadas sondagens elétricas horizontais, sísmica de refração e radar de subsolo (GPR). Quando as sondagens de Poxim Açu já estavam sendo executadas por equipe sondadora começou-se a programar as sondagens para a barragem do rio Poxim Mirim. Nesta foram realizadas sondagens percurssivas ao longo do eixo da barragem e vertedouro, sondagens mistas na ombreira esquerda para verificar a existência de calcários e ainda algumas linhas de eletrorresistividade, sísmica de refração e GPR próximos ao eixo da barragem. O **Anexo 1** mostra a localização das sondagens e linhas geofísicas programadas para as duas barragens. Após a conclusão dos trabalhos de sondagem foi necessária a ida da aluna às empresas sondadoras para classificação geológica dos testemunhos de sondagem.

Com o término dos trabalhos da equipe topográfica, o mapa final em escala 1:10.000 com curvas de nível de metro em metro foi fornecido em meados de agosto, com levantamento efetuado até alguns metros acima da cota de inundação (34 metros), resultando num mapa com a área entre os reservatórios sem levantamento. Para esse local foi utilizado um mapa topográfico com curvas de nível de dez em dez metros ampliado para a escala de trabalho.

De posse de novos mapas topográficos foi possível confeccionar o mapa morfotectônico dos locais de barramento e seus respectivos reservatórios, ilustrado no **Anexo 3**. Optou-se por utilizar como base a planta plani-altimétrica do IBGE em escala reduzida para aproximadamente 1:30.000, pelo fato de esta ter todas as curvas de nível do local demarcadas e serem de 10 e 10 metros, o que evitou que o mapa ficasse sobrecarregado.

Utilizando-se como base o mapa topográfico 1:10.000, foi confeccionado o mapa geológico final da área dos reservatórios e barramento (**Anexo 4**), com dados de acamamento, fraturas e eventuais falhas identificadas. Em cima do mapa geológico perfis significativos da geologia local foram confeccionados também em escala 1:10.000 com sobrelevação de 5 vezes, devido ao fato de o maior desnível na área ser de 45 metros. Esses perfis mostram de maneira geral a geologia atuante na área e encontram-se ilustrados no **Anexo 5**.

O mapeamento geológico de detalhe, previsto para ocorrer nesta etapa do trabalho não foi realizado pois as informações que seriam obtidas nesta fase seriam secundárias, uma vez que ao longo dos eixos das barragens já foi feito o detalhamento através das sondagens e mapeamento anterior, e serem poucos os afloramentos, com domínio de solo coberto de vegetação sendo impossível descrever detalhadamente cada camada existente. Os locais de pedreira abandonadas na ombreira esquerda do Poxim Açu foram devidamente detalhados na

primeira fase, em conjunto com o orientador. O número considerável de sondagens realizadas forneceu informações a respeito da distribuição e natureza das camadas, que no caso da Formação Barreiras, se mostraram muitas vezes de difícil diferenciação e não contínuas. O uso desses dados permitiu confecção das seções de detalhe e o detalhamento da Geologia na escala 1: 2.000.

Pelo fato de os dados referentes à Poxim Mirim não estarem disponíveis devido à logística da ordem de construção das barragens foi decidido nos concentrarmos nas seções de detalhe da barragem do rio Poxim Açu, ficando as de Poxim Mirim para ocasião futura, independente deste TF. Foram confeccionadas na escala 1:1.000, pois nessa escala os detalhes seriam visíveis, usando-se uma sobrelevação de 5 vezes. Foram feitas uma seção ao longo do eixo da barragem e outras perpendiculares. Todas essas seções encontram-se ilustradas no **Anexo 6**.

Com as seções feitas verificou-se a necessidade de execução de sondagens complementares àquelas feitas até agora. Para tanto foram programadas mais sondagens mistas, sendo uma no extremo da ombreira direita, duas próximas à ombreira esquerda onde acredita-se haver "cavernas" e quatro ao longo do eixo do vertedouro da barragem de Poxim Açu. De posse de todas essas informações foi possível construir um bloco diagrama do barramento de Poxim Açu onde foram lançados os dados referentes à geologia de superfície e subsuperfície do local, com os contatos e possíveis falhas plotados, fornecendo uma visão tridimensional do local de barramento.

Somando todos esses trabalhos temos como resultado o relatório aqui apresentado que sintetiza os estudos realizados durante todo ano .

6. Resultados Obtidos

Neste item apresentar-se-á os resultados obtidos com todos os estudos realizados durante todo o ano.

6.1. Aspectos Geomofológicos

Na área estudada existe uma subcompartimentação do relevo em três blocos que podem ser visualizados no mapa morfotectônico ilustrado no **Anexo 3** e também observável em imagem de Radar. Um bloco central com cristas mais baixas com cotas máximas entre 50 e 60 metros ascendendo para noroeste com gradual domínio das cotas maiores chegando à

praticamente 100 metros. Nesse local as cristas são caracterizadas por morrotes arredondados com drenagens pouco encaixadas.

Um bloco sudoeste onde também ocorre suave queda do gradiente para sudeste porém com cotas mais elevadas situadas acima de 100 metros com máximo de 128 metros. Um dos máximos está disposto segundo direção N60W e o outro N50E. O domínio nordeste apresenta gradiente menos evidente com máximos atingindo localmente 110 e 115 metros e alinhamento dos picos dispostos N50E e N20E. Esses dois últimos blocos são representados por morros cônicos, muitas vezes apresentando cristas salientes geralmente orientadas. Essas feições são típicas das áreas onde ocorre os sedimentos da Formação Barreiras em grande espessura, e geralmente apresentam-se como 'descampados' onde não há vegetação e onde há ocorrência de muitos clastos arredondados a subarredondados de quartzo.

Esses três blocos apresentam orientação média N70W seguindo mesmos padrões de lineamentos observáveis em imagem de radar.

Outra importante feição geomorfológica na área é a de terraços aluvionares, que estão presentes ao longo de quase toda a extensão dos reservatórios, associados aos rios Poxim Mirim e Poxim Açu (**Foto 1**). Esses terraços geralmente formam grandes planícies regulares no contorno dos rios, diminuindo de espessura e às vezes de largura, à medida que se vai à montante nos rios. Em muitos locais do rio Poxim Açu (próximo à Fazenda Aguiar e à jusante) a altura pode chegar a 6 metros, sendo que é comum encontrar alturas em torno de 2 a 3 metros (contando-se que o nível do rio estava elevado na ocasião do mapeamento e essas alturas podem chegar a ser 1,5 metro maiores). No rio Poxim Mirim os terraços não ultrapassam 2 metros de altura (com o mesmo fator de cheia incluído) nos pontos mais à montante. Na época de cheia, os terraços aluvionares tornam-se grandes planícies de inundação.

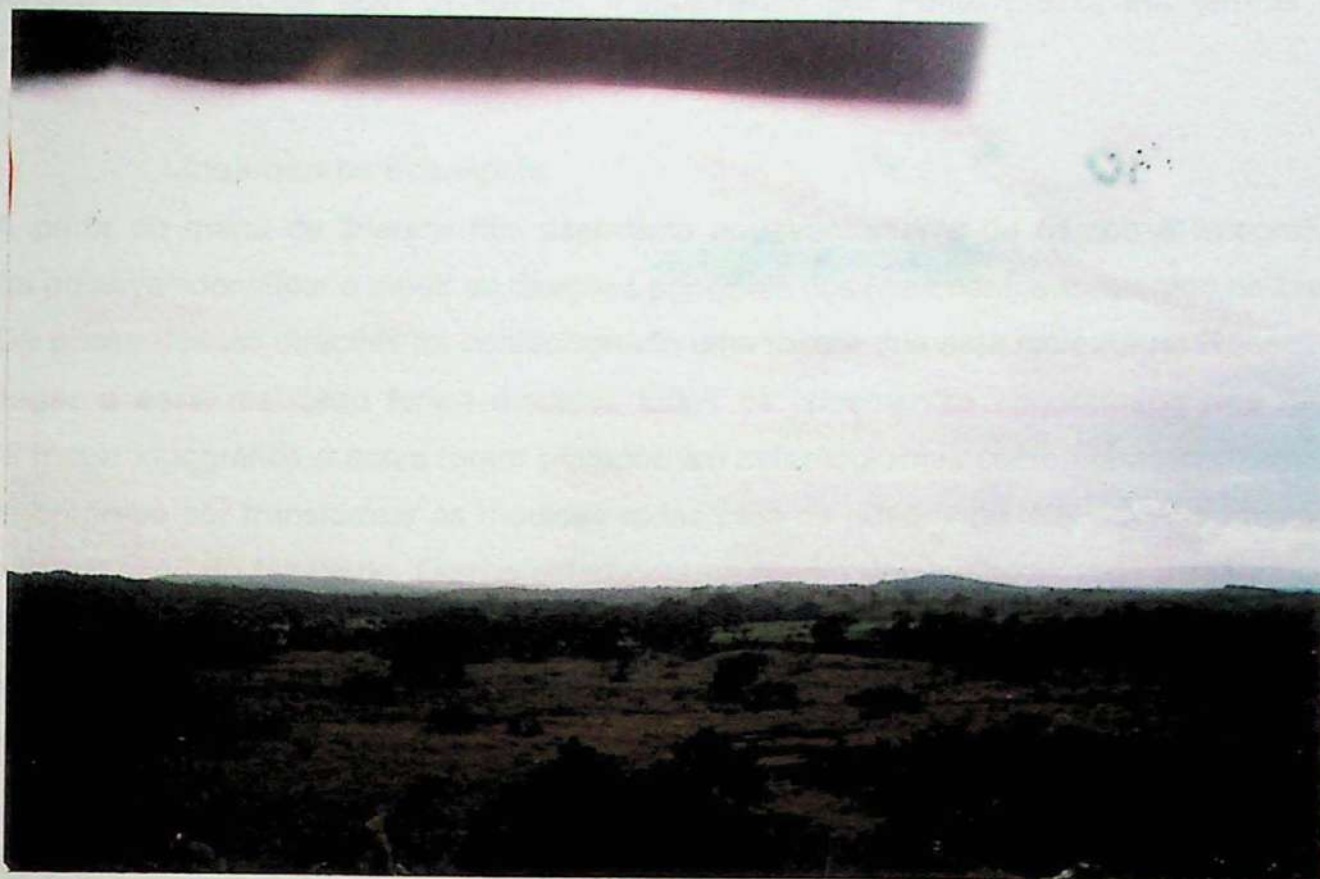


Foto 1: Vista da planície aluvionar do Rio Poxim Açu, a partir da torre elétrica nº 91 (Fazenda Aguiar).

- Principais Cristas e Vales e Sistemas de Drenagem

As cristas estão presentes em quase toda a área, sendo mais expressivas nas porções sul e noroeste e aparentam seguir fortes lineamentos estruturais nessas porções, como descrito anteriormente.

As drenagens apresentam padrão subdendrítico e treliça. O padrão treliça, caracterizado por drenagens com confluência perpendicular, é típico de regiões onde há intenso grau de fraturamento, onde as drenagens correm preferencialmente nas fraturas existentes. O padrão subdendrítico provém da característica dos sedimentos, e está associado preferencialmente aos sedimentos da Formação Barreiras. Os vales são pouco profundos e pouco marcados, com exceção daqueles gerados nos próprios terraços aluvionares

As drenagens principais situadas na porção subsetentrional encontram-se normalmente associadas aos lineamentos estruturais e têm direção N70W e N50-60E. O alinhamento das cotas de 20 e 30 metros em cada uma das drenagens apresenta uma direção N20E, sendo portanto perpendicular à direção N70W mencionada como alinhamento das drenagens, e têm um gradiente de aproximadamente 3 metros por quilômetro para o alto médio Poxim Mirim e

Poxim Açu o que coincide com os valores mencionados por Ponte (1975) em termos da declividade média regional.

- Lineamentos Principais

A partir do mapa de lineamentos associado ao levantamento de campo e fotografias aéreas foi possível identificar e medir as direções principais dos lineamentos existentes na área.

De posse dessas direções foi confeccionado uma roseta que está exposta na **Roseta 1**. Para chegar a esse resultado foram medidos todos os lineamentos encontrados nas fotos aéreas e mapa topográfico e estes foram plotados em estereogramas como linhas horizontais. Também optou-se por transformar as medidas todas para os quadrantes NE e NW permitindo melhor visualização do resultado. Com o estereograma pronto, foi confeccionada a roseta que nos indica que as direções principais dos lineamentos são N50-60W, N30-50E, aproximadamente E-W, e N20-30W.

- Sistemas Cársticos

Feições cársticas importantes são reconhecidas na área de estudo. Pela fotointerpretação reconheceu-se diversas feições de dolina ou possíveis abatimentos. No campo procurou-se identificar e localizar essas feições. Dolinas são reconhecidas na área como 'buracos', onde temos topografias mais altas contornando um local mais baixo. Podem ser indicadoras de dutos cársticos ou locais de abatimento.

Na área de estudo as dolinas estão presentes quase que exclusivamente na região localizada entre os rios Poxim Mirim e Poxim Açu. Estas possuem diferentes diâmetros, que variam de 1-2 metros, as menores, a 8-12 metros, mais comuns, (**Foto 2 e 3**) até aproximadamente 80 metros (ponto 73B – **Foto 4**). A profundidade média gira em torno de 1 a 5 metros não possuindo qualquer tipo de escoadouro superficial nas partes mais baixas. As dolinas mais rasas e possivelmente mais antigas possuem padrão circular, sem alongamento em nenhum dos eixos. No caso das mais profundas e aparentemente mais recentes, existe um ligeiro alongamento de um dos eixos geralmente de cerca de 1,5 vezes o eixo menor.



Foto 2: Dolina de aproximadamente 7 metros de diâmetro (P-15, início da Fazenda Poxim, a partir da Fazenda Aguiar).



Foto 3: Dolina de aproximadamente 1 metro de diâmetro (P-62 A, fim do reservatório no Rio Poxim Mirim).

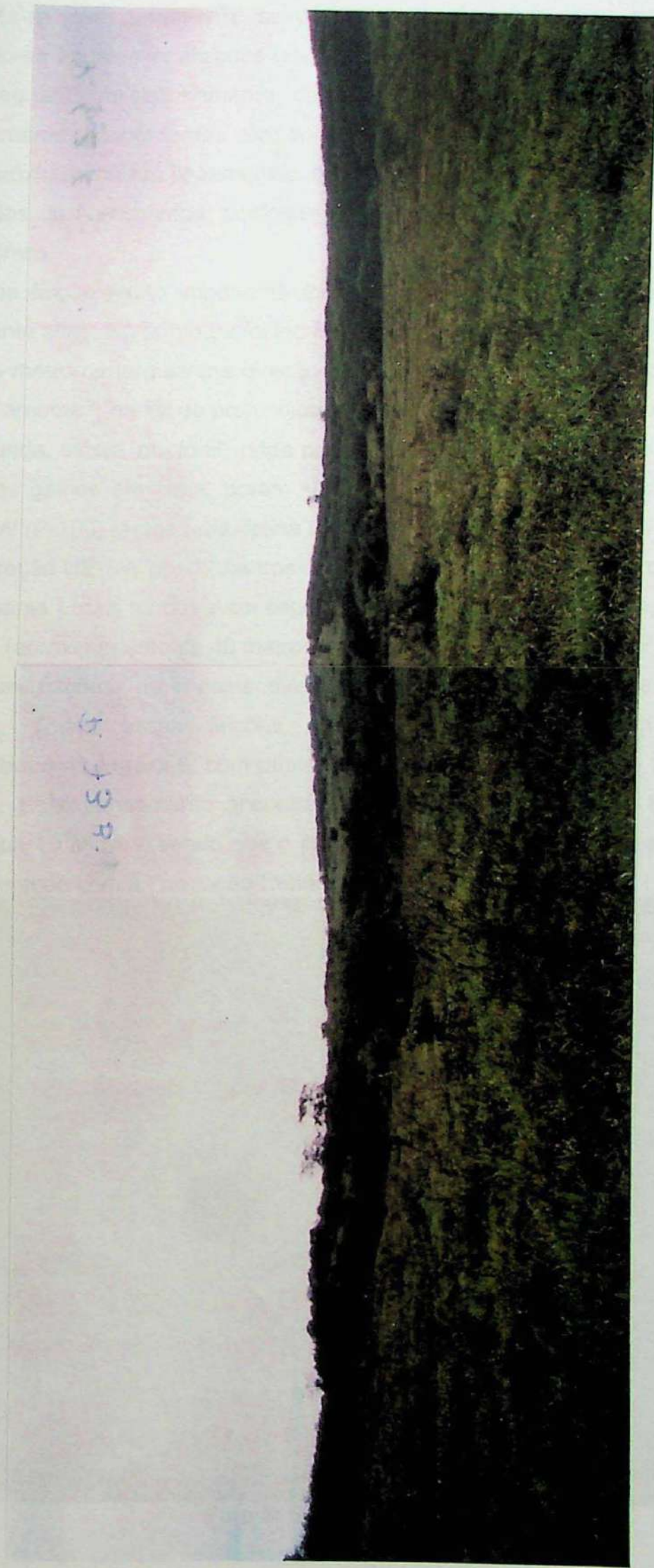


Foto 4: Dolina de aproximadamente 80 metros de diámetro (P-73)

Nota-se que geralmente as dolinas apresentam-se como ocorrências pontuais, excetuando-se àquelas localizadas nos pontos 15 e 16, 100 e 101, e 88. Nestes casos, as dolinas seguem um alinhamento de direções aproximadas N50E, N45E e N65W respectivamente, concordantes com lineamentos próximos. As dolinas estão normalmente dispostas próximas ou em lineamentos identificados em fotos aéreas, mas nem sempre em cruzamentos de lineamentos, conforme pode-se observar no mapa geológico e no mapa morfotectônico.

Uma feição muito importante foi identificada na área em locais remotos e cotas relativamente altas. No ponto 99 foi localizado um sumidouro (**Fotos 5 e 6**). Esse sumidouro possui 1,5 metro de largura (na direção NW-SE) por 2 metros de comprimento (NE-SW) e aproximadamente 1 metro de profundidade, que pode ser visualizado na **Figura 5**. Na parte mais profunda, existe um 'funil', onde pode-se observar um ponto de confluência de águas com muitos galhos em cima, porém sem que seja possível ver seu fundo. Seguindo na direção SW (P-100) temos uma dolina (de aproximadamente 20 metros de comprimento na mesma direção NE-SW por 12 metros de largura, e com 4 metros de profundidade no ponto mais à jusante - mais fundo) e em seguida na mesma direção (P-101) uma outra maior que a primeira (aproximadamente 40 metros de comprimento – NE-SW – por 6 de profundidade). Após essas feições, na mesma direção à jusante do morro, temos o início de uma drenagem. Todas essas feições indicam um alinhamento em sistema cárstico esquematizado na **Figura 6**, com provável ponto de ressurgência, que pode ser o início da drenagem. Esse alinhamento encontra-se em rochas da Formação Barreiras, em cotas maiores que 40 metros, sendo que o ponto de ressurgência encontra-se acima do contato dessa Formação com a Formação Cotinguiba.



Foto 5: Sumidouro visto de perfil.



Foto 6: Sumidouro visto de comprimento.

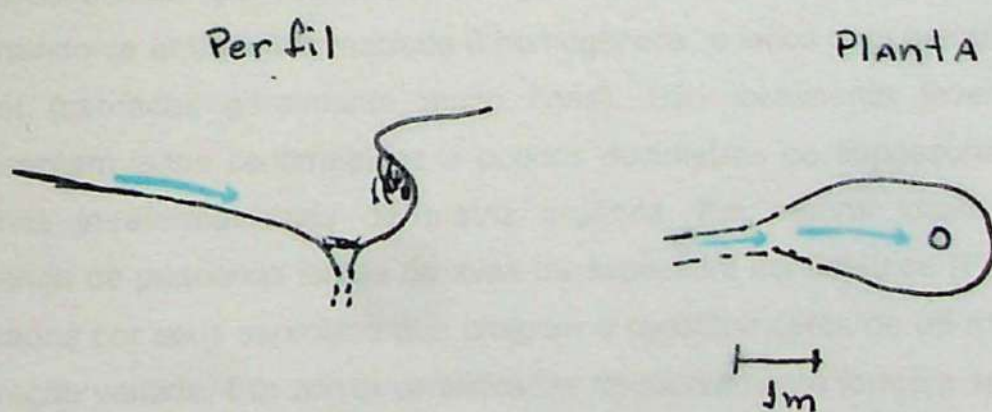


Figura 5: Esquema mostrando a estruturação do sumidouro.

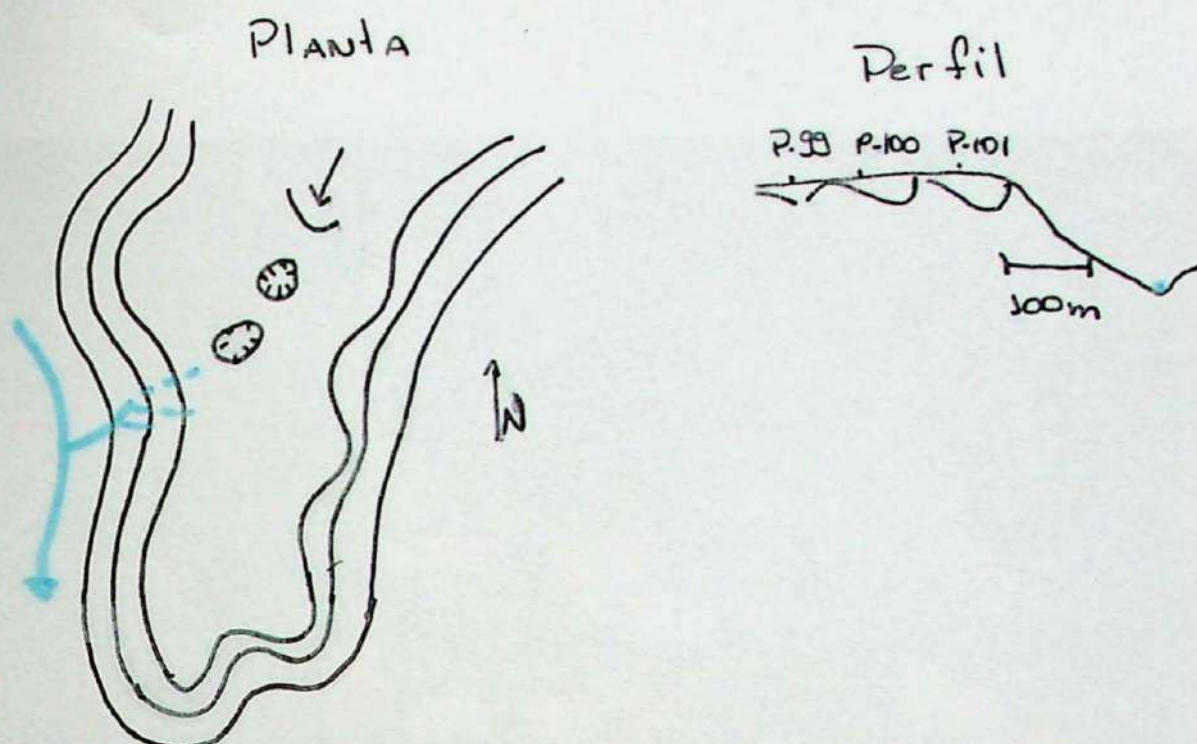


Figura 6: Esquema mostrando a seqüência de feições cársticas encontradas próximo à cede da Fazenda Aguiar.

6.2. Geologia das Áreas dos Reservatórios

- Estratigrafia

As rochas presentes na área dos reservatórios são rochas jovens e dividem-se em três litotipos: calcários da Formação Cotinguiba, Membro Sapucari, sedimentos argilosos e arenosos da Formação Barreiras, e sedimentos aluvionares. O contato entre as Formações Cotinguiba e Barreiras é discordante e subhorizontal com leve caimento para sudeste.

A Formação Cotinguiba é a mais antiga aflorante na área e ocupa as porções basais. É caracterizada por calcários de coloração amarelo claro a amarelo acinzentado, alternando-se entre leitos maciços e homogêneos, e leitos com estratificação plano-paralela visível (camadas geralmente muito finas). São localmente levemente recristalizados. Apresentam leitos centimétricos a poucos decímetros de espessura de níveis silicosos e brechas intraformacionais de matriz argilítica. Em alguns locais pode-se observar a presença de pequenas lentes de sílex de espessura centimétrica (**Foto 7**). Apresentam se capeados por seus saprolitos que chegam a constituir cerca de 05 m de siltes argilosos de coloração variada. Em zonas carstificadas freqüentemente formam solos esponjosos moles em permeio à níveis rochosos.



Foto 7: Calcário da Formação Cotinguiba, com lentes de sílex (P- 90, pedreira desativada na ombreira esquerda da barragem do rio Poxim Mirim).

A Formação Barreiras é de idade mais jovem que a anterior e está exposta principalmente em topo de morros e cotas superiores. Seu contato com a Formação Cotinguiba é erosivo e discordante. Caracteriza-se por intercalações de camadas areno-argilosos, com e sem silte, e camadas argilo-arenosas, com e sem silte, além de algumas camadas de paraconglomerado. Quando não está oxidada possui coloração amarelo esbranquiçado nas porções arenosa e cinza esbranquiçado nas argilosa. É bastante difícil identificar o acamamento nas rochas dessa Formação por vezes devido à presença de turbiditos e lamitos, exceto nos locais onde é possível ver o contato entre as camadas argilosas e as arenosas ou de conglomerado, quando percebe-se que o acamamento é subhorizontal (**Foto 8**). Apresenta-se com muitas percolações ferruginosas (**Foto 9 e 10**) que às vezes seguem os planos de fratura e aparecem orientados. Essas percolações chegam a formar camadas mais competentes concrecionares e muitas cangas ferruginosas na superfície (**Foto 11**).

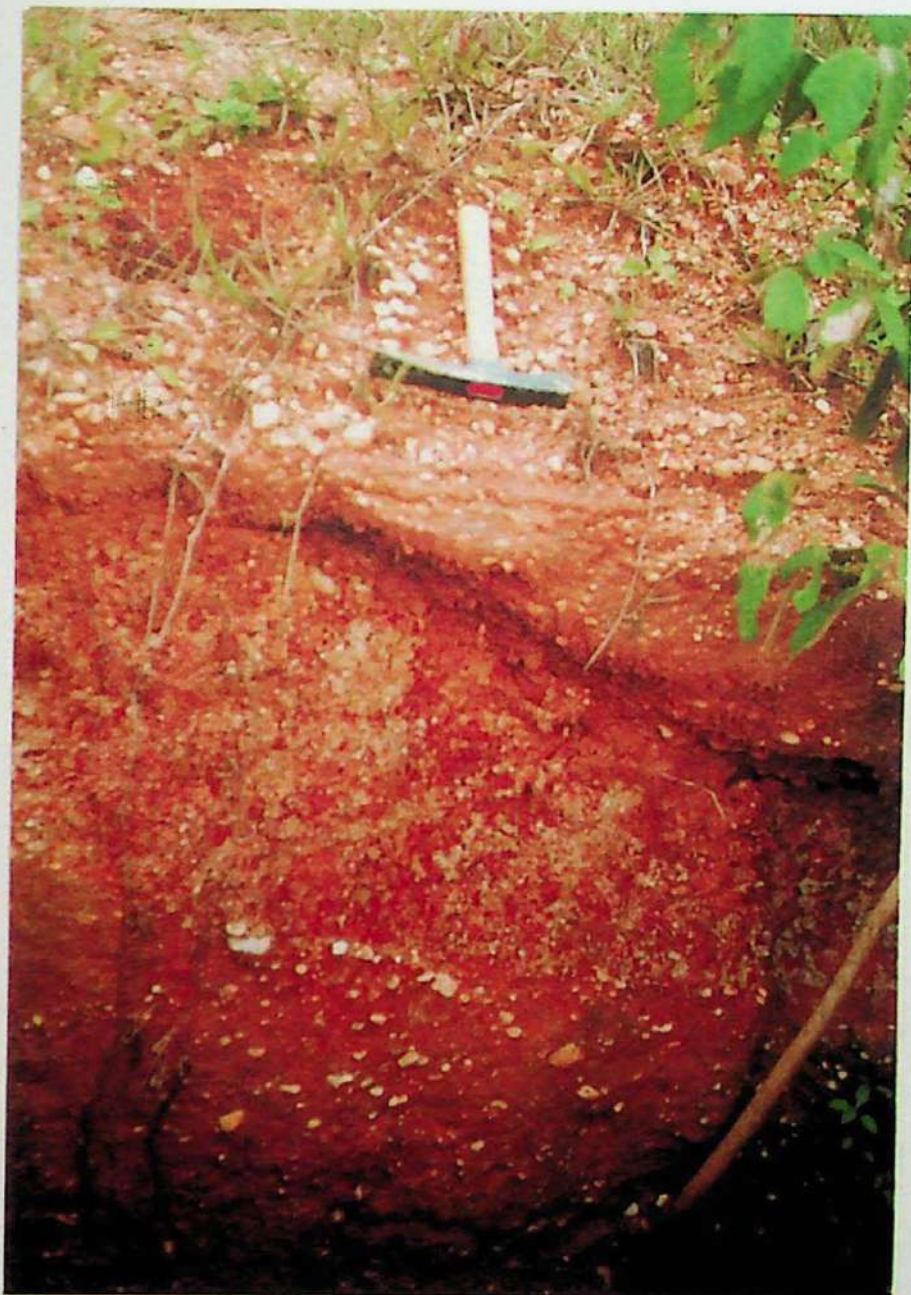


Foto 8: Notar contato entre conglomerado e camada argilosa (P-85).

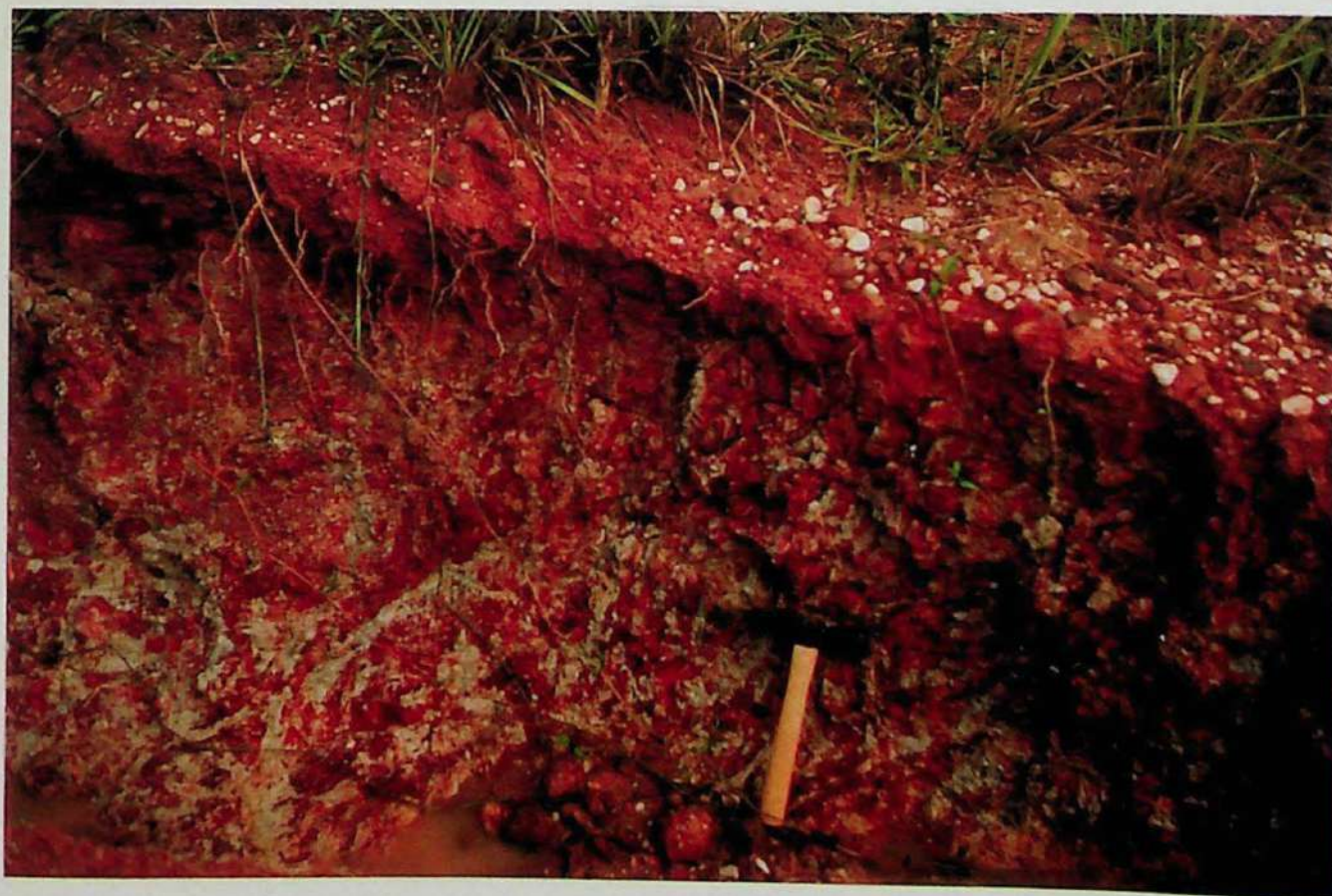




Foto 9 e 10: Camadas argilo-arenosas (cinza) com percolações areno-siltosas ferruginosas. Notar que as percolações parecem seguir plano preferencial de fratura (P-48).

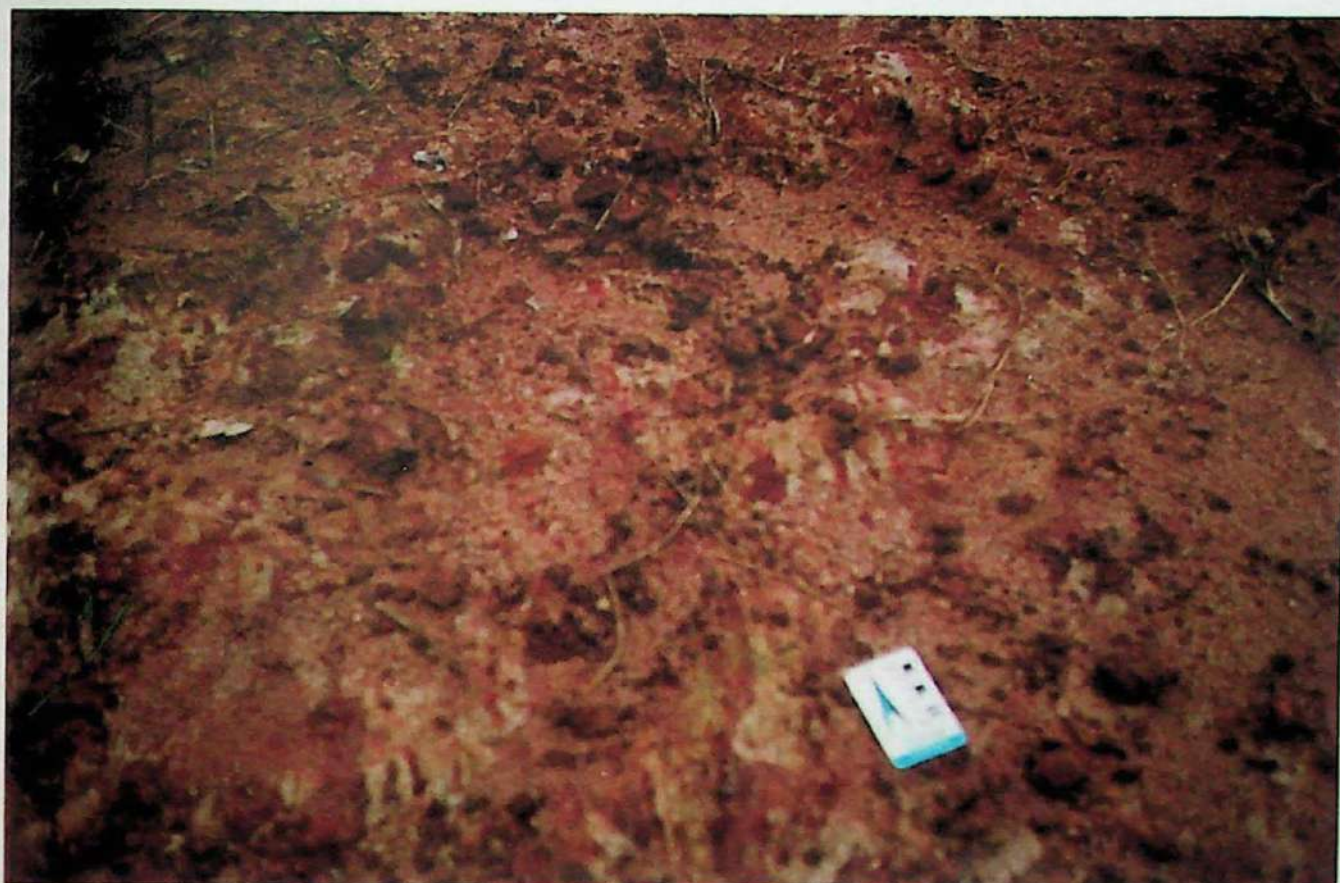


Foto 11: Cangas ferruginosas na superfície do terreno (P-29).

O conglomerado é constituído de matriz quartzosa bastante ferruginosa, com grãos de até 1,2mm. Os clastos são de quartzo arredondados a subarredondados, pouco esféricos, que variam de 3 a 13cm. Em afloramento tipo localizado no ponto 107, pode-se notar que apresenta granodecrescência ascendente típico de ambientes turbidíticos com sedimentação associada à bruscas variações de gradiente.

O terceiro tipo de litologia que ocorre na área são os sedimentos dos terraços aluvionares dos rios Poxim Mirim, Poxim Açu e em menor quantidade no rio Timbó. Esses sedimentos são caracterizados por argilas arenosas de coloração cinza arroxeada e areias finas de coloração bege claro. As areias geralmente são de boa qualidade e bastante homogêneas, servindo de bom material de empréstimo. Intercaladas, ocorrem camadas de cascalho com pedregulhos de quartzo que costumam dominar na base, além de camadas de sedimentos finos, siltes e argilas, algumas com alto teor de matéria orgânica, provavelmente associados à meandros abandonados (*oxbow lakes*).

Os calcários da Formação Cotinguiba possuem sua cota máxima de topo em torno de 40 metros, e têm espessuras da ordem de várias dezenas de metros. A Formação Barreiras tem espessura local máxima em torno de 70 e os sedimentos aluvionares chegam a atingir localmente 12 metros.

- Geologia Estrutural

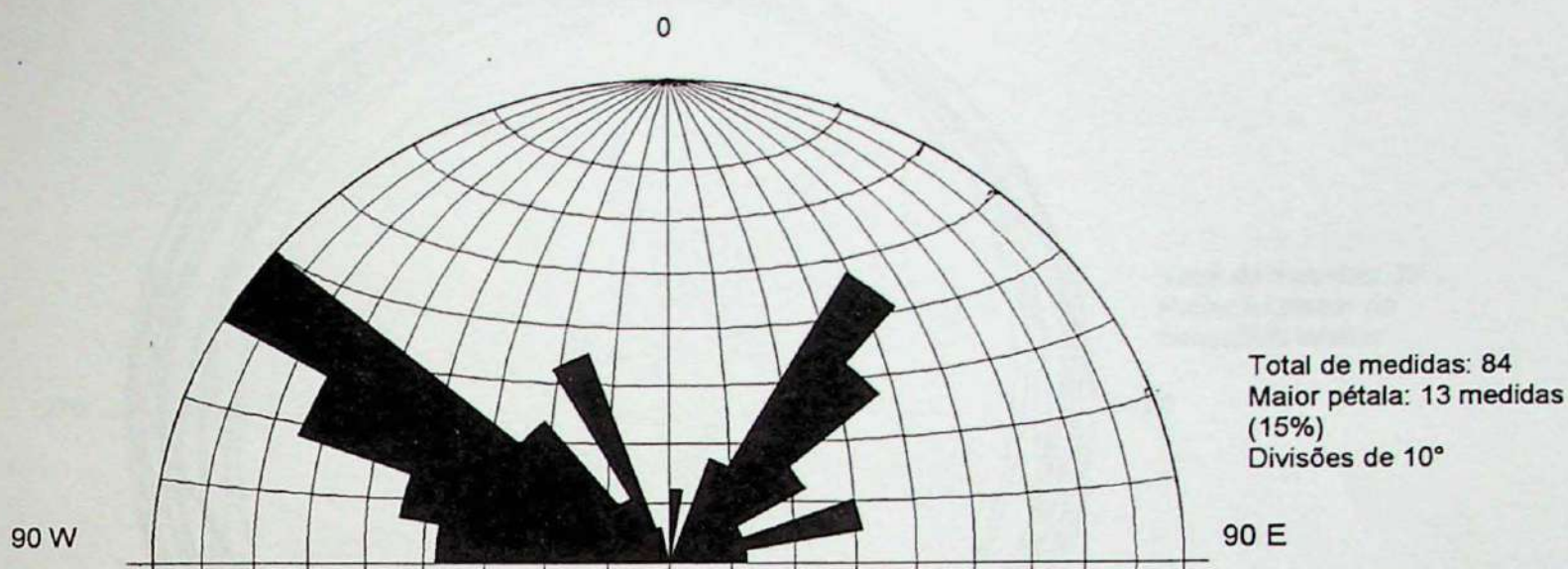
Algumas medidas de acamamento foram tomadas em calcários e sedimentos da Formação Barreiras e estão expostas na tabela do **Anexo 8**. De posse dessas medidas foi possível confeccionar estereogramas, diagramas de frequência e rosetas que estão expostas nas figuras **Estereograma 1**, **Frequência 1** e **Roseta 2**. Esses gráficos foram feitos com as medidas em quadrante, onde estão plotados as direções e os mergulhos das camadas. Como pode-se observar as rochas da área de estudo possuem acamamento subhorizontal, com leve caimento regional para SE e S e eixo de basculamento N55E.

Também foram tomadas em campo medidas de fraturas e juntas existentes. O **Estereograma 2**, a **Frequência 2** e a **Roseta 3** mostram graficamente as medidas obtidas e expostas na tabela do **Anexo 8**. As medidas foram plotadas em quadrante, com notação das direções e mergulho. Como a quantidade de medidas é baixa (menor que 50), o resultado não é muito representativo. Neste caso seria melhor usar o método de Mellis para interpretar este diagrama de frequência, porém apresenta-se aqui como ilustrativo dos altos ângulos de mergulho das fraturas. Também está plotada a atitude da falha encontrada no ponto 107, que será descrita mais adiante.

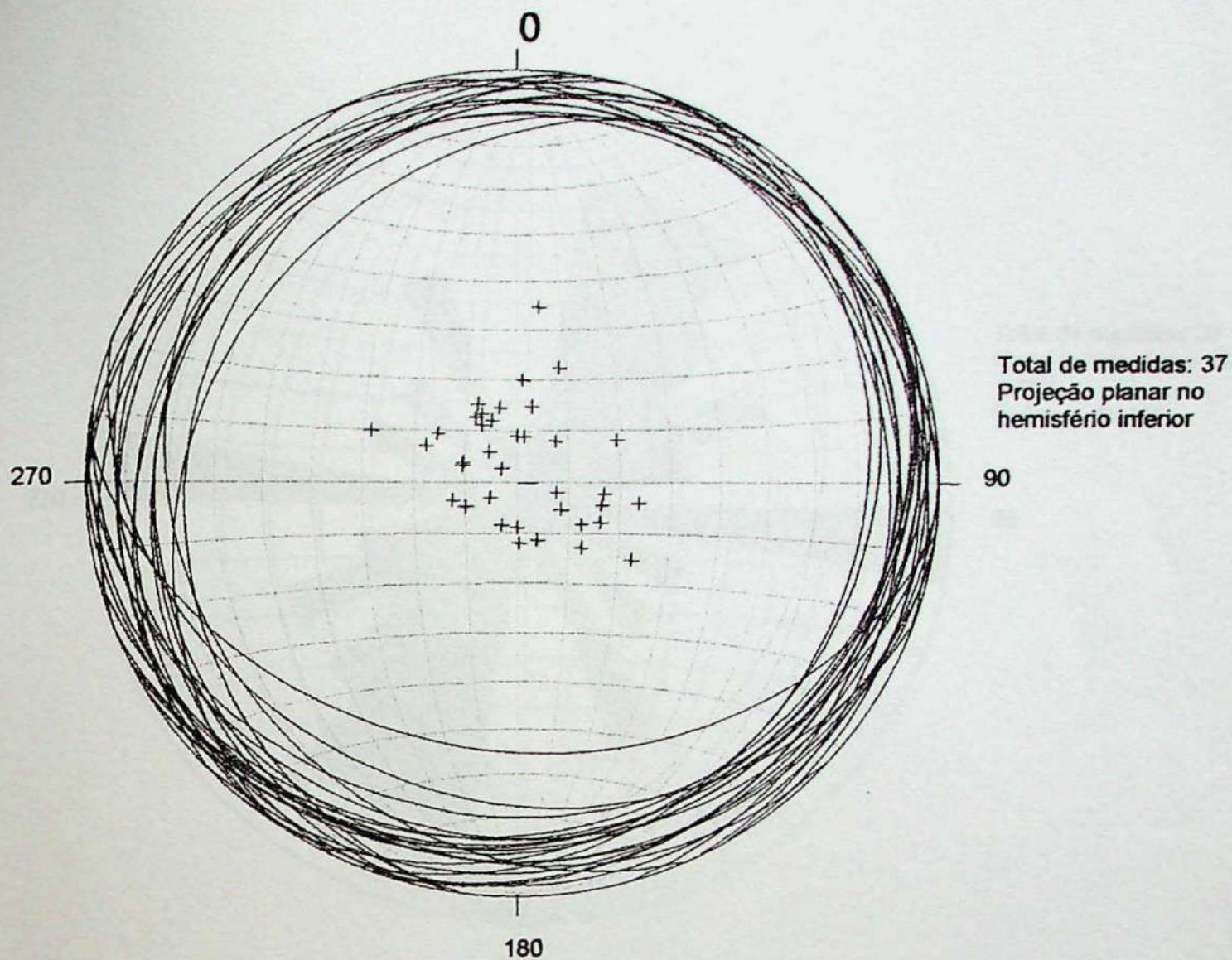
Além disso a área apresenta diversos lineamentos estruturais que podem ser identificados através das fotografias aéreas, da análise dos sistemas de drenagens entre outros e estão ilustrados na **Roseta 1** acima. Esses lineamentos possuem direções preferenciais N50-60W, E-W, N20-30W e N30-50E. Segundo estudo da Petrobras, as direções NE correspondem à falhas normais com abatimento para sudeste. No caso de relevo vinculado à tectonismo de falhamento ligado ao abatimento para o lado oceânico conforme indicam perfis da Petrobras, os lineamentos de direção WNW-EW e NW funcionariam como falhas transferentes sendo algumas herdadas de reativações de feições do embasamento constituído pela Faixas Sergipana cuja direção seria NW e WNW (Sadowski).

Fazendo uma análise comparativa juntamos as direções horizontais dos lineamentos identificados em fotos aéreas e plantas topográficas com as direções dos planos de fraturamento e juntas existentes na área. O resultado está expresso na **Roseta 4**, onde pode-se notar que as fraturas e juntas medidas correspondem à tendência dos lineamentos.

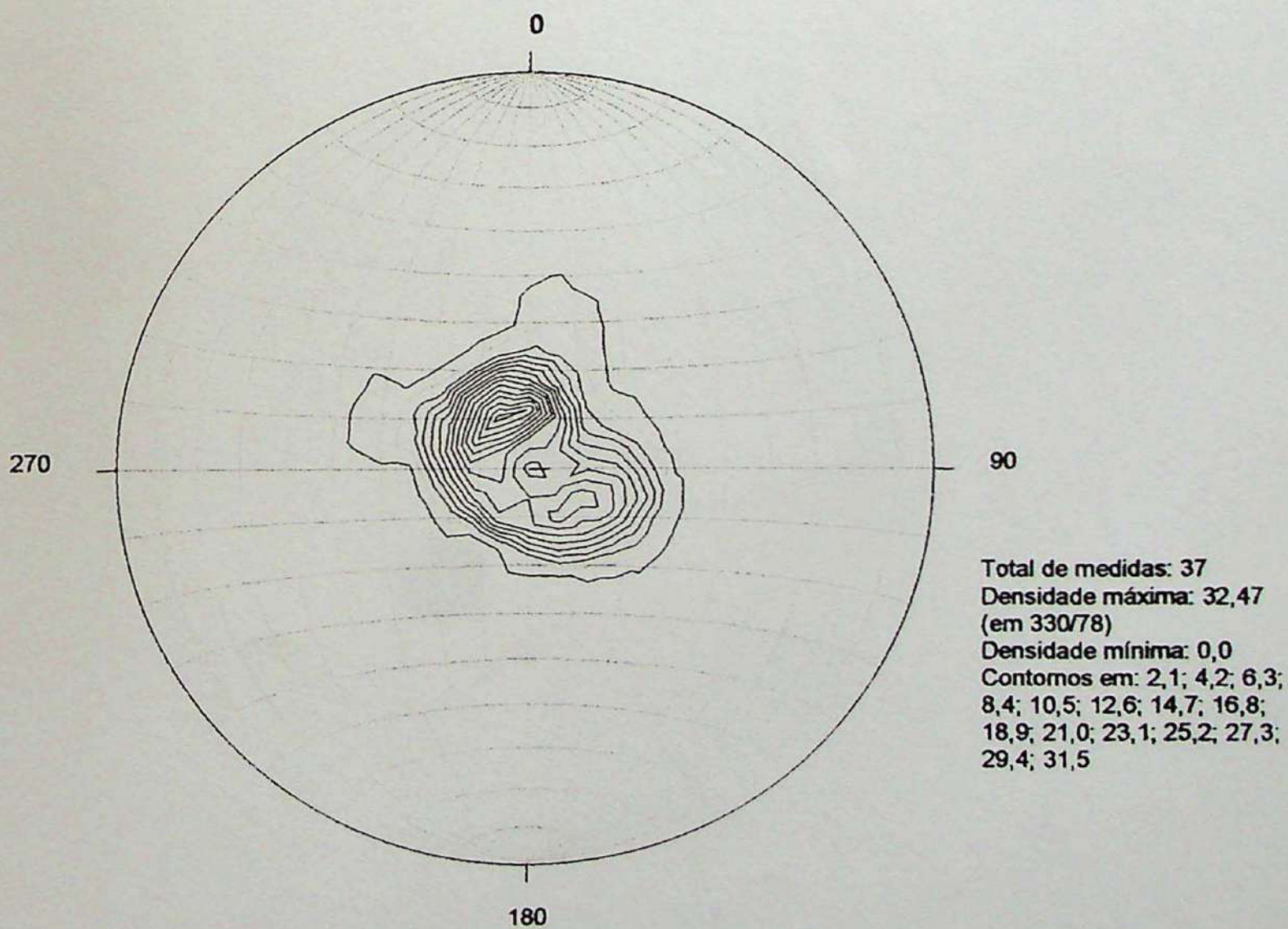
Uma falha de contato de pequena amplitude entre o Barreiras e o Cotinguiba foi observada no ponto 90, com direção aproximada NS/subvertical. Outra falha também foi observada no PI-1 da barragem do rio Poxim Açú, de direção N10E/70SE. Algumas falhas foram interpretadas através do mapeamento geológico, quando têm-se calcários aflorando em mesma cota que sedimentos do Barreiras em uma curta distância horizontal, e estão identificadas como interpoladas ou inferidas no mapa geológico. Também foi possível observar uma falha normal de direção N80E/subvertical no ponto 107 justapondo camada argilosa da Formação Barreiras ao lado de camada de conglomerado (**Foto 12**).



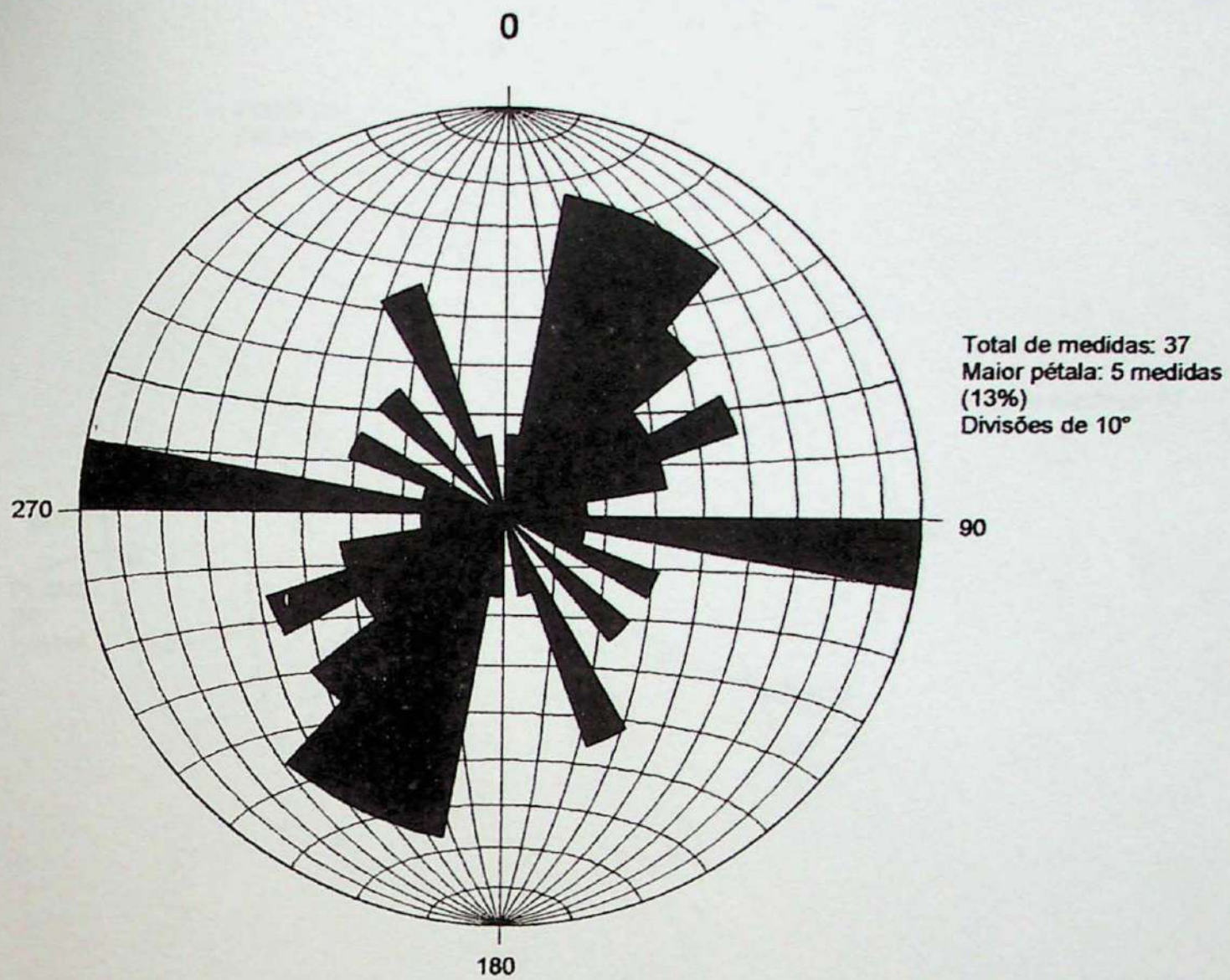
Roseta 1: Direções dos lineamentos identificados em foto aérea.



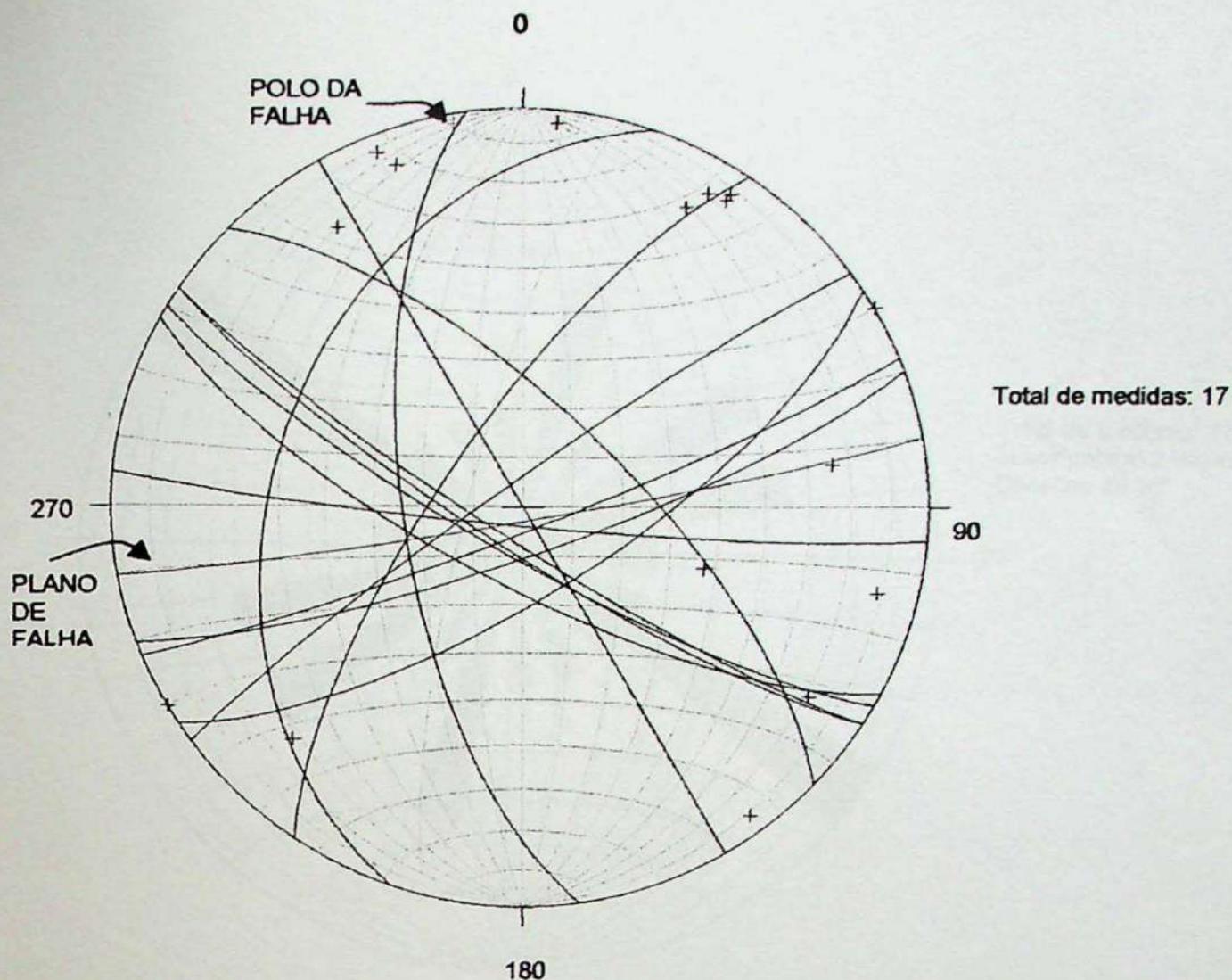
Estereograma 1: Medidas de acamamento tomadas na área (direção e mergulho).



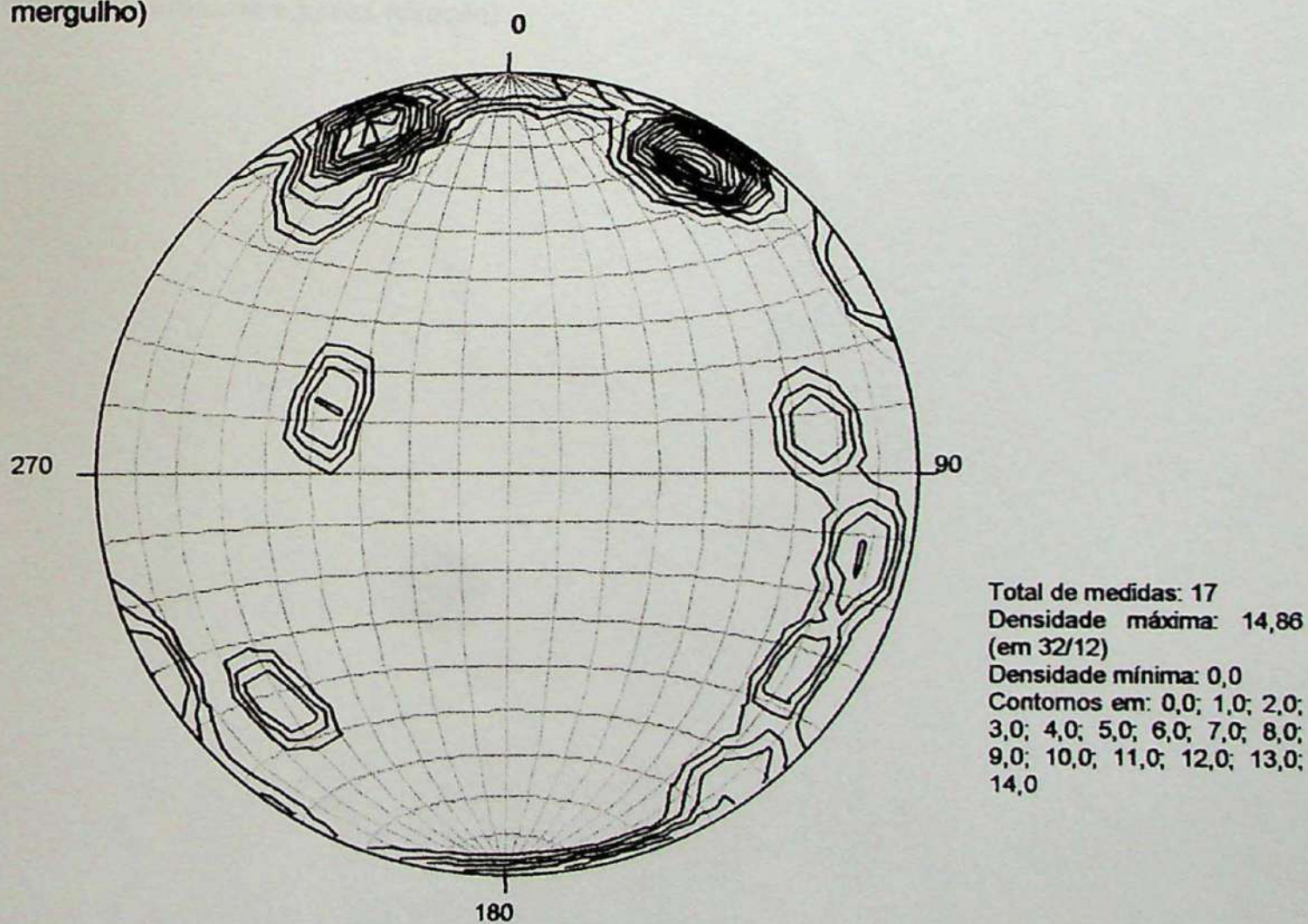
Frequência 1: Diagrama de densidade para o acamamento da área.



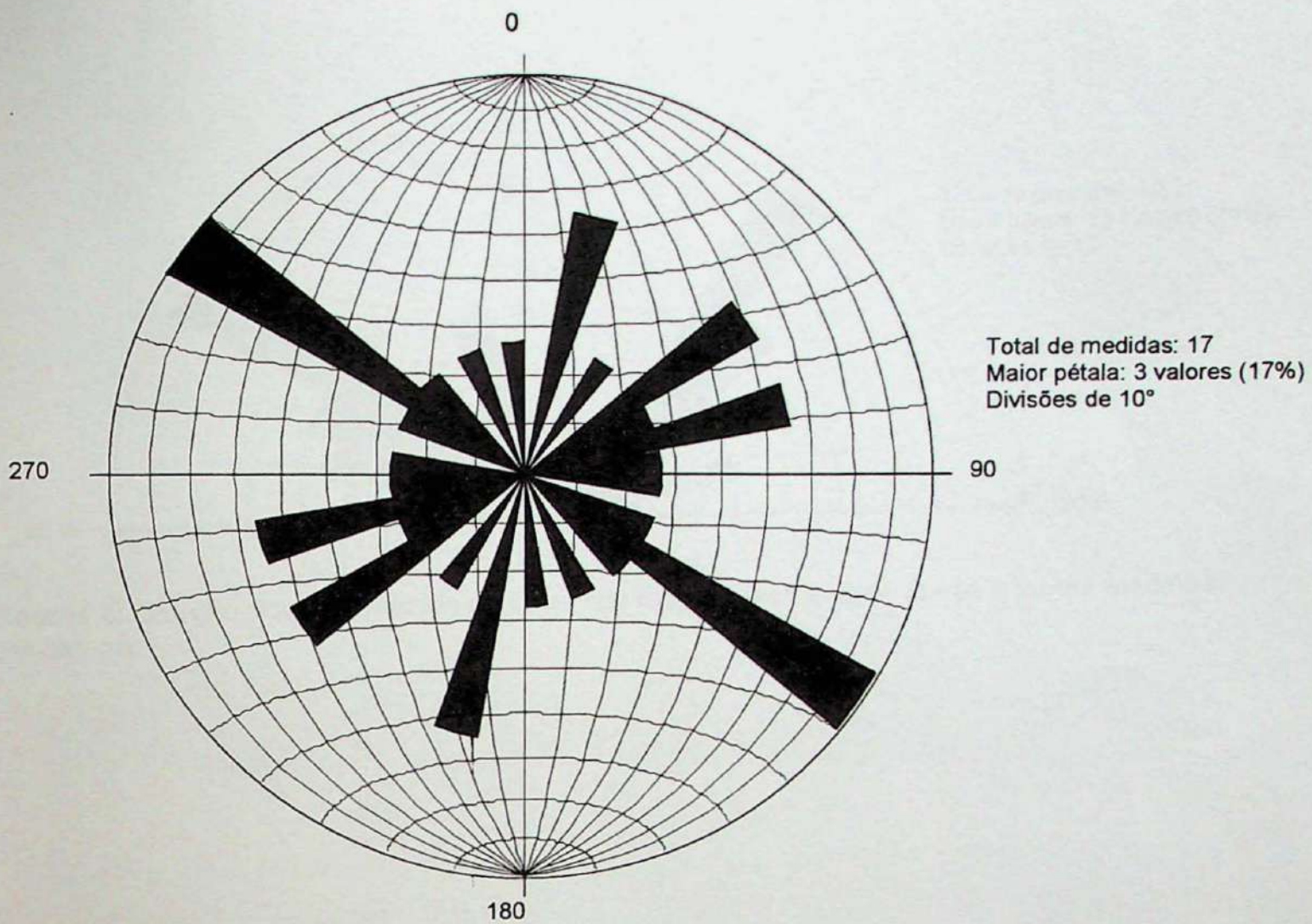
Roseta 2: Direção das camadas.



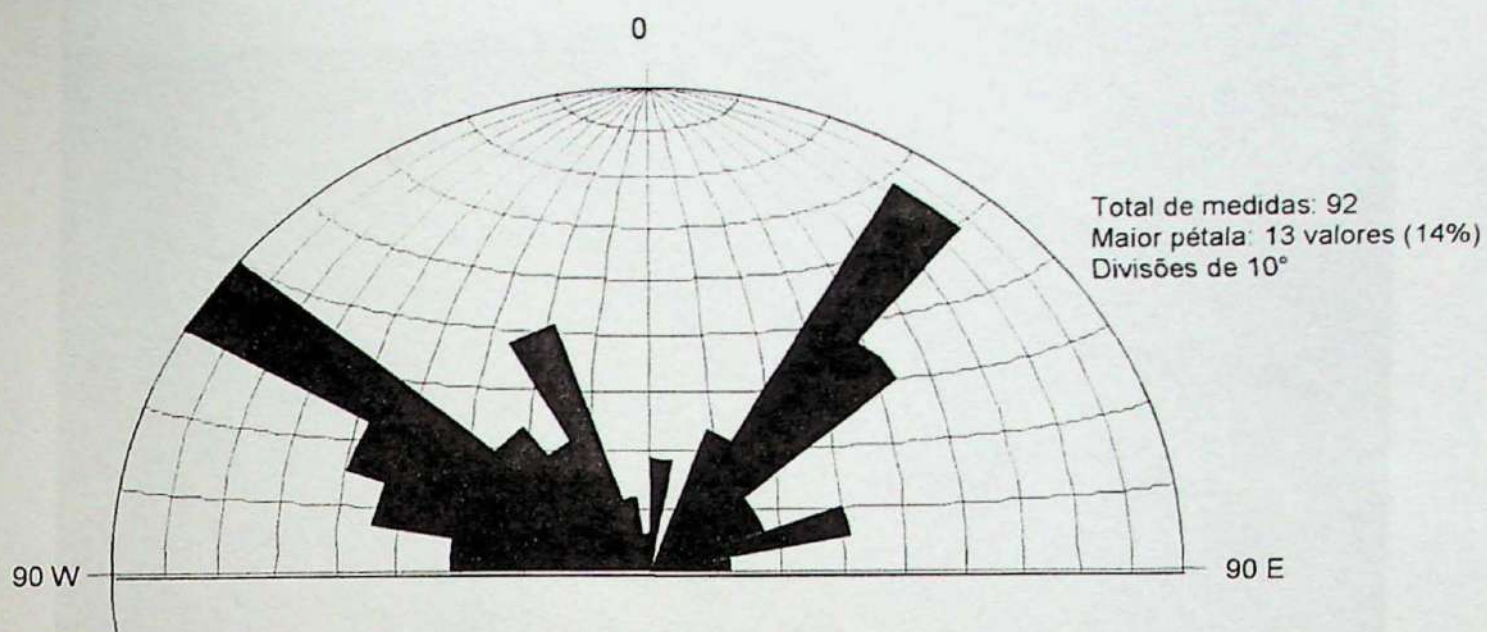
Estereograma 2: Fraturas e juntas medidas na área. Medidas em quadrante (direção e mergulho)



Frequência 2: Densidade das fraturas e juntas medidas na área.



Roseta 3: Fraturas e juntas (direção).



Roseta 4: Direção dos lineamentos medidos nas fotos aéreas e das fraturas e juntas medidas em campo.



Foto 12: Contato por falha de diferentes camadas dos sedimentos da Formação Barreiras, no afloramento tipo (P-107).

- Hidrogeologia

Na época do ano em que foi realizado o mapeamento geológico era o período de chuvas na região onde se localizam as barragens. Por esse motivo o nível d'água regional estava bastante elevado. Os rios chegaram a estar até 1,5 metros mais altos. As planícies aluviais encontravam-se em sua maioria alagadas. Havia acúmulo de água em diversos pequenos lagos distribuídos em toda a área, tanto nas partes baixas como nas partes mais altas. Nos poços instalados nos eixos da barragem do rio Poxim Açu encontrou-se água a uma profundidade mínima de 1,5 metros, indicando um N.A. na cota 25,47 metros.

O nível freático ao longo dos eixo do barramento apresentou cotas elevadas quando da realização das sondagens. Como pode-se observar na seção longitudinal ao longo do eixo da barragem do rio Poxim Açu, este apresenta-se nas áreas de baixada aluvionares com profundidade máxima de 1,5 metros, chegando a estar na superfície na SP-08. Mesmo em cotas mais elevadas, como na SM-01, ele encontra-se com uma profundidade máxima de 12 metros. Cabe ressaltar que na pedreira desativada do ponto 90, aparte central está inundada formando um pequeno lago, indicando nível freático regional bastante elevado.

6.3. Geologia dos Locais de Barramento

Optou-se por separar este item em dois, diferenciando cada uma das barragens, visto que os trabalhos no Poxim Mirim estão em estágio inicial por se tratar de uma barragem que será construída posteriormente, razão pela qual os conhecimentos sobre os locais de fundação desta barragem restringem-se ao mapeamento geológico de campo.

- Poxim Mirim

A barragem do rio Poxim Mirim está assentada nas duas ombreiras sobre sedimentos da Formação Barreiras, não sendo observado calcário ao longo do eixo. O aluvião encontra-se presente principalmente na margem direita do rio. Na margem esquerda o aluvião é praticamente inexistente, sendo observado apenas 0,5 metros de largura, que é logo interceptado por um morro de sedimentos do Barreiras (**Foto 13**).

Feições cársticas não foram identificadas próximas aos locais de barramento porém dados de sondagem poderão futuramente mostrar possíveis dutos subterrâneos existentes nas fundações da barragem.

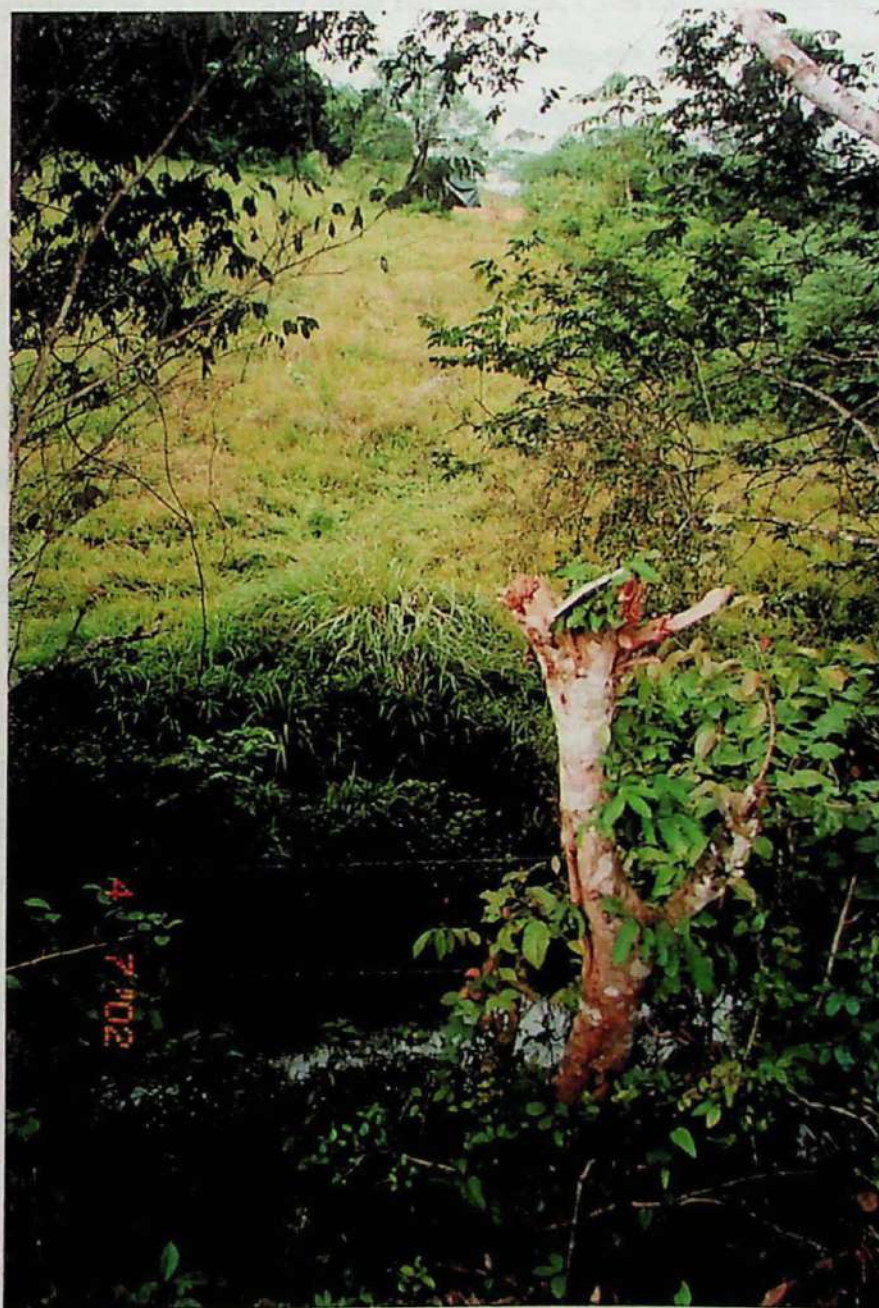


Foto 13: Eixo da barragem de Poxim Mirim mostrando largura reduzida do aluvião.

- Poxim Açu

Para esta barragem foram reunidos dados do mapeamento de campo e das sondagens realizadas até agora. Resultados dos levantamentos geofísicos serão importantes para melhor espacialização das estruturas presentes. O mapa de detalhe da barragem encontra-se ilustrado no **Anexo 6**, juntamente com as seções confeccionadas.

O bloco diagrama confeccionado ao longo do eixo desta barragem encontra-se ilustrado no **Anexo 7**.

- Litotipos Presentes e suas Relações de Contato

Na ombreira direita da barragem o mapeamento de campo evidenciou a presença de sedimentos da Formação Barreiras em contato discordante com o aluvião na cota 18 metros. Após realização das sondagens foi constatado que a Formação Barreiras possui espessura máxima nesse local de 11,9 metros, com presença de calcário abaixo. Na SP-05 o contato situa-se na cota 6,6 metros e no PI-01 abaixo da cota 15,5 metros, enquanto que na SP-10, mais à sudoeste, o contato está na cota 29,1 metros. Como ao longo de toda a área o gradiente deste contato é baixíssimo, e levando-se em consideração que não foi encontrado calcário aflorante neste lado do rio, especulou-se sobre a possibilidade de existência de falha nesse local. Como a sondagem SP-10 é rasa indicou-se a execução de outra sondagem (SCA-07) ao lado da SP-10. Essa nova sondagem complementar indicou cota de contato em aproximadamente 24,8 metros, evidenciando a ascendência do nível de base do Barreiras, o que fortaleceu a idéia de falhamento compatível com plano de falha menor com direção N10E encontrado no poço de investigação P 01. Na seção longitudinal ilustrada no **Anexo 6**, pode-se notar o desnível existente e o possível local da caixa de falha principal, porém esta não está locada pois aguarda-se dados geofísicos para melhor posicionamento da mesma.

No centro da barragem encontram-se os sedimentos aluvionares limitados pelas cotas 18 à direita e 15 à esquerda, com espessura de até 11,9 metros (de acordo com dados de sondagem). São caracterizados por alternâncias de areias conglomeráticas e siltosas, por vezes argilosas, de compacidade muito baixa. Abaixo do aluvião foi encontrado saprolito calcário em todas as sondagens realizadas neste pacote.

Na ombreira esquerda a situação toma-se mais delicada. Logo em contato discordante com o aluvião encontra-se os calcários da Formação Cotinguiba. Estes afloram em toda a pedreira existente no eixo da barragem até a cota 30. Mais à jusante o Barreiras começa a aparecer em cotas mais baixas. A confecção de seções com os dados de sondagem levam à interpretação de uma falha com direção próxima àquela identificada no ponto 90.

- Feições Cársticas Associadas

Próximo à esta barragem foram observadas em campo dolinas alinhadas na direção N65W, à jusante do eixo no ponto 88. Com o mapa topográfico de detalhe foi possível visualizar duas valas subcirculares nessa região (vide mapa geológico de detalhe). No caso dos pontos 88 e 89, através das sondagens executadas foi possível caracterizar os sedimentos de superfície como sendo alúvio-coluvionares de deposição recente, com espessura em torno de 8 metros. Unindo os dados podemos admitir que essas feições podem ser decorrentes de abatimentos ocorridos em função de dutos cársticos existentes em subsuperfície nesses locais.

Além dessas, uma sondagem em especial (a SCA-09) apresentou um nível de vazio entre os calcários na profundidade de 20 a 25 metros e outras sondagens apresentaram níveis extremamente alterados no meio de calcários quase sãos, indicando provavelmente alta taxa de dissolução em níveis preferenciais. Também foi encontrado um nível de preenchimento na SM-01.

- Estruturas

Como foi descrito anteriormente, há uma falha observada e outras duas interpretadas próximo ao eixo dessa barragem. Além destas, uma quarta falha foi interpretada passando próxima ao rio Poxim Açu, seguindo lineamento existente da drenagem nesse local, que justificaria a presença de calcário em uma margem do rio e Barreiras em outra.

Verificou-se a existência de soerguimento do bloco onde localiza-se a ombreira esquerda, aparentemente limitado por duas falhas subparalelas de direção aproximada N30W e N40W, ambas com rejeito normal de aproximadamente 5,5 metros à nordeste e no mínimo 23 metros à sudoeste. Isso explicaria o fato de ter-se sedimentos da Formação Barreiras na ombreira direita, este bloco de calcário aflorante em cotas mais altas na primeira parte da ombreira esquerda e voltando o Barreiras no final do eixo da barragem.

7. Discussão dos Resultados

De maneira geral a estratigrafia da área resume-se à deposição dos sedimentos da Formação Cotinguiba, seguida de um hiato deposicional do Senoniano ao Plioceno, sobrevivendo a deposição dos sedimentos da Formação Barreiras e, por fim, dos aluviões quaternários associados aos rios existentes.

O contato do Membro Aracaju com o Membro Sapucari da Formação Cotinguiba existente à leste da área de estudo tem direção N60 e leve inclinação para sudeste. Nesse local o Sapucari possui caimento também para sudeste da ordem de 12 a 15°. Contudo o contato com o Barreiras apresenta discordância erosiva indicando que o Cotinguiba teve

tempo de exposição ao intemperismo sofrendo processos erosivos, assim como sondagens indicam solo residual de calcário em contato com Barreiras.

As areias aluvionares mostraram-se pontualmente eficientes como materiais de empréstimo, como o pacote situado na entrada da Fazenda Aguiar pelo rio Poxim Açu e o pacote situado próximo à sede da Fazenda Poxim.

O pacote formado pelas rochas da Formação Cotinguiba e Barreiras mostra-se afetado por tectônica rúptil recente, que aparentemente não afetou os aluviões. Essa tectônica pode ser a responsável pelo abatimento em direção ao oceano das rochas em questão, porém cabe lembrar que em outros trechos da Bacia Sergipe-Alagoas a Formação Barreiras apresenta inclinação rumo à costa da ordem de poucos graus, que pode não ser necessariamente condicionado por tectonismo, uma vez que o nível de base encontra-se naquela direção.

A estruturação NS e NE das drenagens, cristas, algumas dolinas, falhamentos na ombreira esquerda do Poxim Açu e alinhamentos em geral observados na área, assim como o eixo de basculamento do acamamento regional corresponderia à um controle estrutural, uma vez que é obsequente aos gradientes regionais.

Os lineamentos principais parecem freqüentemente estar vinculados a herança do embasamento (Sadowski) constituído pela Faixa Sergipana. Esta possui direção média NW, cortada por juntas subsetentrionais, que podem estar sendo refletidas na estruturação de direção NW existente em superfície na área de estudo. Da mesma forma, as estruturas NE seriam decorrentes dos esforços atuantes na abertura da Bacia e responsáveis por diversos sistemas de falhamento de mesma direção geradores dos sistemas de abatimento para sudeste que ocorrem na mesma.

As feições cársticas encontradas chegam a afetar o Barreiras sobreposto ao calcário e estão por vezes alinhadas ao longo da direção nordeste, possivelmente correspondentes à fraturas no embasamento calcário. Feições de dissolução encontradas em profundidade abaixo do nível do mar atual em sondagens realizadas podem possivelmente corresponder à fluxos subterrâneos na época da glaciação Flandriana, em que o nível do mar esteve a cerca de 130 metros abaixo do nível médio atual.

8. Conclusões

As feições cársticas encontradas estão merecendo atenção especial, principalmente aquelas junto à margem esquerda hidráulica da barragem do rio Poxim Açu para não comprometerem a estanqueidade dos reservatórios. Recomendou-se a execução de

levantamentos geofísicos de detalhe secundados por sondagens rotativas de verificação com ensaios de perda de água sob pressão para sua melhor definição.

A barragem do rio Poxim Açu está sendo afetada por falhamentos em quatro locais que também devem ser verificados quanto às suas condições de estanqueidade e estabilidade por explorações ainda mais detalhadas.

Não se encontrou, no momento, pontos de fuga laterais nas bordas do reservatório com gradientes significativos que condicionassem potenciais fugas de água do reservatório de acordo com o projetado. No entanto algumas selas estão sendo investigadas em detalhe por meio de geofísica, sondagens e eventual rastreamento por traçadores..

As feições mais próximas ao barramento, zona de maiores gradientes hidráulicos futuros, estão sendo analisadas mais detalhadamente para encaminhar eventuais soluções de engenharia como injeções de estanqueidade ou outras.

9. Referências Bibliográficas

- BRASIL. 1983. *Projeto RADAMBRASIL, folha SC. 24/25, Aracaju-Recife*. Rio de Janeiro 852p.
- BRASIL – Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Minas e Metalurgia (1997). *Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe: texto explicativo do mapa geológico do Estado de Sergipe*. Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Brasília, CPRM/CODISE. 107 p. : il. + apêndices + mapas.
- CAIXETA, J.M.; BUENO, G.V.; MAGNAVITA, L.P. (1994). *Bacias do Recôncavo: Tucano e Jatobá*. Boletim de Geociências da Petrobras. Rio de Janeiro, v 8, nº 1, p163-172.
- DICKINSON, W. R. 1974. Plate tectonics and sedimentation. In.: DICKINSON, W. R. ed. *Tectonics and sedimentation*. Tulsa ,Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1974, 204p. (Special publication, 22). P1-27.
- FEIJÓ, F.J. 1994. *Bacias de Sergipe e Alagoas*. Boletim de Geociências da Petrobrás. Rio de Janeiro, v. 8, nº1, p149-161.
- GAVA, A.; NASCIMENTO, D.A.; VIDAL, J.L.B. et al. 1983. Geologia. In: *Projeto RADAMBRASIL, folha SC. 24/25, Aracaju-Recife*. Rio de Janeiro 852p. (Levantamentos de Recursos Naturais, 30).
- MENEZES FILHO, N.R.; SANTOS, R.A.; SOUZA J.D. 1988. *Jeremoabo: folha SC. 24-Z-A-II*. Estado da Bahia. Brasília, DNPM, 1988. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB. 114p. il: mapas escala 1:100.000.
- OLIVEIRA, A. I. 1943. *Geologia de Sergipe*. Revista Mineração e Metalurgia. 16 p.
- PONTE, F. C. 1969. *Estudo morfo-estrutural da bacia Alagoas-Sergipe*. Boletim Técnico da Petrobrás. Rio de Janeiro, v. 12, nº 4, p439-474.
- PETROBRÁS, 1975. *Carta geológica da Bacia Sergipe-Alagoas, escala 1:50.000*. Rio de Janeiro. Petrobras/DNPM.
- SADOWSKI, G. R. (1982). Relatório interno da Petrobras sem reprodução autorizada.

SCHALLER, H. 1969. *Região estratigráfica da Bacia Sergipe-Alagoas*. Boletim Técnico da Petrobras. Rio de Janeiro, v 12, nº 1, p21-86.

SERGIPE – Secretaria de Planejamento do Estado de Sergipe, 1982. *Estudo de Previabilidade para Aproveitamento dos Recursos de Água e de Solos na Região Semi-árida do Estado de Sergipe*. São Paulo, IPT

SILVA FILHO, M.A. da; BOMFIM, L.F.C.; SANTOS R.A. et al. 1979. *Geologia da geossinclinal sergipana e do seu embasamento: Projeto Baixo São Francisco/Vaza-Baris*. Brasília. DNPM. 1979. 131p II.T

SILVA FILHO, M.A. da; BRAZ FILHO, P.A.; MENDONÇA J.A.C. et al. 1981. *Projeto Codise: relatório integrado*. Salvador. CPRM, 3v.

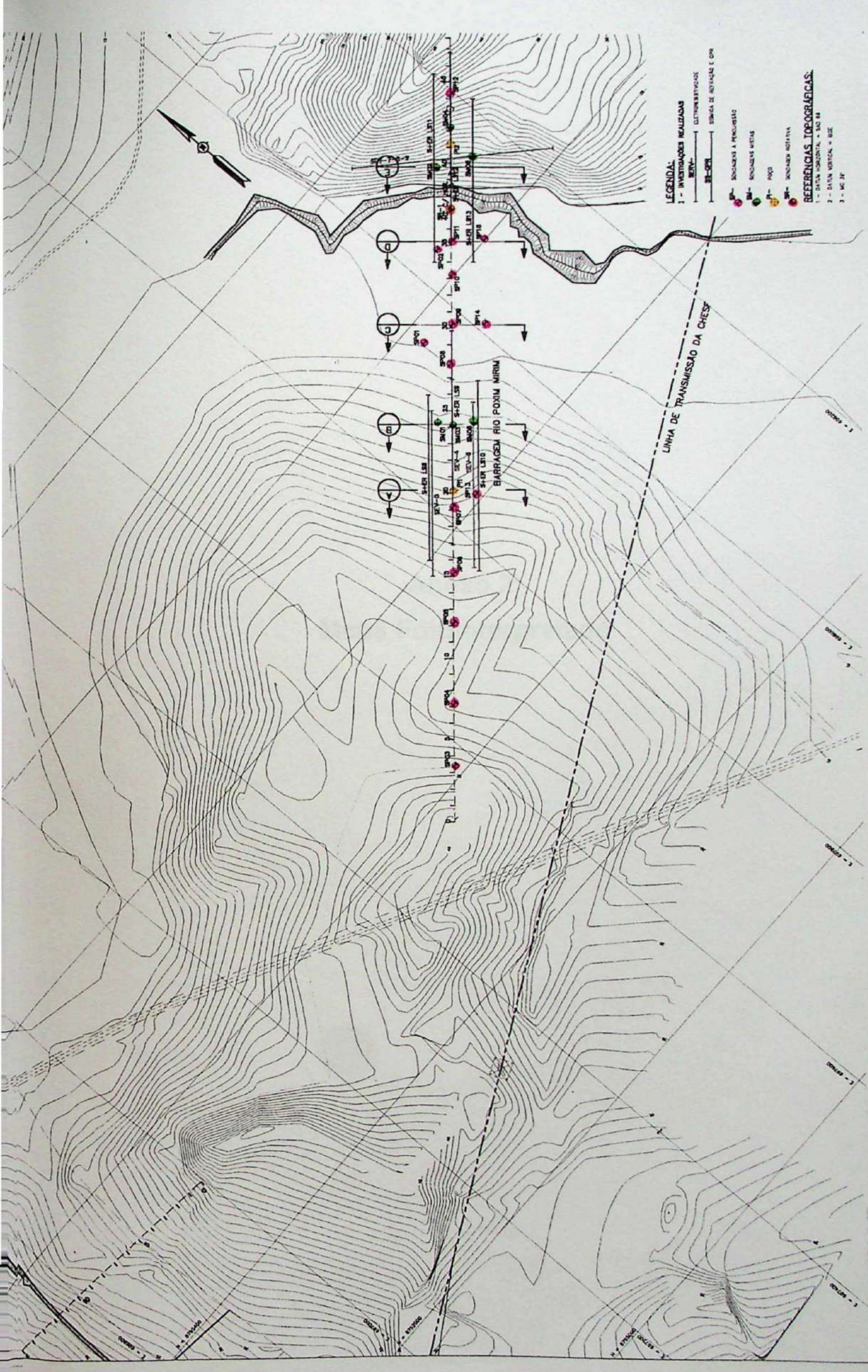
SILVA FILHO, M.A. da; BOMFIM, L.F.C.; SANTOS R.A. et al. 1981. *Geologia das Áreas dos Estado Alagoas, Sergipe e Bahia: Projeto Complexo Canindé do São Francisco*. Relatório final de geologia. Brasília. DNPM/CPRM. 118p. (série geologia, 19. Seção geologia básica 14).

SOUZA, M. H. 1982. *Análise Morfométrica Aplicada à Bacias Fluviais de Sergipe*. Dissertação (mestrado). Rio Claro, Instituto de Ciências Exatas-UNESP. 62p.

VIANA, C.F.; GAMA Jr, E.G.; SIMÕES, I.A. et al. 1971. *Revisão estratigráfica da Bacia do recôncavo Tucano*. Boletim Técnico da Petrobras. Rio de Janeiro, v 14, nº 3/4, p 157-192.

VILAS BOAS, G.S. 1996. As coberturas paleozóicas e mesozóicas. In: BARBOSA, J.S.F.; DOMINGUEZ, J.M.L. (Coords.) 1996. *Geologia da Bahia: Texto Explicativo*. Salvador. SGM. 382p. il.: Convênio SICT/UFBA/SGM/FAPEX. Anexo I mapa geológico do estado da Bahia, escala 1:1.000.000.

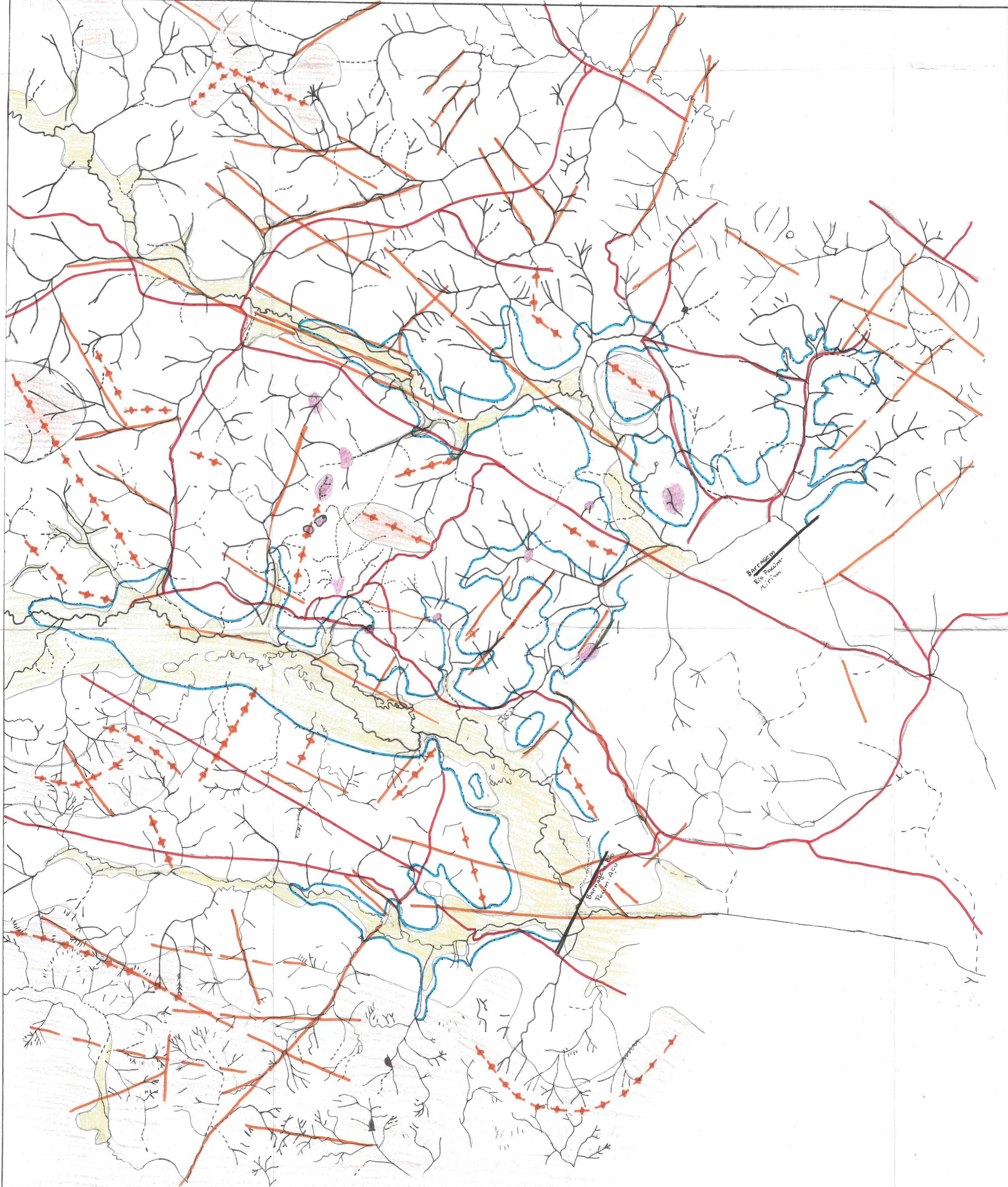
Anexo 1:
Mapa de Localização das Sondagens



- LEGENDA:**
- 1 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 2 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 3 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 4 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 5 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 6 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 7 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 8 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 9 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 10 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 11 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 12 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 13 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 14 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 15 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 16 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 17 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 18 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 19 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 20 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 21 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 22 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 23 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 24 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 25 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 26 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 27 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 28 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 29 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 30 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 31 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 32 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 33 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 34 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 35 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 36 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 37 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 38 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 39 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 40 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 41 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 42 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 43 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 44 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 45 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 46 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 47 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 48 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 49 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 50 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 51 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 52 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 53 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 54 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 55 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 56 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 57 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 58 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 59 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 60 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 61 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 62 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 63 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 64 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 65 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 66 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 67 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 68 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 69 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 70 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 71 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 72 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 73 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 74 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 75 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 76 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 77 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 78 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 79 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 80 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 81 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 82 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 83 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 84 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 85 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 86 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 87 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 88 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 89 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 90 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 91 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 92 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 93 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 94 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 95 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 96 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 97 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 98 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 99 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
 - 100 - INVESTIGAÇÕES REALIZADAS
- REFERÊNCIAS TOPOGRÁFICAS:**
- 1 - DATUM HORIZONTAL - SADO
 - 2 - DATUM VERTICAL - SADO
 - 3 - SADO

Mapa de localização das sondagens e linhas geofísicas - Poxim Mirim

Anexo 2:
Mapa Fotointerpretado



N.V.

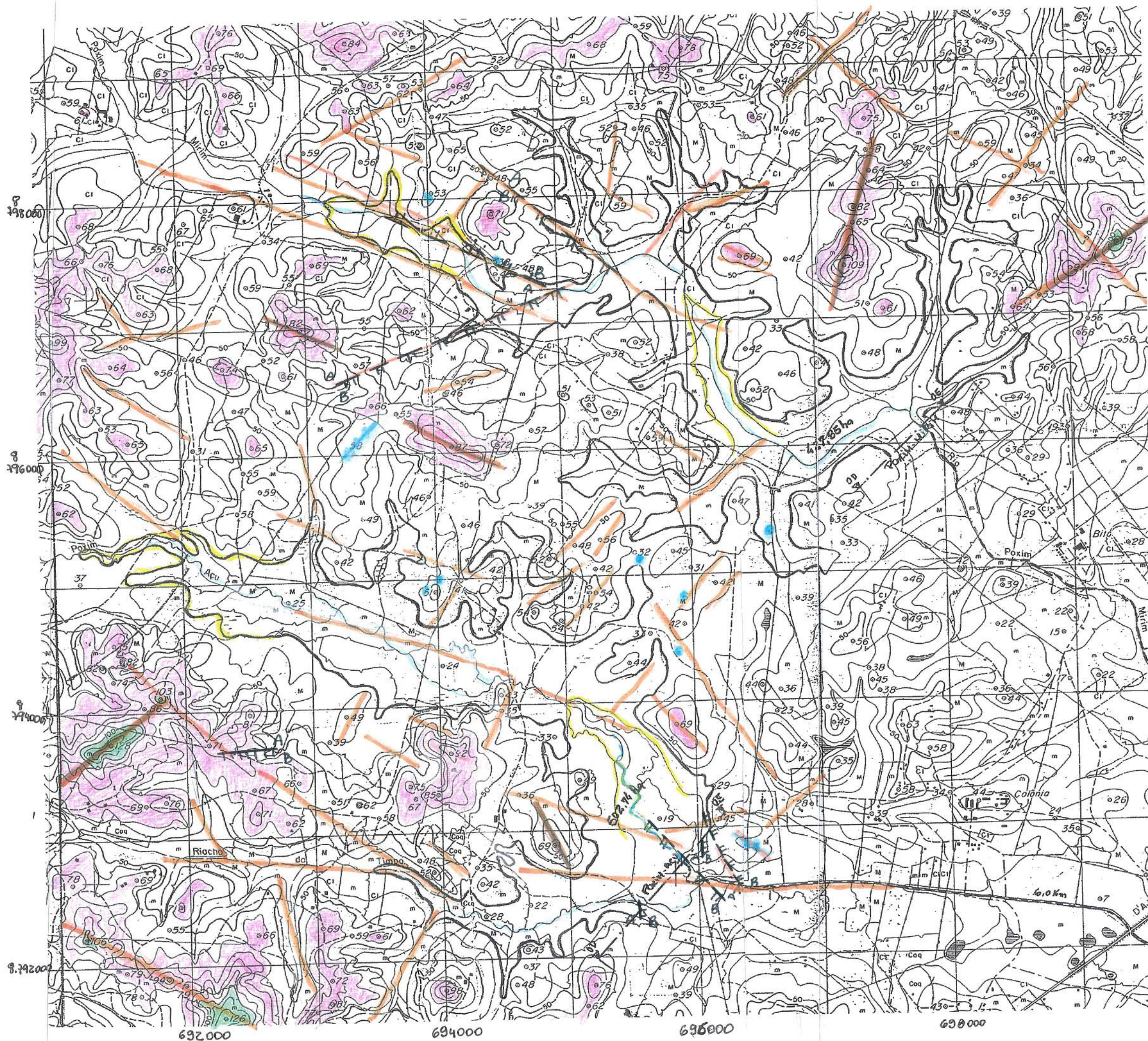
LEGENDA

- Aluvião
- Litologia mais competente: provável arenito/argila - formação Barreiras
- Litologia mais solúvel: provável carbonato
- Possíveis contatos
- Drenagem bem marcada
- Drenagem suave, pouco marcada
- Pequenos reservatórios
- Área de inundação aproximada
- Cristas de morros
- Alinhamentos/Lineamentos
- Possíveis áreas com ocorrência de dolinas
- Sumidouro
- Principais estradas/vias de acesso na área
- Eixo das barragens

MAPA FOTOINTERPRETADO
(versão 1)

ESCALA APROXIMADA
1:16.500

Anexo 3:
Mapa Morfotectônico



LEGENDA

- Cotas superiores à 100 m
- Cotas superiores à 60 m
- Lineamentos observados em fotos aéreas
- Alinhamento de cristas
- Dolinas observadas em campo
- Alinhamento de dolinas
- Drenagens principais
- Cotas equivalentes em drenagens principais

Escala Gráfica

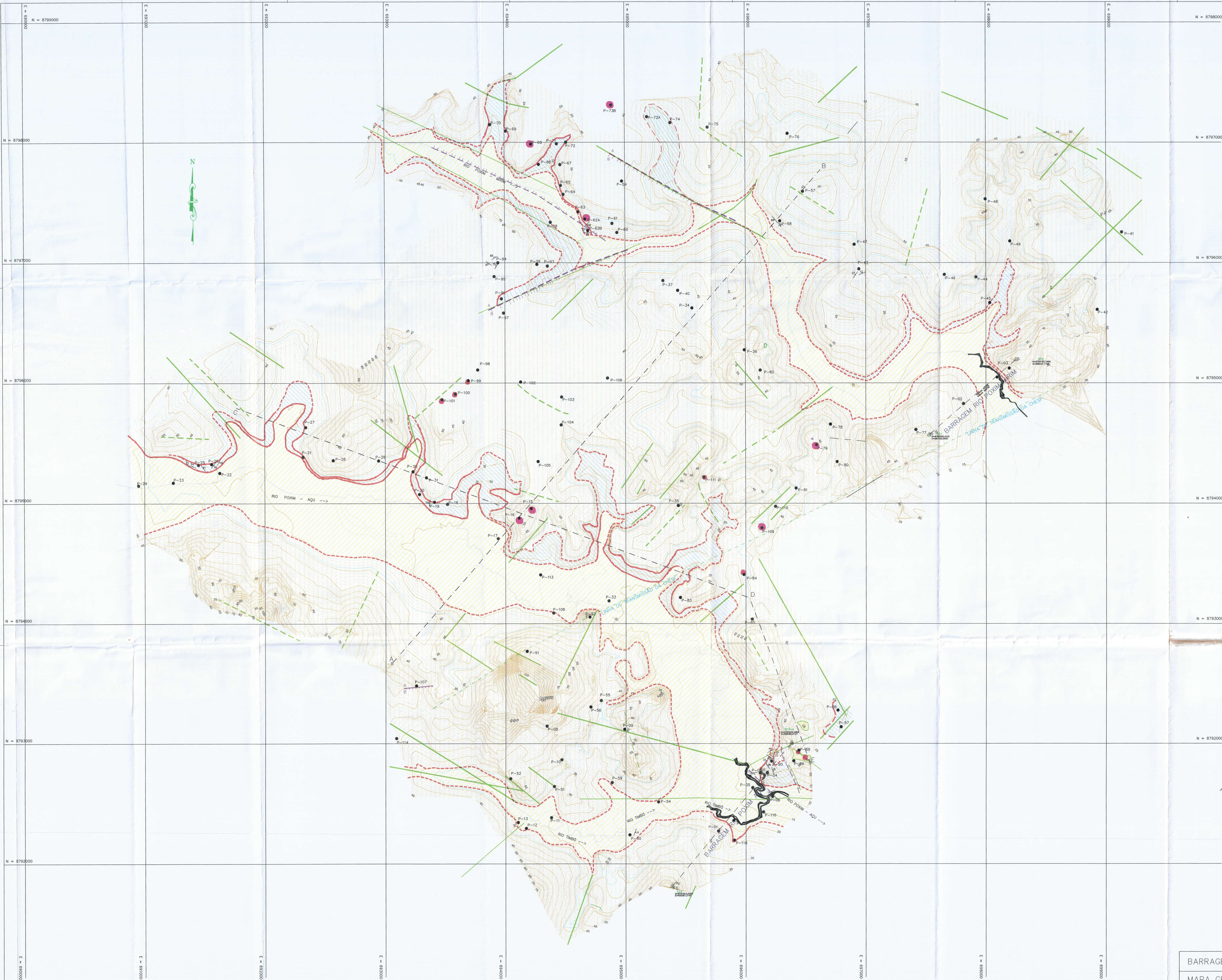


MAPA MORFOTECTÔNICO

(Base topográfica com curvas de nível a cada 10 m)

Confecção: Fabiana Santos Fernandes

Anexo 4:
Mapa Geológico Escala 1:10.000 e
Mapa Geológico de Detalhe Escala 1:2.000



LEGENDA:

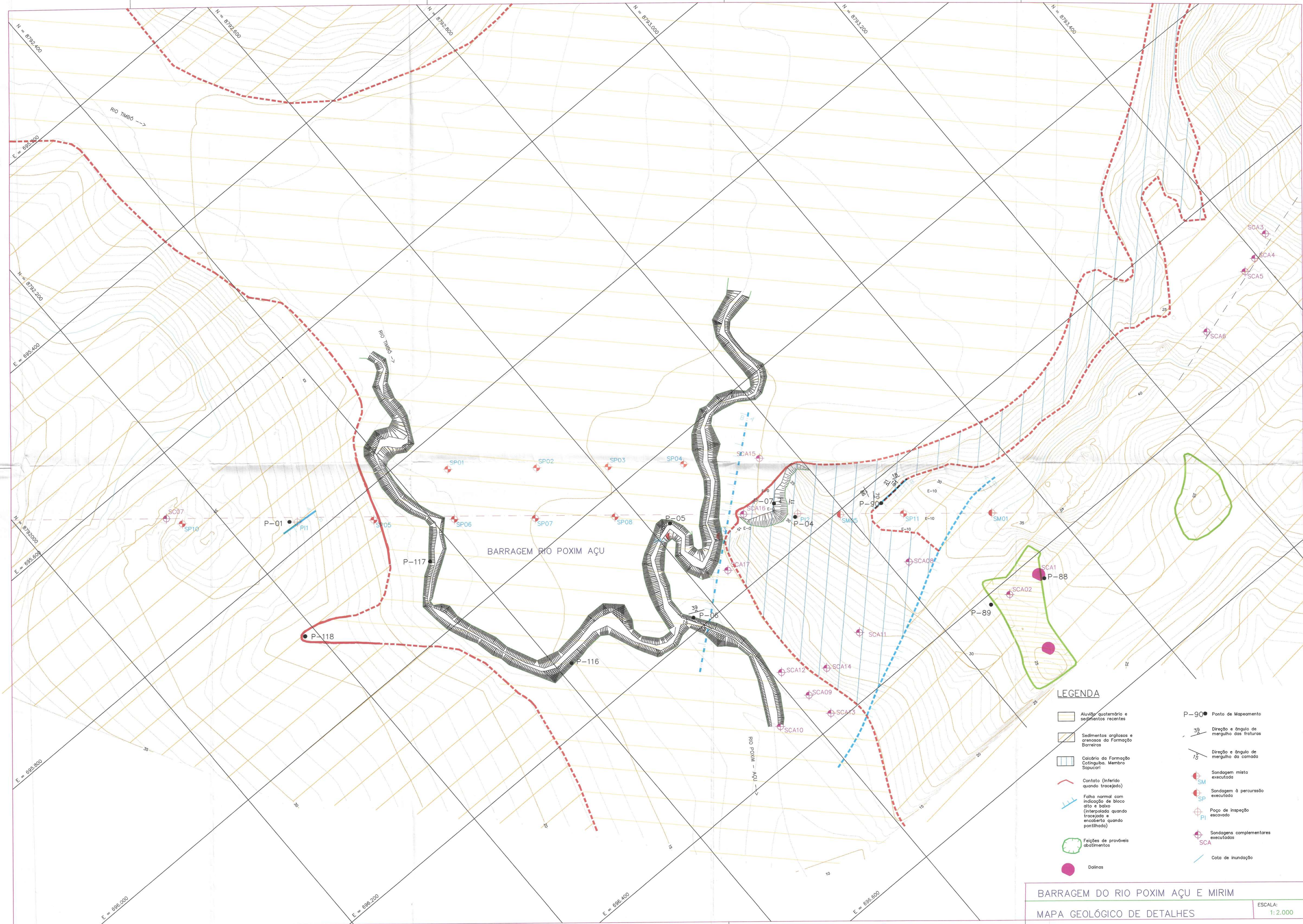
- ACAMAMENTO COM INDICAÇÃO DE MERGULHO
- FRATURAS COM INDICAÇÃO DE MERGULHO
- FRATURAS COM MERGULHO VERTICAL E SUBVERTICAL
- ALINHAMENTO OBSERVADO EM FOTO AÉREA
- ALINHAMENTO DE CRISTAS
- FALHA OBSERVADA COM INDICAÇÃO DO BLOCO ALTO E BAIXO (INFERIDAS QUANDO TRACEJADAS)
- ABATIMENTO ou DOLINAS
- SUMIDOURO
- PERFIS GEOLÓGICOS
- CONTATO INTERPOLADO OU VISTO
- CONTATO INFERIDO
- PONTOS DO MAPEAMENTO
- FORMAÇÃO BARREIRAS
- CALCÁRIO - FORMAÇÃO CONTIGUA
- ALUVIÃO

NOTAS:

BARRAGEM DO RIO POXIM AÇU E MIRIM

MAPA GEOLÓGICO

ESCALA:
1:10.000



LEGENDA

	Aluvião quaternário e sedimentos recentes
	Sedimentos argilosos e arenosos da Formação Barreiras
	Calcedário da Formação Cotigüba. Membro Sopocari
	Contato (inferido quando tracejado)
	Falha normal com indicação de bloco alto e baixo (interpolada quando tracejada e encoberta quando pontilhada)
	Fleções de prováveis abatimentos
	Dolinas
	P-90● Ponto de Mapeamento
	39 Direção e ângulo de mergulho das fraturas
	75 Direção e ângulo de mergulho da camada
	SM Sondagem mista executada
	SP Sondagem à percursão executada
	PI Poço de inspeção escavado
	SCA Sondagens complementares executadas
	Cota de inundação

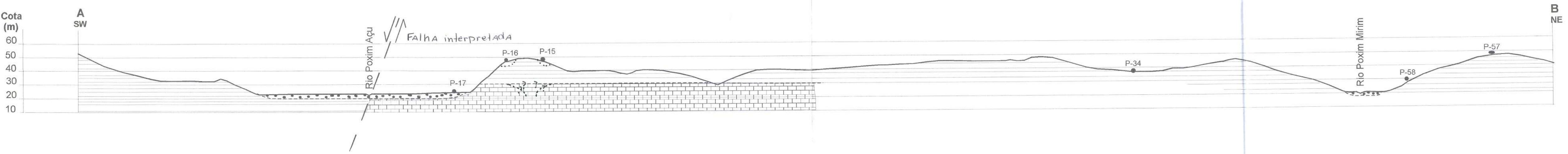
BARRAGEM DO RIO POXIM AÇU E MIRIM

MAPA GEOLÓGICO DE DETALHES

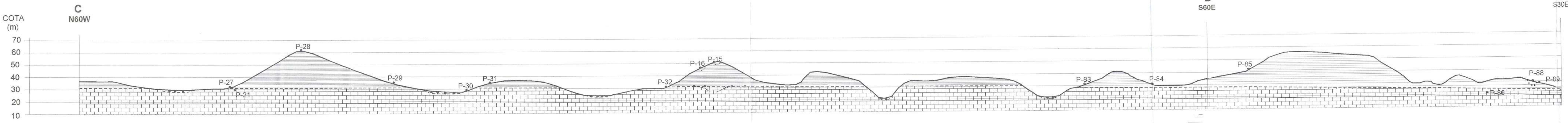
ESCALA: 1:2.000

Anexo 5:
Perfis Geológicos

Perfil A - B



Perfil C - D - E



LEGENDA

- Topografia
- Contato
- Contato duvidoso
- Dolina
- Possível abatimento
- Ponto de mapeamento
- Aluvião Quaternário
- Formação Barreiras
- Formação Cotinguiba, Membro Sapucari

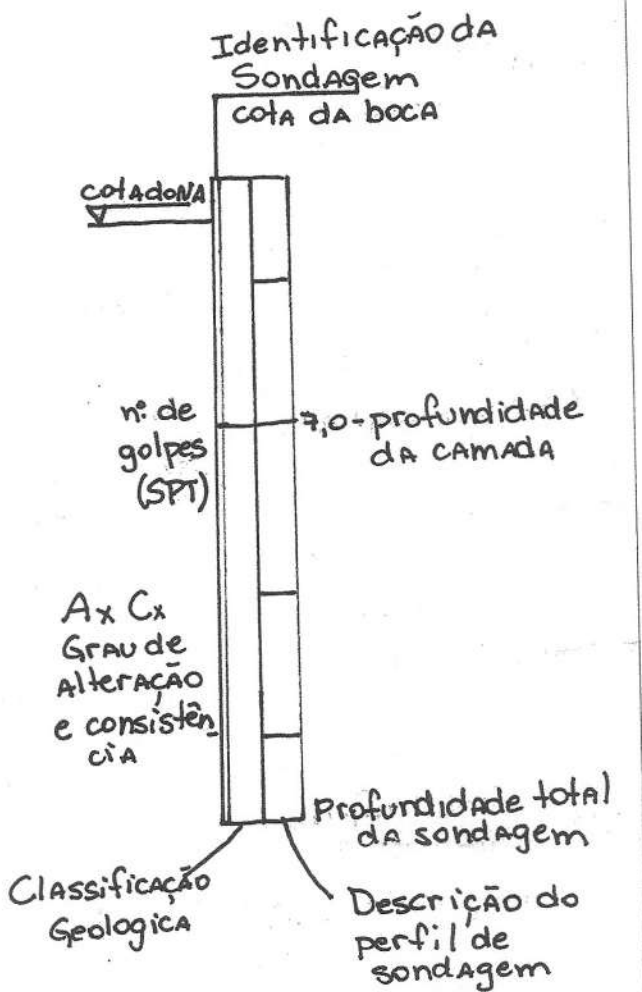
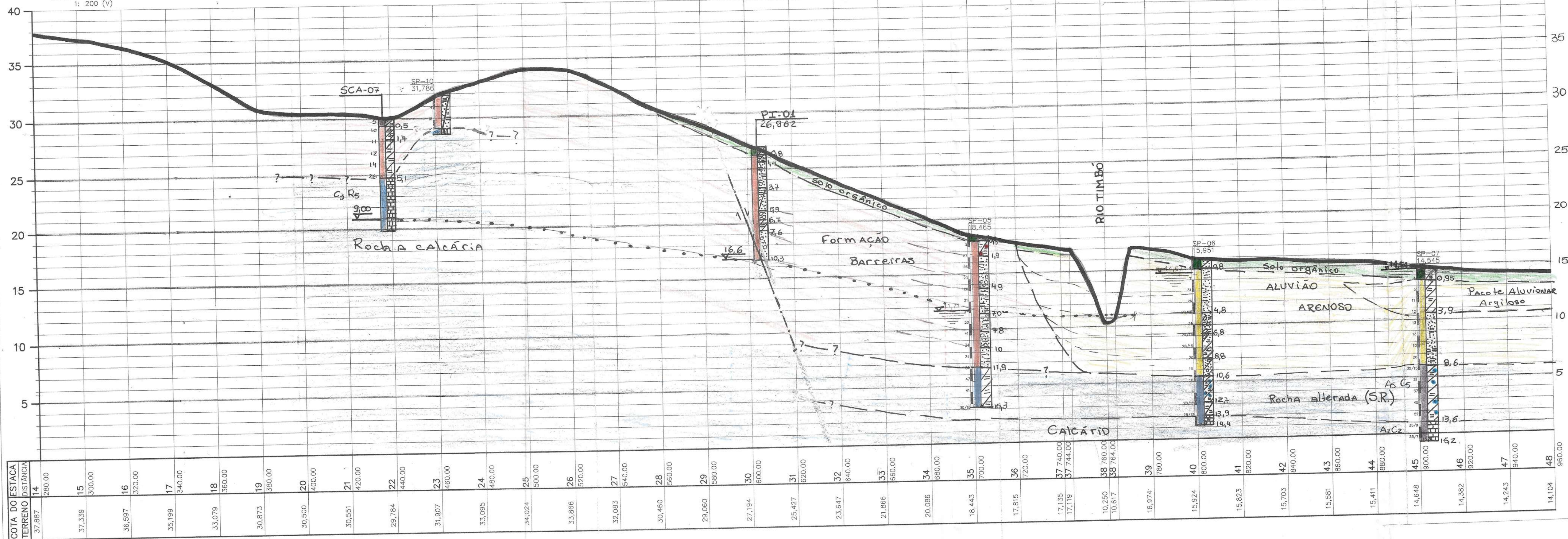
Escala Horizontal 1:10.000
Escala Vertical 1:2.000

PERFIS
GEOLÓGICOS

Anexo 6:
Seções de Detalhe da Barragem
do Rio Poxim Açu

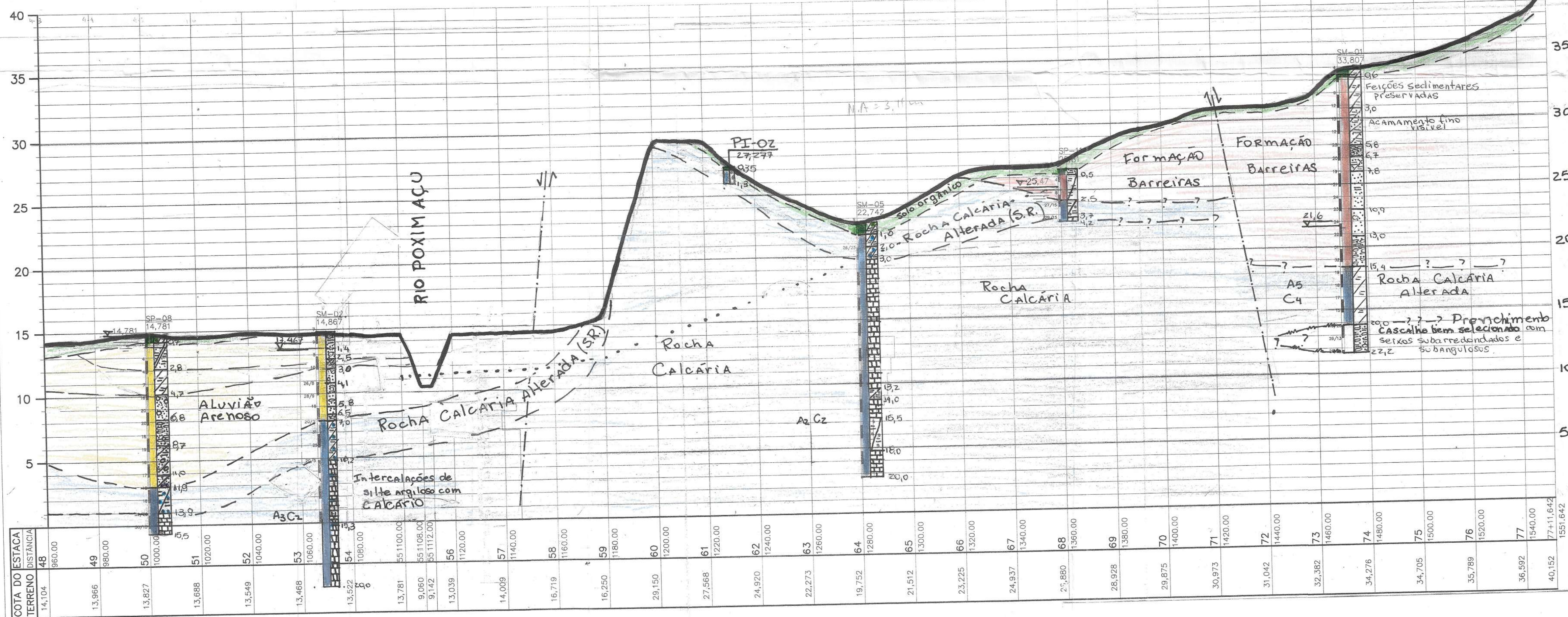
PERFIL LONGITUDINAL DA BARRAGEM DO RIO POXIM-AÇU

ESC.: 1:1000 (H)
1: 200 (V)



CONTINUAÇÃO

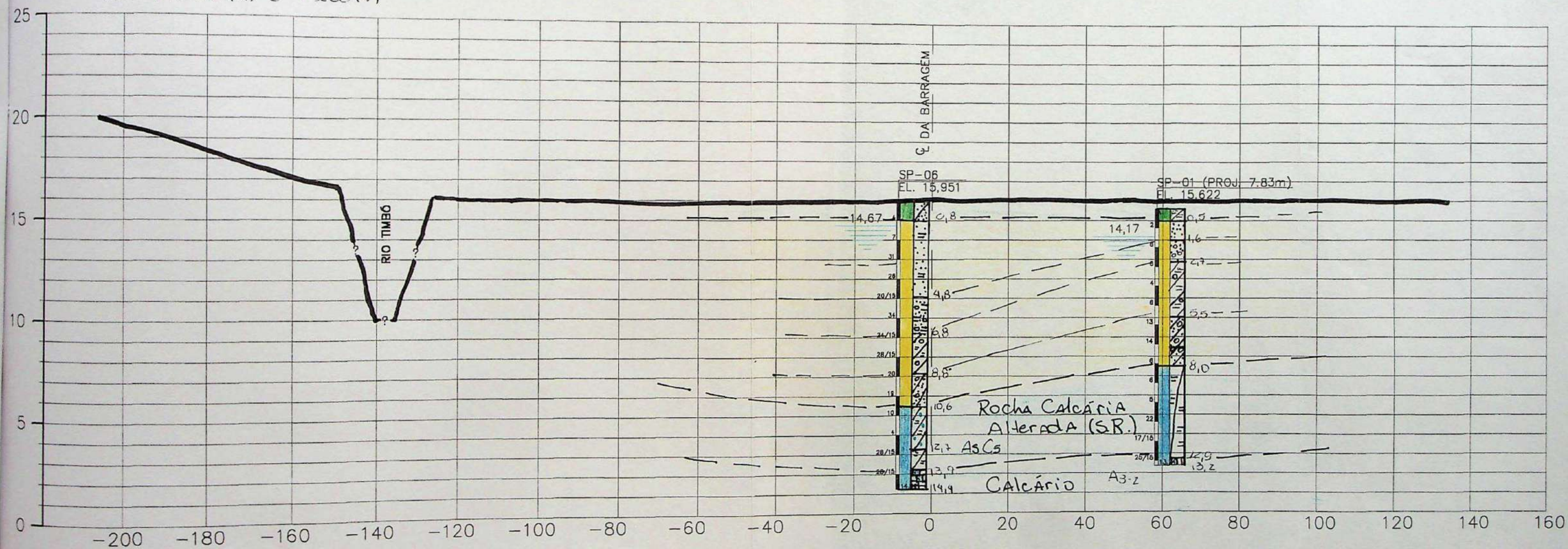
ESC.: 1:1000 (H)
1: 200 (V)



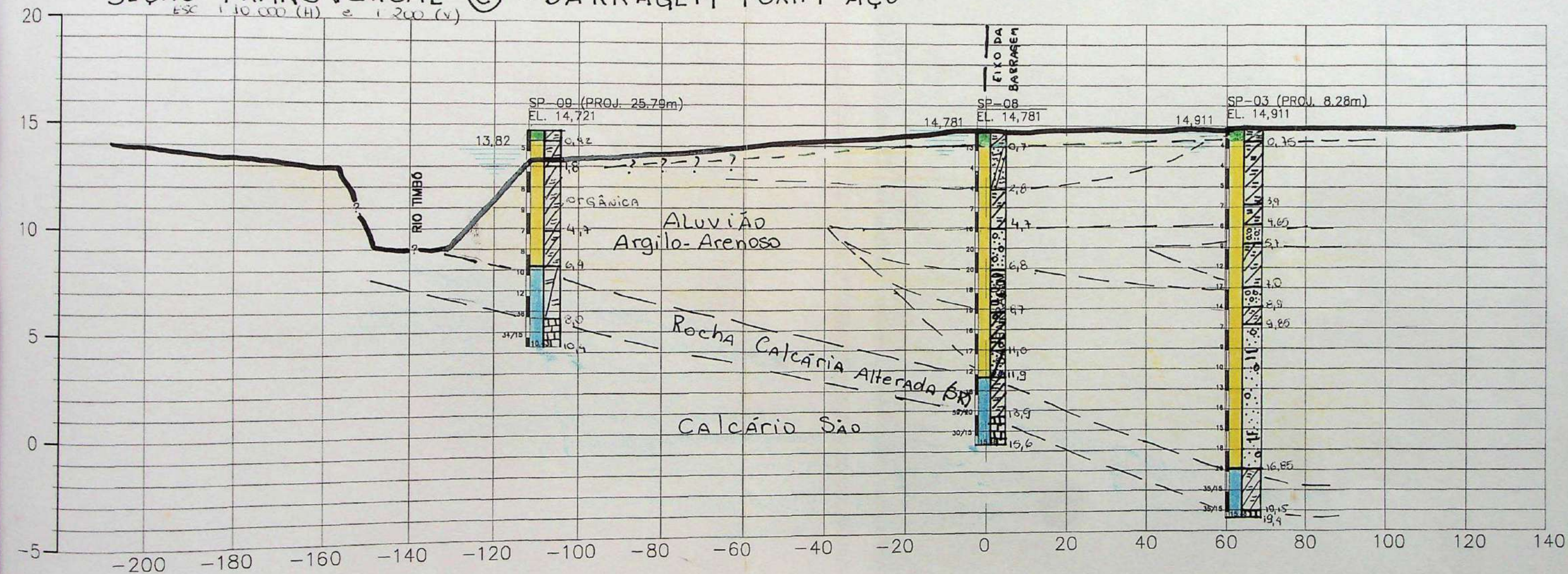
LEGENDA

- Solo Orgânico
- Aluvião
- Sedimentos argilosos e arenosos da Formação Barreiras
- Calcário da Formação Cotiguiuba, Membro Sapucaí
- Cascalho com indicação de matriz
- Areia
- Areia siltosa
- Areia argilosa
- Areia silto-argilosa
- Silte arenoso
- Silte argiloso
- Silte areno-argiloso
- Silte argilo-arenoso
- Argila arenosa
- Argila siltosa
- Argila areno-siltosa
- Argila silto-arenosa
- Calcário
- Fragmentos de calcário
- Sílex
- Concreções ferruginosas
- Matéria orgânica
- N.A. aproximado
- N.A. medido na sondagem
- Preenchimento de vazios
- Falha observada
- Falha extrapolada

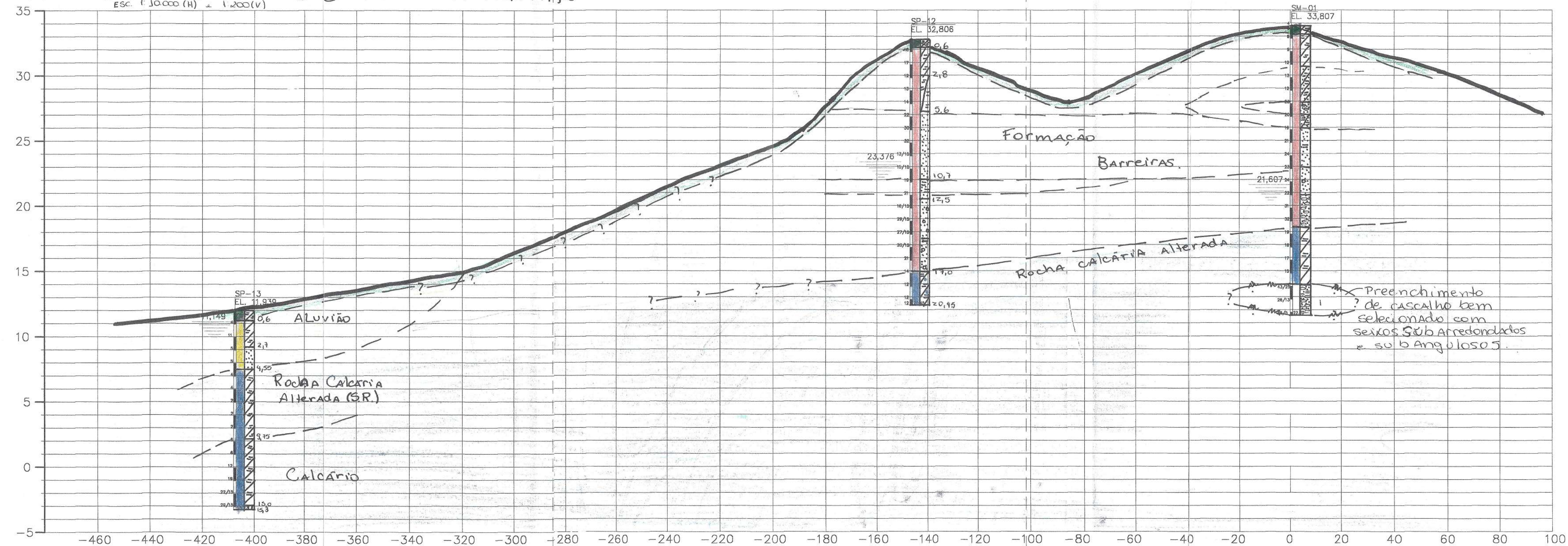
EL.(m) SEÇÃO TRANSVERSAL (A) - BARRAGEM M POXIMAÇU
 ESC. 1:10.000 (H) e 1:200 (V)



EL.(m) SEÇÃO TRANSVERSAL © - BARRAGEM POXIM AÇU
 ESC 1:10.000 (H) e 1:200 (V)

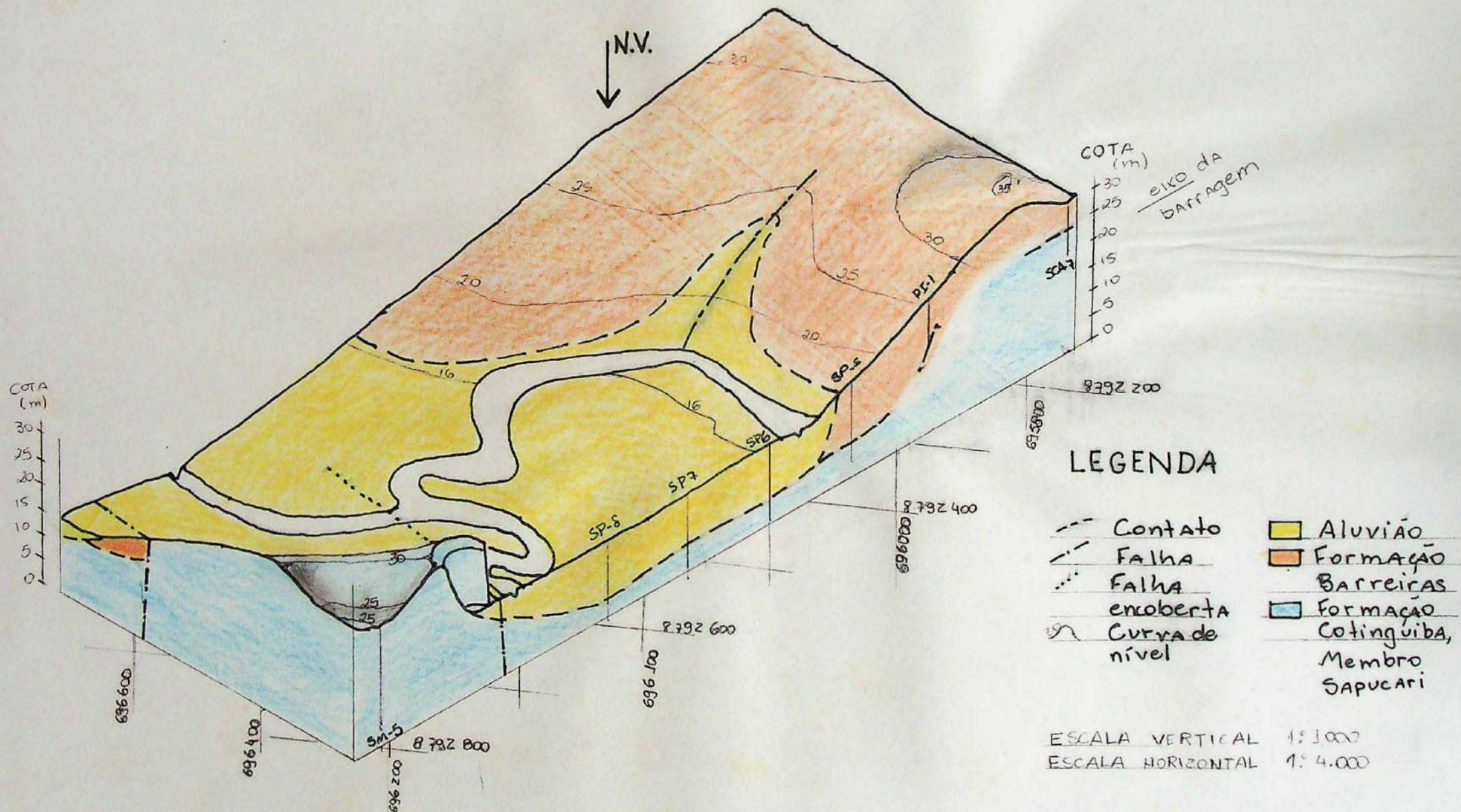


EL.(m) SEÇÃO TRANSVERSAL (F) - BARRAGEM POXIM AÇU
 ESC. 1: 30.000 (H) e 1: 200 (V)



Anexo 7:
Bloco Diagrama do Eixo da Barragem
do Rio Poxim Açu

Bloco Diagrama da Barragem do rio Poxim Açu



Anexo 8:
Tabela de Medidas

TABELA DE MEDIDAS ESTRUTURAIS
(Medidas em Mão Direita)

Acamamento		Fraturas e Juntas		Lineamentos das	Lineamentos das
Direção	Mergulho	Medidas em Campo		Fotos Aéreas	Fotos Aéreas
		Direção	Mergulho	Direção	Direção
20	30	194	79	103	66
97	35	150	90	7	45
190	24	70	80	69	75
157	21	120	80	45	120
206	18	80	87	118	150
214	15	234	85	93	124
226	18	123	81	97	110
195	17	214	74	100	38
188	17	95	86	88	133
64	17	266	70	97	113
77	15	123	83	132	132
101	15	118	74	127	115
59	13	68	85	156	46
58	15	57	72	106	47
98	9	199	39	70	114
90	9	172	66	44	56
48	8			145	123
93	20			150	121
20	11			36	80
344	13			120	96
213	10			115	75
251	12			31	150
215	27			40	29
32	18			160	21
17	11			115	133
22	19			150	75
133	11			39	141
110	24			33	125
268	12			35	124
270	9			104	93
290	9			122	31
330	6			105	36
195	8			59	42
326	11			135	27
40	4			156	30
68	13			120	6
63	15			117	58
				50	74
				125	127

