4 METODOLOGIA ADOTADA NA AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE

Visando alcançar o que foi proposto como objetivo desta dissertação, adotou-se um modelo de estudo na área experimental, que consiste nas observações de campo voltadas para a caracterização do solo e sua possível correlação envolvendo parâmetros geológico-geotécnicos, que sinalizem indícios de processos erosivos presentes, bem como a dinâmica desses mecanismos.

Desta forma, procurou-se aferir a eficiência deste modelo através do levantamento topográfico e dos aspectos geológico-geotécnicos, que juntos contribuíram para a definição dos tipos de ensaios julgados necessários para análise do processo erosivo em ocorrência, cujas características são citadas ao longo deste trabalho.

4.1. Trabalhos Desenvolvidos no Campo

Foi definida visita ao campo, afim de que fosse estabelecida uma melhor correlação tátil-visual entre os mecanismos erosivos atuantes no local e os diversos fatores inerentes ao seu desenvolvimento.

Um programa de estudo foi elaborado com o objetivo de se obter parâmetros relativos aos condicionantes locais, visando um melhor entendimento quanto aos fatores determinantes no desenvolvimento de processos erosivos, como por exemplo:

- · topografia;
- declividade do terreno superficial;
- clima;
- tipo de solo;
- hidrologia;
- deficiência da cobertura vegetal;
- tipo de exploração e manejo do solo.

Foram definidos locais específicos para retirada de blocos indeformados no interior e ao longo da Erosão 1, em função de suas características e peculiaridades inerentes aos demais processos erosivos em ocorrência na região (Figura 4.2).

Realizou-se também, a coleta de água no interior da Erosão 1, afim de que fosse submetida a análise química, de resistividade e condutividade elétrica (Figura 4.1), cujos resultados estão apresentados mais adiante.



Figura 4.1 - Coleta de Água

Pelas evidências surgidas na área de estudo (Figura 4.2), definiu-se que o levantamento plani-altimétrico da área seria a melhor forma de representá-la com vistas a evidenciar os condicionantes naturais existentes ao longo dessas feições erosivas, servindo de base para o monitoramento

futuro e a definição de novos pontos de instrumentação, a partir dos furos de sondagens a percussão (SPT) e marcos notáveis previamente estabelecidos em planta (vide Figuras 3.2, 4.2 e 4.3).

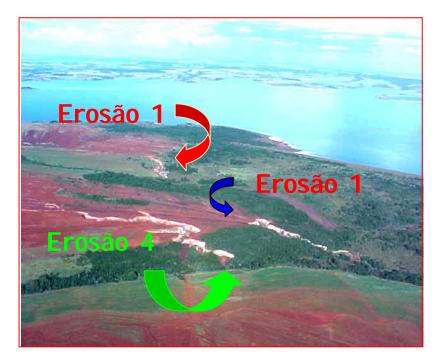




Figura 4.2 - Vista aérea com destaque para Erosão 1

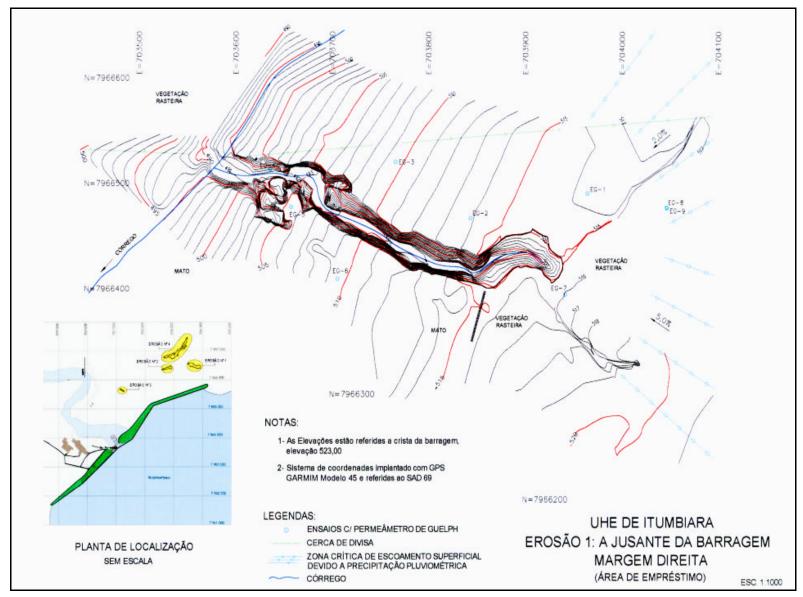


Figura 4.3 - Planta da Erosão 1

Uma outra forma de avaliar essas feições erosivas foi através da descrição dos perfis de alteração observados nas paredes dessas feições, com base nas seguintes características morfológicas: profundidade, transição entre os horizontes, cor, textura, estrutura, porosidade, consistência e presença da atividade biológica, dentre outras.

Sendo assim, os perfis representativos adotados são aquelas onde as paredes possuíam maior altura, nos quais foi possível identificar uma maior diversidade de horizontes, resultante do processo de intemperismo (Figura 4.4).



Figura 4.4 - Perfil Representativo dos Taludes

Em cada um dos horizontes identificados foram coletados blocos indeformados na proximidade da parede direita da Erosão 1 e em cada horizonte da mesma: no perfil próximo a sua cabeceira, no seu terço médio e próximo ao seu pé. As amostras receberam os seguintes níveis de classificação: Colúvio; Residual Maduro, Residual Jovem A e B, conforme Figuras 4.5 e 4.6, visualizadas a seguir.

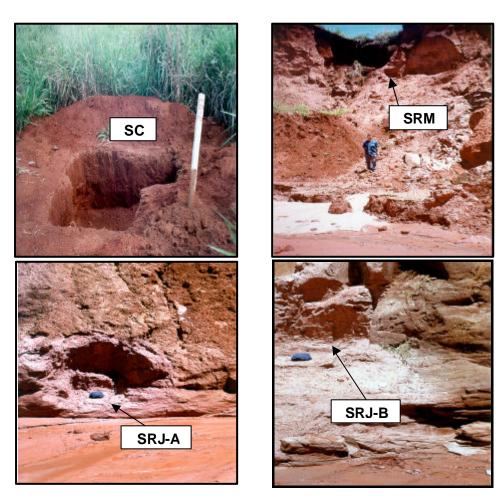


Figura 4.5 – Local de retirada de blocos (SC – Solo Coluvionar ; SRM – Solo Residual Maduro ; SRJ-A – Solo Residual Jovem A ; SRJ-B – Solo Residual Jovem B)



Figura 4.6 - Tipos de Solos

4.2. Aspecto Geológico – Geotécnicos Local

A estratigrafia do terreno e a posição do lençol freático foram possíveis a partir de informação geológico-geotécnica advinda de observações tátil-visuais de campo e resultados de sondagem a percussão (SPT), na área de abrangência do estudo, identificadas nas Figuras 3.2 e 3.7. Para tanto se procederam aos ensaios penetrométricos (SPT), que determinaram os teores de umidade do solo; os níveis da água freática (NA) e a identificação das amostras de solo por meio de registros seqüenciais, representados nos perfis individuais de sondagens, em anexo, definindo-se a partir destes um perfil longitudinal de aproximadamente 1 km dos solos representativos da área de estudo (Figura 4.7).

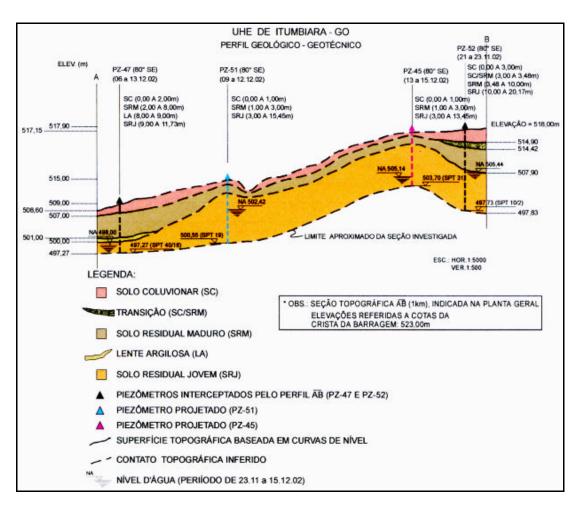


Figura 4.7 - Perfil Geológico-Geotécnico (Seção Longitudinal AB - Figura 3.2)

Foi observado, próximo das bordas superiores das erosões, desprovidas de vegetação, ocorrência de fissuras e trincas superficiais bastante expressivas, provocadas por alcovas de regressão, originadas por filetes de escoamento superficial devido ao direcionamento e concentração de água de chuvas naquela região, resultando em queda de blocos de solo para o interior das voçorocas (Figura 4.8 e 4.9).



Figura 4.8 - Alcovas de regressão e queda de bloco

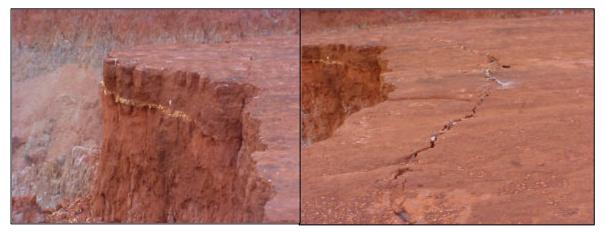


Figura 4.9 – Trinca superficial (vista lateral e superior)

Sendo notadas em algumas regiões das paredes, dessas feições erosivas, em particular no caso estudado (Erosão 1). O aparecimento de blocos de rochas com fraturas de alívio, sub-horizontal / vertical a sub-vertical, sem evidências de sur gência de água (Figura 4.10), conforme pode ser constatado adiante.

Na região de ocorrência das erosões verificou-se que o perfil geológico-geotécnico do terreno, de procedência gnáissica, é composto a partir da superfície por camada de solo coluvionar, seguida por camadas de solo residual maduro e de solo residual jovem. As espessuras dessas camadas são muito variáveis, guardando as peculiaridades individuais quanto à textura e comportamento, preservada as heterogeneidades que lhes são inerentes, apres entam uma relativa homogeneidade, quando considerada a sua distribuição espacial em planta.

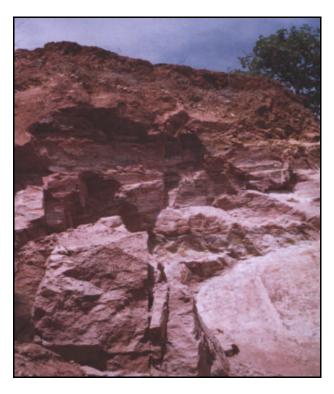


Figura 4.10 – Fraturas de alívio sub-horizontais / verticais a sub-verticais (Parede esquerda da Erosão I)

Amostras de sondagens a percussão (SPT - Standard Penetration Test) indicam que o solo coluvionar é constituído por silte arenoso a arenoargiloso, de coloração marrom a marrom avermelhada, de plasticidade baixa a média, apresentando-se pouco à medianamente compacto, de aspecto heterogêneo.

Este solo ocorre desde a superfície até cerca de 5 metros de profundidade, com extremos de 1 a 7 metros, e espessura média de 3,5 metros.

A transição do solo coluvionar para o solo residual maduro é bem definida, ocorrendo em alguns trechos uma linha de seixos, quartzo em matriz areno-siltosa, com espessura variando de 0,15 a 0,50 metros (Figuras 4.4 e 4.9).

O solo residual maduro subjacente ao solo coluvionar, é constituído predominantemente por silte argiloso a argilo-arenoso, de coloração rosada-avermelhada a vermelho acinzentado, de plasticidade média, com classificação de mediamente compacto a compacto.

De um modo geral esse solo ocorre entre as profundidades de 3 a 8 metros, com extremos de 1 a 11,50 metros, tendo espessura média da ordem de 4 metros, ocorrendo vestígios de solo residual jovem, apesar de raros, nas camadas associadas à coloração vermelho-acinzentada. A passagem do solo residual maduro para o solo residual jovem, se faz de uma forma gradual, não existindo uma nítida separação entre os dois horizontes.

O solo Residual Jovem B é sobrejacente ao maciço rochoso, sendo constituído por silte argiloso a argilo-arenoso, de coloração rosada a rosada-acinzentada, apresentando, em muitos locais, passagens esbranquiçadas, de plasticidade baixa, com classificação de mediamente compacto a muito compacto, com ocorrência geralmente abaixo das profundidades de 3 a 11 metros, podendo atingir espessuras da ordem de 15 a 20 metros.

De um modo geral este horizonte apresenta elevada quantidade de material micáceo, ocorrendo secundariamente a presença de fragmentos de quartzo. Este solo mostra-se estruturado, ficando esta característica mais evidenciada a medida que atinge a profundidade maiores no perfil do solo.

O nível do lençol freático situa-se no fundo das erosões (Figura 4.4), sendo muito raras surgências de água em suas paredes. Nos terrenos naturais, circunvizinhos às erosões, o nível do lençol freático em período chuvoso situa-se em torno de 10 a 13 metros da superfície, sendo que o nível d'água, medido a cerca de 400 metros a jusante da ombreira direita da barragem, encontra-se em torno de 6 metros de profundidade (Anexos - Perfis de Sondagem a Percussão / SPT).

4.3. Hidrogeologia Local

Como forma comparativa aos perfis identificados na face dos taludes das paredes da Erosão 1, objeto do estudo proposto, e para um melhor entendimento da hidrogeologia local, foi estabelecido que as sondagens à percussão, com ensaios penetrométricos (SPT – *Standar Penetration Test*) ao longo das erosões, tivessem um duplo sentido de aproveitamento.

O primeiro com o objetivo de confirmar a presença e influência do lençol freático ao longo dessas erosões, bem como, a coleta de amostras de solo indeformada e amolgadas, com os seus respectivos teores de umidade, a fim de compará-los com os perfis presentes nas paredes dessas fossas erosivas, através da verificação tátil-visual e ensaios de laboratório, justificando de certa forma, a continuidade da estratigrafia local ao longo da área estudada.

Outra função prevista para os furos de sondagens, foi a implantação de uma rede de piezômetros e de medidores de nível d'água; a primeira em número de nove e a segunda em número de dois, de forma a se obter uma

melhor avaliação do comportamento hidrogeológico da água de subsuperfície ao longo dessas erosões (Figura 3.2).

Os piezômetros instalados, com profundidades que variam de 10,47 metros a 21,17 metros, com cotas de elevação variável, têm como finalidade o estabelecimento de uma correlação entre as leituras de poro-pressões obtidas neste, com os piezômetros existentes ao longo da margem direita da barragem de terra da UHE de Itumbiara-GO. Esta mesma correlação foi utilizada entre os medidores de nível d'água atuais e existentes, instalados a jusante e ao longo da ombreira direita da mesma barragem, de forma a se verificar o comportamento da flutuação do lençol freático na região estudada, conforme consta nos gráficos (Figuras 4.11 e 4.12).

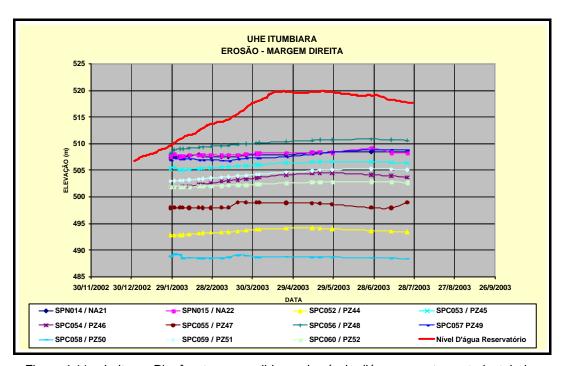


Figura 4.11 – Leituras Piezômetros e medidores de níveis d'água recentemente instalados

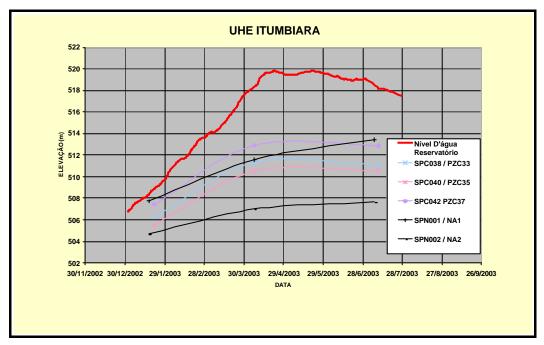


Figura 4.12 – Leituras dos Piezômetros e medidores de níveis d'água existentes ao longo da ombreira direita da barragem

Observando-se os gráficos acima, conclui-se que os piezômetros e medidores de níveis d'água instalados recentemente ao longo das erosões, não apresentam indícios de serem influenciados pelo reservatório da UHE de Itumbiara (Figura 4.11). Isto pode ser confirmado, comparando-se a trajetória das curvas de poro-pressão desse gráfico com as curvas pertencentes ao gráfico da Figura 4.12, que têm nas curvas piezométricas, uma boa correlação com a subida do nível d'água do reservatório devido a surgência do período de chuvas, conforme pode ser observado na Figura 4.13. Já para os novos piezômetros e medidores de níveis d'água pode ser observada uma tendência gradual de subida da trajetória dessas curvas em função do período de chuva.

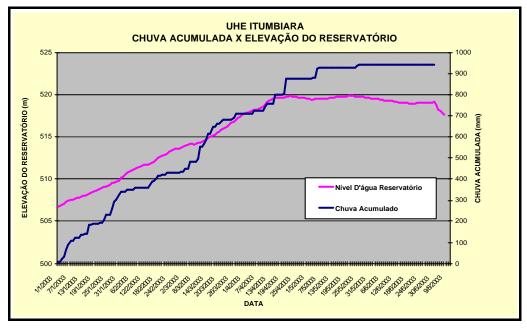


Figura 4.13 – Leituras da precipitação pluviométrica versus elevação do reservatório

Com base nas observações e registros de campo, foram montados modelos representativos, para um melhor entendimento dessa ocorrência, conforme Figuras 4.14 a 4.18.

Estes modelos mostram de uma forma geral como os mecanismos de erosão evoluem no campo. Como exemplo, para o caso estudado, Erosão 1 (Figura 4.14), pode-se dizer que desenvolve um mecanismo crescente de cabeceira, com avanço no sentido da ombreira direita da barragem de terra da UHE Itumbiara, com uma velocidade média de recorrência de aproximadamente 30m/ano.

Para os demais modelos (Figuras 4.15 a 4.18) foram feitos registros nos períodos de chuvas, que ocorreram durante os estudos, procurando-se mostrar de uma forma geral as diversas etapas de ocorrências erosivas, provocadas principalmente por incidência de água no solo.

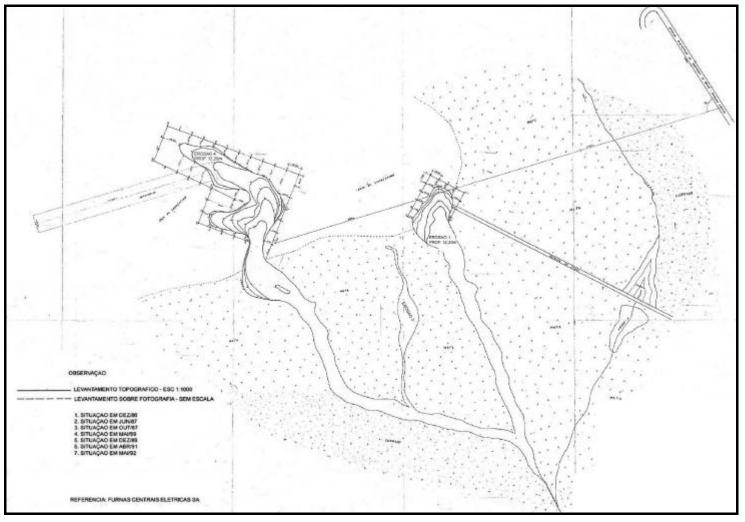


Figura 4.14 – Modelo dinâmico da evolução das voçorocas

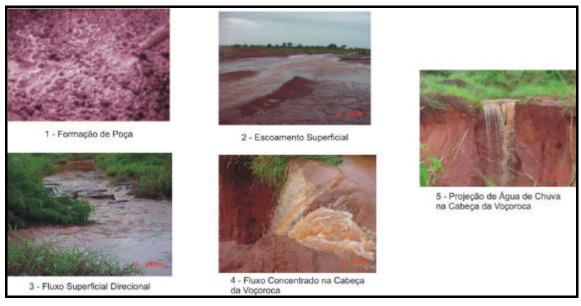


Figura 4.15 – Modelo representativo do comportamento de fluxo no processo erosivo do solo estudado (estágio I)



Figura 4.16 – Modelo representativo do comportamento de fluxo no processo erosivo do solo estudado (estágio II)



Figura 4.17 – Modelo representativo dos processos erosivos resultantes da incidência de fluxo sobre o solo estudado (estágio I)

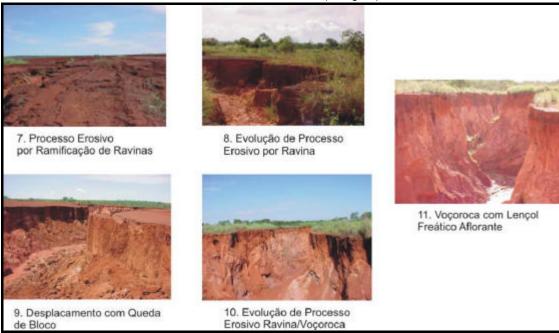


Figura 4.18 – Modelo representativo dos processos erosivos resultantes da incidência de fluxo sobre o solo estudado (estágio II)

Todos os procedimentos inerentes à instalação de equipamentos, ensaios e coleta de amostras foram regidos por normas técnicas reconhecidas nacionalmente e internacionalmente.