

**DELIMITAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CUBAGEM DA REGIÃO DE
EXPLORAÇÃO DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS
GOYTACAZES.**

IZABEL DE SOUZA RAMOS

“Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção de título de mestre em Ciências de Engenharia com ênfase em Geotecnia”.

Orientador: Josué Alves Barroso

UNIVERSIDADE ESTADUAL NORTE FLUMINENSE

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RIO DE JANEIRO
SETEMBRO - 2000

**DELIMITAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CUBAGEM DA REGIÃO DE
EXPLORAÇÃO DE ARGILA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS
GOYTACAZES.**

IZABEL DE SOUZA RAMOS

“Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção de título de mestre em Ciências de Engenharia com ênfase em Geotecnia”.

Aprovada em 01 de Setembro de 2000

Comissão Examinadora:

Josué Alves Barroso (D.Sc, Geologia de Engenharia) – LECIV / UENF – RJ

Helena Polivanov (D.Sc, Geologia de Engenharia) – IGEO / UFRJ – RJ

Jonas Alexandre (D.Sc, Geotecnia) – LECIV / UENF – RJ

Hélio Jorge Portugal Severiano Ribeiro (D.Sc, Estratigrafia) – LENEP / UENF – RJ

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente agradeço a Deus por mais esta etapa da minha vida, onde a sua presença nunca faltou.
- Ao Professor Josué Alves Barroso, pela dedicada orientação e, em particular, pelo apoio e incentivo.
- A Professora Helena Polivanov pelo apoio e amizade.
- Aos professores do LECIV pela amizade e incentivo.
- A Milton Pereira Soares Júnior, Antônio e a André Manhães do Laboratório de Mecânica de Solos da Universidade Estadual Norte Fluminense, agradecimento especial pela força e a colaboração recebida durante os trabalhos de campo e execução dos ensaios no laboratório.
- Aos bolsistas do laboratório de Solos Viviane e Érica, pela ajuda durante os trabalhos de campo e laboratório.
- Aos colegas da Secretaria do Centro de Ciências e Tecnologia, pela amizade.
- Aos colegas de Mestrado e a Roberta pela força e amizade.
- Aos meus amigos Jonas Alexandre, Luciana Muniz e Scheilla Maria Rocha que estão comigo desde do início.
- A João Alexandre, professor da Escola Técnica Federal de Campos e ao Leonardo, pela colaboração no uso do GPS e também a Rui Marra pela ajuda nas fotos aéreas.
- A minha família, principalmente a minha mãe que me apoiaram em mais esta etapa da minha vida.

RESUMO

As Cerâmicas do Município de Campos dos Goytacazes, com uma produção estimada de 75 milhões de peças por mês, principalmente tijolos, vem desenvolvendo processos de exploração e exploração inadequados à produção e ao meio ambiente. Entre esses processos destaca-se um conjunto que proveniente do desconhecimento das distribuições horizontais e verticais dos depósitos argilosos da planície de inundação situada à margem direita do Rio Paraíba do Sul. Visando-se a minimizar o problema, delimitou-se, caracterizou-se e cubou-se esses depósitos. Para tal foram desenvolvidas etapas básicas de obtenção e compatibilização de dados. A primeira, constitui-se da recuperação de dados de sondagens realizados pelo PROJIR – Projeto de Irrigação e Drenagem da cana-de-açúcar na Região Norte-Fluminense de 1984, com destaque para as centenas de descrições pedológicas convertidas em descrições próprias da Mecânica dos Solos. Em uma segunda etapa, para cada ponto de sondagens e amostragem complementar, foram determinadas coordenadas UTM e lançadas em cartas topográficas na escala de 1:25.000. Como terceira etapa, com as amostras coletadas, foram realizados ensaios de caracterização de forma a comparar os resultados com as descrições do PROJIR, através do recurso da análise tátil-visual comparativa. Finalmente, concluída a plotagem de todos os pontos e caracterizada as composições das camadas correspondentes, foram realizados perfis de modo a identificar e delimitar as áreas de perfis similares e, por conseguinte, separar aquelas adequados à exploração.

ABSTRACT

The Ceramic of the Municipal district of Campos of Goytacazes, with a approximate production of 75 million pieces a month, mainly bricks are developing exploration processes and inadequate exploração to the production and the environment. Among those processes stands out a group that originating from the ignorance of the horizontal and vertical distributions of the loamy deposits of the plain of located flood to the right margin of Rio Paraíba of the South. Being sought to minimize the problem it was delimited, it was characterized and it was cubed those deposits. For such basic stages of obtaining and compatible of data were developed. The first, is constituted of the recovery of data of surveys accomplished by PROJIR– Project of Irrigation and Drainage of the sugar-cane in the Area North-Fluminense of 1984, with prominence for the hundreds of pedologic descriptions turned into own descriptions of the Mechanics of the Soils. In a second stage for each point of surveys and complementary sampling were certain coordinates UTM and thrown in topographical letters in the scale of 1:25.000. As third stage with the collected samples characterization rehearsals were accomplished, in way to compare the results with the descriptions of PROJIR, through the resource of the comparative tactile-visual analysis. Finally, concluded the plotagem of all the points and characterized the compositions of the corresponding layers, way profiles were accomplished to identify and to delimit the areas of similar profiles and, consequently, to separate those adapted the exploration.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	XI
Lista de Tabelas	XIII
Lista de Símbolos	XIV
CAPÍTULO 1 – Introdução	1
1.1 – Apresentação	1
1.2 – Objetivos	4
1.3 – Estruturação	5
CAPÍTULO 2 – Características Gerais da Região	6
2.1 – Localização	6
2.2 – Aspectos Sócio-econômicos	9
2.3 – Clima	10
2.3.1 – Temperatura do ar	10
2.3.2 – Umidade relativa do ar	12
2.3.3 – Ventos	13
2.3.4 – Evaporação	15
2.3.5 – Precipitação	15
2.3.6 – Insolação	18
2.3.7 – Classificação climática	20
2.4 – Vegetação	20
2.5 – Pedologia	21
2.6 – Geomorfologia e Geologia	23
2.6.1 - Geomorfologia	23
2.6.2 - Geologia	25
2.7 – Argilo-minerais	26
CAPÍTULO 3 – Materiais e Métodos	31
3.1 – Introdução	31
3.2 – Caracterização das camadas	33

3.2.1– Classificação textural e/ou granulométrica	34
3.3 – G.P.S. – Global Positioning System	35
3.3.1 – Introdução	35
3.3.2 – Estrutura do sinal GPS	37
3.4 – Programa Surfer e cubagem	40
CAPÍTULO 4 – Resultados e Discussões	45
4.1 – Caracterização das camadas	45
4.2 – G.P.S.	47
4.3 – Mapas e Croquis obtidos	47
4.4 - Cubagem	48
CAPÍTULO 5 – Conclusões e Sugestões para futuras pesquisas	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXO I – Boletins de Sondagens	
ANEXO II – Tabelas de Coordenadas dos pontos de sondagens (PROJIR e G.P.S.).	
ANEXO III – Tabelas das cotas altimétricas das Folhas Topográficas e as cotas dos pontos de sondagens	
ANEXO IV – Articulação das Folhas: Topográficas, Geológicas e Pedológicas.	
ANEXO V – Relação de Cerâmicas da Região	

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O LECIV - Laboratório de Engenharia Civil tem como uma de suas linhas de pesquisa um conjunto de estudos que visa a melhoria da qualidade do produto final das cerâmicas de Campos, assim como: a redução do volume de estéril, o prolongamento da vida útil das jazidas e a minimização dos impactos ambientais provenientes de sua exploração.

Este trabalho é parte dessa linha e sua relevância é o conhecimento detalhado da distribuição das camadas dos depósitos holocênicos da planície de inundação do Rio Paraíba do Sul, o que poderá contribuir com dados para trabalhos básicos futuros e estabelecer a definição das variações horizontais e verticais desses depósitos de camadas argilosas, necessária para delimitá-las e cubá-las. Com esses dados em mãos, os mineradores poderão ser orientados sobre as formas mais adequadas de exploração, hoje realizada sem o devido conhecimento do substrato da área. A delimitação e o levantamento da área, onde poderão ser desenvolvidas novas jazidas, evitará o procedimento atual de busca de outros locais de exploração e casos em que, por desconhecimento do subsolo, encontraram-se lentes arenosas na jazida, denotando que, nessa área, houve uma deposição de material diferenciado (areia) da argila, devido à ocorrência de correntes na planície de inundação. Isso leva ao minerador abandonar a jazida, deixando as cavas abertas (Figura 1.1).



Figura 1.1 – Cava abandonada em virtude da ocorrência de camada de areia

A delimitação e a caracterização dos depósitos argilosos, também poderá dar subsídio a administração do Município de Campos, para que possa protegê-los como reserva mineral, i.e., evitando-se que a expansão urbana ocorra em sua direção ou vice-versa. Como por exemplo no caso de Itaboraí (Alves, 1990), em que, devido ao crescimento e ocupação desordenada, quase todas as jazidas atuais se situam dentro da zona urbana, existindo com isso conflitos entre os extratores e a comunidade, o que fez a Prefeitura da Cidade estabelecer que somente poderiam ser exploradas áreas fora dessa zona, acarretando restrição de matéria-prima para os ceramistas e, conseqüentemente, provocando a proliferação de lavras clandestinas.

A exploração das jazidas de Campos é feita da seguinte forma (Alves, 1990):

Primeiro é retirado, por raspagem, a camada do solo denominada horizonte A, que é um horizonte mineral com acúmulo de matéria orgânica misturada com o material mineral da superfície ou adjacente a ela (Vieira et al, 1988), com o propósito de expor o pacote argiloso. Em seguida, é iniciada a extração da argila, utilizando-se retro-escavadeiras (Figura 1.2).

As operações realizadas são:

- Escavação
- Giro para descarga do material direto no caminhão
- Volta para nova escavação

O processo é interrompido ao se atingir o nível do lençol freático, quando a cava é inundada, ou ao se esgotar a camada de argila.(Figura 1.3)



Figura 1.2 - Exploração típica de uma jazida



Figura 1.3 – Vista aérea de uma área de exploração, nota-se a interrupção da exploração ao se atingir o lençol freático.

1.2 Objetivo

O objetivo desta dissertação é a demarcação da área das jazidas e sua caracterização, ou seja, o levantamento das variações horizontais e verticais das camadas dos depósitos de argila, a fim de classificá-las, mapeá-las e cubá-las.

Com as delimitações de áreas com perfis médios pretende-se fornecer instrumento ao minerador para evitar que escave em local inadequado, no qual a espessura da camada do material a ser utilizado pela cerâmica, não seja compensatória em termos de custos–benefícios, com conseqüente abandono da área já minerada e seus reflexos ambientais. Visto que nem sempre o proprietário da terra é o dono da cerâmica, ele vende o solo para o ceramista que ao extrair a matéria-prima, deixa para trás as cavas abertas, sem a menor preocupação com a reutilização da mesma. (Figura 1.3 e 1.4)

1.3 Estruturação

No Capítulo 2 é apresentado um embasamento de aspectos gerais regionais, tais como: clima, vegetação, sócios econômicos, pedologia, geologia e geomorfologia.

No capítulo 3 são destacados, os materiais e métodos empregados na elaboração deste trabalho.

No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos utilizando-se os materiais e métodos descritos no capítulo anterior.

E finalmente no capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas na resolução deste trabalho e sugestões para futuras pesquisas.

São ainda parte integrante desta dissertação os Anexos abaixo:

Anexo I – Boletins de sondagens.

Anexo II – Tabelas de coordenadas dos pontos de sondagens (GPS e PROJIR).

Anexo III – Tabelas das cotas altimétricas das Folhas Topográficas e as cotas dos pontos de sondagens.

Anexo IV – Articulação das Folhas Topográficas, Pedológicas e Geológicas.

Anexo V – Relação das Cerâmicas.



Figura 1.4 - Área de uma jazida após a exploração - Cerâmica União

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO

2.1 Localização

A cidade de Campos dos Goytacazes está localizada na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, estando aproximadamente a 279 km da capital estadual, Rio de Janeiro (Figura 2.1). A área de concentração das jazidas de argilas, em exploração, encontra-se à margem direita do Rio Paraíba do Sul, ao longo da estrada RJ-16 que liga Campos ao Farol de São Tomé, estando a sua maior concentração próxima aos vilarejos de São Sebastião, Poço Gordo e do Mosteiro de São Bento (Figura 2.2). Esses depósitos são típicos de planície de inundação, estando ligados à flutuação do seu curso, desde a Lagoa Feia até a foz atual. A maior parte das cerâmicas está situada às margens da estrada RJ – 16, seus nomes e endereços encontram-se no Anexo V e a Figura 2.3 mostra a localização aproximada das mesmas.



Figura 2.1 – Esboço esquemático da localização do Município
Fonte: Secretária Municipal de Indústria, Comércio e Turismo.

Figura 2.2 – Região das Jazidas no Município de Campos dos Goytacazes
Fonte: Mapa de Situação de depósitos e ocorrências minerais (DRM-RJ, 1981)

Figura 2.3 – Esquema de localização das cerâmicas na estrada RJ-16 e arredores. (os pontos representam as cerâmicas). Fonte: Companhia Estadual de Gás

2.2 Aspectos sócio-econômico

Campos dos Goytacazes possui uma área de 4.037 km², sendo o maior município do estado e possuindo uma população de 389.547 (trezentos e oitenta e nove mil quinhentos e quarenta e sete) habitantes (IBGE, 1996).

A economia de Campos tem como destaque às indústrias açucareiras e as cerâmicas (Honsen, 1997). Além delas, a exploração de petróleo na Bacia de Campos é responsável, por 80% da produção nacional de petróleo e 40% de gás natural. Foi destinado a Campos, a quantia de R\$ 45 milhões de royalties em 1999. Com alta de quase 100% do preço internacional do petróleo do meio do ano passado para cá; o Município recebeu segundo levantamento da ANP (Agência Nacional do Petróleo), de janeiro a junho deste ano, 316% a mais que o ano passado num total de 66,4 milhões. As localidades do Norte Fluminense que recebem royalties vão fechar este ano recebendo cerca de R\$ 200 milhões de royalties (Morais e Balbi, 2000). Por isso a região formada por Campos e os outros sete municípios que recebem royalties; está sendo chamada de "Oriente Médio Brasileiro". (Dieguez, 2000).

As indústrias açucareiras têm oscilado em relação à produção nos últimos anos, muitas usinas têm parado suas atividades por completo ou diminuído sua produção, pois elas não investiram em tecnologia e não se modernizaram tendo com isso uma baixa produtividade em relação ao custo. Apesar disso, a indústrias açucareira é ainda uma das responsáveis pela riqueza do município, pois produz cerca de 3,9 milhões de toneladas por ano de cana de açúcar (Honsen, 1997). As indústrias cerâmicas de Campos são aproximadamente 106 (cento e seis) sindicalizadas, gerando cerca de 3000 empregos diretos, com uma produção estimada de 75 (setenta e cinco) milhões de peças por mês. A produção delas é baseada em lajotas para lajes, tijolos e telhas, segundo informações verbais do Sindicato dos Ceramistas de Campos (1999). Os processos de queima utilizados para a produção são baseados na queima de lenha e óleos combustíveis levando a certas restrições tais como: oscilações no poder calorífico, poluição ambiental, etc. A falta de uma metodologia de trabalho, leva a fabricação de produtos de má qualidade com pouca uniformidade das peças, geometria irregular, baixa resistência, etc. Alcançando com isso, um baixo custo no mercado,

apesar da boa qualidade da matéria prima e das boas condições de exploração (Alexandre, 1999).

Das Cerâmicas em funcionamento no município, apenas três utilizam o gás natural: Cerâmica Primeira, a Olivier Cruz e a Cacomanga. A Companhia Estadual de Gás espera fornecer até o fim do ano corrente para mais de 14 cerâmicas. O presidente da Rio-Gás descreve entre as principais vantagens do uso de gás natural, o aumento de produção e de qualidade das empresas, além da redução de perdas industriais, maior valor agregado, mais postos de trabalho e maior proteção ao meio ambiente pela substituição da lenha pelo óleo combustível. (Cezar,2000)

2.3 CLIMA

Baseia-se em dados coletados de diversas estações climatológicas que oferecem registros confiáveis, tais como: Carapebus, Conceição de Macabu, Concha, Degredo, Italva, Marrecas, Novo Horizonte, Santa Cruz, Santa Rita e Sossego do Imbé. Essas informações foram coletadas pelo Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense - PROJIR (1984).

2.3.1 Temperatura do Ar

A partir do exame das isotermas médias anuais (Figura 2.4 e Tabela 2.1) verifica-se que, quanto à temperatura, o clima é tropical, com módulo superior a 22°C em toda a Região. Nota-se, ainda, que a faixa litorânea é mais temperada, em virtude de sua exposição aos ventos predominantes. Na medida que se avança para o interior, observa-se o aumento gradual da temperatura até o núcleo mais quente da Baixada, com médias anuais superiores a 25°C, envolvendo a região do baixo Muriaé e estendendo-se para Nordeste até as proximidades do rio Itabapoana e para Sudeste na direção do vale do Imbé. Essa característica apresenta uma certa persistência no padrão isotérmico das médias das máximas, que indica, na região do baixo Muriaé, a máxima de 31,6°C e no litoral valores mais baixos, entre 27°C e 28°C.

Quanto às mínimas, observa-se um padrão muito mais homogêneo, com média de cerca de 18,5°C, verificando-se ainda um núcleo mais quente na região urbana de Campos apesar, dos ventos do Sul, isto pode ser explicado por causa do aumento de

Figura 2.4 – Isotermas Médias Anuais – Fonte: PROJIR, 1984

construções na cidade, que barram os ventos. Outro núcleo, de maiores proporções, ocorre na região de São Fidélis. Já este, além da ação antrópica, tem também o fato do relevo agir como barreira natural.

A distribuição anual revela, sistematicamente, o trimestre janeiro-fevereiro-março como a época mais quente do ano, podendo-se considerar também o mês de dezembro. Os meses de junho e julho são destacadamente os mais frios, apresentado praticamente os mesmos valores médios para os postos estudados, entre 15°C e 16°C.

A amplitude térmica anual, definida como a diferença entre as temperaturas médias do mês mais quente e do mês mais frio, é fraca no litoral, onde atinge os 5°C, e aumenta para o interior, podendo chegar a 8°C. No que se refere aos valores extremos, os mais altos já verificados atingem 41°C no interior da Baixada, já próximo ao litoral, dificilmente ultrapassam os 39°C. As mínimas absolutas são da ordem de 8°C no litoral; caem para 6°C nos tabuleiros e nas maiores altitudes atingem valores ainda inferiores.

POSTOS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Degredo	25,7	26,6	24,5	25,0	24,5	22,8	21,6	22,9	22,3	23,7	24,8	26,3
Concha	26,1	26,6	26,8	24,9	24,0	22,2	21,7	22,8	23,4	24,4	25,4	26,7
Stª Cruz	25,7	25,8	27,1	25,4	24,0	21,0	-	23,3	23,9	24,2	25,6	26,2
Stª Rita	26,1	26,9	26,9	25,2	24,4	22,1	22,1	23,1	23,4	24,5	25,4	26,7
Conceição de Macabu	26,6	27,4	27,4	25,3	25,3	22,6	23,7	24,1	23,6	25,1	26,0	27,5
Stª Maria	27,0	27,9	27,8	25,9	24,8	22,6	22,4	23,6	4,1	24,8	26,3	27,7
Pureza	27,1	27,7	27,8	25,7	24,1	22,1	22,0	23,9	21,0	25,2	26,5	27,1
Carapebus	25,8	26,6	26,6	24,8	24,2	21,9	21,6	24,0	22,1	23,8	25,1	26,5
Esc.Est.F.M. Veiga	25,9	26,2	26,6	24,5	23,9	21,4	21,2	22,6	22,8	23,8	24,9	26,3
Sossego	26,8	27,2	27,0	25,4	24,9	22,0	22,5	23,6	23,3	25,2	25,3	26,6
N. Horizonte	27,3	27,6	28,1	26,1	25,1	22,8	22,7	24,1	24,4	24,8	26,5	27,8
Marrecas	25,6	26,0	26,4	24,7	23,5	21,8	21,1	22,5	21,6	23,4	24,5	25,9
Italva	28,2	28,7	29,7	27,1	25,4	22,2	23,1	24,1	24,4	25,5	26,8	28,0

Tabela 2.1 – Temperatura média mensal homogeneizada - 1979 a 1981 (°C)

(PROJIR – 1984)

2.3.2 Umidade Relativa do Ar

A distribuição geográfica da umidade relativa apresenta uma clara irregularidade devido à influência do relevo e do regime de ventos. A faixa litorânea apresenta valores situados entre 80% e 82% e à medida que se avança para o interior, verifica-se a diminuição da umidade relativa, coincidentemente com o aumento do padrão isotérmico anual. As maiores isotermas (Figura 2.4), de 24°C e 25°C, definem aproximadamente a mesma região de menor umidade relativa, delimitada pela isohigra de 75% (Figura 2.5). Circunscrito por essa mesma isohigra, encontra-se um núcleo ainda mais seco, limitado pela curva de 70%, alinhado, longitudinalmente, na direção SW-NW. Esse núcleo, que encerra os postos de Novo Horizonte (69%) e Sossego (67%), define a direção geral SW-NE do vale do Rio Imbé, cuja vertente esquerda, materializada pela Serra do Mar, canaliza os ventos de NE, predominantes na totalidade do ano, promovendo os mais baixos índices regionais de umidade relativa. A distribuição anual dos valores médios é bastante regular, sua oscilação média é de cerca de 77,5%, variando entre 75% e 80%. As maiores variações ocorrem nos já citados postos do vale do Rio Imbé, onde podem ocorrer valores de até 60% nos meses de agosto e setembro, correspondentes à época de maior intensidade dos ventos do quadrante E.

2.3.3 Ventos

Devido à sua posição geográfica, a Região em estudo está sujeita aos ventos predominantes de NE, oriundos do centro anticiclônico semipermanente do Atlântico Sul, menos freqüentes são os ventos de N e os de quadrante S. Os ventos de N e E sopram, principalmente, no verão, pelo fato de ser, nessa época do ano, menos intensa a ação anticiclônica gerada a partir de núcleos de alta pressão, então mais afastados do litoral, favorecendo a ocorrência de baixas barométricas responsáveis pela atração das massas de ar, a partir daqueles quadrantes. A ocorrência dos ventos de S durante o inverno é explicada pela grande freqüência e intensidade dos anticlones migratórios provenientes daquele quadrante nessa época do ano. Já a ausência de ventos do quadrante W é facilmente compreensível em razão das barreiras naturais materializadas pela Serra do Mar, que avança até o litoral na região Sul da Baixada, e pelo sistema de elevações intermediárias entre os Rios Paraíba do Sul e Itabapoana. A

Figura 2.5 – Isohigras Médias Anuais – Fonte: PROJIR, 1984

associação do relevo com o regime eólico anteriormente descrito contribui para esclarecer melhor as tendências já reveladas pelas isotermas e isohigras anuais, correlações que são mantidas também no padrão definido pelas isolinhas de evaporação. A intensidade média dos ventos é de 3,5 m/s no litoral, chegando a menos de 1 m/s na região do interior do Tabuleiro, confinada entre as Serras do Mar, de Santo Eduardo e a divisor de águas do Rio Itabapoana. O trecho do litoral próximo ao Cabo de São Tomé, onde o alinhamento da costa sofre uma brusca mudança de orientação de N-S para E-W, é dos mais fustigados do País. Ali os ventos atingem velocidades médias anuais superiores a 3,5 m/s e podem apresentar normais mensais superiores a 4,0 m/s, especialmente no trimestre agosto-setembro-outubro.

A Figura 2.6 ilustra as variações anuais de intensidade e freqüência nos postos anemográficos do INEMET localizados em Macaé, Campos São Fidélis e Itaperuna.

2.3.4 Evaporação

As médias mensais e anuais de evaporação, calculadas com base nos dados do evaporímetro de tanque classe A, indicam que, a nível anual, a evaporação varia de 2.000 a 2.100 mm no litoral, e cai para 1.700 mm no tabuleiro. Em termos mensais, verificam-se altas taxas entre os meses de dezembro e março, com 200 mm a 250 mm no litoral e 160 mm ou mais no interior. Os meses de junho e julho são os de menor evaporação, apresentando valores de 120 mm a 150 mm no litoral e superiores a 100 mm no interior.

2.3.5 Precipitação

O padrão isoiético (Figura 2.7), a partir do qual verifica-se uma faixa de variação relativamente estreita, situa-se entre 800 mm e 1.200 mm anuais (Tabela 2.2). O mesmo padrão revela, ainda, a tendência do aumento de pluviosidade a partir do litoral para o interior. O núcleo de menor precipitação, envolvida pela isoieteta de 800 mm, parte da Barra do Furado em direção NW, atingindo em cheio a Lagoa Feia. A partir da Barra do Furado, os totais anuais aumentam, tanto para o N como para o S, ao longo da faixa costeira. O incremento na direção S é rápido, em razão da influência do relevo. Na

Figura 2.6 – Freqüência e velocidade dos ventos – Fonte: PROJIR, 1984

direção Norte há um ligeiro acréscimo até as proximidades do farol de São Tomé, chegando aos 1.000 mm. Desse ponto até Barra do Itabapoana, a região litorânea apresenta totais anuais inferiores a 900 mm. No interior, distinguem-se claramente duas regiões, que poderiam ser aproximadamente delimitadas pelo paralelo 21°45' S. Ao N desse limite encontra-se um grande bolsão, definindo, aproximadamente, a região do Tabuleiro, com valores situados entre 900 mm e 1.100 mm. Essa região é francamente prejudicada pelo relevo, que a subtrai da influência da massa equatorial continental, convectivamente instável e grande responsável pelos fortes aguaceiros de verão. A pluviosidade é maior ao S do paralelo 21°45' e a W do meridiano 41°30', zona em que a Serra do Mar mais se aproxima do litoral. Conseqüentemente, tanto os ventos predominantes de NE como os do quadrante S, muito importantes no inverno, ao atingirem aquele trecho, sofrem compressão e ascensão, induzindo ao rápido resfriamento das massas de ar e às conseqüentes precipitações. O vale do Rio Imbé, por sua exposição frontal aos ventos de NE, é particularmente favorecido. Nas cotas mais altas, os maiores totais anuais ocorrem nas proximidades do divisor de águas dos Rios Macaé e Macabu, acusando o posto de Galdinópolis, situado a 740 m de altitude, o total médio de 1.855 mm. A distribuição anual da precipitação é praticamente a mesma em toda a Região, sendo determinada, em grande parte, pela predominância das perturbações geradas durante o verão, dentro a instável massa equatorial continental. Portanto, é válido afirmar que a época chuvosa é presidida pelo "verão amplo", que se estende de outubro a abril, sendo quase sistematicamente o mês de dezembro o de maior pluviosidade. O inverno define a estação mais seca, que detém, em geral, cerca de 10% do total anual, sendo as maiores estiagens verificadas no mês de agosto.

Quanto à intensidade das chuvas, verifica-se que os maiores aguaceiros desabam, principalmente, nos meses de dezembro e janeiro. As chuvas mais intensas ocorrem no Cabo de São Tomé (220mm/24 h) e em torno de Macaé (210 mm/24 h). As áreas de menores intensidades correspondem às zonas de São Fidélis (80 mm/24 h) e da Lagoa Feia (110 mm/24 h).

2.3.6 Insolação

Em média, os maiores valores ocorrem nos meses de janeiro a fevereiro, seguidos pelos meses de julho e agosto, em função dos solstícios de verão e de inverno. A Tabela 2.3 resume os valores mensais e totais anuais de insolação em horas compilados das estações de Campos, Macaé, Itaperuna e Santa Maria Madalena.

POSTOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Usina Barcelos	98,3	62,6	70,2	69,0	56,8	30,2	35,0	26,3	44,6	92,5	139,2	134,9	858,6
Usina Carepebus	140,9	108,1	104,3	84,4	81,1	45,6	43,4	31,6	70,7	100,8	168,5	192,5	1171,9
Usina Cupim	149,9	92,0	102,1	81,6	58,0	31,9	36,9	32,9	53,9	105,5	150,3	187,5	1082,5
Usina Paraíso	99,3	69,3	80,6	73,7	54,9	30,9	44,4	23,1	42,2	85,4	128,7	128,0	860,5
Usina Pureza	148,0	113,0	93,9	61,1	34,8	26,7	23,1	18,9	45,7	95,6	150,1	177,8	988,7
Usina Stª Cruz	152,1	113,9	111,8	78,7	54,0	32,3	37,8	27,4	56,7	110,8	174,1	194,0	1143,6
Usina São José	118,3	79,7	98,9	88,8	60,5	34,2	38,2	32,9	48,2	98,3	144,5	152,8	995,3
S.F.P. das Cacimbas	108,0	67,4	83,8	62,8	45,8	39,5	44,7	29,2	47,0	105,0	137,4	137,3	907,9
Travessão	143,9	91,0	121,3	86,3	50,0	32,7	26,2	19,8	45,6	91,9	166,6	193,0	1068,3
Lagoa de Cima	174,9	136,1	119,2	81,4	52,4	26,2	25,6	24,5	52,3	87,4	178,3	226,2	1184,5
E.E.F.M. Veiga	132,0	88,0	102,7	83,7	61,9	31,4	41,3	27,7	50,9	101,6	171,9	173,1	1066,2
Pipeiras	126,4	106,0	86,1	90,5	56,6	29,9	41,9	23,7	37,3	86,6	133,6	162,8	981,4
Porciúncula	190,7	142,0	128,0	97,8	38,3	19,1	20,0	17,5	42,6	108,6	176,8	237,3	1218,7
Campos	157,9	94,1	109,9	89,9	54,5	31,8	43,5	20,4	39,0	98,1	144,8	173,5	1057,4

Tabela 2.2 – Precipitação média mensal homogeneizada
(1946/47 a 1977/78) (mm)
(PROJIR – 1984)

MESES	POSTOS			
	Campos	Macaé	Itaperuna	Stª M. Madalena
Janeiro	228,3	235,1	251,3	154,3
Fevereiro	212,1	264,8	236,1	158,5
Março	213,5	218,2	211,1	177,5
Abril	195,6	237,5	189,5	172,3
Maiο	206,7	225,9	211,6	157,4
Junho	201,9	191,1	190,9	136,2
Julho	199,5	245,6	201,4	142,7
Agosto	217,5	234,1	218,0	181,1
Setembro	151,6	176,8	170,9	164,3
Outubro	144,3	150,9	152,6	127,7
Novembro	152,3	171,6	162,5	152,8
Dezembro	170,5	191,0	203,4	150,1
TOTAL	2293,9	2542,6	2399,3	1874,9
MÉDIA	191,1	211,9	199,9	156,2

Tabela 2.3 – Distribuição da Insolação Total (Horas) (PROJIR – 1984)

2.3.7 Classificação Climática

De acordo com a classificação de Köppen, a área de estudo se enquadra no tipo climático AW, quente e úmido, com estação chuvosa no verão. Nas encostas das serras vizinhas, o clima é quente e úmido, com estação seca pouco pronunciada. Do ponto de vista do regime térmico dos solos, a totalidade da área se enquadra no conceito de regime “hyperthermic”, ou seja, com temperatura média maior que 22°C e diferença entre as médias de verão e inverno maior que 5°C até a profundidade de 50 cm de solo. (PROJIR 1984)

2.4 VEGETAÇÃO

A vegetação original encontra-se profundamente modificada pela ação antrópica, através da exploração agrícola e pecuária, atividades de longa data na Região. A

cobertura vegetal original, da qual ficaram apenas pequenos remanescentes, constituem-se das seguintes formações: (PROJIR, 1984).

- Floresta subcaducifólia;
- Floresta subperenifólia de várzea;
- Campos hidrófilos;
- Campos halófilos;
- Vegetação de restinga.

A floresta tropical subcaducifólia se desenvolvia ocupando as terras do tabuleiro Terciário (Ver item 2.6.1) atualmente encontram-se poucos remanescentes, sendo o mais importante localizado próximo a Guaxindiba, abrangendo uma área de aproximadamente 1.200 ha.

A floresta subperenifólia de várzea ocupou a vasta planície fluvial, principalmente à margem direita do Paraíba. Não existem remanescentes expressivos como consequência da expansão da cultura canavieira, que invadiu todos os terrenos originalmente com este tipo de formação vegetal. São matas de porte médio, com substrato arbustivo, densas, desenvolvidas nos terrenos mais elevados dentro da várzea.

Os campos hidrófilos, que ocupam as áreas mais baixas, quase permanentemente úmidas, com lençol freático muito próximo ou sobre a superfície do terreno, são mais freqüentes nas terras que circundam a Lagoa Feia, nas depressões da planície fluvial do Paraíba e nas depressões intertabuleiros, com exemplos típicos de gramíneas e ciperáceas, entre outros. Já nos campos halófilos, a cobertura vegetal caracteriza-se por ser mais baixa e de menor densidade.

As restingas ocorrem no limite leste, nas áreas mais próximas ao litoral, ocorrendo também em pequenos setores interiores, a noroeste da Lagoa Feia, entre o Valão do Guriri e o rio da Prata. A floresta de restinga é uma formação relativamente pouco densa, com espécies de porte médio ou baixo, de copa irregular e tronco fino ou tortuoso.

2.5 Pedologia

Fundamentalmente, a formação do solo está relacionada a diversos fatores tais como: clima, tempo, topografia, materiais de origem, organismos (vegetais e animais). A

intensidade da ação do clima e da atividade biológica sobre o material de origem está diretamente ligada ao processo de intemperismo da rocha matriz, que, ao fragmentar-se terá os seus minerais transportados, ou não, pois o arrasto desses fragmentos dependerá não só do relevo local, como dos agentes de transporte, até o local de sua deposição, pois a topografia pode agir diretamente, facilitando o trabalho erosivo e indiretamente, promovendo variações de temperatura e de precipitação, assim como de drenagem. Já o tempo é, por conseguinte, o espaço necessário para que a rocha decomposta passe a agir como solo. Ele é medido empiricamente a partir do momento em que o material originário é submetido à ação de forças do intemperismo e vai até o estado de solo amadurecido (Vieira et al, 1988).

Após análise dos mapas pedológicos na escala de 1:25. 000 (PROJIR, op. cit.) verifica-se que a região é constituída de uma associação de depósitos aluviais com solos de expressiva gleização, assim como cambissolos; à medida que se aproxima do litoral, solos tipo areia-quartzosas tornam -se predominantes.

Para uma melhor compreensão, seguem-se sucintamente, definições sobre os termos utilizados acima.

Solos Aluviais: São solos pouco evoluído, sem diferenciação aparente de horizontes, aparecem como camadas. Encontram-se ao longo de rios, em várzeas ou terraços formados por sedimentos recentes ou sub-recentes. Incluem somente os solos que venham sofrendo inundações periódicas ou que estiveram até recentemente sujeitos à ela. Podem ser argilosos ou silto-argilosos, rasos ou profundos; apresentando cores avermelhadas, amareladas ou acizentadas (Vieira et al, 1988).

Solos Gleizados: São solos hidromórficos, pouco desenvolvidos, organominerais, com horizonte A moderado ou proeminente. Apresentam profundidade variável e características no perfil típicas de condições redutoras, proporcionadas por um lençol freático flutuante que chega a superfície durante grande parte do ano. Assentam-se sobre um horizonte C gleizado. Foram formados a partir de deposições sedimentares recentes ou sub-recentes, a partir de sedimentos palustres do Quaternário. (Vieira et al, op.cit.).

Cambissolos: São solos normalmente não hidromórficos com B incipiente de profundidade mediana, argilosos, podendo serem bem drenados e com o horizonte A

fraco ou moderado. Apresenta coloração marrom amarelado a marrom escuro. (Vieira et al, id.)

Areias Quartzosas: São solos de textura arenosa, com menos de 15% de argila no perfil. Excessivamente drenados, apresentam ausência de material primários decomponíveis, sendo formados a partir de sedimentos arenosos. (Vieira et al, id.)

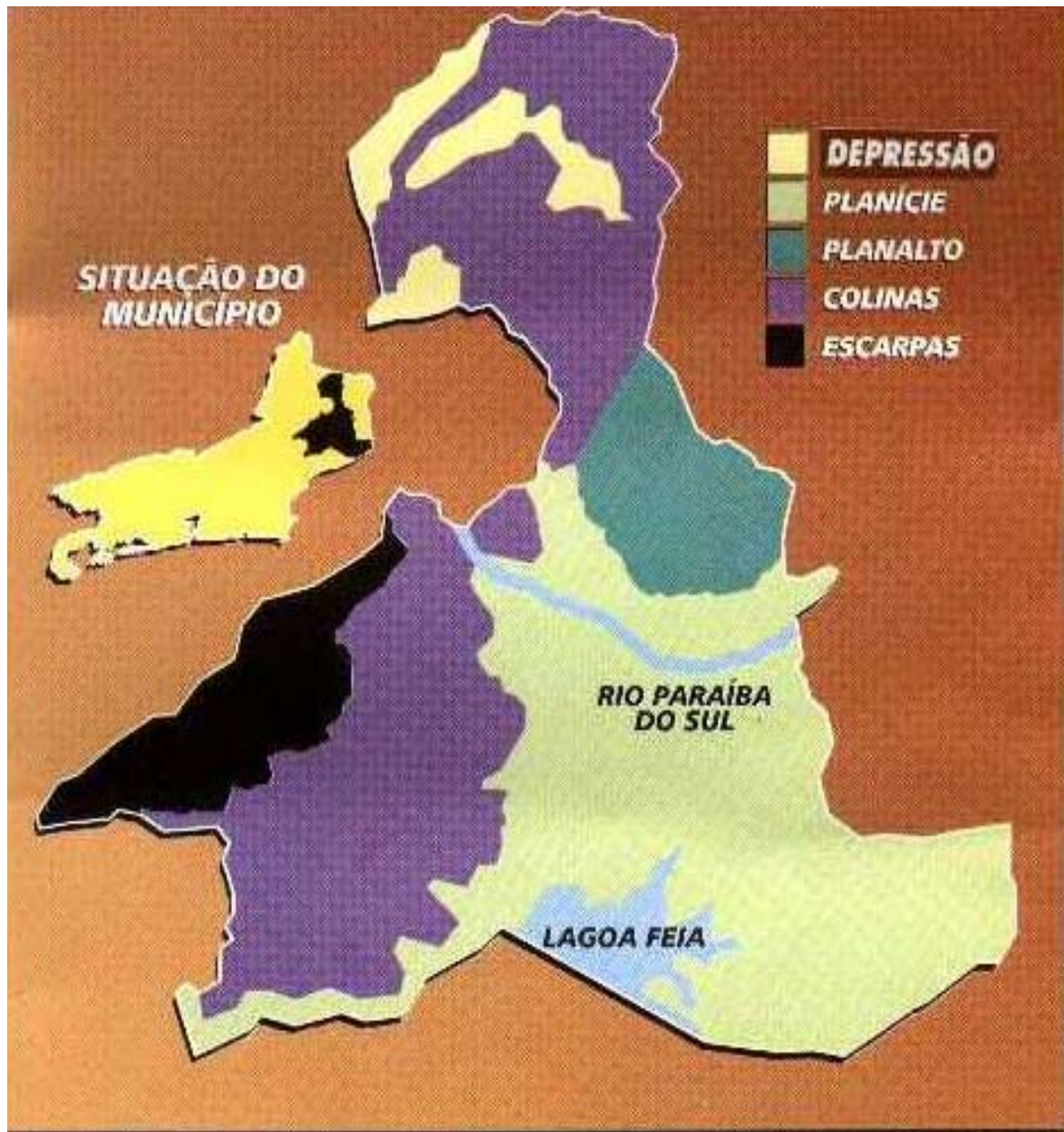


Figura 2.8 – Representação esquemática do Relevo do Município de Campos dos Goytacazes. Fonte: Secretária Municipal de Indústria, Comércio e Turismo

2.6 Geomorfologia e Geologia

2.6.1 Geomorfologia

A geomorfologia do Norte Fluminense caracteriza-se por três divisões distintas: embasamento cristalino, tabuleiros terciários e planície quaternária. (Lamego, 1945). O embasamento cristalino apresenta dois padrões que podem ser destacados (Barroso, 1997).

- Mais externo; constitui-se de morros arrasados em forma de meia laranja, drenagem dendrítica, com altitudes aproximadas de 15m. Confundem-se, às vezes, com os tabuleiros do Barreiras.

- Mais interior; formado por: relevo forte, serras e morros íngremes, com drenagem retangular.

A escarpa serrana é formada por um relevo de degradação montanhoso e extremamente acidentado, com vertentes predominantemente retilíneas e côncavas escarpadas, com topos de cristas alinhadas, aguçadas ou levemente arredondadas. Predominam amplitudes topográficas superiores a 500m com gradiente muito elevados. A densidade da drenagem é muita alta, com padrão variável de paralelo a dendrítico e próximo ao sopé a escarpa encontra-se bastante degradada, dissecada por essa drenagem (Ferreira, 1999).

Os tabuleiros ou série Barreiras são elevações de topo plano com suave declividade para o mar, constituindo, no Brasil, um dos mais extensos depósitos continentais terciários do mundo. Eles apresentam formas suavemente dissecadas com extensas superfícies de gradientes muito suaves ou colinas tabulares com topos planos-alongados e vertentes retilíneas nos vales em forma de “U” resultantes da dissecação fluvial recente (Barroso, 1997).

Possuem, de maneira geral, siltes e argilas a que se associam arenitos argilosos e leitos conglomeráticos com seixos de quartzo sem aparentes estratificações. Formam uma faixa estreita entre o embasamento cristalino e o mar, com elevação máxima de 40m. Nas proximidades da Cidade de Campos, são cortados pelos rios Paraíba do Sul e Muriaé, não ultrapassando 14m de altitude.

Em relação à planície Quaternária temos a planície marinha que constitui-se por uma sucessão de cordões arenosos e são superfícies sub-horizontais de micro-relevo ondulado; com amplitude topográfica inferior a 5m. São terrenos bem drenados com padrão de drenagem paralelo acompanhando as depressões intercordões. E a planície fluvial do Rio Paraíba do Sul que apresenta superfície plana, muito mal drenada, com lençol freático sub-aflorante. (Ferreira - idem)

2.6.2 Geologia

O embasamento cristalino é uma cadeia de rochas granito-gnássicas, formadas durante o período pré-cambriano (Lamego - 1945). (Figura 2.4)

Os tabuleiros da Formação Barreiras formaram-se durante o Plioceno em uma época de clima mais seco que o atual, sujeitos a tempestades esporádicas e violentas, na qual o nível do mar baixou; dando-se a deposição de leques aluviais coalescentes no sopé da encosta que constituem os depósitos desta formação. Esta deposição foi interrompida quando o clima passou a ter características mais úmidas (Dominguez et al, 1981). Ocorreu então um decréscimo da erosão fluvial, dando-se início à abrasão da Formação Barreiras até atingir o nível que hoje apresentam, com seus limites nitidamente recortados em antigas falésias dominando as planícies quaternárias que os separam do mar (Barroso - 1997).

Segundo estudos realizados pelo PROJIR na região, por meio de perfis em trincheiras, aprofundados com trado e sondagens, os sedimentos terciários da formação Barreiras têm a sua granulometria constituída por camadas horizontais de materiais argilosos e argilo-arenosos, contendo areias quartzosas sem estratificação marcante. Na parte superior da formação é comum a ocorrência de canga laterítica, embora o agente transportador não tenha selecionado bem o material, pode-se notar que a medida em que se desloca da área próxima aos gnaisses para a costa, os sedimentos apresentam-se mais finos e com maior contribuição de argila, sem ter, porém uma boa seleção.

São evidentes as provas de variação do nível do mar no Brasil, durante o Quaternário. As amplas planícies costeiras, caracterizadas pelos cordões litorâneos paralelos à costa e os depósitos com restos de organismos marinhos, presentes nessas

planícies, demonstram que elas foram ocupadas pelo mar holocênico. Através de estudos e datações ao radiocarbono foram identificados três níveis marinhos altos no decorrer do Quaternário (Martin, 1988):

- O mais antigo foi identificado somente na Bahia e Sergipe (uma linha de falésias no Barreiras e uma formação de recife não aflorante na Bahia). Esse nível era próximo do atual.

- Outro ocorreu há 120.000 anos, com máximo de 8 a 2m acima do atual. Nessa fase, a planície costeira do Paraíba ainda não existia e todos os vales, entalhados nos sedimentos da Formação Barreiras ou nas rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, foram invadidos pelo mar, desenvolvendo-se várias lagunas. Após 120.000 anos, com a descida do nível do mar, foram construídos terraços arenosos recobertos com cordões arenosos que se encontram encostados diretamente nos sedimentos da Formação Barreiras. À medida que o mar descia, uma rede hidrográfica, instalava-se sobre a planície escavando vales. Há 18.000 anos, houve uma subida muito rápida do nível do mar provocando a destruição da maior parte da planície costeira pleistocênica. A partir de 7000 anos, a planície costeira holocênica foi formada com o assoreamento parcial de paleolaguna, separada do mar aberto por ilhas-barreiras; as zonas baixas da Formação Barreiras e os vales escavados nos terraços pleistocênicos formaram várias lagunas alongadas ao serem invadidas pelo mar (Martin et al, 1984).

- O nível alto deu-se com 4 a 5m acima do atual, a cerca de 5.100 anos. Após, houve um abaixamento do nível relativo do mar que foi acompanhado pela transferência de areias da plataforma continental para a praia. Essas areias, retrabalhadas pelas correntes de deriva litorânea, contribuíram na construção de terraços arenosos holocênicos. (Dominguez et al, 1981)

- A ressecação parcial da laguna, no caso a Lagoa Feia, não foi só por causa do abaixamento do nível do mar, mas também pelo aporte fluvial do Rio Paraíba do Sul, que lançava totalmente os seus sedimentos na paleolaguna, formando um grande delta. No entanto é possível que, antes desta época, um braço do Paraíba chegasse até o mar aberto. ((Martin et al, op.cit.)

Durante os períodos de submersão rápida (3.800, 3.600, 2.700 e 2.500 anos), houve uma descontinuidade na construção dos terraços holocênicos que pode ser notada em um terraço ao sul da desembocadura, onde uma zona baixa paralela ao alinhamento dos cordões atravessa-o todo. (Martin et al, id.).

A planície Campista é de origem deltaica e aluvionar (Lamego, op.cit). O delta do Paraíba do Sul foi estudado por Lamego (1945) que identificou três deltas holocênicos. O mais antigo seria do tipo Mississipi (pé-de-pato); o leito do rio tinha então nível mais baixo que o do curso atual, lançando canais à direita e à esquerda, por entre os pantanais. O rio, nessa época desaguava ao sul do atual cabo São Tomé. Depois ocorreria um delta arqueado, tipo Ródano, que se superpõe ao primeiro, com o rio desaguando na borda setentrional da atual Lagoa Feia que era então uma enseada. Os sedimentos antigos dos velhos pântanos foram assim soterrados pelos novos, provenientes das enchentes de seus braços deltaicos elevando o seu nível. E a planície estendeu-se então até as margens atuais da Lagoa Feia.

Com o processo de recuo do mar e o de formação das planícies de restingas que foram sedimentando-se intercaladas de estreitas lagunas, o Paraíba foi mudando o seu curso através dessas planícies de areia até chegar ao seu curso atual. Todas essas lagunas eram caminhos pré-traçados para os braços do rio. Este último delta, denominado de “tipo Paraíba” e que ainda está desenvolvendo-se, tem a sua foz em Atafona e corresponde ao “altamente destrutivo dominado por ondas” de Scott e Fischer (1969). (Mendes, 1992)

A dinâmica costeira proporcionou a formação de obstáculos ao fluxo do rio, i.e., a construção de um esporão arenoso tendente a bloquear a foz. Este esporão é formado durante as enchentes, para que ele seja resistente a novas enchentes, a fase da vazante deve ser suficientemente prolongada; devido a este bloqueio, teve-se a deriva da foz do rio Paraíba do Sul e este deslocamento, ocorrido a cada enchente, é marcado por uma crista arqueada correspondente a acreção lateral sofrida.

Os depósitos que as compõem são arenosos e apresentam estratificação cruzada. Eles configuram-se, individualmente, como lentes e a espessura das seqüências eqüivalem à profundidade do rio. A sedimentação se dá no início da queda de nível de água das enchentes, a seleção das partículas é de moderada a boa e apresentam lamitos, devido à sedimentação da planície de inundação.

Os depósitos que as compõem são arenosos e apresentam estratificação cruzada. Eles configuram-se, individualmente, como lentes e a espessura das seqüências equivalem à profundidade do rio. A sedimentação se dá no início da queda de nível de água das enchentes, a seleção das partículas é de moderada a boa e apresentam lamitos, devido à sedimentação da planície de inundação.

A outra fonte de sedimentos arenosos, é proveniente da plataforma continental face ao rebaixamento do nível médio dos mares.(Martin et al, op. cit.).

Adjacente ao rio Paraíba do Sul, em uma área relativamente plana, desenvolveram-se as planícies de inundações. A sedimentação nesse subambiente é predominantemente clástica e periódica, consistindo os depósitos, sobretudo de silte e argila transportados em suspensão por águas que fluem mais lentas que as do canal. Se houver uma velocidade de fluxo de 40 ou 50cm/s, encontrar-se-á uma boa quantidade de areia nesses depósitos. O grau de seleção dos sedimentos é bom, com uma tendência para um decréscimo ascendente da granulometria em cada ciclo de cheia. Os depósitos apresentam-se horizontalmente laminados, com intercalações arenosas. No caso dos braços mortos do rio, depósitos de areia aparecem subsidiariamente. (Mendes, 1992).

Segundo o PROJIR (1984), os sedimentos quaternários podem ser agrupados em dois tipos: marinhos e flúvio – lacustres.

Os sedimentos marinhos são constituído exclusivamente de areias quartzosas litorâneas de coloração amarelada e acinzentada. São geralmente, bem selecionadas, granulometria variando de fina a grossa, por vezes conglomeráticas e com grãos variando de subangulares a subarredondados, sendo os grosseiros bem arredondados. Apresentam, em alguns locais, estruturas tais como: estratificação cruzada e estruturas convoluídas, ambas típicas de leque de arrombamento; assim como estratificações plano – paralelas. Geralmente estas areias formam as cúspides de lagunas e os cordões litorâneos.

Os sedimentos flúvio – lacustres apresentam uma granulometria diversa, de acordo com a sua origem. Os sedimentos fluviais são constituídos por argilas e siltes, micáceos, de coloração acinzentada, formando planícies de inundação. Também fazem parte deles, as areias quartzosas de coloração branco – amarelado, geralmente mal

selecionadas, com granulometria variando de média a grosseira, subangular, de canal fluvial. Estas areias podem apresentar estratificações cruzadas.

Os de origem lacustre são depositados em ambientes de água doce a pouco salobra, formados pelos depósitos de lagos e lagoas. O sedimento característico é uma argila plástica de coloração cinza muito escuro a negra, com altos conteúdos de matéria orgânica. Pode ainda se associar a depósitos de diatomita, de pântanos e brejos; onde o sedimento característico é a turfa, material orgânico de cor negra. Também faz parte do conjunto, os sedimentos depositados em ambiente de água salobra bastante plásticos e a vasa orgânica material de cor negra, consistência de geléia e formado predominantemente de matéria orgânica coloidal (Projir - idem).

Em profundidade, variando de centímetros da superfície até por vezes mais de cinco metros, é comum a ocorrência de camadas arenosas em praticamente toda a planície. Para melhor verificar em que pontos tal fato ocorre, foram realizados nesta tese de mestrado, tanto nos pontos de estudo do PROJIR como nos pontos obtidos durante a pesquisa de campo realizada, após terem sido plotados em cartas topográficas, perfis longitudinais das camadas na escala horizontal 1:100. Fato melhor descrito no Capítulo 3 desse trabalho.

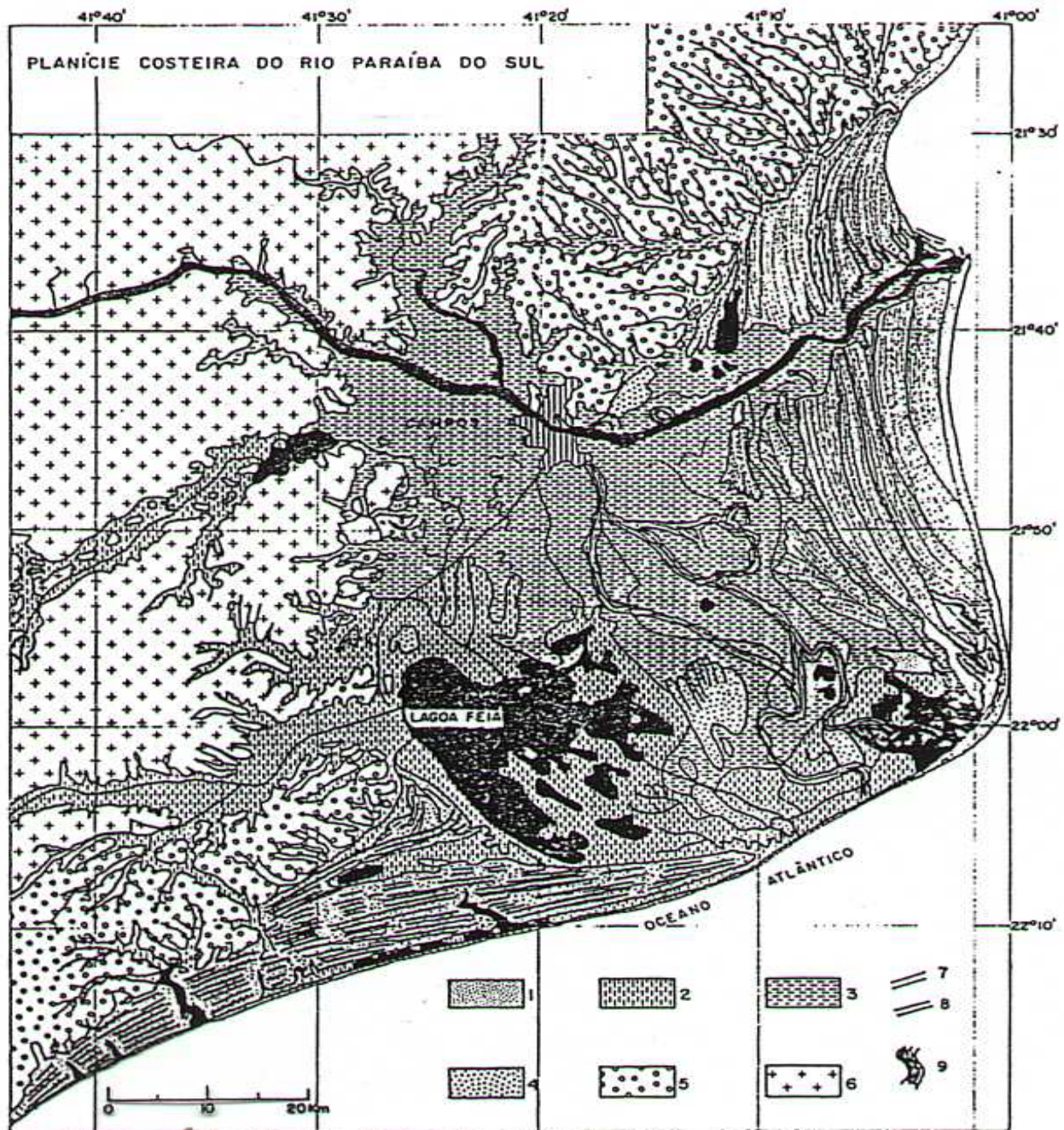


Figura 2.4 - Mapa Geológico da planície costeira do Rio Paraíba do Sul (RJ)

(1) Terraço marinho holocênico; (2) Sedimentos lagunares holocênicos; (3) Sedimentos fluviais holocênicos; (4) Terraço marinho pleistocênico; (5) Sedimentos continentais pliocênicos (Formação Barreiras); (6) Précambriano; (7) Cordões litorâneos holocênicos; (8) Cordões litorâneos pleistocênicos; (9) Paleocanais (Martin, 1988).

2.7 Argilo-minerais

Segundo estudos realizados por Alexandre (1997) em 21 amostras retiradas na área das jazidas, o argilo-mineral predominante é a caulinita (Figura 2.10). Porém, devido ao fato do solo encontrado mais adiante, nas imediações da Lagoa Feia, ser do tipo solódico, conforme pode ser visto em mapas pedológicos do local. E por ela em eras geológicas passadas, ter sido uma enseada marinha, havendo portanto nas camadas mais profundas de solo, uma grande concentração de sais principalmente Cl^- (cloreto), como verificado nas análises químicas realizadas pelo PROJIR (1984). Existe uma grande probabilidade de vir a serem encontrados, neste local, outros tipos de argilo-minerais formados por neoformação (autigênese), através da dinâmica das soluções naturais percolando estas camadas.

Mais perto da lagoa, devido: ao aterro que está sendo realizado pelos pecuaristas e ao fato do caráter álico deste solo com saturação de alumínio superior a 50% apresentando concentração de cloretos; com a remoção de camadas de solo, expondo-o de um ambiente redutor para um oxidante, vamos ter a transformação de sulfetos em sulfatos. O que acarretará na formação de ácido sulfídrico danoso para saúde da Flora e Fauna da região.

Figura 2.5 – Caulinita apresentando estrutura em forma de “booklet”
(Alexandre, 2000).

CAPÍTULO 3

Materiais e Métodos

3.1 Introdução:

A realização do trabalho de levantamento das camadas dos solos, segundo Salomão e Antunes (1998), envolve várias etapas que são, de uma maneira geral, as seguintes:

A. Trabalhos de gabinete; envolvendo levantamento bibliográfico e coleta de dados disponíveis sobre a área a ser estudada tais como: cartas topográficas, geológicas, pedológicas e fotos aéreas. Isto permite a elaboração de um roteiro para os trabalhos de campo, estabelecendo-se critérios a serem utilizados.

B. Trabalhos de campo; englobando o reconhecimento geral da área, visando identificar, distinguir e como nela se distribuem as diversas camadas de solo. Devem ser notadas as correlações existentes entre as classes de solo e os fatores de sua formação tais como: material de origem (litologia) e condições de drenagem.

C. Trabalhos de laboratório, envolvendo as análises químicas, físicas e mineralógicas das amostras.

As descrições do solo, segundo Lemos (1996) constituem-se do registro metodizado das suas características (espessura, cor, textura, estrutura, consistência, transição entre camadas, porosidade, cerosidade, cimentação, nódulos e concreções minerais e eflorescências), através do estudo e exame do solo em seu meio e condições naturais (análise tátil-visual).

No caso do trabalho em questão a etapa A, forneceu os seguintes dados:

- Cartas Topográficas na escala de 1:25. 000 com curvas de nível eqüidistantes 5m (PROJIR - 1984).
- Cartas Geológicas na escalas de 1:50. 000 com curvas de nível eqüidistantes 20m (DRM - 1981).
- Cartas Pedológicas na escala de 1:25. 000 (PROJIR - 1984).
- Relatórios Técnicos Setoriais volume I Tomo 1 a 3 (PROJIR - 1984).
- Anexo A - Perfis de Solos com Análise Completa (PROJIR - 1984).
- Anexo B – Tomos I a VI – Perfis de Solos com Análise Parcial com Granulometria. (PROJIR - 1984).

Os relatórios e anexos são referentes aos estudos e levantamentos pedológicos realizados pelo PROJIR em 1984 com o objetivo de gerar cartas pedológicas. A articulação das folhas citadas encontra-se no Anexo IV desta dissertação.

De posse desses dados foi efetuada a etapa B, ou seja, o trabalho de campo. As coordenadas UTM dos locais analisados foram obtidas através do sistema de GPS ou das cartas pedológicas, quando se trata dos pontos do PROJIR.

As amostras coletadas foram colocadas em sacos plásticos, etiquetadas e enviadas ao laboratório. Foram seguidos os procedimentos padrões de coleta e armazenamento, de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo, de Lemos (1996). Os locais coletados foram os da jazidas em exploração e abandonadas (Figura 3.1), assim como em pontos estudados pelo PROJIR.

Em relação à etapa C, foram feitos, para a diferenciação das camadas, os ensaios de Granulometria, por peneiramento e sedimentação, e os Limites de Atterberg. Realizados sempre que a análise tátil-visual deixou dúvidas quanto à caracterização do material, ou quando houve casos em que ensaios de caracterização ainda não tinham sido realizados.



Figura 3.1 – Limpeza e obtenção de amostras do perfil. Em frente, o tripé da antena do G P S.

3.2 Caracterização das camadas

Segundo Pastore e Fontes (1988) o procedimento da classificação, ou seja, a determinação da categoria de comportamento, para fins de engenharia, à qual um solo pertence, é precedido pela caracterização. A base dela é a descrição dos aspectos, ou características de interesse, com o objetivo de classificação.

As descrições foram realizadas em cortes ou exposições do solo, por escavações e em sondagens, aliadas a ensaios expeditos e de laboratórios, permitindo-se elaborar, de forma bastante completa, boletins e seções, separando-se as camadas em grupos classificados quanto à gênese e ao comportamento geotécnico esperado. Elas foram feitas destacando-se a

textura, cor, plasticidade, enfim um conjunto de aspectos que configuram o procedimento conhecido como análise tátil-visual. Em uma segunda fase, de posse dos dados do laboratório, foi realizada a classificação descrita a seguir.

3.2.1 Classificação Textural e/ou Granulométrica

Neste tipo de classificação, os solos foram agrupados pela textura, ou seja, pelos tamanhos predominantes de suas partículas, através do ensaio de granulometria, ao que se somou a determinação dos índices Atterberg e, de acordo com a espessura das respectivas camadas, individualizar aquelas mais adequadas à extração.

Os ensaios de granulometria foram realizados por peneiramento e sedimentação, com uso de defloculante hexametáfosfato de sódio. A massa específica real dos grãos pelo método do picnômetro e os limites de plasticidade pelo cálculo da porcentagem de umidade e os de liquidez com utilização do aparelho de Casagrande. Todos foram realizados conforme as seguintes normas da ABNT (1980):

- NBR 7181 – Granulometria com sedimentação;
- NBR 6508 – Massa específica real dos grãos;
- NBR 6459 – Limite de liquidez
- NBR 7180 – Limite de plasticidade

A separação das frações do solo foi feita segundo a escala do M.I.T - Massachusetts Institute of Technology. As mesmas normas foram seguidas pelo PROJIR para suas análises físicas.

As análises granulométricas, com a percentagem de cada camada, estão descritas nos boletins de descrição dos pontos que se encontram em Anexo I.

Através de onze Cartas Pedológicas de 1: 25.000 (PROJIR, 1984), obteve-se quinhentos e quarenta e nove pontos, cujas coordenadas foram obtidas dos mapas pedológicos do PROJIR, por meio de um escalímetro.

Quarenta e cinco pontos são de jazidas em exploração, cujas coordenadas foram obtidas com o GPS.

A área total estudada foi a de aproximadamente 700 km². Cada ponto encontra-se plotado nas Cartas Topográficas do PROJIR na escala de

1:25.000 e gerou um perfil vertical na escala de 1:100. As Cartas com os perfis traçados acham-se nos arquivos do LECIV e a articulação das cartas encontra-se no Anexo IV.

3.3 GPS – Global Positioning System

3.3.1 Introdução

GPS vem da simplificação de NAVSTAR GPS (Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System), que é um sistema de rádio navegação por satélites, fornecendo ao usuário, com equipamento apropriado, coordenadas precisas de posicionamento tridimensional, além de informações de navegação e tempo. O acesso a este sistema, a nível mundial, se dá de forma ininterrupta, independentemente das condições meteorológicas. O desenvolvimento do sistema teve início em 1973 basicamente para uso militar, que necessitava de um sistema de posicionamento espacial e capaz de gerar coordenadas para mísseis, tendo em vista o projeto “Guerra nas Estrelas”. (Beraldo e Soares, 1995)

O Joint Program Office (JPO), Divisão de Sistemas Espaciais da USAF (United States Air Force), valeu-se de tecnologia de processamento de sinais, da banda L, desenvolvida pelo MIT. Estes estudos possibilitaram utilizar a fase da onda portadora da banda L, para cálculos da trilateração espacial. A banda L é uma faixa de micro-ondas de frequência em torno de 1 a 3 GHz e comprimento de onda λ em torno de 23 cm.

Em 1978, começou o lançamento dos primeiros satélites NAVSTAR e em 1994 este sistema atingiu sua configuração final constituída de 24 satélites operacionais, colocados em órbita aproximada de 20.200 km de altura sobre a superfície da Terra. Esta configuração permite observar 24 horas por dia, pelo menos quatro satélites simultaneamente em qualquer parte do mundo (Tabela 3.1).

Devido ao alto custo desse projeto e com a constatação, pelo MIT, da excelência em aplicações civis. O Congresso Americano com a anuência do presidente Norte-americano pressionou ao Pentágono a abrir o sistema NAVSTAR para o uso civil e de outros países. (Beraldo e Soares, id.).

O GPS foi desenvolvido basicamente como um sistema voltado para a navegação; e o princípio fundamental da navegação está baseado na medição das chamadas pseudodistâncias (*pseudorange*) entre o usuário e quatro satélites. Portanto conhecendo as coordenadas dos satélites num sistema de referência adequado, pode-se determinar as coordenadas da antena do usuário. Pelo ponto de vista puramente geométrico bastariam três satélites (três distâncias). Mais a quarta observação é necessária para sincronizar o relógio do receptor com os relógios dos satélites, esta falta de sincronização, é a razão pela qual se usa o termo "pseudodistância".

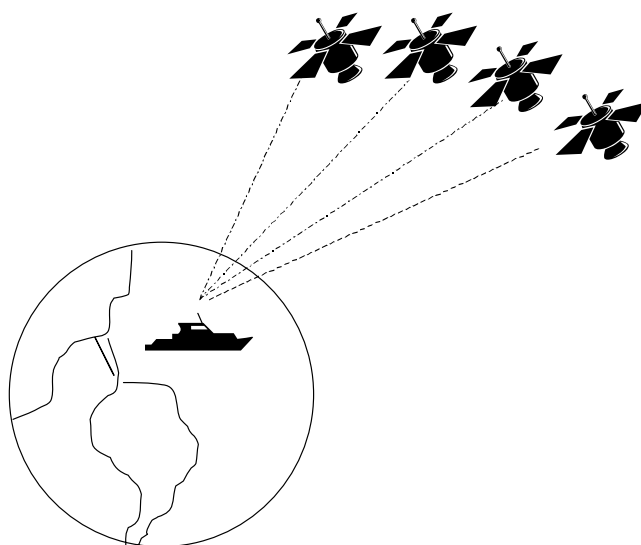


Figura 3.2 – Esquema de um sistema de Navegação por GPS

Características	Valores
Altitude Orbital	20.200 km
Período	12 h siderais
Frequência	L1=1.575,42 MHz L2 = 1.227,60 MHz
Dados de Navegação	4D:X, Y, Z, t + velocidade
Disponibilidade	Continuamente
Precisão	15 m (código C/A sem a SA)
Constelação de Satélites	24
Geometria	Repetida diariamente
Relógio do Satélite	Rubídio ou Césio

Tabela 3.1 - Características do Sistema GPS (Trimbase, 1999).

O sistema de GPS consiste em três segmentos distintos, a saber: (Beraldo e Soares, 1995).

- **Segmento Espacial** - composto dos satélites e seus sinais.
- **Segmento de Controle** - controle do sistema e do tempo, assim como a predição das órbitas.
- **Segmento do Usuário** - os diferentes tipos de receptores e os métodos aplicativos.

3.3.2 Estrutura do sinal GPS

Os satélites GPS transmitem duas freqüências portadoras da Banda L. O grupo de freqüência de rádio desta banda oscila de 1000 a 3000 MHz, sendo que a portadora L1 possui freqüência de 1.575, 42 MHz e a L2 de 1.227,60 MHz. Estas freqüências são obtidas a partir de uma freqüência fundamental f_0 de 10,23 MHz que multiplicada por 154 fornece a L1 e multiplicada por 120, produz a L2. A portadora L1 é modulada por três códigos: C/A, P e D; enquanto a L2 é modulada somente por: P e D. Segue-se o significado de cada código.(Beraldo e Soares, id).

- C/A (Coarse/Acquisition), Código de Acesso Livre ou Civil. Este código possui $f_0/10$ ou 1,23 MHz e ele é repetido a cada 0,001s, aproximadamente, e é único para cada satélite, isto é, cada número PRN possui um código próprio. Ele é modulado somente na freqüência L1 e fornece a base do cálculo da pseudodistância para o SPS, além de ser o mais afetado pela interferência do S/A, erro de oscilador, introduzido pelo Department of Defense - DoD.

- P (Precise), Código Preciso. Este código é gerado na freqüência fundamental $f_0 = 10,23$ MHz possuindo uma repetitividade de 266,4 dias julianos. O período de 266,4 dias julianos é dividido em 38 semanas GPS e cada segmento é dedicado a um determinado satélite que passa a repetir, a cada semana GPS, a parte do código P a ele assinalado. Ele permite

posicionamento através do PPS (Precise Positioning Service), com uma precisão em Tempo Real, melhor que 10 metros. Porém é de uso militar e quando criptografado em código Y somente entidades autorizadas conseguem decifrá-lo.

A contagem de tempo do GPS não obedece ao calendário gregoriano (ano-civil). Os dias GPS são dias siderais ou julianos.

➤ D (Navigate Message Code), Código de Efemérides, Navegação e Correções. Este código transmite as seguintes informações: Tempo GPS dos satélites (“Satellite Clock”); Dados orbitais dos satélites (efemérides); Dados de saúde do satélite e correções ionosféricas.

Ele é composto por uma seqüência de 1.500 bits, numa frequência de 50 Hz e é transmitido aproximadamente por 30 segundos. Ao se ligar o receptor é o primeiro a ser interpretado, gerando internamente o almanaque de efemérides dos satélites, permitindo assim ao rastreador, fazer a busca de todos os satélites disponíveis para a posição geográfica de onde se encontra o equipamento.

No caso do trabalho em questão foi utilizado um aparelho Geoexplorer II da Trimble (Figura 3.3) que trabalha com os códigos C/A e D, além da frequência L1. Foi adotado o seguinte procedimento ao se trabalhar com o aparelho.

Ao chegar-se no local o qual queria-se obter coordenadas, fixou-se à antena externa em um tripé de teodolito para que ele a mantivesse estática e conectou-a ao aparelho, ligando-o a seguir. Tal procedimento foi seguido para ter-se uma melhor recepção do sinal e com isso atenuar-se erros de posicionamento.

O aparelho foi ligado no sistema Rover, visto que o mesmo não estava trabalhando como uma base. O aparelho ficou ligado, receptando o sinal, por aproximadamente 10 minutos.



Figura 3.3 – Aparelho de GPS Geoexplorer II com antena externa fixada em um tripé de teodolito.

Após carregar a memória do aparelho, levou-se o mesmo, ao fim do trabalho, na Escola Técnica Federal de Campos para que os pontos fossem pós-processados no software Pathfinder Office for Windows. Fez-se isto devido à necessidade de precisão, pois os mesmos foram plotados em cartas topográficas de 1:25. 000 e não havendo pós-processamento incorrer-se num erro aproximado de até 100 m. Isto ocorre, segundo Beraldo e Soares (op.cit), devido aos erros de posicionamento absoluto pelo código C/A que são os seguintes:

- Erro de relógio do satélite
- Erro de efemérides
- Erro de relógio do receptor
- Erros Atmosféricos e Ionosféricos
- Erro de S/A

Com a correção através do método diferencial, as posições absolutas, obtidas pelo receptor móvel são corrigidas por um outro receptor fixo, que no caso em questão foi o da Escola Técnica Federal de Campos possuidora de uma base fixa de GPS e posicionada em um ponto de coordenada fixa. Neste procedimento é eliminado quase que totalmente os erros descritos acima, obtendo-se coordenadas com precisão menor que 5 m.

No Anexo II encontram-se as coordenadas dos pontos de sondagens obtidas: pelo GPS e por meio de um escalímetro das cartas pedológicas na escala de 1: 25.000 (PROJIR, 1984).

Todas as coordenadas estão no Sistema Cartográfico UTM (Universal Transversa de Mercator), um sistema plani-altimétrico. Após a obtenção das coordenadas, os pontos foram plotados em Cartas Topográficas na escala de 1:25.000.

3.4 Programa Surfer

É um dos mais utilizado para a interpolação gráfica, fornecendo ao usuário uma ampla lista de métodos e opções.

Diferentes métodos de interpolação podem ter resultados diferentes ou semelhantes ao interpretarem os dados. Por causa disso, foram utilizados três diferentes métodos, para gerar os mapas que foram os seguintes: Kriging, Shepard e o Inverso da Distância.

O Inverso da Distância tem a tendência para gerar trajetórias de contornos concêntricos ao redor dos pontos dados. O Shepard é semelhante porem sem a tendência de gerar os contornos concêntricos.

O Kriging é o mais flexível dos métodos e o mais útil para trabalhar com qualquer tipo de dados. Para a maioria dos casos, o método de Kriging com variograma linear é o mais preciso. Sendo em geral o método mais recomendado, pois gera a melhor interpretação global dos dados e produz uma superfície e contornos visualmente bons a partir de dados espaçados irregularmente.

No caso deste trabalho o que apresentou melhor resultado foi o de Kriging, apresentando uma superfície nítida, com as curvas de nível espaçadas

e sendo mais fácil a interpolação dos pontos de sondagens plotados, para os quais desejava-se obter cotas altimétricas. Os outros dois métodos tiveram resultados similares, porém as curvas não estavam nítidas e apresentaram um espaçamento maior, sendo a interpolação menos precisa.

Em primeiro lugar, compilou-se as cotas das RN (Referência de nível) e os pontos cotados, das cartas topográficas de 1:25.000 existentes no PROJIR. Essas cotas e pontos tiveram as suas coordenadas retiradas dessas cartas por meio de um escalímetro e este procedimento foi seguido para cada folha.

Em seguida, foram introduzidos na planilha de dados do Surfer, os pontos e as RN, juntamente com as suas respectivas coordenadas para que fossem geradas as curvas de nível, podendo-se obter assim os mapas altimétricos inéditos da área de trabalho estudada. As curvas obtidas apresentaram eqüidistância de 0,25 metro, sendo a escala dos mapas igual à 1:25.000. Segue-se abaixo a relação das cartas utilizadas:

- ⇒ Folha 067 – Santa Cruz
- ⇒ Folha 068 - Lagoa das Pedras
- ⇒ Folha 069 – Barcelos
- ⇒ Folha 081 – Ururáí
- ⇒ Folha 082 – Campos
- ⇒ Folha 083 – Poço Gordo
- ⇒ Folha 099 - Tocos
- ⇒ Folha 098 – Guriri
- ⇒ Folha 100 – Mussurepe
- ⇒ Folha 101 – Canal de Andreza
- ⇒ Folha 125 – Rio Pitangueiras

Após as curvas de nível terem sido criadas, deu-se entrada no programa, das coordenadas dos pontos de sondagem obtidos nas Cartas Pedológicas e as do GPS. E por meio da interpolação gráfica obteve-se as cotas altimétricas desses pontos.

As curvas foram feitas com a eqüidistância de 0,25 metro para facilitar a interpolação, porém para nitidez de apresentação dos mapas plani-altimétricos finais, apresentados no Capítulo 4, as curvas de nível mostram-se eqüidistantes de 0,5 metro, exceto para as áreas do cristalino, cujas

declividades são acentuadas, portanto para acuidade visual foram utilizada curvas de 5 em 5 metros.

As RN e pontos cotados obtidos nas cartas com as suas coordenadas encontram-se no Anexo III assim como as cotas altimétricas dos pontos de sondagens. No Capítulo 4, estão os mapas gerados pelo Surfer.

Para obter-se a separação das áreas de acordo com as seqüências de constituição das camadas; foram plotados os pontos de sondagens em Cartas Topográficas do PROJIR na escala de 1:25.000 e para cada um desses pontos, traçou-se perfis verticais na escala de 1:100, onde as camadas foram separadas por cores. Também se encontra marcado nesses perfis, o nível d'água. Foram usadas as cartas do PROJIR devido ao fato que nelas seria possível uma melhor visualização para a separação das áreas passíveis de exploração.

Essas cartas, em que esses pontos foram plotados, encontram-se no acervo do LECIV. Em virtude de seu tamanho, não estão inseridas nesta dissertação, por isso é que foram apresentados os mapas do Surfer nos quais se tem uma idéia da disposição espacial dos pontos. Através da análise dessas cartas, nas quais estão plotados os pontos de sondagens e traçados os perfis, foram separadas as áreas passíveis de exploração. Elas foram separadas de acordo com grupos que apresentassem porcentagens granulométricas e índices de plasticidade aproximados. Os boletins desses pontos com as descrições das camadas e as suas respectivas granulometrias, se encontram no Anexo I.

Depois das zonas separadas, inseriu-se nos mapas gerados pelo Surfer os seus limites obtendo-se assim os Croquis de Separação das Áreas, que possuem as mesmas características dos mapas tais como: escala e os pontos de sondagens plotados, porém sem as curvas de nível que foram eliminadas nesses croquis.

3.5 Cubagem

Em relação à cubagem, foram analisadas as cartas em que estão separadas as áreas de acordo com a sua vocação para exploração. Primeiramente calculou-se o tamanho aproximado de cada área explorável que foi retirado das cartas topográficas do PROJIR a onde estavam plotados os pontos e traçadas as áreas. Contou-se quantas quadrículas de 1km x 1km ocupavam. Em casos em que não as preenchiam completamente, foi feito compensações. Após isso se pegou às espessuras das camadas argilosas, denominadas tipo A e Tipo B, somando-as e retirando-se a média, com o objetivo de obter-se uma espessura média utilizada para o cálculo de volume de cada tipo, em cada área.

A separação nesses tipos foi baseada no teor de argila encontrado nas camadas. A do tipo A é a que foi chamada, no capítulo 4, de argila pouco siltosa e a de tipo B é a argila siltosa e/ou Silte argiloso. O limite utilizado para o cálculo das espessuras das camadas foi o nível d'água, pois a exploração para ao atingi-lo ou ao se deparar com uma camada de areia espessa. Os resultados e os croquis são apresentados no próximo Capítulo.

CAPÍTULO 4

Resultados e Discussões

Neste capítulo são apresentados os resultados numéricos e gráficos dos métodos descritos no capítulo anterior

4.1 Caracterização das camadas.

Como já referido no capítulo 3, as camadas foram agrupadas de acordo com as caracterizações de seus materiais componentes, através de ensaios de laboratórios e descrição tátil-visual. Foram separadas em grupos que apresentassem porcentagens granulométricas e de plasticidade aproximados. Atendendo também à prática de uso dos materiais argilosos, conhecidos pelos ceramistas como “barro forte” (argila pouco siltosa) e “barro fraco” (argila siltosa e/ou silte argiloso com areia), com um limite tolerável de areia de até 40%, foram individualizados sete grupos. Para chegar-se a essa separação e por o trabalho do PROJIR ser de cunho pedológico, utilizou-se como base o Triângulo Guia para grupamento das classes de textura, usado nos boletins de solos para grupá-lo de acordo com a granulometria e constituição mineralógica, procurou-se seguir os limites de percentuais proposto com os devidos ajustes.

Seguem-se os grupos e os parâmetros que foram utilizados para as separações.

□ Argila pouco siltosa (com areia)

$$\text{Granulometria} \left\{ \begin{array}{l} \text{Argila} > 60\% \\ \text{Silte} < 35\% \\ \text{Areia} < 25\% \end{array} \right. \quad \text{Limites de Atterberg} \left\{ \begin{array}{l} \text{LL} = 70 \text{ a } 80 \\ \text{LP} = 35 \text{ a } 45 \\ \text{IP} = 35 \text{ a } 41 \end{array} \right.$$

□ **Argila siltosa e/ou silte argiloso (com areia)**

$$\text{Granulometria} \left\{ \begin{array}{l} \text{Argila} < 60\% \\ \text{Silte} > 35\% \\ \text{Areia} > 25\% \end{array} \right. \quad \text{Limites de Atterberg} \left\{ \begin{array}{l} \text{LL} = 50 \text{ a } 69 \\ \text{LP} = 34 \text{ a } 24 \\ \text{IP} = 35 \text{ a } 26 \end{array} \right.$$

□ **Argila arenosa e/ou areia argilosa (com silte)**

$$\text{Granulometria} \left\{ \begin{array}{l} \text{Argila} < 40\% \\ \text{Silte} < 45\% \\ \text{Areia} > 25\% \end{array} \right. \quad \text{Limites de Atterberg} \left\{ \begin{array}{l} \text{LL} = 36 \text{ a } 49 \\ \text{LP} = 15 \text{ a } 23 \\ \text{IP} = 21 \text{ a } 26 \end{array} \right.$$

□ **Silte arenoso e/ou areia siltosa**

$$\text{Granulometria} \left\{ \begin{array}{l} \text{Argila} > 15\% \\ \text{Silte} > 30\% \\ \text{Areia} > 25\% \end{array} \right. \quad \text{Limites de Atterberg} \left\{ \begin{array}{l} \text{LL} = 20 \text{ a } 35 \\ \text{LP} = 15 \text{ a } 10 \\ \text{IP} = 10 \text{ a } 20 \end{array} \right.$$

□ **Areia fina, média a grossa pouco siltosa - Não Plástico**

$$\text{Granulometria} \left\{ \begin{array}{l} \text{Argila} > 15\% \\ \text{Silte} < 15\% \\ \text{Areia fina} > 30\% \text{ e } \text{Areia média e grossa} < 50\% \end{array} \right.$$

□ **Areia média, fina a grossa pouco siltosa - Não Plástico.**

$$\text{Granulometria} \left\{ \begin{array}{l} \text{Argila} > 15\% \\ \text{Silte} < 15\% \\ \text{Areia média} > 30\% \text{ e } \text{Areia fina e grossa} < 50\% \end{array} \right.$$

□ **Areia grossa, média a fina pouco siltosa - Não Plástico**

$$\text{Granulometria} \left\{ \begin{array}{l} \text{Argila} > 15\% \\ \text{Silte} < 15\% \\ \text{Areia grossa} > 30\% \text{ e } \text{Areia média e fina} < 50\% \end{array} \right.$$

4.2 G.P.S.

Através do Sistema de Posicionamento GPS foram obtidos: quarenta e cinco pontos, que são de jazidas em exploração e quinhentos e quarenta e nove pontos tiveram as suas coordenadas obtidas através dos mapas pedológicos do PROJIR, por meio de um escalímetro. As coordenadas de ambos encontram-se no Anexo II.

O aparelho utilizado, como o descrito no capítulo anterior, foi o Geoxplorer II da Trimble que trabalha com os códigos C/A e D, além da frequência L1. Os pontos tiveram as suas coordenadas corrigidas pelo método diferencial através do software Pathfinder Office for Windows. Esses pontos e os do PROJIR encontram-se no sistema UTM (Universal Transversa de Mercator).

4.3 Mapas e Croquis obtidos.

Ao se introduzir na planilha de dados, os pontos cotados e as RN (Referência de Nível) com as suas respectivas coordenadas, foram criados, através do método Kriging do Programa Surfer, mapas plani-altimétricos ainda não existentes, da área de trabalho estudada. Após as curvas de nível terem sido geradas, inseriram-se as coordenadas dos pontos de sondagem obtidos nas Cartas Pedológicas e pelo GPS, sendo possível calcular-se então as altimetrias desses pontos por meio de interpolação gráfica. Para tal feito as curvas apresentavam eqüidistância de 0,25 metro, facilitando a interpolação e sendo a escala dos mapas igual a 1:25.000. Para uma melhor nitidez de apresentação, nos mapas plani-altimétricos finais, as curvas de nível mostram eqüidistância de 0,5 metro, exceto para as áreas do cristalino, cujas declividades são

acentuadas, portanto, para uma melhor acuidade visual, foram utilizadas curvas de 5 em 5 metros. (Figura 4.1 a 4.21)

Estes mapas serviram de base para os croquis das áreas passíveis de exploração e também para futuros estudos que venham a ser feitos na planície de inundação.

Para obter-se a separação das áreas passíveis de exploração plotou-se os pontos de sondagens nas Cartas Topográficas do PROJIR na escala de 1:25.000, e, para cada um desses pontos, traçou-se perfis verticais na escala de 1:100, onde as camadas foram separadas por cores. Também se encontra marcado nesses perfis, o nível d'água. Foram usadas as cartas do PROJIR devido ao fato que nelas seria possível uma melhor visualização para a separação das áreas passíveis de exploração. Após a separação, inseriu-se os seus limites nos mapas gerados pelo Surfer obtendo-se assim os Croquis de separação das áreas passíveis de exploração, que possuem as mesmas características dos mapas tais como: escala e os pontos de sondagens plotados, porém sem as curvas de nível que foram eliminadas, também por uma questão de melhor visualização. As áreas em cada folha foram separadas em explorável ou não adequadas à exploração e o tamanho aproximado das áreas exploráveis foi retirado das cartas topográficas do PROJIR, nas quais estavam plotados os pontos e traçadas as áreas. Contou-se quantas quadrículas de 1km x 1km ocupavam e em casos em que não as preenchiam completamente, foram feitas compensações.

4.4. Cubagem

Nas cartas PROJIR após terem sido separadas as áreas potenciais de exploração, em cada uma delas foram calculadas as espessuras médias das camadas tipo A e Tipo B, com base nos perfis verticais das sondagens plotadas. Como já mencionado a do tipo A, mais plástica, constitui-se de argila pouco siltosa e a do tipo B de argila siltosa e/ou silte argiloso. O limite utilizado para o cálculo dessas espessuras foi o nível d'água e, em alguns casos uma camada espessa de areia acima do lençol.

Vale ser observado que as espessuras médias foram calculadas por folha, o que não impede que áreas restritas no interior dessas folhas, possam apresentar

espessuras de materiais passíveis de exploração. O que pode ser perfeitamente constatado nos perfis de sondagens plotados.

A seguir tem-se: a espessura média da camada de cada tipo, a área explorável e o volume de cada material, onde:

$$\text{Área explorável} = (A_R)$$

$$\text{Espessura média da camada tipo A} = (H_{Am})$$

$$\text{Espessura média da camada tipo B} = (H_{Bm})$$

$$\text{Volume} = (V)$$

$$\text{Sendo: } V = H_m \times A_R$$

➤ **Folha 067 – Santa Cruz**

$$A_R = 34 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 1,14 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 1,74 \text{ m}$$

$$V_A = 38.760.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 59.160.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 068 - Lagoa das Pedras**

$$A_R = 4 \text{ km}^2$$

$$H_{Bm} = 1,00 \text{ m}$$

$$V_B = 4.000.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 069 – Barcelos**

$$A_R = 16 \text{ km}^2$$

$$H_{Bm} = 1,52 \text{ m}$$

$$V_B = 24.320.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 081 – Ururá**

$$A_R = 54 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 1,16 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 1,52 \text{ m}$$

$$V_A = 62.640.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 82.080.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 082 – Campos**

$$A_R = 115 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 1,43 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 2,44 \text{ m}$$

$$V_A = 164.450.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 280.600.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 083 – Poço Gordo**

$$A_R = 97 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 1,14 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 1,77 \text{ m}$$

$$V_A = 110.580.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 171.690.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 099 - Tocos**

$$A_R = 62 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 1,41 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 1,38 \text{ m}$$

$$V_A = 87.420.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 85.560.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 098 – Guriri**

$$A_R = 56 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 0,74 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 0,79 \text{ m}$$

$$V_A = 41.440.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 44.240.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 100 – Mussurepe**

$$A_R = 137 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 1,09 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 1,21 \text{ m}$$

$$V_A = 149.330.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 165.770.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 101 – Canal de Andreza**

$$A_R = 40 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 0,76 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 1,22 \text{ m}$$

$$V_A = 3.040.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 4.880.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 125 – Rio Pitangueiras**

$$A_R = 5 \text{ km}^2$$

$$H_{Am} = 1,30 \text{ m}$$

$$H_{Bm} = 1,00 \text{ m}$$

$$V_A = 6.500.000 \text{ m}^3$$

$$V_B = 5.000.000 \text{ m}^3$$

Tem-se assim um total geral de cada tipo de material explorável na região de estudo de:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Tipo A} = 664.160.000 \text{ m}^3 \\ \text{Tipo B} = 927.300.000 \text{ m}^3 \end{array} \right\} \text{Estes dados referem-se ao material "in situ".}$$

Sintetizando:

- Volume total de material "in situ". = 1.591.460.000 m³
- Área total passível de exploração = 620 km²
- Espessura média do material total (tipo A + tipo B) = 2,55m.

A soma das áreas potencialmente exploráveis abrange os municípios de Campos dos Goytacazes e de São João da Barra e, neste caso, mais precisamente a localidade de Barcelos. Grosseiramente, limita-se ao norte pelo Rio Paraíba do Sul, ao Sul pela Lagoa Feia e pela Formação Barreiras, a leste pelos cordões litorâneos e a oeste pelo embasamento cristalino e pelas pequenas manchas da formação Barreiras, ultrapassando a BR 101.

Diante dos elevados números obtidos com a cubagem e extensão das áreas potencialmente exploráveis, é possível, sem prejuízo da atividade, estabelecer algumas restrições e obrigações ao minerador, face à questão ambiental.

- espessura mínima de material explorável, para justificar a abertura de uma cava, neste trabalho considerado de 2,0 m, de forma preliminar;

- no cômputo dessa espessura mínima de ser levada em conta a flutuação do lençol freático de aproximadamente 0,5 m;

- a capa de solo orgânico, horizonte A/C, em média 0,3 m, deve ser retirada para posterior aplicação na reutilização da cava.

Admitindo válidas as restrições acima relacionada e ainda não considerando futuras restrições provenientes da expansão urbana, chegou-se à seguinte cubagem:

➤ **Folha 067 – Santa Cruz**

$$\left. \begin{array}{l} A_R = 34 \text{ km}^2 \\ H_{Am} = 1,14 \text{ m} \\ H_{Bm} = 1,74 \text{ m} \end{array} \right\} V = (2,88 - 0,8) \times 34.000.000 = 70.720.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 082 – Campos**

$$\left. \begin{array}{l} A_R = 115 \text{ km}^2 \\ H_{Am} = 1,43 \text{ m} \\ H_{Bm} = 2,44 \text{ m} \end{array} \right\} V = (3,87 - 0,8) \times 115.000.000 = 353.050.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 083 – Poço Gordo**

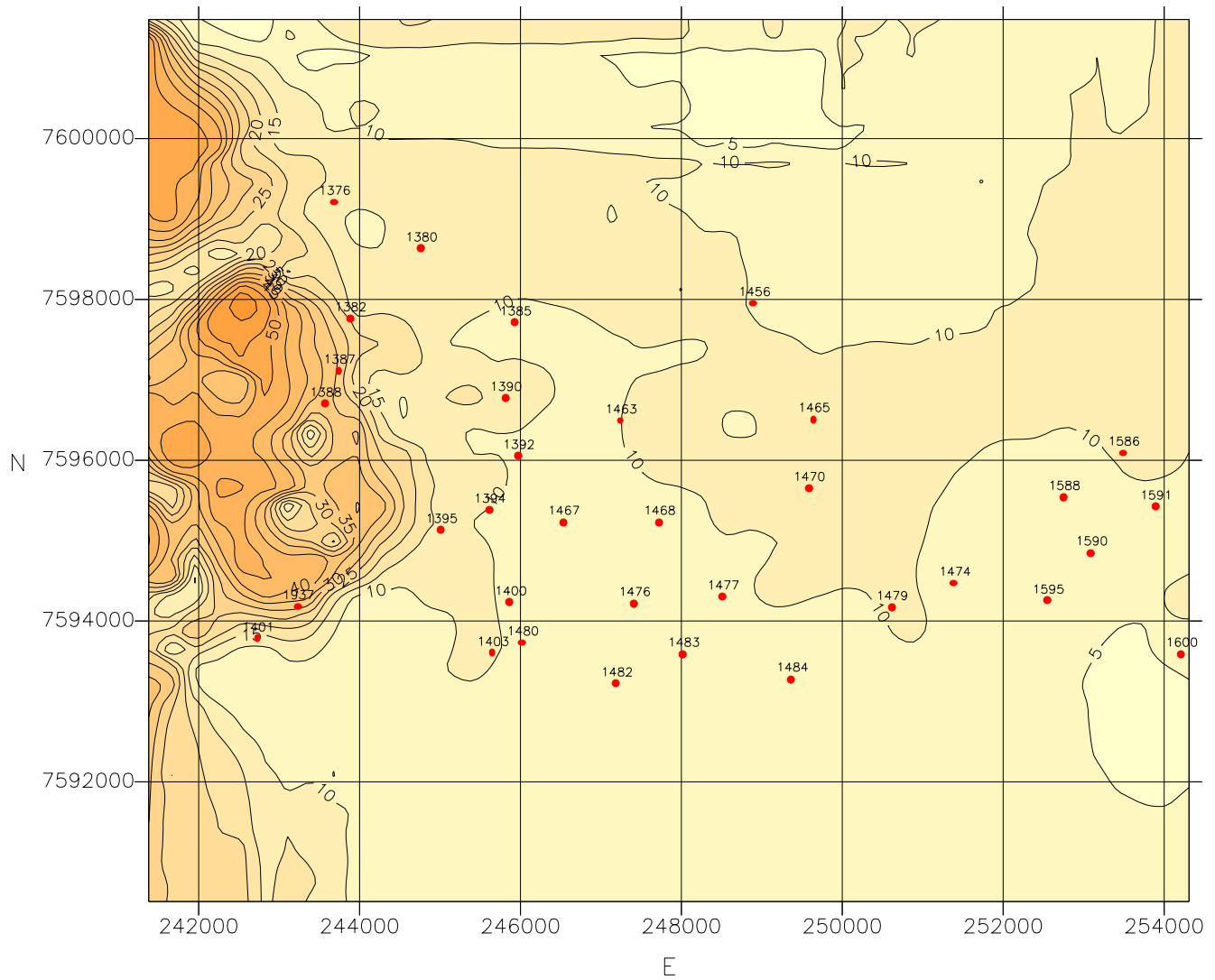
$$\left. \begin{array}{l} A_R = 97 \text{ km}^2 \\ H_{Am} = 1,14 \text{ m} \\ H_{Bm} = 1,77 \text{ m} \end{array} \right\} V = (2,91 - 0,8) \times 97.000.000 = 204.670.000 \text{ m}^3$$

➤ **Folha 099 – Tocos**

$$\left. \begin{array}{l} A_R = 62 \text{ km}^2 \\ H_{Am} = 1,41 \text{ m} \\ H_{Bm} = 1,38 \text{ m} \end{array} \right\} V = (2,79 - 0,8) \times 62.000.000 = 123.380.000 \text{ m}^3$$

Sintetizando: Volume total de material “in situ”. = $853,34 \times 10^6 \text{ m}^3$

Localização dos Pontos de Sondagem Folha 067 – Santa Cruz

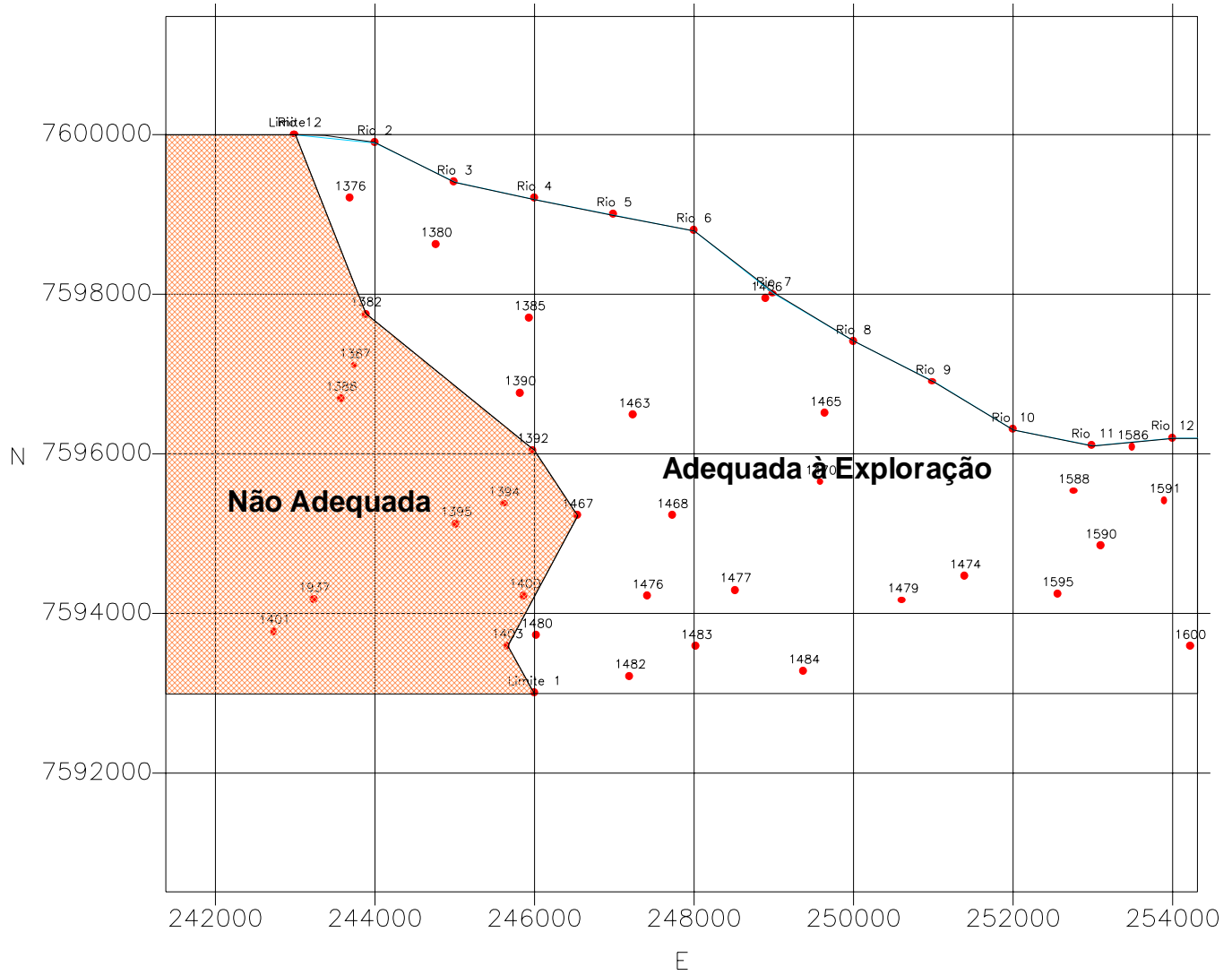


Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.1 - Mapa do Surfer – Folha 067

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 067 - Santa Cruz



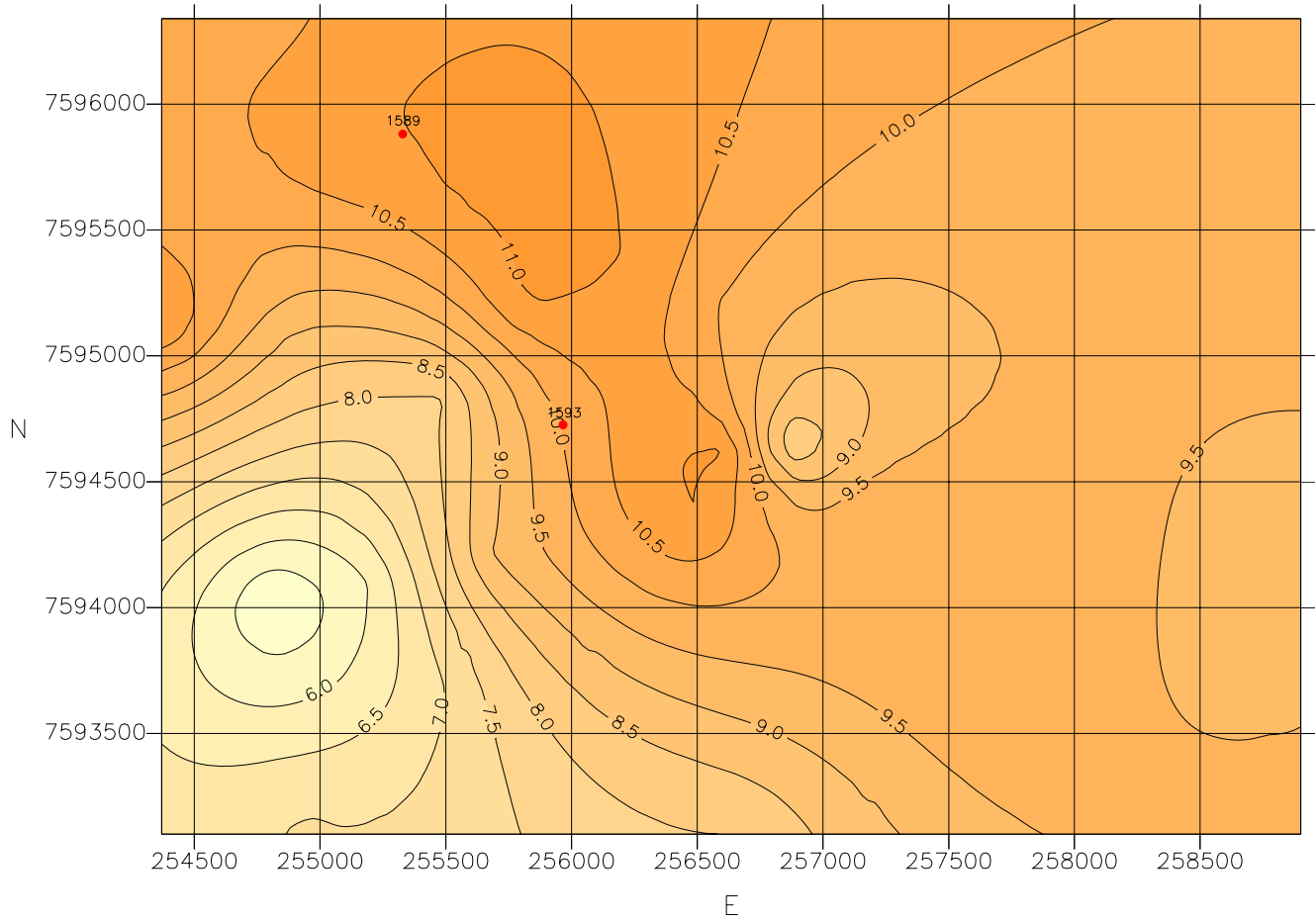
Escala: 1/25.000

Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Figura 4.2 - Croqui de Zonas de exploração – Folha 067

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 068 – Lagoa das Pedras

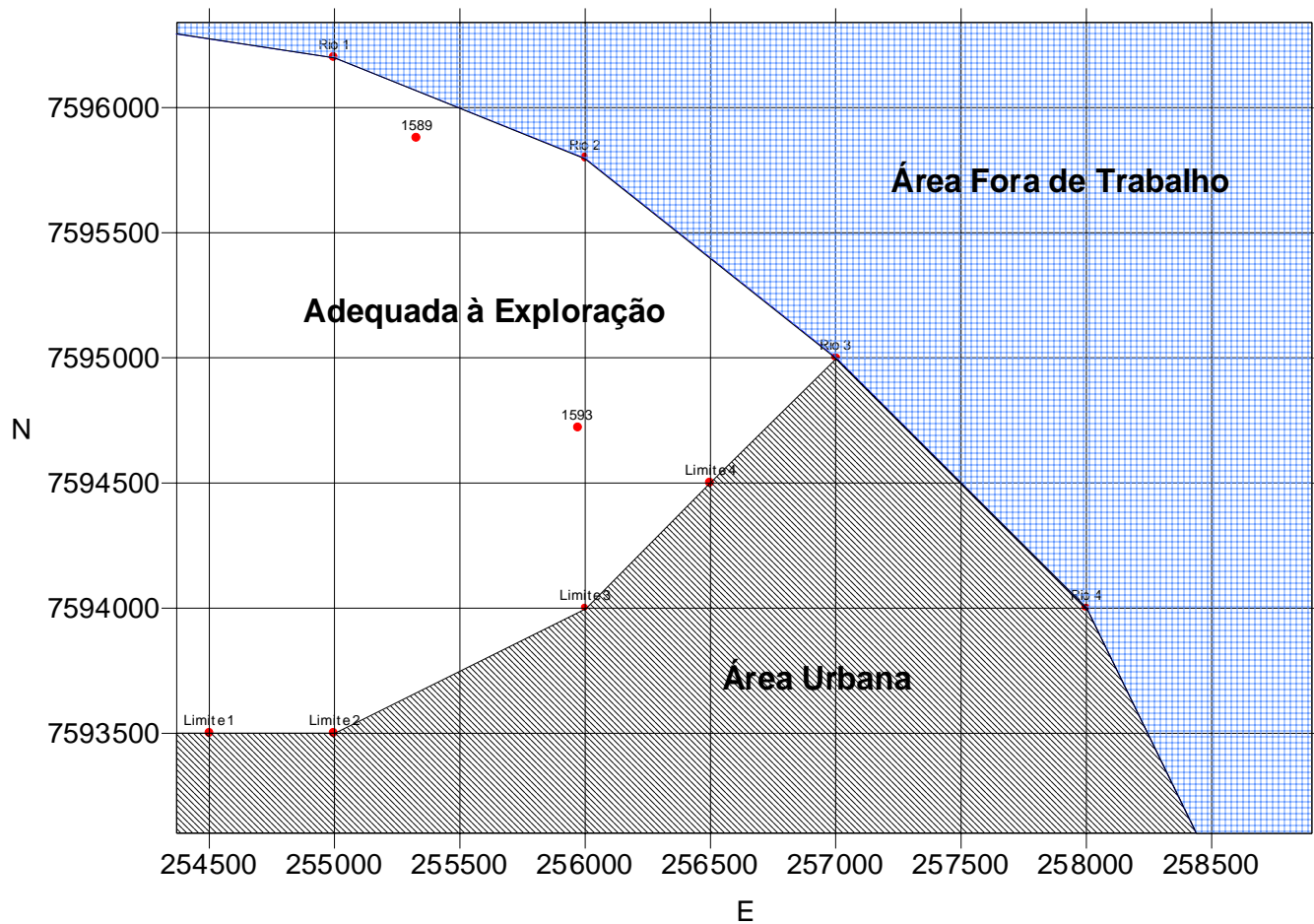


Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.3 – Mapa do Surfer – Folha 068

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 068 - Lagoa das Pedras



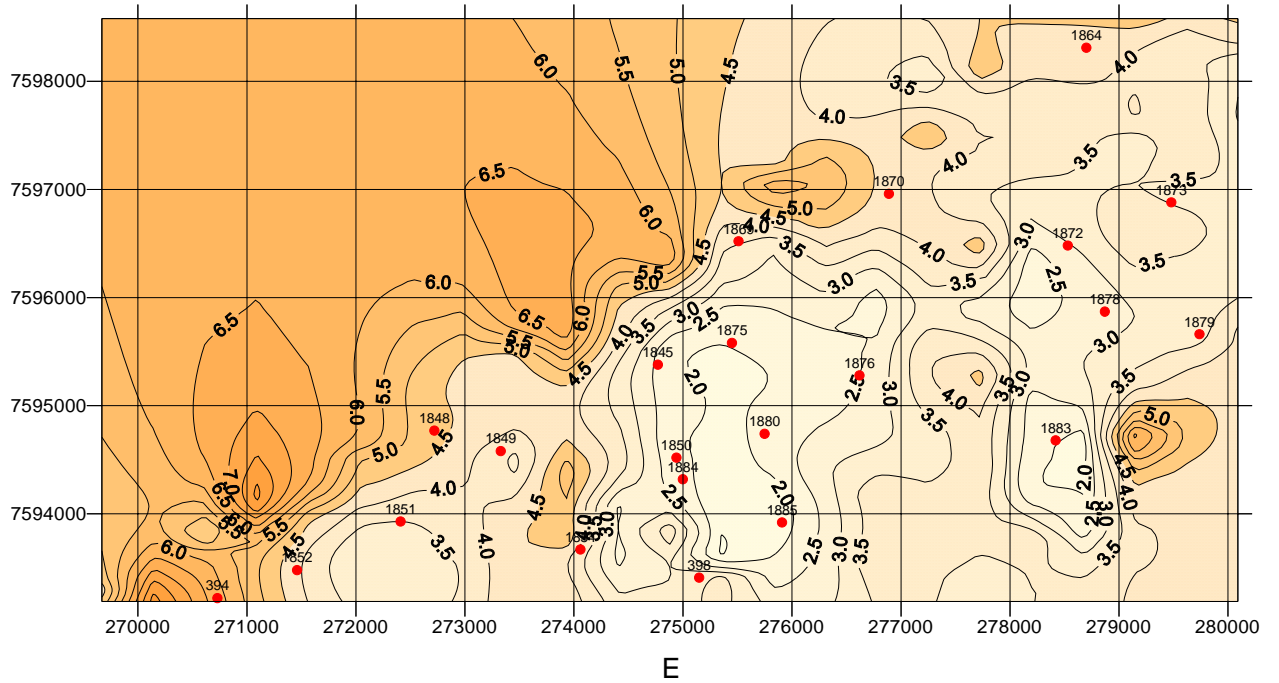
Escala: 1/25.000

Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Figura 4.4 – Croqui de Zonas de exploração – Folha 068

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 069 - Barcelos



Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.5 – Mapa do Surfer – Folha 069

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

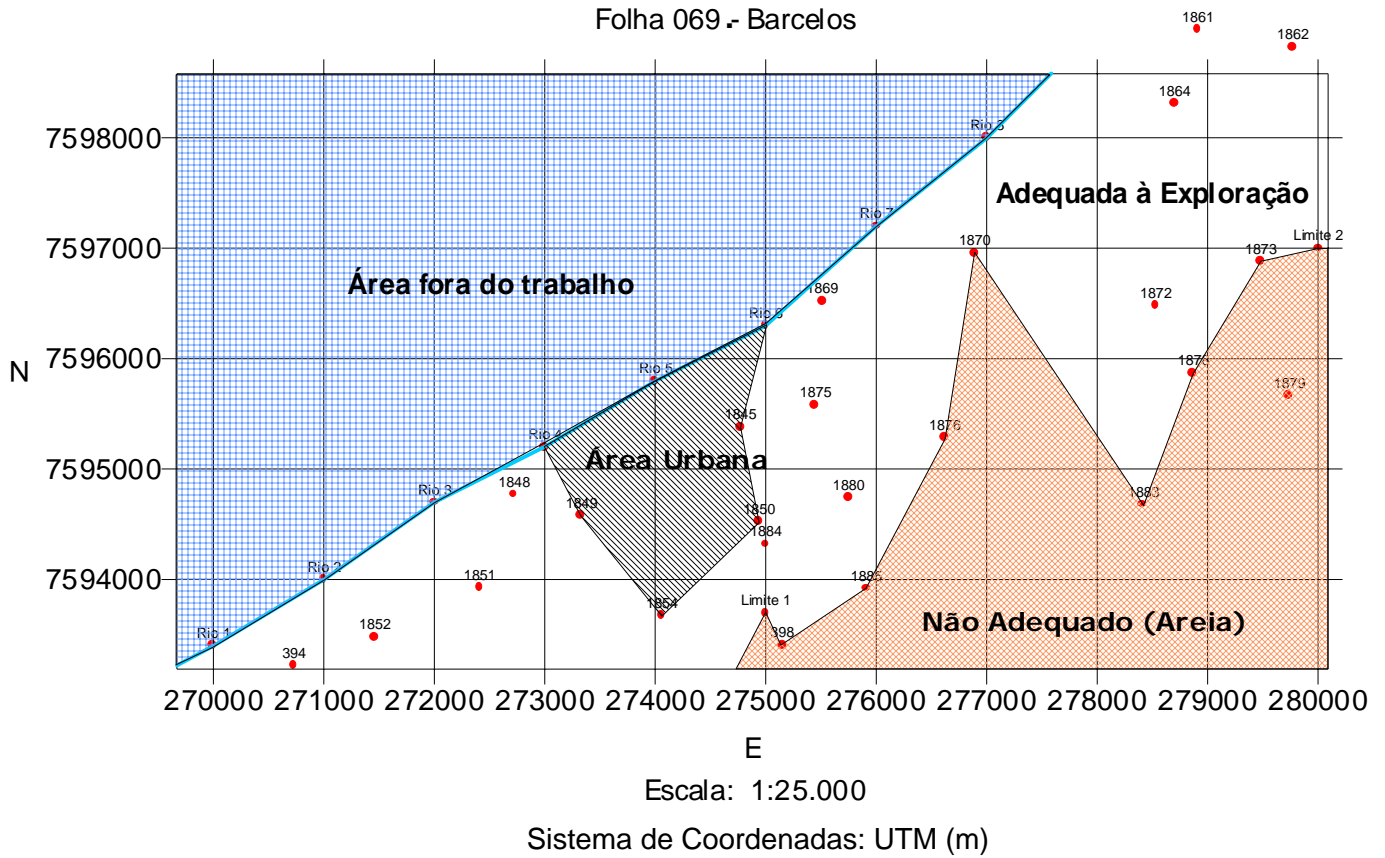
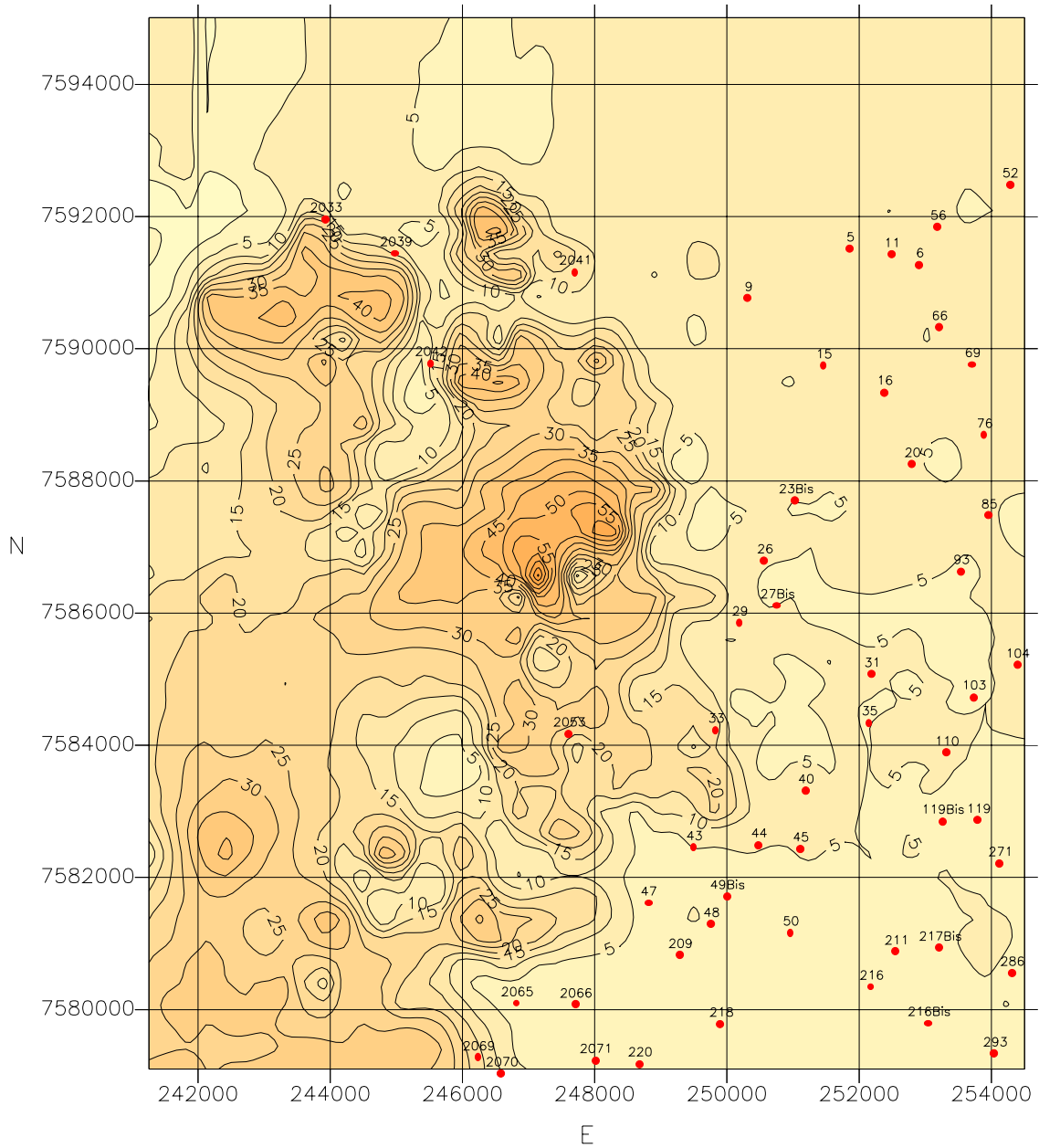


Figura 4.6 - Croquis das Zonas de Exploração – Folha 069

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 081 - Ururaí

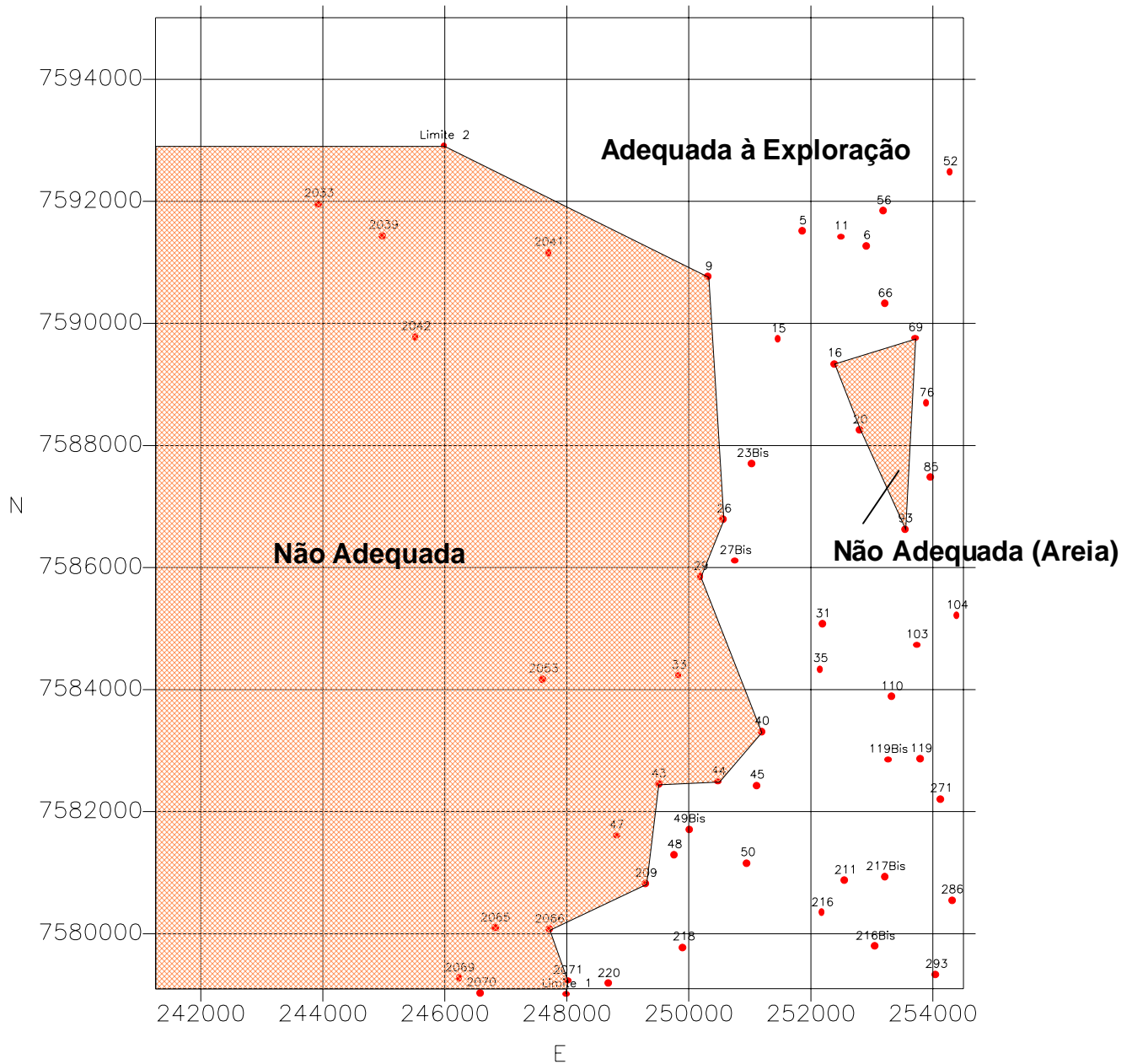


Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.7 - Mapa do Surfer – Folha 081

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 081 - Ururá



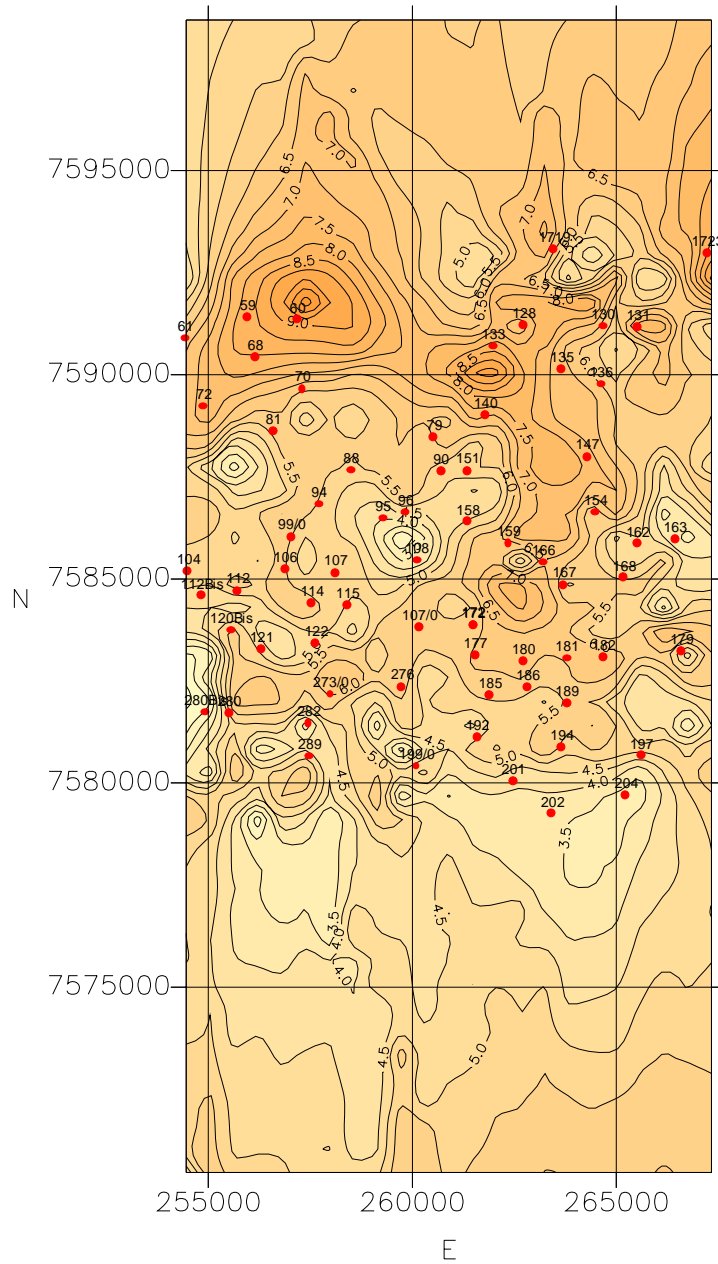
Escala: 1:25.000

Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Figura 4.8 - Croqui da Área de Exploração – Folha 081

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 082 - Campos



Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.9 - Mapa do Surfer – Folha 082

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 082 - Campos

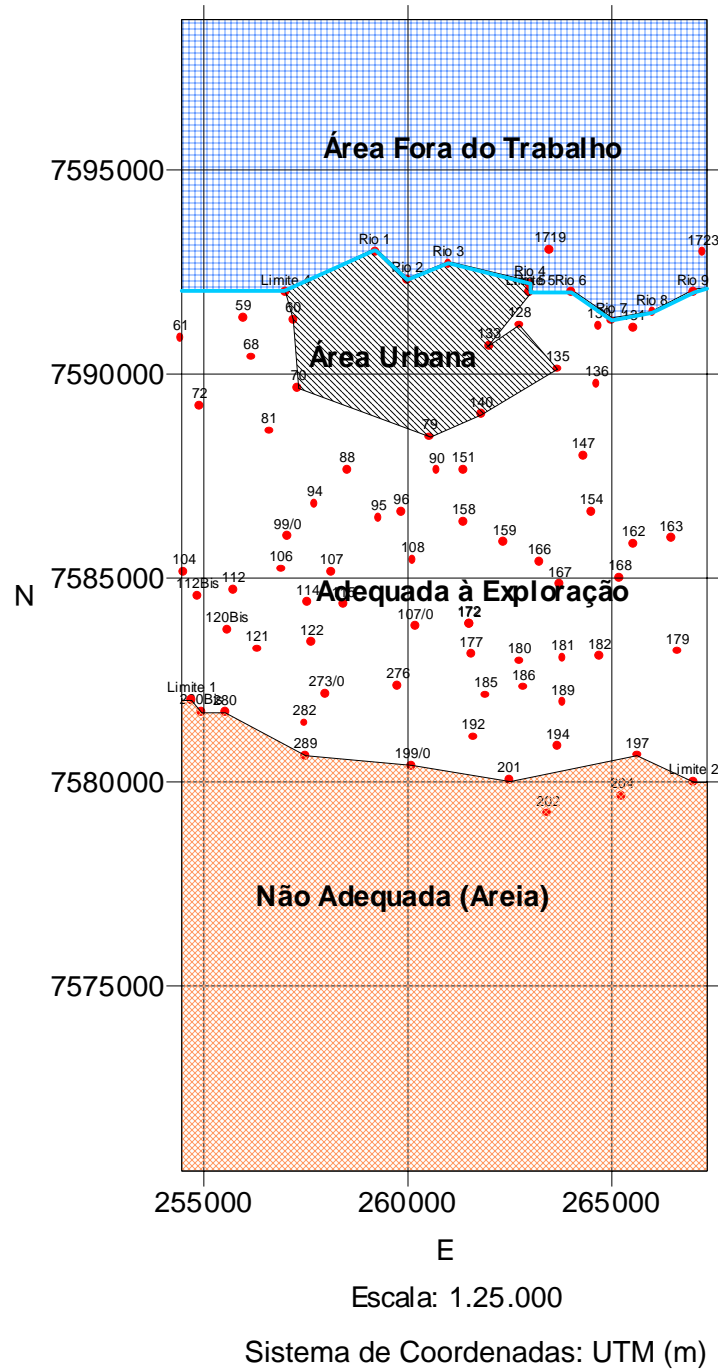
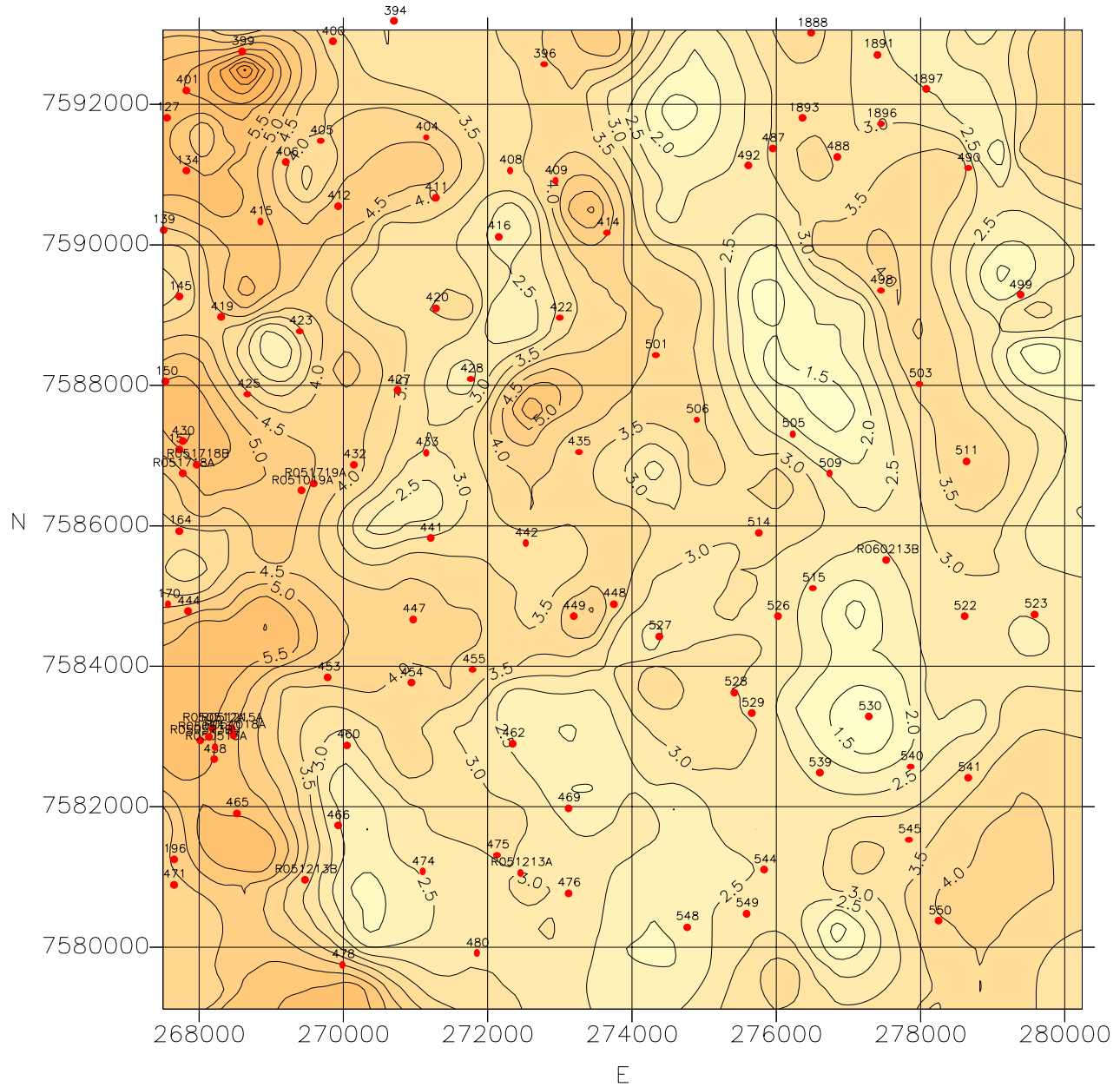


Figura 4.10 - Croqui da Área de Exploração – Folha 082

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 083 – Poço Gordo

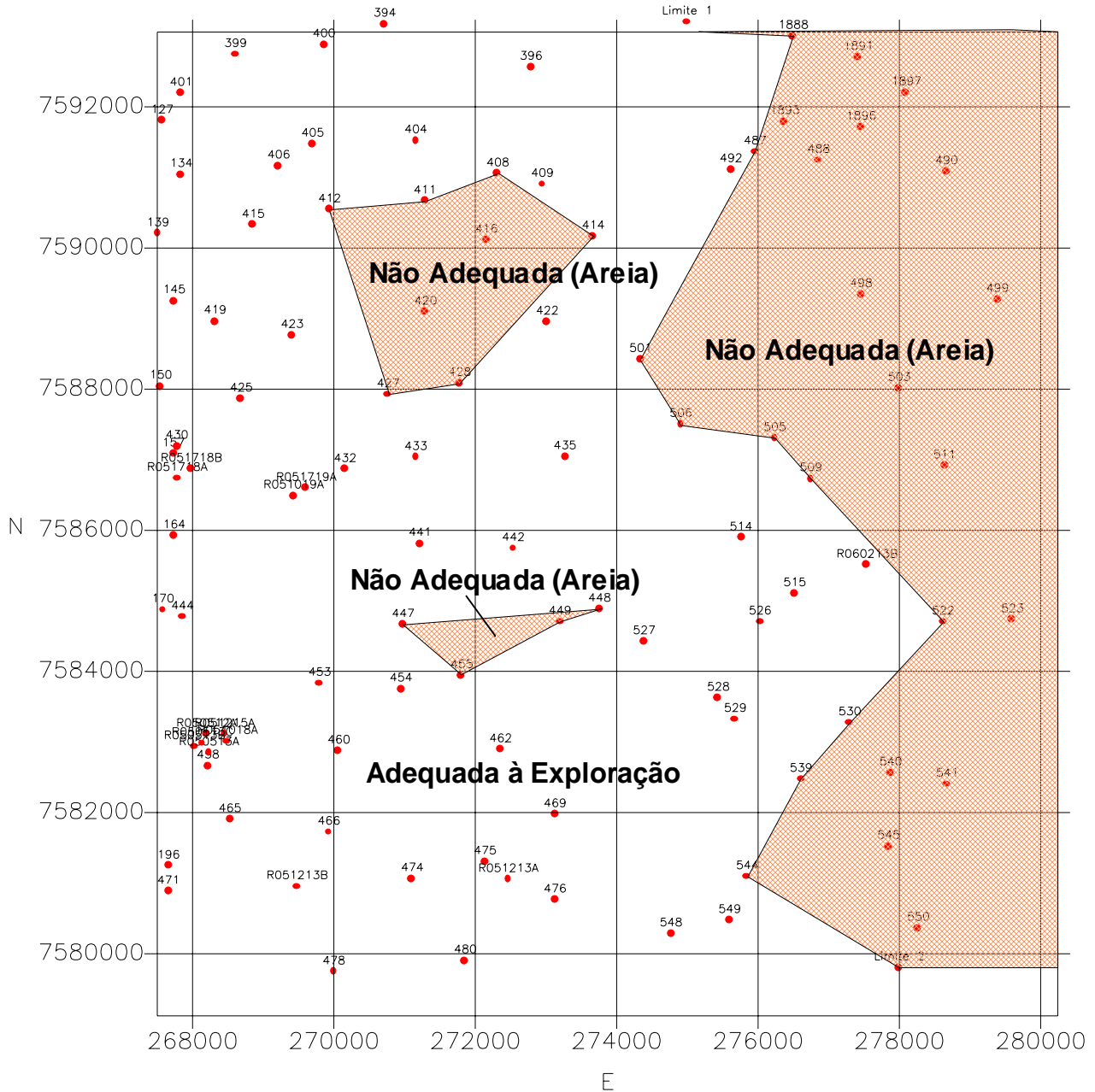


Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.11 - Mapa do Surfer – Folha 083

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 083 - Poço Gordo



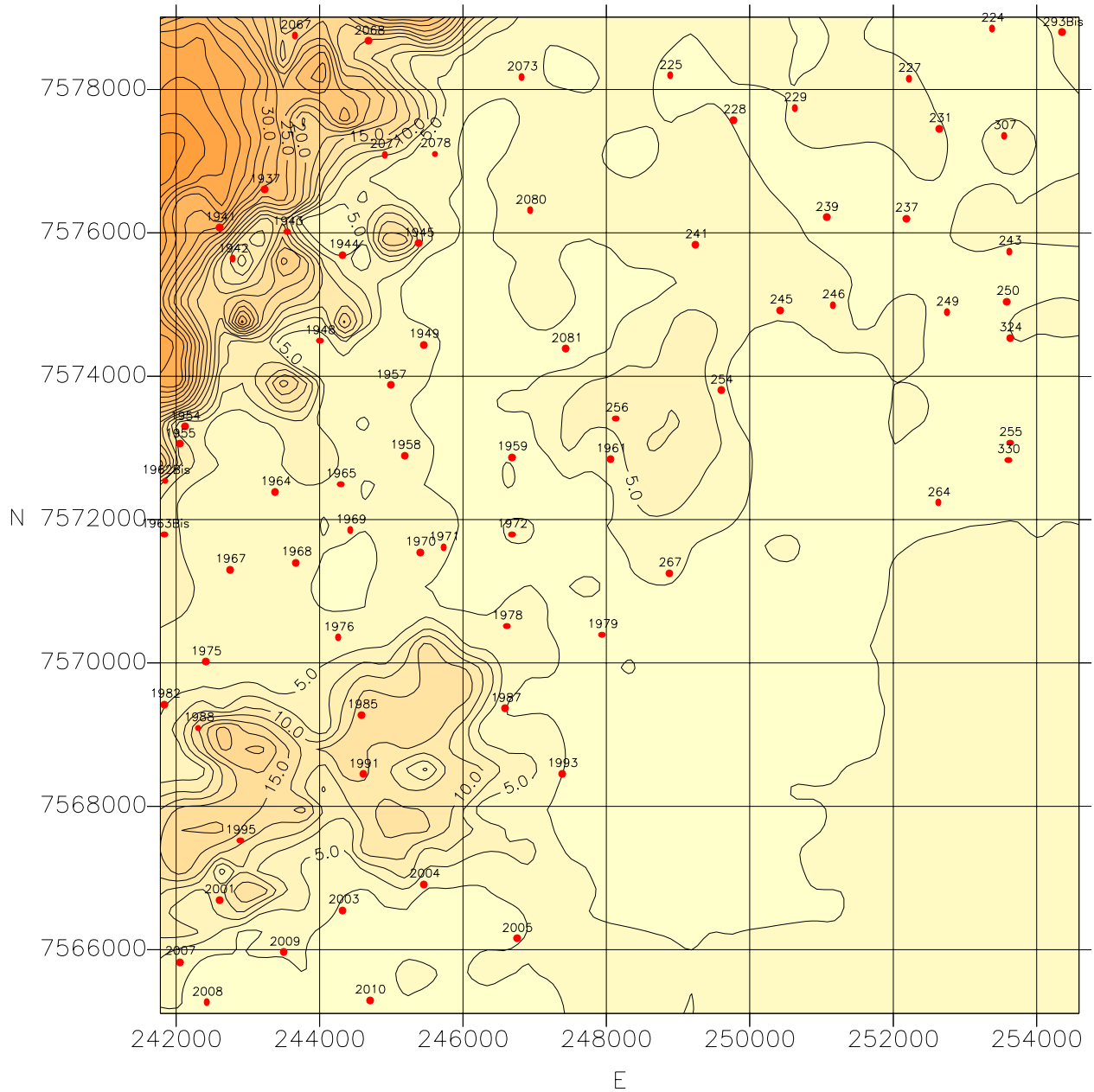
Escala: 1:25.000

Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Figura 4.12 - Croquis da Área de Exploração – Folha 083

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 098 - Guriri

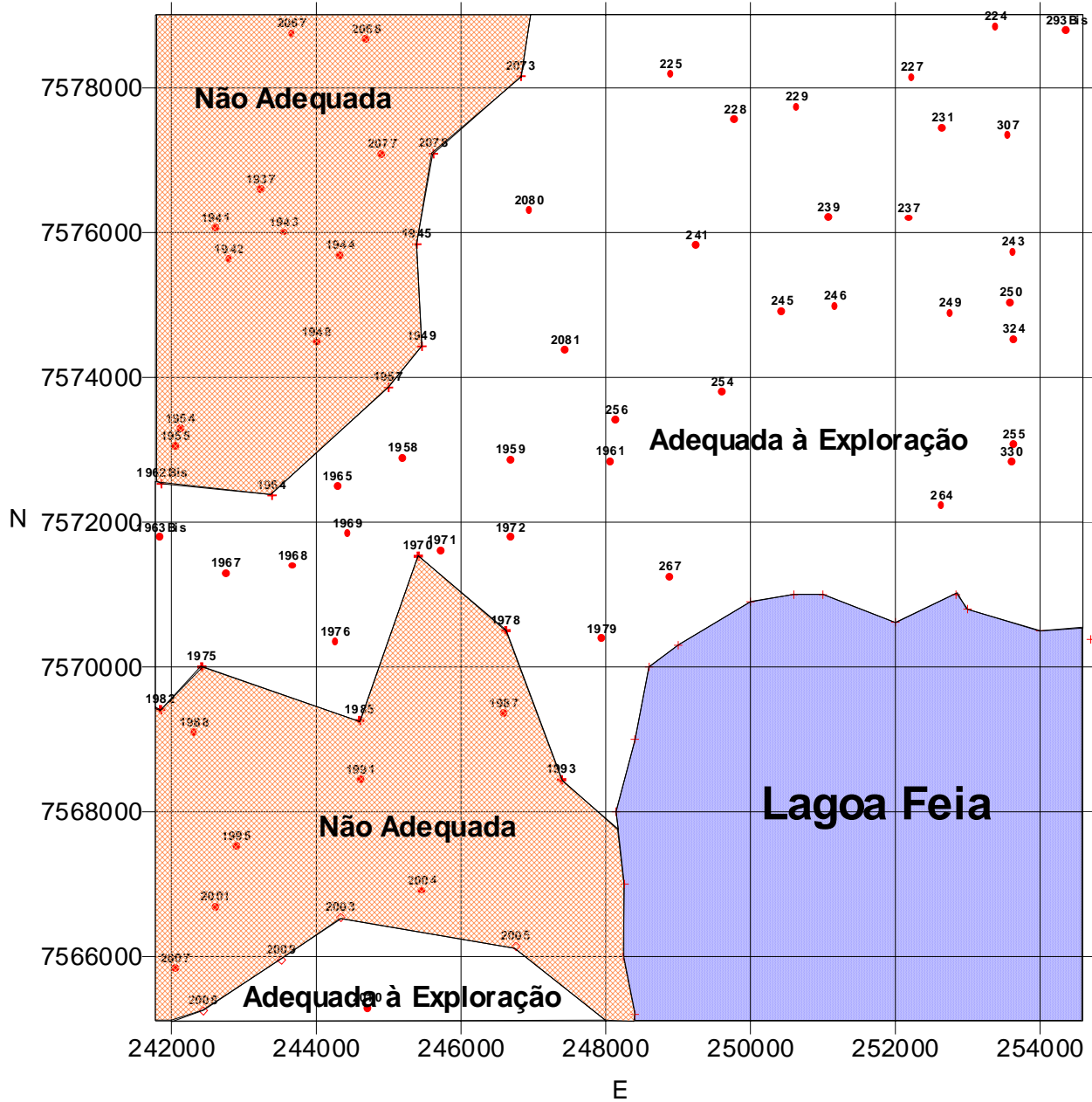


Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.13 - Mapa do Surfer – Folha 098

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 098 - Guriri



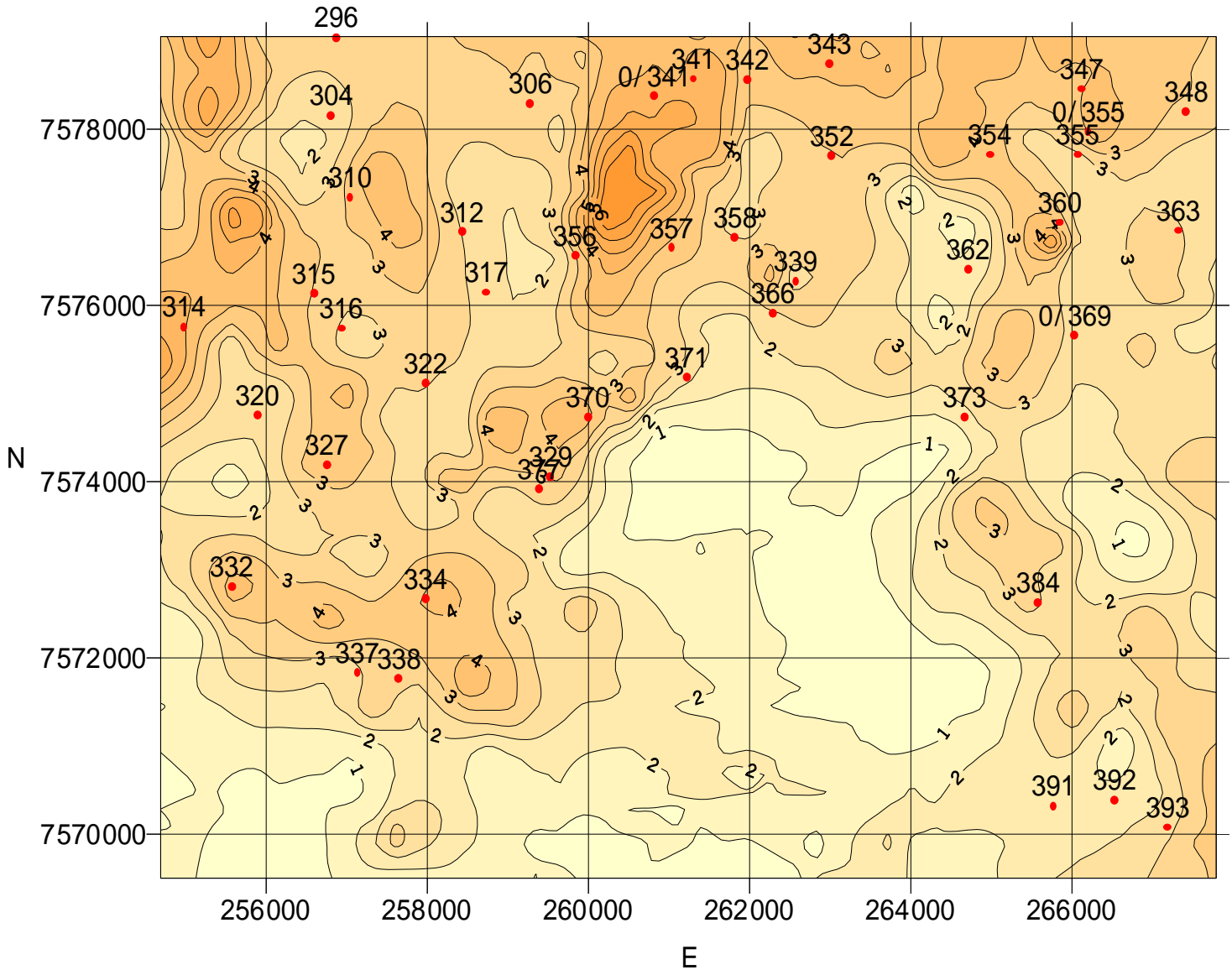
Escala: 1/25.000

Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Figura 4.14 - Croqui da Área de Exploração – Folha 098

Localização dos Pontos de Sondagens

Folha 099 - Tocos



Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.15 – Mapa do Surfer – Folha 099

Escala: 1:25.000

Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Figura 4.16 - Croqui da Área de Exploração – Folha 099

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 100 - Mussurepe

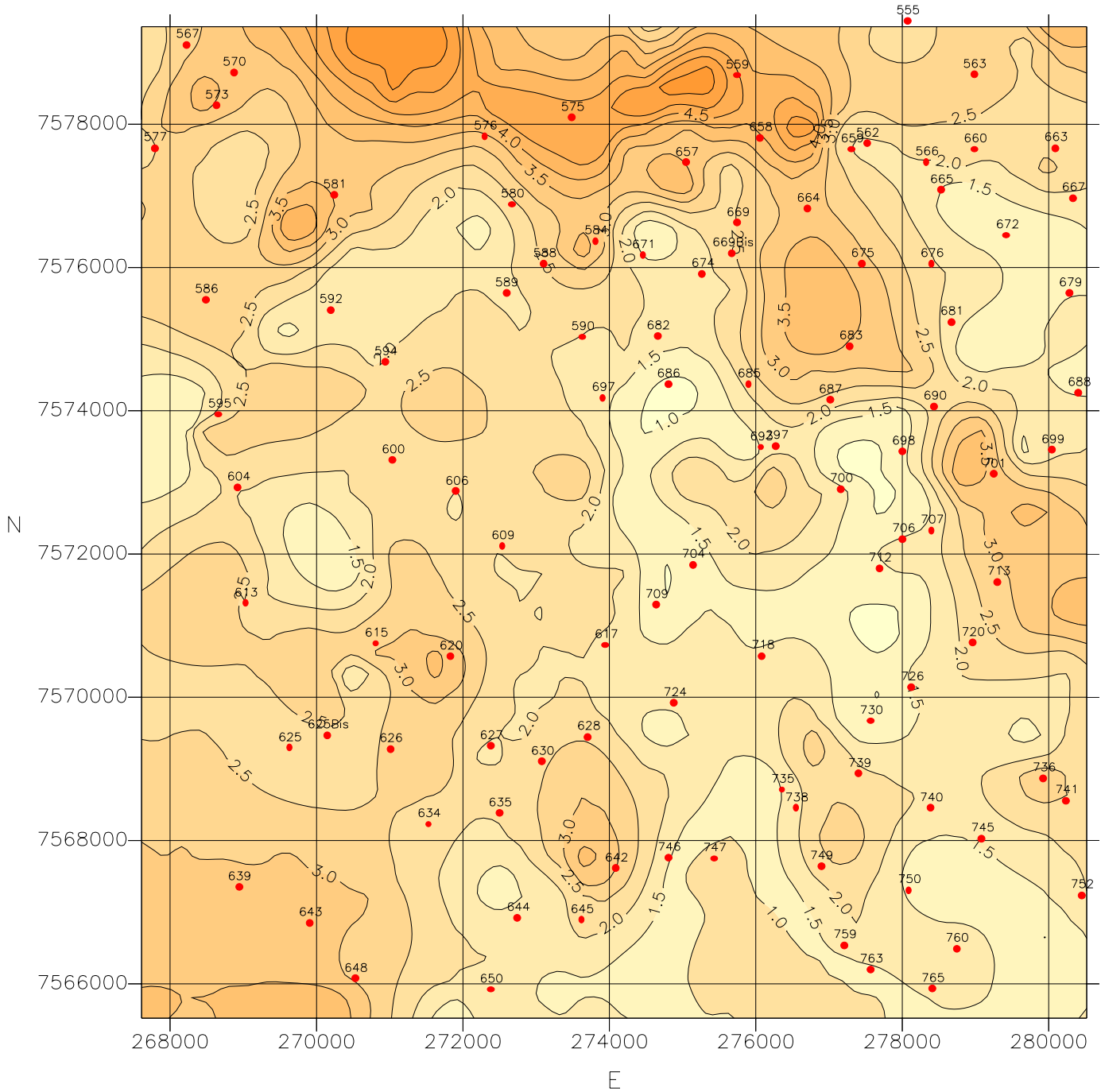
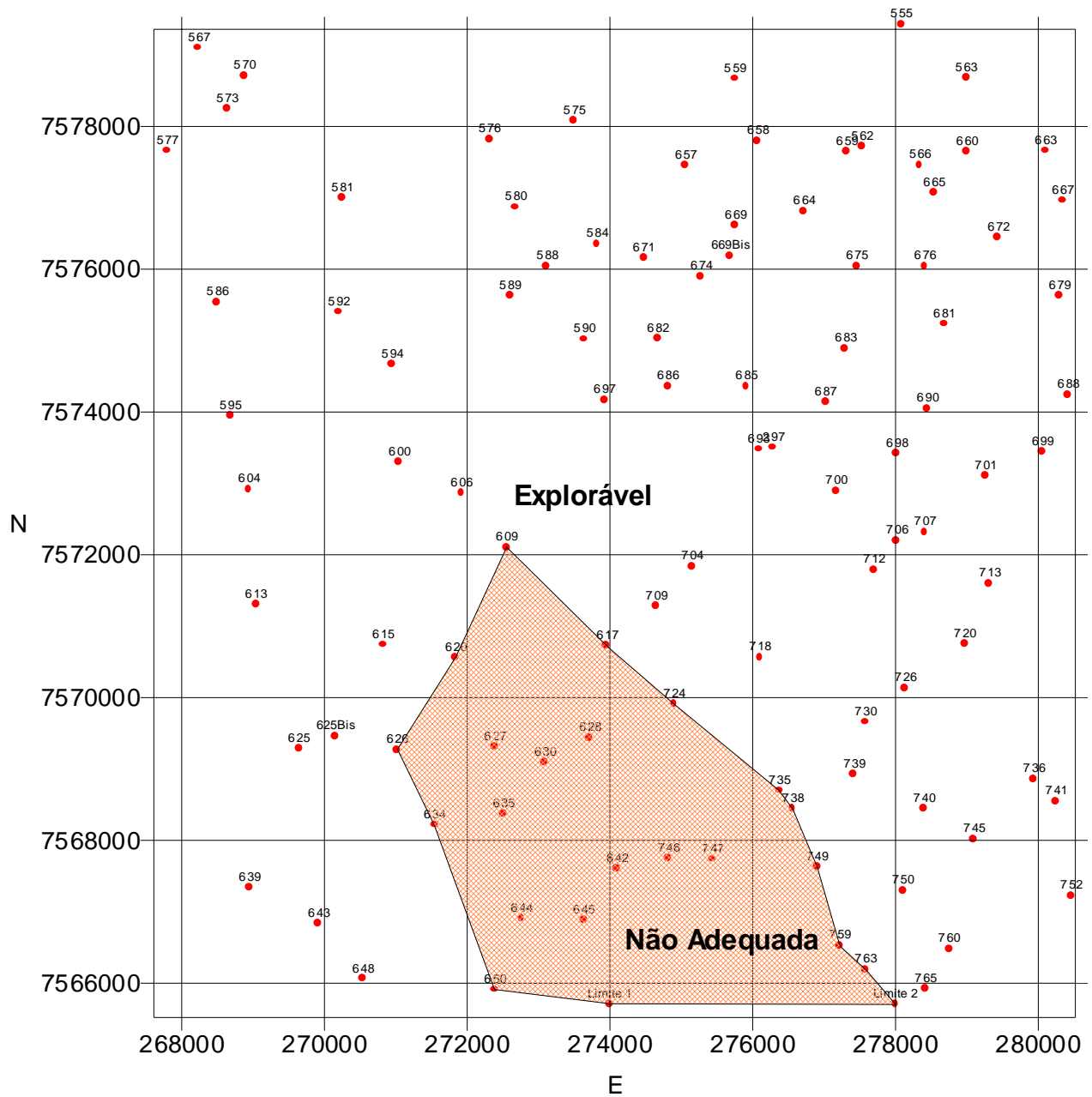


Figura 4.17 - Mapa do Surfer – Folha 100

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 100 - Muçurepe



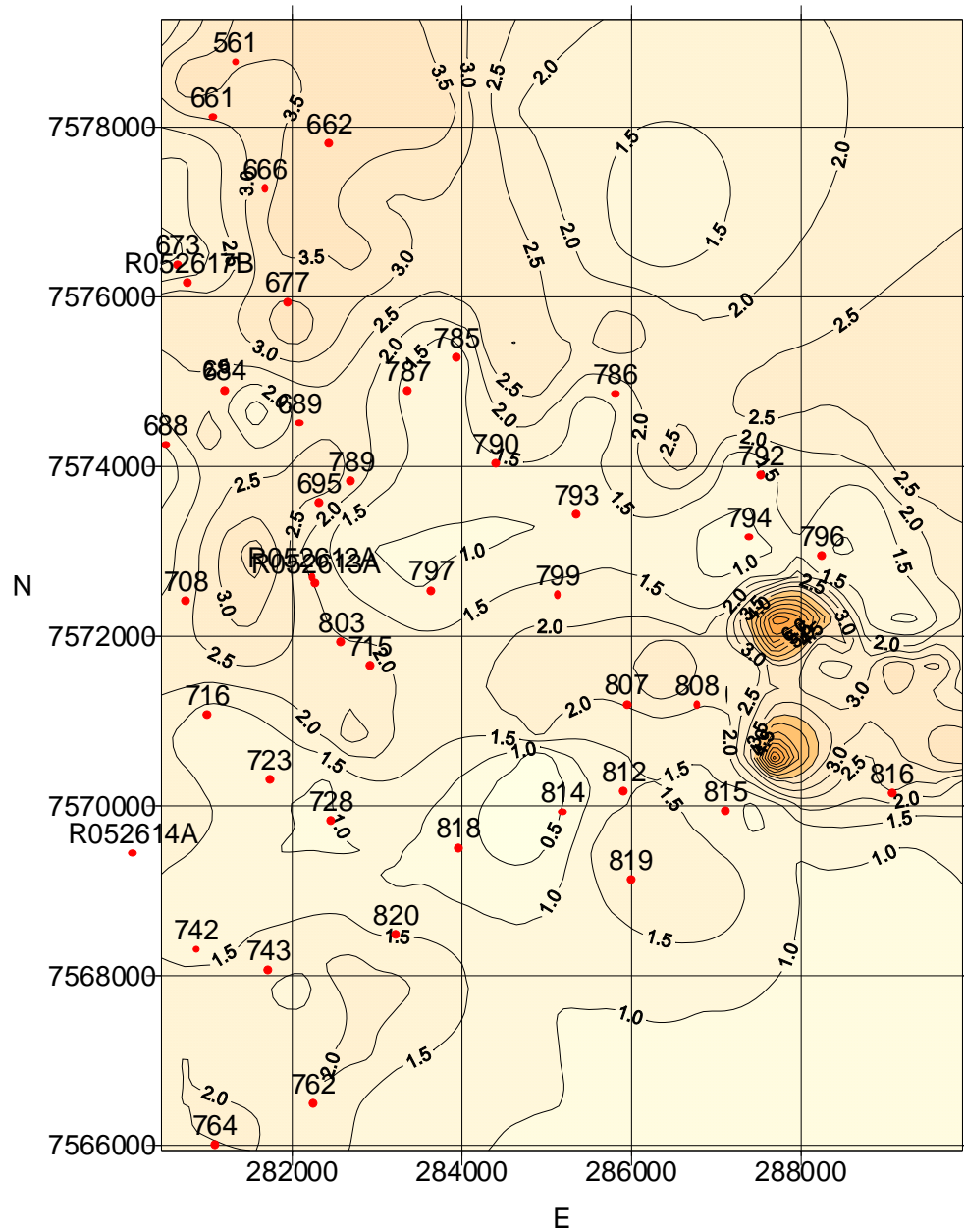
Escala: 1/25.000

Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Figura 4.18 - Croqui da Área de Exploração – Folha 100

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 101 – Canal de Andreza



Escala: 1:25.000 UTM (m)

Figura 4.19 - Mapa do Surfer – Folha 101

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 101 - Canal de Andreza

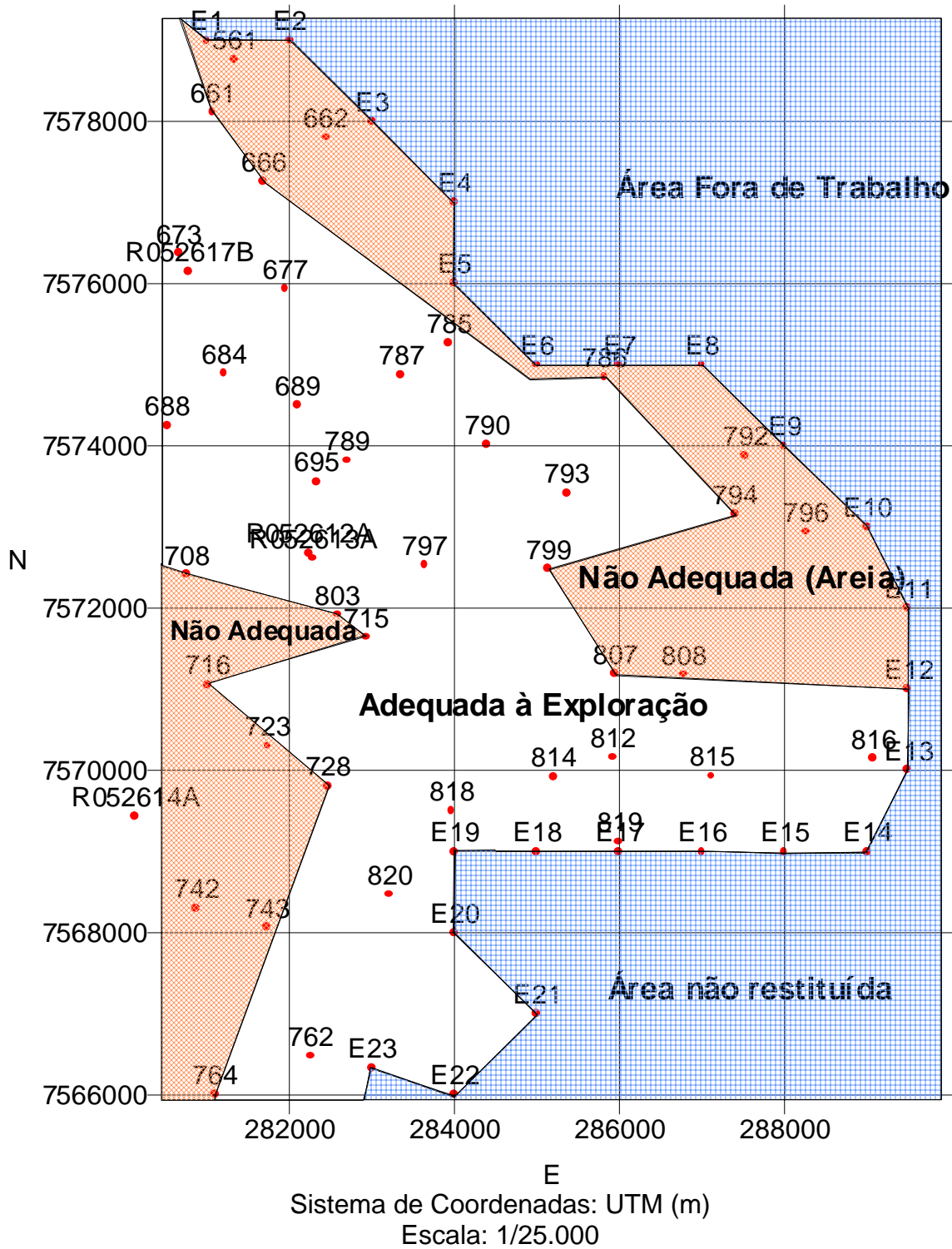


Figura 4.20 - Croqui da Área de Exploração – Folha 101

Localização dos Pontos de Sondagem

Folha 125 – Rio Pitangueiras

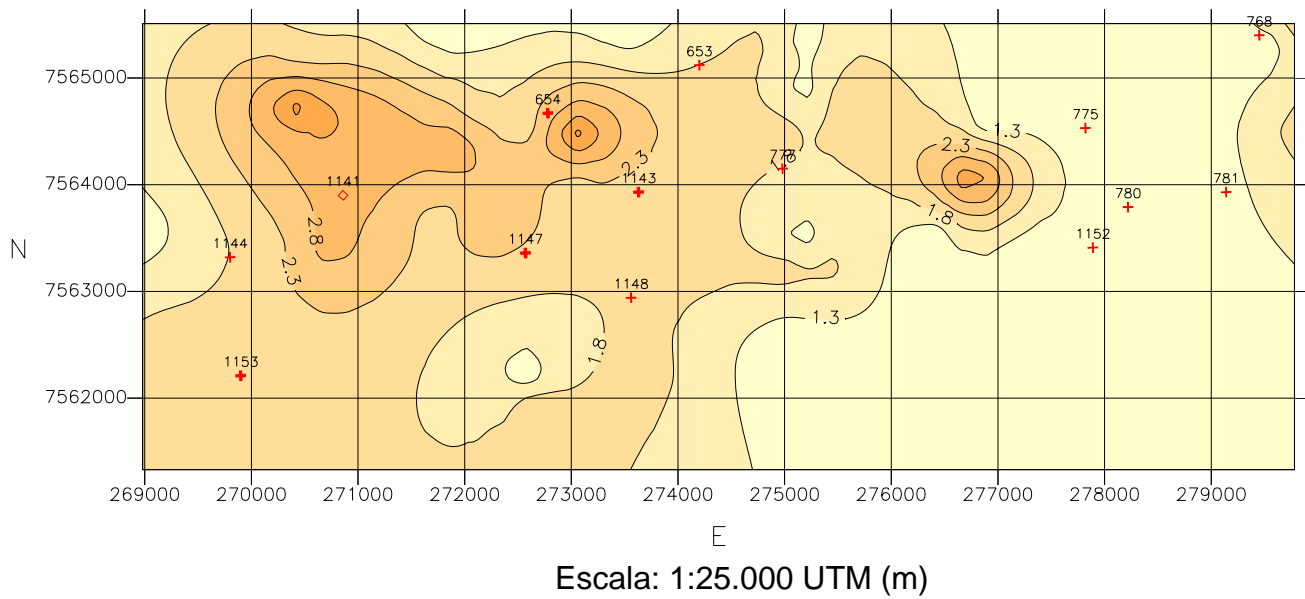
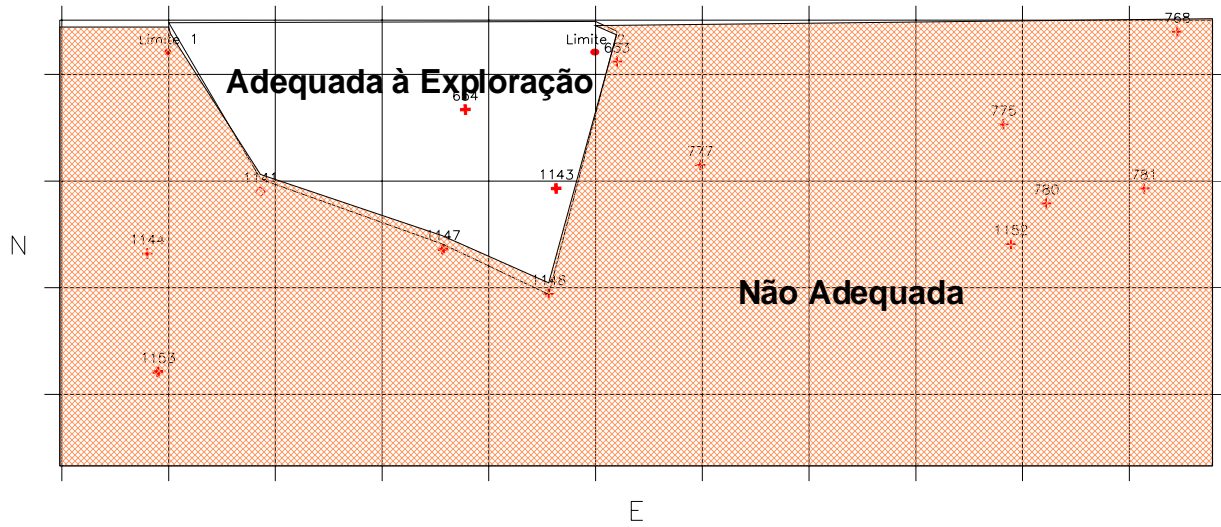


Figura 4.21 - Mapa do Surfer – Folha 125

Croquis de Separação das Zonas de Exploração

Folha 125 - Rio Pitangueiras



Sistema de Coordenadas: UTM (m)

Escala: 1/25.000.

Figura 4.21 - Croqui da Área de Exploração – Folha 125

Capítulo 5

Conclusões e Sugestões

Este trabalho confirma a necessidade de uma exploração bem planejada para o sucesso do empreendimento e minimização dos impactos decorrentes da exploração, o que começa com a aplicação de medidas relativamente simples, para o conhecimento do substrato, como por exemplo através de prospecções prévias das jazidas. que podem ser realizadas por meio de coleta de amostras e de sua caracterização físico-química; por meio de ensaios de laboratórios ou análise tátil-visual in situ.

No capítulo 3 foi mostrado como pode ser realizado este tipo de planejamento. Pois após obter-se dados de prospecções e através do estudo destas, perfis de sondagens devem ser realizados, separando as camadas de matéria-prima de interesse a exploração para sua posterior utilização e fornecendo dados específicos, tais como: profundidade do lençol d'água, número dessas camadas e a sua localização. De posse desses dados o minerador verificaria se é um bom local a ser explorado, compensatório em termos de custo-benefício. E através desses estudos ter-se-iam uma melhor idéia da utilização da matéria prima explorável, evitando-se assim desperdícios e tendo-se também idéias de como reutilizar estas cavas após a exploração, além dos impactos ambientais causados pela mesma. Com a caracterização das camadas e as correspondentes distribuições horizontal e vertical e o domínio da técnica da mistura, será perfeitamente possível dar à indústria cerâmica de Campos metodologias mais bem fundamentadas, com benefícios a qualidade dos produtos atuais; a criação de novos produtos; reduções de estéreis e impactos ambientais. Restam estudos de reutilização das cavas produzidas, como forma de redução deste impacto e preservação da capacidade produtiva dessas áreas mineradas.

Além das caracterizações dos materiais , da delimitação e da cubagem, esta dissertação presta grande serviço à indústria cerâmica de Campos, por adaptar a descrição pedológica de centenas de sondagens à linguagem da Mecânica dos Solos, de forma sistemática e locando-as segundo suas coordenadas. Foi criado um banco de

dados, vide anexos, de grande valia ao planejamento e desenvolvimento da exploração, em que se incluem as novas áreas a minerar.

As conclusões chegadas a partir das análises dos perfis realizados nesta dissertação, mostram que os materiais de maior interesse aos ceramistas para fabricação de seus atuais artefatos, como descrito no capítulo anterior. São os seguintes:

- Argila pouco siltosa (com areia), com a seguinte granulometria:

Argila > 60%

Silte < 35%

Areia < 25%

E os Limites de Ateberg variando de LP = 35 a 45 e o LL = 70 a 80

Com o seguinte IP = 35 a 41.

- Argila siltosa e/ou silte argiloso (com areia), com a seguinte granulometria:

Argila < 60%

Silte > 35%

Areia > 25%

E os Limites de Ateberg variando de: LP = 34 a 24 e o LL = 50 a 69

Com o seguinte IP = 35 a 26.

A separação desses sedimentos foi baseada no teor de argila encontrado nestas camadas, visto que para a fabricação de artefatos cerâmicos é necessária a mistura desses materiais conhecidos pelos ceramistas como barro forte (argila pouco siltosa) e barro fraco (argila siltosa e/ou silte argiloso com areia) sendo que o limite da areia deve ficar em 40%. O que não invalida os outros materiais que segundo um estudo de misturas pode vir a ser aproveitado principalmente a associação Argila arenosa e/ou areia argilosa (com silte), que em alguns pontos possuem boas porcentagens de argila, fato que poderá ser verificado nos boletins encontrados no Anexo I.

A partir dos croquis, separados de acordo com o perfil dominante de cada zona, verifica-se que as áreas mais apropriadas para exploração, no sentido de mais extensas, são as das folhas: 081,082,083. As das 098 e 099 são boas, mais o empecilho maior é o nível d'água, que em alguns pontos encontra-se muito próximo à

superfície. Por isto seria adequado, observar quais as melhores épocas do ano para a extração; em que este nível rebaixasse, aumentando a espessura do material a ser extraído.

Em relação à cubagem, após terem sido analisadas as cartas topográficas, nas quais encontravam-se plotados os pontos de sondagens, separou-se as áreas de acordo com a sua vocação para exploração. Com isso, obteve-se o diâmetro aproximado de cada zona e com as espessuras das camadas argilosas, denominadas tipo A e Tipo B, somando-as e retirando-se a média, achou-se a espessura média destas camadas; utilizada para o cálculo de volume de cada tipo em cada área. O limite utilizado para o cálculo delas foi o nível d'água. A seguir têm-se: o volume de cada tipo de material e a área total explorável, porém os dados mais detalhados, ou seja, por folha pode ser visto no capítulo retro.

$$\text{Área Total da zona explorável (A}_R\text{)} = 620 \text{ km}^2$$

Tem se assim um total geral de material explorável na região de estudo de:

$$\text{Tipo A} = 664.160.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Tipo B} = 927.300.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Total de material explorável (V)} = 1.591.460.000 \text{ m}^3$$

Ficam sugerido os seguintes temas para futuras pesquisas:

Obter as coordenadas sedes das cerâmicas, para serem mapeadas e fazer uma correlação entre as jazidas que exploram e a distância média que percorrem para obter material.

Estudar os sedimentos do Barreiras que se encontram na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul e nas imediações da Lagoa Feia, visando a sua possível utilização pelas cerâmicas.

Faltou um tratamento geoestatístico mais elaborado para o alcance da cubagem, o que viria em favor de uma valorização maior dos resultados. Nesse sentido, fica sugerida a krigagem dos dados disponíveis.

Outra sugestão que se faz é o estudo das areias intercaladas nas camadas argilosas, visando as suas possíveis aplicações e um melhor conhecimento da origem

de deposições desses materiais, ajudando a elucidar a história geológica da planície de inundação. O aproveitamento dessas areias como sub-produto, poderia resultar na ampliação das áreas exploráveis, naturalmente diante de um estudo econômico adequado.

Referência Bibliográfica

- Alexandre, J (2000). *Análise de matéria-prima e composição de massa utilizada em cerâmicas vermelhas*. Dissertação de Doutorado em Ciências de Engenharia – Geotecnia. Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 174p.
- Alves, J. (1990). *Projeto Argila, Perfil da Atividade Industrial de Cerâmica Vermelha no Município de Itaboraí* - RJ. Departamento de Recursos Minerais – DRM. Niterói – RJ, 70p.
- Beraldo, P. e Soares, S.M *GPS – Introdução e Aplicações Práticas* – S.C Editora e Livraria Luana Ltda, 150p.
- Barroso, J. (1997) *Evolução da Planície Costeira do Rio Paraíba do Sul* – Seminário proferido no LCENG – CCT – UENF. Campos dos Goytacazes, RJ. Inédito.
- César, J. (2000). *Economia*. Folha da Manhã, Campos dos Goytacazes, 03 maio, p.3.
- Diegues, C. *Retrato a óleo* (Economia e Negócios). Revista Veja, Rio de Janeiro, 12 jul. Edição 1657, p.120.
- Honse, V. (1997). *Norte Fluminense: Muito além do canavial* (Edição especial). O Globo, Rio de Janeiro, 26 out., 84p.
- IBGE (1996) *Anuário Estatístico*.
- NBR 6459 (1998). *Solo – Determinação do Limite de Liquidez*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro – RJ.
- NBR 6508 (1998). *Solo – Determinação do Limite de Liquidez*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro – RJ.
- NBR 6459 (1988). *Solo – Determinação da Massa Específica dos Grãos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro – RJ.

- NBR 7180 (1998). *Solo – Determinação do Limite de Plasticidade*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro – RJ.
- NBR 7181 (1998). *Solo – Determinação da Granulometria com sedimentação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro – RJ.
- Mendes, J.C. (1992). *Elementos de Estratigrafia*. São Paulo. Editora T.A Queiroz, 572 p.
- Lemos, R.C. et Al (1996). *Manual de Descrição e Coleta no Campo*. Campinas. EMBRAPA.
- Vários Autores – 1995 – *Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos* – EMBRAPA
- Lamego, A.R. (1974). *O Homem e o Brejo* (2ª Ed.). Editora Lidador Ltda. Rio de Janeiro. 230p.
- Suguio, K., Flexor, J.M., Dominguez, J.M.L., Azevedo, A E.G. (1984). *Evolução da Planícies Costeira do Rio Paraíba do Sul durante o Quaternário :Influência das flutuações do nível do mar*. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia.
- Dominguez, J.M.L, Martin, L., (1981). *Esquema Evolutivo da Sedimentação Quaternária nas feições deltaicas dos Rios São Francisco, Jequitinhonha, Doce e Paraíba do Sul*. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, Dez.
- Pastore, E.L. e Fonte, R.M. (1998). *Caracterização e Classificação de Solos* In: *Geologia de Engenharia*. Oliveira, A.M.S., Brito, S.N.A (eds.). Associação Brasileira de Geologia (ABGE). São Paulo, p.197 – 226.
-
- Suguio, K. (1988). *Influências das flutuações do nível relativo do mar e da deriva litorânea de sedimentos na formação dos plainos costeiros quaternários do Brasil* – Anais do Simpósio sobre Depósitos Quaternários das Baixadas Litorâneas.
- Salomão, F.T.X. e Antunes, F.S. (1998). *Solos*. In: *Geologia de Engenharia*. Oliveira, A.M.S., Brito, S.N.A (eds.). Associação Brasileira de Geologia (ABGE). São Paulo, p.87 – 99.

- Vieira, L.S., Santos, P.C.T. e Vieira, M.N.S. (1988). *Solos: Propriedades, Classificação e Manejo*. Brasília , MEC/ABEAS. 154 p.
- Cartas Topográficas, escala 1:25. 000 (PROJIR - 1984).
- Cartas Geológicas (1981) escala de 1:50. 000. DRM
- Cartas Pedológicas escala de 1:25. 000 (PROJIR - 1984).
- Relatórios Técnicos Setoriais volume I Tomo 1 a 3 (PROJIR - 1984).
- Anexo A - Perfis de Solos com Análise Completa (PROJIR - 1984).
- Anexo B – Tomos I a VI – Perfis de Solos com Análise Parcial com Granulometria. (PROJIR - 1984).

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1: Cava abandonada em virtude da ocorrência de camada de areia	2
Figura 1.2: Exploração típica de uma jazida.	3
Figura 1.3: Vista de uma área de exploração	4
Figura 1.4: Área de uma jazida após a exploração	5

CAPÍTULO 2

Figura 2.1: Localização do Município	6
Figura 2.2: Região das Jazidas no Município de Campos de Goytacazes	7
Figura 2.3: Localização das cerâmicas na estrada RJ - 16	8
Figura 2.4: Isotermas médias anuais	11
Figura 2.5: Isohigras médias anuais	14
Figura 2.6: Freqüência e velocidades dos ventos	16
Figura 2.7: Isoietas médias anuais homogeneizadas	17
Figura 2.8: Relevo do Município de Campos dos Goytacazes	23
Figura 2.9: Mapa geológico da planície costeira do Rio Paraíba do Sul	30
Figura 2.10: Caulinita apresentando estrutura em forma de booklet	31

CAPÍTULO 3

Figura 3.1: Limpeza e obtenção de amostras de um perfil	34
Figura 3.2: Esquema de um sistema de Navegação por GPS	37
Figura 3.3: Aparelho GPS	40

CAPÍTULO 4

Figura 4.1: Mapa do Surfer – Folha 067	54
Figura 4.2: Croqui da Área de Exploração – Folha 067	55
Figura 4.3: Mapa do Surfer – Folha 068	56
Figura 4.4: Croqui da Área de Exploração – Folha 068	57
Figura 4.5: Mapa do Surfer – Folha 069	58
Figura 4.6: Croqui da Área de Exploração – Folha 069	59
Figura 4.7: Mapa do Surfer – Folha 081	60
Figura 4.8: Croqui da Área de Exploração – Folha 081	61
Figura 4.9: Mapa do Surfer – Folha 082	62
Figura 4.10: Croqui da Área de Exploração – Folha 082	63
Figura 4.11: Mapa do Surfer – Folha 083	64
Figura 4.12: Croqui da Área de Exploração – Folha 083	65
Figura 4.13: Mapa do Surfer – Folha 098	66
Figura 4.14: Croqui da Área de Exploração – Folha 098	67
Figura 4.15: Mapa do Surfer – Folha 099	68
Figura 4.16: Croqui da Área de Exploração – Folha 099	69
Figura 4.17: Mapa do Surfer – Folha 100	70
Figura 4.18: Croqui da Área de Exploração – Folha 100	71
Figura 4.19: Mapa do Surfer – Folha 101	72
Figura 4.20: Croqui da Área de Exploração – Folha 101	73
Figura 4.21: Mapa do Surfer – Folha 125	74
Figura 4.22: Croqui da Área de Exploração – Folha 125	75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1: Temperatura média mensal homogenizada	12
Tabela 2.2: Precipitação média mensal homogenizada	19
Tabela 2.3: Distribuição da insolação total (horas)	20

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1: Características do Sistema GPS	37
--	----