

Universidade Federal da Paraíba

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS

**APLICAÇÃO DO SOFTWARE DATAMINE NO MODELAMENTO
GEOLÓGICO E CÁLCULO DE RESERVAS DAS JAZIDAS DE BENTONITA,
BOA VISTA – PB**

HOMERO JOSÉ LOUREIRO SARMENTO

Campina Grande/PB

2002

1675-402
CGBC_D18

**APLICAÇÃO DO SOFTWARE DATAMINE NO MODELAMENTO
GEOLÓGICO E CÁLCULO DE RESERVAS DAS JAZIDAS DE BENTONITA,
BOA VISTA – PB**

HOMERO JOSÉ LOUREIRO SARMENTO

APLICAÇÃO DO SOFTWARE DATAMINE NO MODELAMENTO
GEOLÓGICO E CÁLCULO DE RESERVAS DAS JAZIDAS DE BENTONITA, BOA
VISTA – PB

Dissertação submetida à Banca Examinadora de Pós-graduação em Engenharia de Minas da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial a obtenção de título de Mestre em Engenharia de Minas.

Área de concentração: Geologia de Minas

Orientador: Prof. Dr. Tumkur Rajarao Gopinath

Campina Grande/PB

2002



S246a Sarmento, Homero José Loureiro.
Aplicação do software datamine no modelamento geológico e cálculo de reservas das jazidas de bentonita, Boa Vista - PB / Homero José Loureiro Sarmento. - Campina Grande, 2002. 84 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2002.

"Orientação : Prof. Dr. Tumkur Rajarao Gopinath".
Referências.

1. Depósitos de Bentonita - Engenharia de Minas - Boa Vista (PB). 2. Argilas Bentoníticas - Boa Vista (PB). 3. Datamine - Software - Mineração. 4. Geologia de Minas. 5. Dissertação - Engenharia de Minas. I. Gopinath, Tumkur Rajarao. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

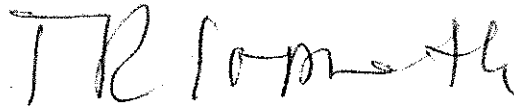
CDU 622:553.111(813.3)(043)

HOMERO JOSÉ LOUREIRO SARMENTO

Título: “APLICAÇÃO DO SOFTWARE DATAMINE NO MODELAMENTO GEOLÓGICO E CÁLCULO DE RESERVAS DAS JAZIDAS DE BENTONITA, BOA VISTA – PB”

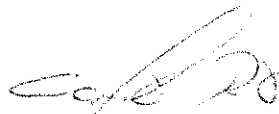
Aprovado em _____ / _____ / _____

COMISSÃO EXAMINADORA



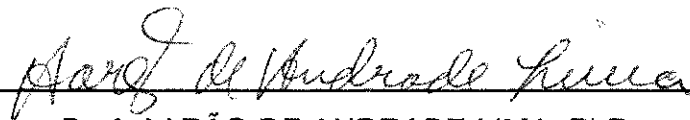
Prof. TUMKUR RAJARAO GOPINATH, PhD

Orientador



Prof. DORIVAL DE CARVALHO PINTO, PhD

Examinador



Prof. AARÃO DE ANDRADE LIMA, PhD

Examinador

Data da apresentação pública 11 de abril de 2002

*As memórias da minha querida mãe,
Margarida Loureiro Parmento (Dona
Milena) e da minha tia e madrinha
Maria do Socorro Loureiro Cabral de
Alto, presentes diariamente na minha
vida, muitas saudades.*

AGRADECIMENTOS

Em especial ao mestre e orientador, Professor Dr. Tumkur Rajarao Gopinath pelo exemplo, amizade, confiança, ensinamentos e orientação durante o desenrolar desse curso.

A Universidade Federal da Paraíba, por intermédio do Departamento de Mineração e Geologia e a Coordenação da Pós-Graduação em Engenharia de Minas pela realização desse curso.

Aos meus Pais, Manoel Avelino Sarmento e Margarida Loureiro Sarmento(*in memoriam*), pelo apoio e incentivo incondicional.

A minha noiva Luciene Guimarães Vieira pelo carinho, compreensão, apoio e ajuda durante todo o tempo

Aos colegas e amigos José Ivaldo de Moraes, Marcos Roberto Kalvelage, Marinésio Pinheiro de Lima, Marconi José da Câmara Pires, José Sérgio Abrantes Furtado, Wenner Gláucio Lopes Lucena, Marisa Rangel, Raimundo Nonato de Andrade Feitosa e todos os demais pelo apoio e incentivo.

Aos Amigos Carlos Magno Muniz e Silva e Lanusse Rocha Tuma em especial pela consideração e convívio amigo e sincero.

A secretária Maria do Carmelo M. Coutinho pela amizade e estimada ajuda no decorrer do curso.

Aos Professores Aarão de Andrade Lima, Vicente de Paula Freitas e Arlindo José Bazante pelas informações passadas.

Ao DNPM, nas pessoas do Diretor Arnaldo Maia, Vandira Nazareno e Maria Hilda Pinto de A. Trindade pelo apoio na obtenção de dados da pesquisa.

A CAPES, pela bolsa concedida.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| RESUMO | xiii |
| RESUMO | xiv |
| CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 GENERALIDADES | 1 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS | 2 |
| 1.3.1 Gerais | 2 |
| 1.3.2 Específicos | 2 |
| 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 2 |
| CAPITULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1 HISTÓRICO | 4 |
| 2.2 APLICAÇÕES | 6 |
| 2.3 ASPECTOS GERAIS DAS OCORRÊNCIAS | 6 |
| 2.4 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS (SOFTWARES) APLICADOS À MINERAÇÃO | 6 |
| 2.4.1 Características Gerais | 6 |
| 2.4.2 O Software Datamine | 7 |
| 2.4.3 Aplicações do Datamine Studio | 8 |
| 2.5 O MODELAMENTO GEOLÓGICO | 9 |
| 2.6 A CIÊNCIA GEOESTATÍSTICA | 10 |
| 2.6.1 O Variograma | 12 |
| 2.6.2 Krigagem | 14 |
| 2.6.3 Utilização da geoestatística no modelamento | 14 |
| CAPÍTULO III – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: JAZIDAS DE BENTONITA DE BOA VISTA – PB | 15 |
| 3.1 Localização e vias de acesso | 15 |
| 3.2 GEOLOGIA: | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.1 Geologia Regional..... | 16 |
| 3.2.2 Geologia local..... | 18 |
| 3.2.2.1 Principais depósitos..... | 18 |
| 3.3 GEOMORFOLOGIA..... | 20 |
| 3.4 PLANEJAMENTO E LAVRA..... | 21 |
| 3.4.1 Operações Unitárias de Lavra..... | 21 |
| 3.4.1.1 Desmatamento..... | 21 |
| 3.4.1.2 Decapeamento, preparação das frentes de lavra, bota-foras e vias de acesso..... | 21 |
| 3.4.1.3 Lavra..... | 22 |
| 3.5 ASPECTOS ECONÔMICOS: RESERVA, PRODUÇÃO, CONSUMO..... | 22 |
| 3.5.1 Reserva..... | 22 |
| 3.5.2 Produção..... | 23 |
| 3.5.3 Consumo..... | 23 |
| CAPÍTULO IV – MODELAMENTO GEOLÓGICO DAS JAZIDAS DE BENTONITA COM O SOFTWARE DATAMINE..... | 24 |
| 4.1 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 24 |
| 4.2 ÁREA DE LAGES..... | 24 |
| 4.2.1 Elaboração do modelo digital observado..... | 24 |
| 4.2.1.1 Digitalização dos dados plani-altimétricos..... | 24 |
| 4.2.1.2 Análise e tratamento dos dados..... | 26 |
| 4.2.1.3 Interpretação geológica..... | 27 |
| 4.2.1.4 Modelagem do sólido..... | 28 |
| 4.2.2 Modelo de Blocos da Jazida Lages – Modelo Observado..... | 30 |
| 4.2.2.1 Parâmetros utilizados..... | 30 |
| 4.2.2.2 Preenchendo a wireframe com blocos..... | 31 |
| 4.2.2.3 Otimizando as sub-células..... | 31 |
| 4.2.2.4 Avaliando Modelos de Blocos..... | 33 |
| 4.2.3 Cálculo de Reserva Medida..... | 33 |
| 4.3 ÁREA DE LAGES – MODELO ESPERADO..... | 34 |
| 4.3.1 Estudo Variográfico..... | 34 |

| | | |
|---------|---|-----------|
| 4.3.1.1 | Análise estatística..... | 34 |
| 4.3.1.2 | Variograma experimental..... | 35 |
| 4.3.1.3 | Variograma teórico..... | 36 |
| 4.3.1.4 | Estimativa de recursos através de Krigagem..... | 37 |
| 4.3.2 | Elaboração do modelo digital esperado..... | 37 |
| 4.3.2.1 | Elaboração da superfície do modelo geológico tri-dimensional..... | 38 |
| 4.3.2.2 | Interpretação geológica..... | 38 |
| 4.3.2.3 | Modelagem do sólido..... | 39 |
| 4.3.3 | Modelo de Blocos da Jazida Lages – Modelo Esperado..... | 41 |
| 4.3.3.1 | Parâmetros utilizados..... | 41 |
| 4.3.3.2 | Preenchendo a wireframe com blocos..... | 41 |
| 4.3.3.3 | Otimizando as sub-células..... | 41 |
| 4.3.3.3 | Avaliando Modelos de Blocos..... | 43 |
| 4.4 | ÁREA DE JUÁ..... | 44 |
| 4.4.1 | Elaboração do modelo digital..... | 44 |
| 4.4.1.1 | Digitalização dos dados plani-altimétricos..... | 44 |
| 4.4.1.2 | Análise e tratamento dos dados..... | 44 |
| 4.4.1.3 | Elaboração do modelo geológico tridimensional..... | 45 |
| 4.4.1.4 | Interpretação geológica..... | 45 |
| 4.4.2 | Modelo de Blocos da Jazida Juá..... | 48 |
| 4.4.2.1 | Parâmetros utilizados..... | 48 |
| 4.4.2.2 | Preenchendo a wireframe com blocos..... | 48 |
| 4.4.2.3 | Otimizando as sub-células..... | 48 |
| 4.4.2.4 | Avaliando Modelos de Blocos..... | 50 |
| 4.4.3 | Cálculo de reserva medida..... | 51 |
| 4.5 | DISCUSSÕES..... | 51 |
| | CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 55 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 57 |
| | ANEXOS..... | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 – TIPOS DE ARQUIVO DE ENTRADA DE DADOS DE SONDAGEM | 26 |
| TABELA 2 – LIMITES E TAMANHO DAS CÉLULAS DA JAZIDA LAGES – MODELO OBSERVADO..... | 30 |
| TABELA 3 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MODELO DE BLOCOS – MODELO OBSERVADO..... | 33 |
| TABELA 4 – DADOS DO RELATÓRIO DE PESQUISA DO DNPM – JAZIDA LAGES | 33 |
| TABELA 5 – DADOS ESTATÍSTICOS DA JAZIDA LAJES | 34 |
| TABELA 6 – LIMITES E TAMANHO DAS CÉLULAS DA JAZIDA LAGES – MODELO ESPERADO | 41 |
| TABELA 7– RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MODELO DE BLOCOS – MODELO ESPERADO | 43 |
| TABELA 8 – LIMITES E TAMANHO DAS CÉLULAS DA JAZIDA JUÁ | 48 |
| TABELA 9 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MODELO DE BLOCOS – JAZIDA JUÁ..... | 50 |
| TABELA 10 – DADOS DO RELATÓRIO DE PESQUISA DO DNPM – JAZIDA JUÁ..... | 51 |
| TABELA 11 – COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NOS MODELOS OBSERVADO E ESPERADO COM OS DADOS DO DNPM – JAZIDA LAGES | 54 |
| TABELA 12 – COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NO MODELO OBSERVADO COM OS DADOS DO DNPM – JAZIDA JUA..... | 54 |
| TABELA 13 – DADOS DE ENTRADA DO DATAMINE – ÁREA LAGES - MODELO OBSERVADO DADOS DAS 'BOCAS' DOS FUROS – COLLARS..... | 63 |
| TABELA 14 – ARQUIVO DE ORIENTAÇÃO DOS FUROS DE SONDA – SURVEYS – ÁREA LAGES..... | 64 |
| TABELA 15 – ARQUIVOS DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS – MODELO OBSERVADO | 65 |
| TABELA 16 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – MODELO OBSERVADO | 67 |
| TABELA 17 – DADOS DAS 'BOCAS' DOS FUROS – COLLARS..... | 69 |
| TABELA 18 – ARQUIVO DE ORIENTAÇÃO DOS FUROS DE SONDA – SURVEYS..... | 71 |
| TABELA 19 – ARQUIVOS DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS – MODELO ESPERADO..... | 73 |
| TABELA 20 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – MODELO ESPERADO..... | 76 |
| TABELA 21 – DADOS DE ENTRADA DO DATAMINE – ÁREA JUÁ – DADOS DAS 'BOCAS' DOS FUROS – COLLARS..... | 79 |

| | |
|--|----|
| TABELA 22- ARQUIVO DE ORIENTAÇÃO DOS FUROS DE SONDA – SURVEYS – | |
| ÁREA JUÁ..... | 80 |
| TABELA 23 – ARQUIVO DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS – ÁREA JUÁ | 81 |
| TABELA 24 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – ÁREA JUÁ | 83 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DA FUNÇÃO VARIOGRAMA..... | 12 |
| FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 16 |
| FIGURA 3 – MAPA GEOLÓGICO..... | 17 |
| FIGURA 4 – MAPA GEOLÓGICO LOCAL MOSTRANDO OS PRINCIPAIS DEPÓSITOS..... | 19 |
| FIGURA 5 – OPERAÇÃO DE DECAPEAMENTO NA MINA DE JUÁ..... | 22 |
| FIGURA 6 – PRODUÇÃO BRASILEIRA DE BENTONITA NO PERÍODO DE 1998 A 2000..... | 23 |
| FIGURA 7 – POLIGONAIS DAS CURVAS DE NÍVEL DA JAZIDA LAGES..... | 25 |
| FIGURA 8 – MALHA DE SONDAÇÃO DA JAZIDA LAGES..... | 27 |
| FIGURA 9 – PERFIL DE DUAS POLIGONAIS..... | 28 |
| FIGURA 10 - MALHA TRIANGULADA DE PONTOS..... | 29 |
| FIGURA 11 – JAZIDA LAGES EM TRÊS DIMENSÕES..... | 29 |
| FIGURA 12 – MODELO DE BLOCOS – CORTE VERTICAL NO SENTIDO LESTE-OESTE – MODELO OBSERVADO..... | 31 |
| FIGURA 13 – MODELO DE BLOCOS – CORTE HORIZONTAL NA COTA 97 – MODELO OBSERVADO..... | 32 |
| FIGURA 14 – HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DA DISTRIBUIÇÃO DE ESPESSURA, DA JAZIDA DE LAGES..... | 35 |
| FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO EXPERIMENTAL..... | 36 |
| FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO ESPERADO OBTIDO..... | 36 |
| FIGURA 17 – MAPA DE KRIGAGEM..... | 37 |
| FIGURA 18 – MODELO ESPERADO DA MALHA DE SONDAÇÃO DA JAZIDA LAGES..... | 38 |
| FIGURA 19 – PERFIL DE DUAS POLIGONAIS..... | 39 |
| FIGURA 20 – MALHA TRIANGULADA DE PONTOS DO MODELO ESPERADO..... | 40 |
| FIGURA 21 – MODELO ESPERADO DA JAZIDA DE LAGES EM TRÊS DIMENSÕES..... | 40 |
| FIGURA 22 – MODELO DE BLOCOS – CORTE HORIZONTAL NA COTA 97 – MODELO ESPERADO..... | 42 |
| FIGURA 23 – MODELO DE BLOCOS – CORTE VERTICAL NO SENTIDO LESTE-OESTE – MODELO ESPERADO..... | 43 |
| FIGURA 24 – MODELO DA MALHA DE SONDAÇÃO DA JAZIDA JUÁ..... | 45 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 25 – PERFIL DE POLIGONAIS..... | 46 |
| FIGURA 26 – MALHA TRIANGULADA DE PONTOS DA ARGILA CREME..... | 47 |
| FIGURA 27 - MODELO DA JAZIDA DE JUÁ EM TRÊS DIMENSÕES..... | 47 |
| FIGURA 28 – MODELO DE BLOCOS – CORTE HORIZONTAL NA COTA 97 – JAZIDA JUÁ..... | 49 |
| FIGURA 29 – MODELO DE BLOCOS – CORTE VERTICAL NO SENTIDO LESTE-OESTE – JAZIDA JUÁ..... | 50 |
| FIGURA 30– PERFIL ESQUEMÁTICO (E – W) DOS DEPÓSITOS DE BOA VISTA – PB..... | 52 |

RESUMO

A região de Boa Vista, no estado da Paraíba, concentra cerca de 60% das reservas brasileiras de bentonita. Sendo assim, a região representa uma área de grande interesse econômico para o estado da Paraíba. Os principais depósitos encontram-se associados a pequenas bacias de forma aproximadamente circular, distribuídas, geograficamente, nas localidades de Juá, Lages e Bravo, estendendo numa distância de cerca de 10 km. A espessura de argila varia bastante devido a superfície irregular de embasamento sobre o qual a bentonita originou. A argila na área de estudo encontra-se intercalados com areia, basalto e calcedônia. A lavra céu aberto adotada na área é relativamente simples, devidas as pequenas dimensões dos depósitos. O objetivo deste trabalho é para desenvolver modelos de ocorrência e estimativa de reserva utilizando o software Datamine e geostatística. O software é aplicado nas minerações para identificar o comportamento das variáveis de jazidas de minérios metálicos tais como teor, espessura, litologia e geometria. Neste trabalho a variável utilizada é espessura de argila obtida a partir de furos de sondagem, o qual também forneceu espessura de capeamento. O modelamento foi executado considerando a espessura de solo e a bentonita. Primeiros modelos elaborados mostram a grande variação na espessura e nas complexidades na forma de ocorrência do depósito. Foram estimados os dados sobre a espessura em locais onde não se encontrava informação para completar a malha de amostragem e com esses dados foi elaborado um modelo. Embora a espessura de argila no depósito é muito irregular, foi detectado variação e correlação espacial na espessura de argila na análise variográfica. Os modelos desenvolvidos de Lages e Juá foram utilizados para fazer estimativa de reservas de argila e de capeamento. As reservas no modelo foram calculadas dividindo as jazidas em blocos através de software Datamine. Para o depósito de Lages as reservas foram calculadas para os modelos elaborados com os furos existentes e outro modelo elaborado com dados estimados em alguns locais conjuntamente com dados existentes. As reservas obtidas através de modelamento ficaram um pouco abaixo dos valores obtidos pelos métodos tradicionais pelas empresas de mineração. Acredita-se que pela razão de que objetivos de geostatística e modelamento tridimensionais são para minimizar os erros nas estimativas, os valores das reservas obtidos nesse trabalho resultam com os valores corrigidos pelo modelamento e tornam confiáveis.

ABSTRACT

In the Boa Vista region of the state of Paraíba there occurs one of the biggest deposits of bentonite in Brazil. The deposit is spread out along a distance of 10 km occurring with in small basins with an average of 200-300 m radius and a depth of 8-10 m. The thickness of the bentonite beds vary highly due to irregular surface of the Precambrian rocks over which the clay originated. Clay beds are intercalated with sand, silt, chalcedony and basaltic flows. Open pit mining of the clay is carried out in the area and mining methods tend to be very simple due to smaller dimensions of the deposits. The purpose of this research is to develop model of the occurrence of some of the deposits of the bentonite in the Lages and Juá areas using the software Datamine and geostatistics and estimate the reserves using the models. The Datamine program is generally used in the mining to identify the behavior of the variables of metallic ore bodies such as assays, thickness, lithology and geometry. In this work the variable used for modeling is the thickness of the bentonite deposits, which was determined through drilling. The drilling was done with grid sampling pattern with regular intervals between the drill holes. In each drill hole, from top to bottom, variables obtained were thickness of soil cover and followed by the bentonite bed thickness. During modeling the topographic variations of the surface where drilling was done is considered. The multidimensional modeling was carried out considering the thickness of soil and the bentonite beds. In the Lages deposit spatial variation of the thickness was determined through variographic analysis. The validation of the available data was made and these new estimated values were again used to make another model. These developed models of the bentonite deposits depict the high variation in the thickness of the bentonite beds and the inaccuracy that may arise in calculating the reserves. Thickness of the bentonite deposits shows spatial correlation as shown in the variogram structure and the structure is independent of the direction. Bentonite reserve of the Lages deposit was calculated for the model developed with existing drill holes and also with a model elaborated with existing and estimated drill holes data. In the Jua deposit the bentonite reserve was calculated using the model developed with existing holes. These reserves were compared with the reserves obtained by the mining companies of these two deposits. The modeling with Datamine and the geostatistics would considerably reduce the errors made during estimation of reserves and mining of bentonite in the region.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 GENERALIDADES

A bentonita é uma argila largamente utilizada em muitos setores da indústria, tais como perfuração de poços de petróleo e de captação de água, fundições diversas, pelotização de minério de ferro, indústria química e farmacêutica, entre outros.

A Paraíba concentra cerca de 62.0% das reservas nacionais que totalizaram cerca de 39 milhões de toneladas segundo o DNPM (2001) – Departamento Nacional da Produção Mineral. A quantidade de bentonita bruta e beneficiada produzida em 2000 representou 96.0% da produção brasileira. No segmento de processamento, onde além do beneficiamento simples de desintegração, homogeneização e secagem, é realizada a ativação, pela adição do carbonato de sódio (barrilha) transformando-se a bentonita, naturalmente cálcica em sódica (DNPM).

As argilas bentoníticas de Boa Vista–PB, formam pequenos depósitos, distribuídos numa distância de 10 km. As rochas encaixantes são o derrame basáltico do terciário no lado leste e os granitos e gnaisses do pré-Cambriano a oeste. A argila bentonita é caracterizada pela predominância dos argilo-minerais esmectita, illita e caulinita (Gopinath, 1988).

Atualmente, estão sendo utilizados muitos programas de computador na mineração de todo mundo. O *software Datamine* é um deles, é um produto totalmente *windows* e possibilita a comunicação com outros *softwares* e banco de

dados externos. O programa proporciona um excepcional, poderoso e flexível conjunto de comandos para o ingresso e manipulação de dados associados a inúmeras ferramentas estatísticas, gráficas e de processamento especialmente destinadas a dados geológicos e mineiros (Farias, 2000)

1.2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A justificativa básica do projeto de pesquisa está fundamentada no caráter de grande interesse econômico que a região de Boa Vista representa para o Estado da Paraíba, visto que tal estado é o maior produtor de bentonita do Brasil. Novas pesquisas são necessárias, já que nos últimos anos pouco se fez nesse sentido.

A utilização de software de mineração no modelamento das jazidas de bentonita da região vem preencher uma lacuna, no que diz respeito ao cálculo das reservas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Gerais

O objetivo desta dissertação consiste na aplicação do programa *Datamine* no modelamento de jazidas de bentonita na região de Boa Vista–PB.

1.3.2 Específicos

- Elaborar modelos digitais a partir do Software *Datamine*.
- Fazer estimativa de reserva baseado nos modelos obtidos através do software.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em seis capítulos: Capítulo I – Introdução, Capítulo II - Revisão Bibliográfica, Capítulo III – Caracterização da Área de Estudo: Jazidas de Bentonita de Boa Vista – PB, Capítulo IV – Proposição de Modelo

Geológico Computadorizado, Capítulo V – Resultados e Discussões do Modelo Proposto, Capítulo VI – Conclusões e Sugestões.

A pesquisa envolveu as etapas: revisão bibliográfica, coleta de dados, trabalho de campo, análise dos dados, digitalização e implementação dos dados no *software*, elaboração de modelos e interpretação.

A revisão bibliográfica enfoca aspectos técnicos sobre argilas bentoníticas, geologia, lavra de argilas, utilizações e sobre a utilização de programas computacionais na indústria mineira, modelamento geológico.

Na segunda etapa se deu com a coleta de dados junto às mineradoras e a profissionais da área que trabalharam na pesquisa da argila bentonítica. Foram coletados dados relativos a furos de trado, mapas topográficos, fichas de sondagem das minas Juá e Lages.

A fase de trabalho de campo contemplou o reconhecimento das áreas a serem pesquisadas.

Em seguida veio as análises das informações recolhidas no campo, digitalização dos dados referentes a mapas e furos de trado; revisão e atualização do modelo geológico, elaboração de modelos, conclusões, e por fim elaboração e confecção do corpo da dissertação.

CAPITULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A bentonita é uma rocha constituída essencialmente por um argilo mineral montmorilonítico (esmectítico) formado pela desvitrificação e subsequente alteração química de um material vítreo, de origem ígnea, usualmente um tufo ou cinza vulcânicas (Ross e Shannon 1926).

As argilas bentoníticas são divididas em sódicas expansíveis por meio úmido, em até 20 vezes seu volume original e cálcicas não-expansíveis, que requerem tratamento químico (Souza Santos, 1975; Grim e Guven, 1978).

2.1 HISTÓRICO

Em 1898 junto ao Forte de Benton, no Estado de Wyoming U.S.A., W.C. Knight pesquisando o solo deparou-se com uma argila que lhe chamou demais a atenção. Possuía características especiais que a distinguiam das outras argilas: em contato com a água seu volume podia aumentar vertiginosamente; quando com ela se preparava uma suspensão em água, em agitação se fluidificava e em calma, tornava-se gelatinosa, demonstrando a sua propriedade de ser tixotrópica.

Análises feitas posteriormente mostraram que essa argila continha grande quantidade de um mineral denominado atualmente de montmorilonita, nome derivado de Montmorillon, cidade francesa da primeira ocorrência. Na época havia grande corrida pelo petróleo, e sua aplicação (argila de "Knight") na perfuração de poços determinou logo a generalização de um nome Bentonita.

No Brasil o interesse voltado para as argilas coloridas da região de Boa Vista remonta de algumas dezenas de anos. Ocasão em que os moradores das regiões próximas às áreas de ocorrências, na tentativa de conseguir alguma aplicação

para as mesmas, as utilizavam como pigmentos corantes para pinturas de suas casas. (Gopinath et al. 1984)

Em 1963, algumas amostras foram analisadas em São Paulo e identificadas como argilas montmoriloníticas, na mesma ocasião os proprietários dos terrenos requereram autorização ao DNPM para pesquisar a área.

A existência das argilas montmoriloníticas despertou o interesse das entidades governamentais, de tal modo que, a SUDENE (1965) e o DNPM (1966 a 1969), procuraram caracterizar geologicamente os depósitos, bem como definir as suas características tecnológicas.

Deste modo, em 1965 a SUDENE , realizou estudos de mapeamento geológico da região resultando o trabalho intitulado "Geologia da Jazida de Argila de Boa Vista"; abordando comentários a respeito dos aspectos geológicos e genéticos dos depósitos de argila, bem como faz algumas considerações sobre as suas propriedades físicas e químicas, concluindo, através dos resultados obtidos com análises químicas, DTA e raios X, tratar-se de argilas montmoriloníticas, com possível mistura com nontronita.

O DNPM, por sua vez, através da sua residência de Campina Grande, pertencente ao 4º Distrito Regional, iniciou em abril de 1968, estudos sistemáticos dos jazimentos, executando, inicialmente, furos a trados e posteriormente sondagens rotativas.

Entre 1968 a 1969, Pinto e Pimentel, geólogos do DNPM 4º Distrito, executores do Projeto Bentonita, segundo as "Considerações Geo-econômicas sobre os Depósitos Argilosos de Boa Vista-PB", teceram comentários não só sobre os aspectos geo-econômicos dos depósitos (geologia, gênese e reservas), como também fazem algumas abordagens sobre suas características físico-químicas e situação do mercado brasileiro é internacional.

Outros trabalhos foram também executados na região, tais como, Caldasso e Andrade (1979) e Gopinath et al. (1981,1988), abordaram sobre a gênese e idade dos depósitos e os modelos de ocorrência e gênese, respectivamente.

2.2 APLICAÇÕES

A bentonita tem diversos usos: na indústria petrolífera, como agente tixotrópico nas perfurações dos poços de petróleo; na indústria siderúrgica, para pelotização de minério de ferro; na indústria de fundição como aglomerante em seus processos de moldagens de peças críticas de ferro fundido, aço e ligas não ferrosas; na indústria de tintas, como espessante; na indústria vinícola, como elemento filtrante de vinhos; na indústria da construção civil, como impermeabilizante de barragens, metrô, aterros sanitários; na perfuração de poços artesianos, como estabilizador de solos; na indústria alimentícia animal, como componente inerte (veículo) para rações; na fabricação de cosméticos; etc. (Bentonisa, 2002).

2.3 ASPECTOS GERAIS DAS OCORRÊNCIAS

Segundo Gopinath (1981 e 1988), as argilas bentoníticas de Boa Vista ocorrem e são lavradas em pequenas bacias de forma circular. Atualmente oito dessas bacias conhecidas alinham-se na direção leste-oeste, segundo uma distância de 12 km. As bacias de argilas são de cores variegadas, e existem também bacias contendo argila de apenas uma cor. As argilas e os sedimentos associados (areia e calcedônia) mostram estratificação horizontal ou ondulada. Foram encontrados nas jazidas fósseis de madeira silificada, estabelecendo um ambiente continental para os sedimentos argilosos. As bacias de argilas são cercadas por granitos a oeste e migmatitos ao sul, ao norte e a noroeste; e basaltos a leste e a nordeste, constituindo elevações que circundam a faixa de ocorrência das argilas, que ocorrem, portanto, numa depressão topográfica da região.

2.4 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS (SOFTWARES) APLICADOS À MINERAÇÃO

2.4.1 Características Gerais

Software de mineração é um termo usado para descrever os sistemas informatizados, utilizados em operações mineiras, responsáveis pelo manuseio e processamento de informações que passam pela topografia, geologia, aspectos

geotécnicos, e análise química; e que podem gerar modelos muito próximos do real, em tempo reduzido e com natureza dinâmica (Carannassios, 1993 e 1999, *apud* Kalvelage, 2000). Isto significa que esses programas podem ser facilmente re-alimentados com informações atualizadas, tão logo essas se tornem disponíveis, obtendo-se novos modelos e aproveitando-se ao máximo os benefícios da informatização (Kalvelage 2000).

De acordo com SILVA et al. (1998), existem no mercado diversos *softwares* mineiros que possibilitam o modelamento em 3 dimensões para descrever corpos geológicos, confecção de modelos numéricos do terreno, planejamento em 3 dimensões de uma cava de mina otimizada, visualização especial dos furos de sondagem, entre outros, além de poderosas ferramentas geoestatística para um melhor modelamento da jazida mineral fornecendo-nos um grande entendimento. O *software Datamine* é um deles, foi selecionado por uma série de razões, em virtude da disponibilidade desta ferramenta no Departamento de Mineração e Geologia – DMG.

A importância de informatizar a mineração de uma empresa através de programas computacionais específicos de mineração é discutida no trabalho de Silva et al. (1998). Na literatura são abordados os procedimentos e metodologias de implementação de um *software* para o controle rigoroso do minério a ser explorado.

2.4.2 O Software *Datamine*

De acordo com DE TOMI (1990) citado por KALVELAGE (2000), o sistema *Datamine* é um *software* integrado de mineração, desenvolvido na Inglaterra desde 1981 para aplicações técnicas, envolvendo desde a pesquisa geológica, até o planejamento de mina. Possibilita o usuário do sistema executar análises e processamento de dados de pesquisa geológica, estimativa de reservas para qualquer tipo de depósito mineral e planejamento de minas a céu aberto ou subterrânea.

No Brasil, o *software Datamine* vem sendo usado desde o início da década de 90 do século passado. Em 1992, foi realizado na Universidade de São Paulo – USP, o 1º Encontro técnico de treinamento e usuários do sistema *Datamine*, atualmente, este evento é realizado todos os anos.

O software *Datamine* é amplamente divulgado e utilizado por diversas empresas de mineração no Brasil. Uma das empresas de mineração onde o sistema *Datamine* foi implementado em uma mina de calcário para fabricação de cimento portland em Minas Gerais, para o modelamento e lavra (Chausson 1998). O procedimento para implementação do *Datamine* nesse tipo de empreendimento é abordado neste trabalho. Ele faz algumas considerações e recomendações para a melhoria dos trabalhos executados durante a implementação do sistema em mina de calcário.

O programa *Datamine* permite a integração entre o modelamento geológico e o projeto de lavra, de acordo com o trabalho de Henriques e Pinto (1995). A literatura trata do trabalho executado numa lavra de calcário na Mina do Pastilho, Santa Helena - Votorantim - SP, cujo resultado foi um projeto de cava final e avaliação de reservas.

2.4.3 Aplicações do *Datamine Studio*

- **Exploração** (entrada de dados, estatística, edição de sondagens, modelamento geológico): O *Datamine* proporciona um conjunto de comandos para entrada e manipulação de dados associados há um amplo nível de capacidades estatísticas, gráficas e de processamento, especialmente projetados para dados geológicos e de mineração. Sondagem em qualquer orientação e com variações de azimute e de inclinação. são facilmente manejados, podendo combinar dados com diferentes intervalos da amostra (*Datamine, 2002*);

- **Geoestatística, Modelamento de blocos, Avaliação de reservas:** O *Datamine* usa uma combinação de modelamento "Wireframes" (para superfícies e estruturas, etc.) e modelos de blocos para representar com exatidão estruturas geológicas e as variações de teores em uma jazida. As ferramentas para o modelamento de wireframes incluem um conjunto de algoritmos e operações booleanas que permitem combinar e dividir grupos de wireframes. Uma vez modeladas as estruturas, o *Datamine* pode converter as wireframes em modelo de bloco. O *Datamine* proporciona um amplo número de métodos de interpolação, tanto estatístico, como geoestatístico, incluindo técnicas para o desdobramento de estruturas complexas. (*Datamine, 2002*);

- **Planejamento de mina a céu aberto** (Otimização de pits, Planejamento a longo prazo, Projeto do *pit* com acessos): A otimização e planejamento de longo prazo consiste em tomar um modelo de jazida e convertê-lo em uma série de *pits*, complemente planejados, que maximizam o valor presente do lucro líquido da mina (NPV), ao longo de sua vida útil, levando em conta os requerimentos e restrições da produção. (Datamine, 2002)

2.5 O MODELAMENTO GEOLÓGICO

De acordo com Senhorinho (1997) o modelamento é uma forma de representar a realidade através de um modelo simplificado dos principais atributos do que se quer representar. Na indústria mineral, o que normalmente se pretende controlar com o modelamento é a qualidade, quantidade, valor, distribuição espacial do bem mineral, dos aspectos geomecânicos das rochas e dos contaminantes. A natureza geológica do material a ser lavrado é o ponto de partida para a otimização da lavra e estimação das reservas. O uso de modelos para o inventário mineral pode ser bastante variado, portanto, é necessária uma visão clara da função pretendida para o modelo antes de planejar a sua construção.

No modelo geológico voltado para a avaliação de reservas, o que se modela, na realidade, são as características geológicas que possam ter impacto econômico no projeto. A definição dessas características e a precisão das informações influenciarão diretamente todos os estudos subsequentes como os custos de lavra e do beneficiamento.

De acordo com Silvio (1992), a implementação do software Datamine no modelamento geológico e na lavra aplicado na mina de calcário Pitinga da Votorantin, São Paulo, são discutidos, mostrando a vantagens do aplicativo.

A integração do modelamento geológico e do projeto de lavra pelo Datamine é também abordado por Henriques e Pinto (1995), baseado no trabalho executado para lavra de calcário na Mina Pastilho da Votorantin, Santa Helena, SP, cujo resultado, também foi um projeto de cava final e avaliação de reservas.

2.6 A CIÊNCIA GEOESTATÍSTICA

A ciência Geoestatística abrange um conjunto de técnicas e ou ferramentas úteis na resolução de problemas geológico-mineiros, ao servir de auxílio na determinação do cálculo de reservas e no controle e planejamento de lavra.

O desenvolvimento e a aplicabilidade partiram da formulação teórica de Matheron (1957-1962), tornando-se assim um moderno critério científico indispensável para interpretações e análises de grande parte dos fenômenos naturais.

Existem diferenças distintas entre a chamada geoestatística e a Estatística Clássica. De acordo com Ingram (1997), a Estatística Convencional diferencia-se da geoestatística, fundamentalmente, por estar baseada na razão de variáveis independentes e não esboçarem continuidade e não reservarem extensão para cada valor. Enquanto que, a geoestatística se distingue, ao assumir que os pontos contíguos sejam alto-correlacionados espacialmente entre si.

Para Guerra (1988), a geoestatística fornece uma série de instrumentos de modo a se obter o melhor proveito da informação disponível, sem contar, na resolução de problemas típicos em diferentes etapas de um projeto mineiro, tais como: seleção de áreas, controle de amostragem, prospecção mineral, otimização e acompanhamento da lavra, e inclusive monitoramento e controle ambiental.

Segundo Tuma (1999), os métodos geoestatísticos e estatísticos aliados a sistemas computacionais, tornam-se a cada dia ferramentas indispensáveis com aplicação em diversos campos do conhecimento.

Os estudos geoestatísticos partiram da necessidade de respostas as indagações provenientes da estatística clássica ou convencional. Assim, os constantes problemas relacionados entre a estatística e a geologia foram solucionados, no que diz respeito a compreensão do comportamento espacial assumido pelas Variáveis Regionalizadas. Trata-se de uma variável (espessuras, profundidades, teores, etc.) que descreve um fenômeno natural, com aparente continuidade e caráter aleatório, ao assumir independente valor numérico em cada ponto no espaço.

Partindo do princípio que os fenômenos naturais não podem ser tratados como fenômenos aleatórios, surgiu a necessidade de encontrar novas ferramentas

2.6.1 O Variograma

O variograma, conforme exemplo demonstrado na figura 1, é uma ferramenta básica de suporte às técnicas de krigagem, que permite representar quantitativamente a variação de um fenômeno regionalizado no espaço (Huijbregts, 1975). O Variograma consiste de um gráfico que esboça a variabilidade média entre as amostras e a distância entre elas. Os variogramas são computados pelas médias das diferenças quadradas entre o número de pares N de amostras pelas suas distâncias h (Noble, 1992).

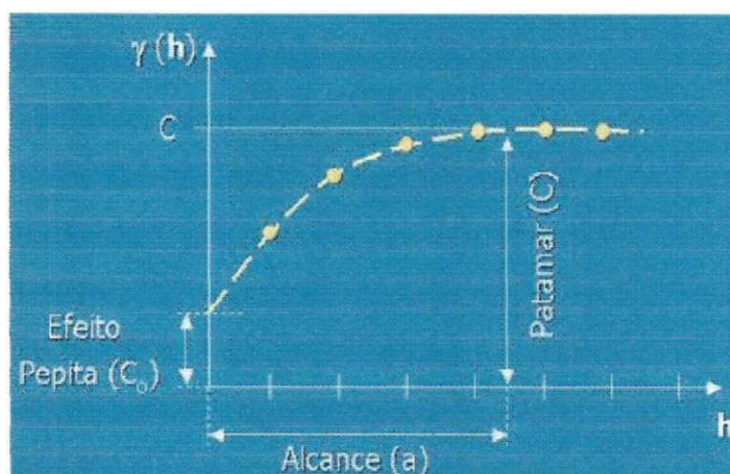


FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DA FUNÇÃO VARIOGRAMA

Existem três tipos de variogramas, a saber: Experimental, Teórico e Verdadeiro. O variograma Experimental ou Observado, é o único conhecido porque deriva do conjunto de amostras obtidas durante a amostragem. O variograma que melhor se ajusta ao variograma experimental, e que a partir dele se realiza inferências em relação ao variograma verdadeiro, é conhecido como variograma teórico. O variograma verdadeiro, por sua vez, é aquele variograma real do depósito, matematicamente correto, sendo ainda desconhecido.

Durante o estudo variográfico tenta-se chegar ao variograma teórico que mais se ajusta com o experimental, pois desta maneira, pode-se realizar inferências diante de um possível variograma real. Entre os modelos teóricos conhecidos estão os variogramas: esférico, exponencial, parabólico, logarítmico e linear.

No processo de ajuste de variogramas teóricos para variogramas experimentais, utiliza-se a forma matemática teórica mais empregada na mineração

matemáticas que permitissem estudar de modo sistematizado as Variáveis Regionalizadas.

Nesses trabalhos, tenta-se conciliar as características essenciais das Variáveis Regionalizadas, aos chamados aspectos aleatórios e espaciais, que no campo dos fenômenos naturais significam ser a localização, continuidade, anisotropia e transição.

Os dados geológicos exigem, para sua análise as posições relativas das amostras, ou seja, as suas respectivas coordenadas geográficas, apropriadamente coletadas em malhas regulares, nas áreas selecionadas supostamente favoráveis, a partir de estudos bibliográficos, índices geológicos, anomalias geoquímicas, etc.

É sabido que, amostras extraídas de um depósito mineral podem atingir até certa zona de influência. Para David (1977) significa ser a influência que cada amostra pode alcançar a certa distância variando, ou não, de acordo com uma determinada direção.

Deraisme (1998) *apud* Tuma '(1999), afirma que a geoestatística não pode ser ignorada quando o objetivo é a avaliação de reservas. Atualmente, a geoestatística é usada por um grande número de companhias de exploração em diferentes estágios de produção. As empresas estão necessitando de mais informação quanto a quantidades de reservas e sua relação com o limite do teor de corte. Isto é chamado de suporte de informação e de restrição. Não sendo mais um grande mistério, já que o conhecimento das técnicas de geoestatística vem sendo dividido pela comunidade científica.

A geoestatística dispõe de um instrumento matemático básico por constituir significativo avanço na abordagem dos problemas de estimação e um considerável revelador de estruturas mineralizadas, trata-se da função "Variograma".

O significado dessa ferramenta, segundo David (1977), inicia com a idéia de estimação e de problemas de variabilidade, tendo como função, revelar diversas feições geológicas de importância para avaliações dos depósitos minerais, bem como suas continuidades, tamanhos e formas da zona de influência em torno de uma amostra.

a nível mundial e o mais comum de todos os modelos, o Modelo Esférico, também denominado Modelo Transitivo ou de Matheron. Esse modelo teórico apresenta como principais características, o crescimento rápido na origem e a presença de patamar ($C_0 + C$), correspondendo o lugar onde o variograma experimental se estabiliza.

De acordo com Journel e Huijbregts (1978), a expressão matemática dessa função de distribuição pode ser representada como:

$$\lambda(r) = C_0 + C \left\{ \frac{3}{2} \frac{r}{a} - \frac{1}{2} \frac{r^3}{a^3} \right\}, \quad \forall r \in [0, a] \quad \text{onde:}$$

$$l = \text{patamar}, \quad \forall r \geq a$$

r = distância

C_0 = efeito pepita

C = Patamar

a = área de influência

Essa função é caracterizada por três grandezas principais:

- **Alcance ou Amplitude (a):** que representa a distância de influência de cada amostra. Obtém-se esse valor traçando uma perpendicular na região onde o variograma experimental se estabiliza, em seguida, lê-se no eixo h o valor do alcance.

- **Efeito Pepita (C_0):** corresponde ao somatório dos erros humanos cometidos, com os desvios resultantes de estruturas existentes na jazida. Esse parâmetro é obtido pela intercessão da reta inicial com o eixo das ordenadas $\lambda(h)$.

- **Variância Espacial (C):** É obtido a partir de $C = (C_0 + C) - C_0$.

Deraisme e Fouquet (1996) afirmam que a qualidade nos resultados depende muito mais da análise dos dados (em particular cabendo ao modelo variográfico do fenômeno) do que as etapas seguintes de Krigagem e Simulação geoestatística.

Senhorinho (1997) demonstra que um estudo variográfico correto não é tarefa simples, a alteração de parâmetros na elaboração do variograma experimental como o ângulo e a distância de tolerância do azimute e do *dip* ou a alteração no

CAPÍTULO III

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: JAZIDAS DE BENTONITA DE BOA VISTA – PB

A área de estudo aqui mencionada, se refere ao três grandes depósitos da região de Boa Vista, muito embora o modelamento só tenha sido realizado em duas dessas minas, Lages e Juá.

A área de estudo é caracterizada no que se refere à localização, geologia regional e local, aspectos geográficos, planejamento e lavra e as feições econômicas.

3.1 Localização e vias de acesso

As principais jazidas de bentonita do Estado da Paraíba, encontram - se localizadas a sudeste do Município de Boa Vista – PB conforme a Figura 2.

O acesso de Campina Grande a Boa Vista é feito através das rodovias BR 230 e BR 412, percorrendo - se cerca de 30 km e 20 km, respectivamente.

De Boa Vista aos depósitos, o acesso é feito percorrendo - se cerca de 13 km pela estrada pavimentada que liga aquele distrito à sede do município de Cabaceiras.

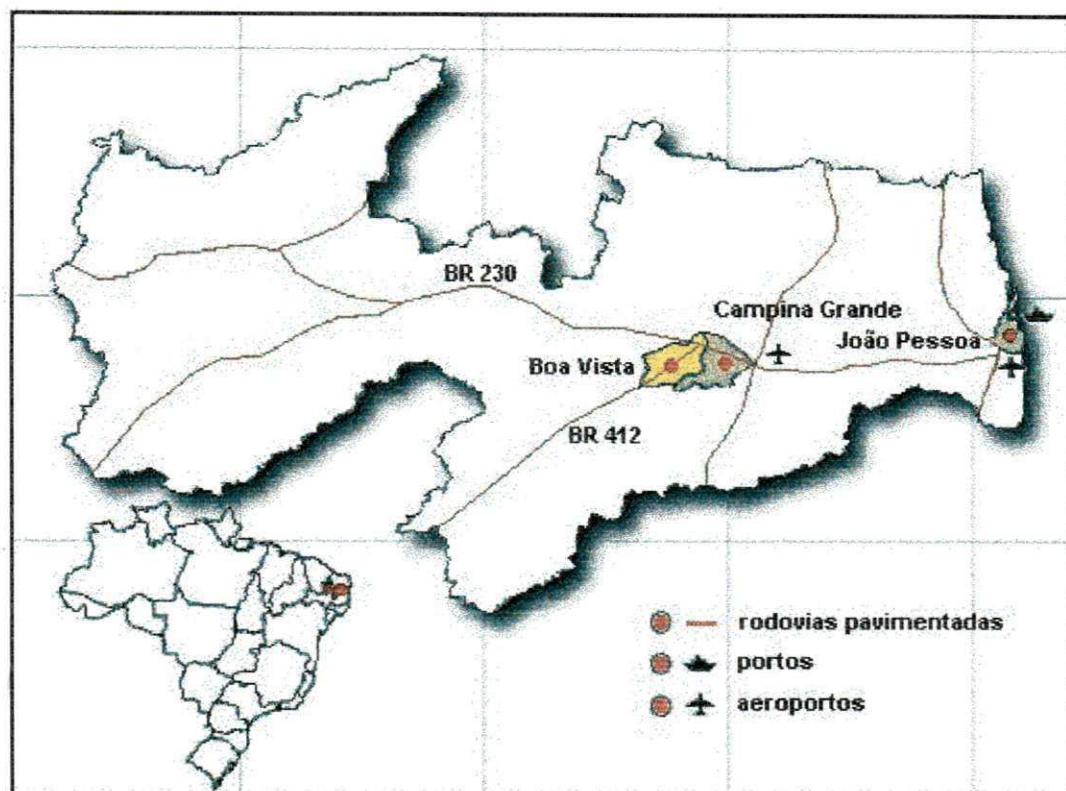


FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO
FONTE: Modificado do IBGE 2000

3.2 GEOLOGIA:

A região de Boa Vista, vem sendo estudada geologicamente a mais de 4 décadas, devido ao interesse econômico e científico muitos órgãos governamentais desenvolveram trabalhos de pesquisa nessa área. Um sumário desses trabalhos vai ser mostrado a seguir, dividido em geologia regional e local.

3.2.1 Geologia Regional

Geotectonicamente a área de ocorrência dos depósitos de bentonita, encontra-se localizada na região de domínio do "Sistema de Dobramento Pajeú-Paraíba" (definido por BRITO NEVES (1975)) dentro da conhecida Província Borborema de ALMEIDA et al. (1977) e se enquadra, geologicamente dentro do Complexo Gnáissico-Migmatítico descrito por DANTAS e CAULA (1982) no Mapa Geológico do Estado da Paraíba (Fig 3).

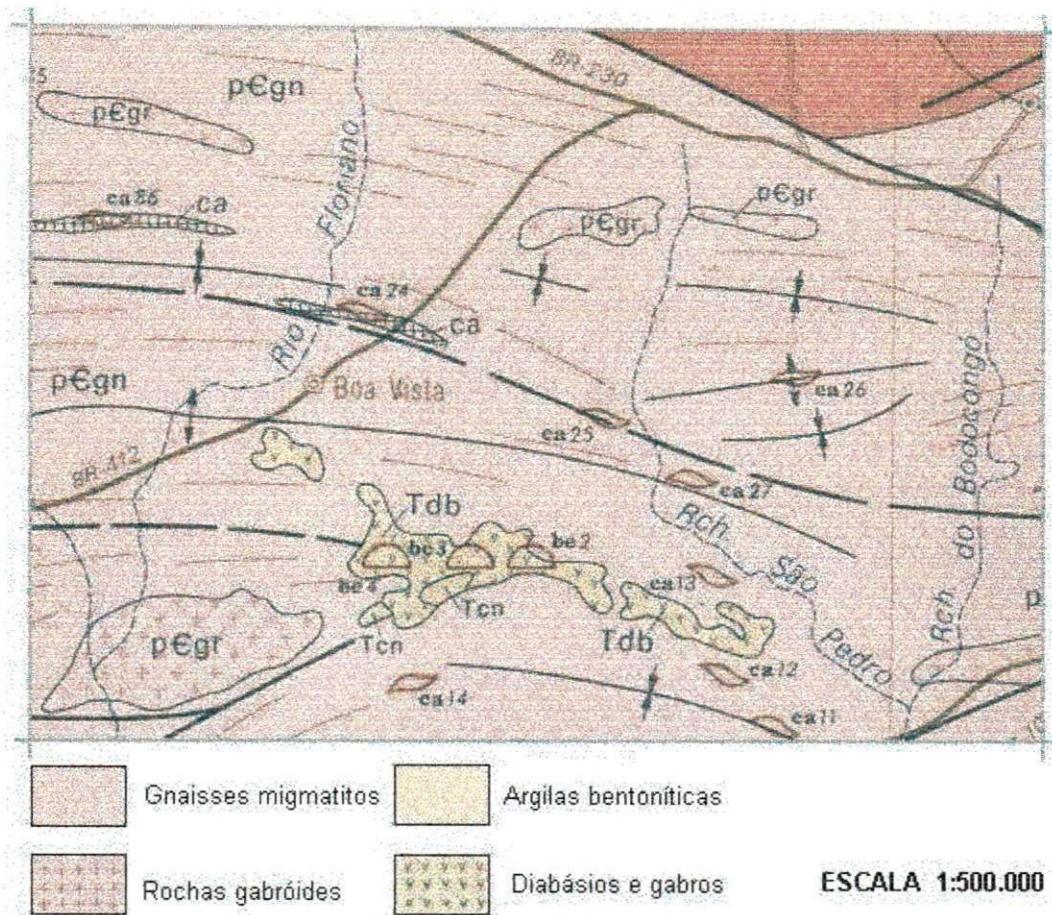


FIGURA 3 – MAPA GEOLÓGICO
 FONTE: DANTAS et al. (1982)

As faixas de gnaisses de xistosidade fina ou gnaisses de grão fino cartografadas na região de Boa Vista e Gurjão por CALDASSO em 1964, foram incluídas por FERREIRA et al. (1979) na Formação Seridó, entretanto, DANTAS e CAULA (op.cit.), consideram-nas como pertencentes à unidade descrita como "Gnaisses e Xistos Indiferenciados e afirmam que as mesmas não foram cartografadas tendo em vista a impossibilidade, na época, de individualizá-las.

WANDERLEY (1982), ao elaborar o Mapa Metalogenético da folha Patos 1:250.000 (Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão - DNPM/CPRM), individualizou, na região de Boa Vista, três grandes unidades: a primeira representada pelo "Complexo Migmatítico – Granítico do Arqueano Indiviso, incluso na" área de crosta antiga remobilizada no Brasiliano ". As segunda e terceira unidades encontram-se incluídas no " Cinturão metamórfico-vulcano-sedimentar " e

são representadas pelo "Complexo gnáissico-migmatítico" e " Xistos migmatizados " datadas do Proterozóico Inferior.

3.2.2 Geologia local

Localmente os depósitos estão, de um modo geral associados aos derrames basálticos olivínicos que juntamente com os sedimentos areno-argilosos da Formação Campos Novos (HOLDER NETO & SILVA 1974), são compostos por arenitos grosseiros a conglomeráticos na base, graduando para arenitos finos, siltitos e argilas montmoriloníticas no topo, com intercalações de delgadas camadas basálticas na porção medial, e possivelmente no topo.

Segundo Gopinath et al (1982) a seqüência estratigráfica inicia-se, da base para o topo, com o complexo gnaiss-migmatítico, seguido por basalto, argilas intercaladas com sedimentos clásticos, e novamente basalto.

3.2.2.1 Principais depósitos

a) Mina Lages

Os depósitos localizados na área de Lages distribuídos em seis pequenas bacias (Fig. 4). Caracterizam-se por apresentar uma certa heterogeneidade na natureza litológica do embasamento e da própria seqüência vulcano-sedimentar, bem como na coloração as sumida pelas argilas bentoníticas.

Nas bacias situadas nas porções centro e leste da área (depósitos 2,3 e 4) a seqüência areno-argilosa repousa sobre as rochas basálticas olivínicas decompostas, de cor cinza esverdeada, mostrando uma grande quantidade de vesículas, que lhes emprestam um aspecto escoriáceo. A superfície deste embasamento é ondulada, sendo observados desníveis de 1 metro. As bacias situadas na porção oeste da área de Lages (depósitos 5,6 e 7), apresentam um comportamento diferente daquele mostrado pelas bacias anteriormente descritas, tanto no que se refere à natureza do embasamento, como na própria seqüência argilosa. O embasamento, desta feita, é constituído por rochas gnáissicas e a sua superfície é de tal modo, irregular e ondulada, que provoca grandes variações na espessura da seqüência areno-argilosa.

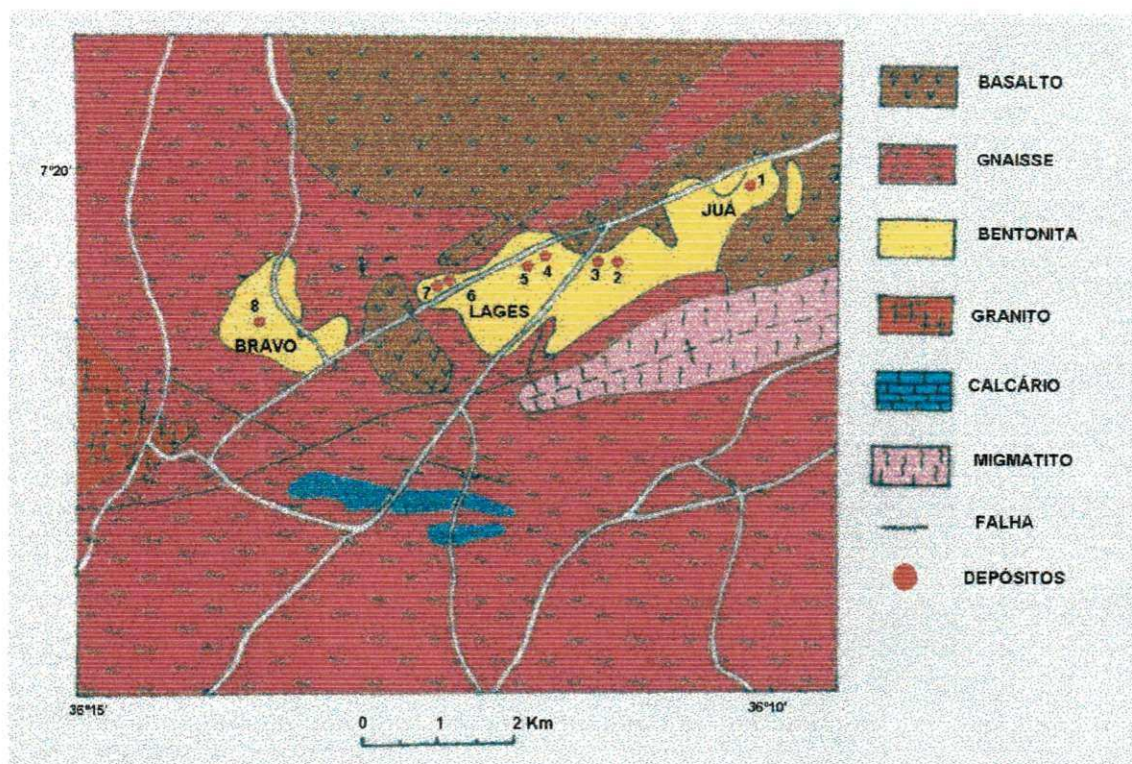


FIGURA 4 – MAPA GEOLÓGICO LOCAL MOSTRANDO OS PRINCIPAIS DEPÓSITOS
 FONTE: Modificado de Gopinath, 1982

b) Mina Bravo

Nesta área o depósito 1 de bentonita encontra-se relacionado a uma bacia de maior dimensão e profundidade (cerca de 35 m) que as demais existentes na Região de Boa Vista, e tem como substrato rochas gnáissicas pertencentes ao embasamento cristalino pré-cambriano.

Segundo GOPINATH et al. (1980 e 1981), os conglomerados, arenitos e siltitos ocorrem em forma de lençóis (com espessuras variáveis entre 50 cm a 2 m), contendo intercalações de argila bentoníticas em vários níveis constituindo uma seqüência que chega a atingir 10 m de espessura, representada da base para o topo, por bentonita verde, seguindo-se cama das intercaladas de bentonita, conglomerado, arenito siltito, bentonita arenosa e finalmente bentonita caulínica recoberta por blocos de calcedônia.

c) Mina Juá

As argilas bentoníticas da área de Juá ocorrem numa bacia alongada na direção E-W com uma extensão de aproximadamente 200 m, e espessura bastante variável, sendo maior em suas extremidades (5 m) que na parte central, onde atinge apenas 1 m. Tal variação é devido a ondulações existentes no seu substrato, que é, por sua vez constituído por rochas basálticas e que provavelmente representa a continuidade do basalto aflorante nas bordas, da bacia. De um modo geral as rochas basálticas encontram-se decompostas mostrando uma coloração cinza esverdeada, entretanto, na porção central da bacia, onde a espessura de sedimento é mínima, se apresentam inalteradas exibindo uma cor escura.

3.3 GEOMORFOLOGIA

Da análise dos aspectos geomorfológicos regionais conclui-se que as formas de relevo presentes pertencem no mínimo, a três fases de aplainamentos, resultantes de sucessivos movimentos epirogenéticos que afetaram a região, e que o correram após a sedimentação cretácea, provavelmente durante o Terciário.

A primeira superfície de aplainamento está representada hoje pelos resíduos morfológicos com altitudes acima 1000 m, denominado por KING (1958) de superfície "Pós-Gondwana".

A segunda superfície, elaborada a partir da primeira, está mais bem representada por retalhos residuais com altitude oscilando em torno dos 750-850 m. Esta superfície foi identificada também por KING (op. cit.) que a denominou de "Sul-Americana" e por MEUNIEUR que a chamou de superfície das "Chapada".

O terceiro patamar do escalonamento geomorfológico, trata-se de uma superfície com altitudes em torno dos 550 m, e que atualmente apresenta-se como um pediplano, com extensos coluviões detriticos acumulados em vertentes dos maciços residuais. Este grande traço morfológico, inclusive com esparsos testemunhos do segundo degrau, é o Planalto da Borborema. RUELLAN (1954) denominou-a de superfície "Gravatá", DRESCH (1954) de "Campina Grande" e MEUNIEUR (1961) de "Soledade".

3.4 PLANEJAMENTO E LAVRA

As frentes de lavra são planejadas de acordo com o tipo de argila a ser explotada. Isso visa evitar as contaminações da argila, (pois há argilas de cores variegadas em algumas minas), como também, realiza-se o avanço das frentes (bancadas) na mesma proporção da área decapeada (Lira Filho, 1973 *apud* Silva, 1995). O desmonte e o carregamento do material são realizados por pás-carregadeiras, e o transporte do material por caminhões basculantes, destinando-se as unidades de beneficiamento e pátios de estocagem localizados em Boa Vista e Campina Grande.

3.4.1 Operações Unitárias de Lavra

3.4.1.1 Desmatamento

Remoção da cobertura vegetal, com o uso de trator de esteira. O material removido é alocado nos arredores das bacias (frentes).

3.4.1.2 Decapeamento, preparação das frentes de lavra, bota-foras e vias de acesso

A operação de escarificação e remoção do capeamento estéril (solo fértil e camada estéril) é realizada utilizando-se trator de esteira, pás carregadeiras e caminhões basculantes. A Figura 5 mostra a operação de decapeamento na mina Juá. O material é disposto em bota foras localizados em áreas onde não há, comprovadamente reservas, localizadas próximos aos depósitos.

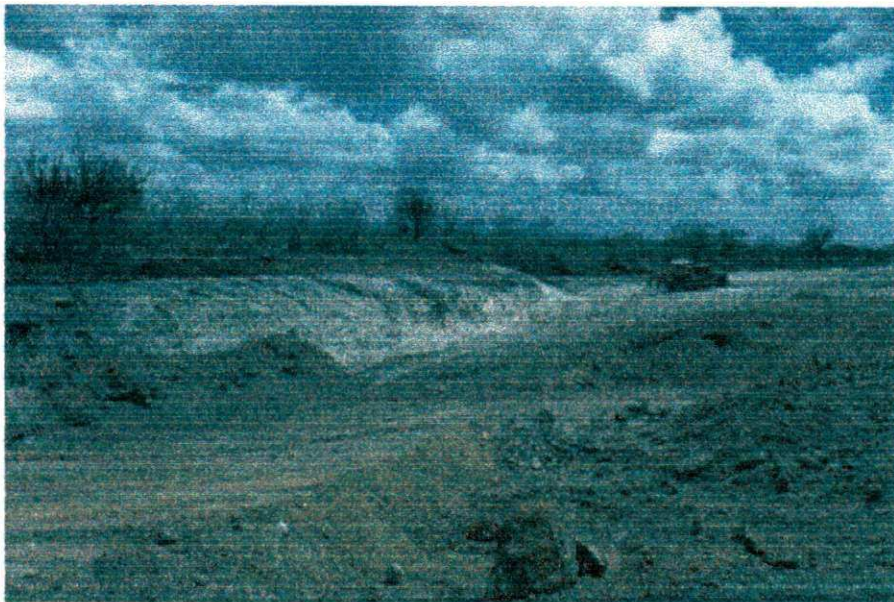


FIGURA 5 – OPERAÇÃO DE DECAPEAMENTO NA MINA DE JUÁ

3.4.1.3 Lavra

De acordo as características dos depósitos, é adoto o método de lavra. Nos depósitos maiores, como a Minas de Bravo é desenvolvida a lavra a céu aberto, em bancadas com altura de 2-3 metros, patamares de 10 m de largura e rampas de 13% de inclinação e 50 metros de extensão, de modo a permitir as operações de desmonte, carregamento e escoamento do material através de caminhões basculantes. As faces livres das bancadas apresentam inclinações de 60-70°, com objetivo de evitar possíveis desmoronamentos de material (Lira Filho, 1973 *apud* Silva, 1995).

No caso dos depósitos de pequenas dimensões e profundidade, a lavra é desenvolvida em apenas um banco, que tem a profundidade da camada de argila.

3.5 ASPECTOS ECONÔMICOS: RESERVA, PRODUÇÃO, CONSUMO

3.5.1 Reserva

As reservas brasileiras estão localizadas em apenas 5 estados: São Paulo, Paraíba, Bahia, Paraná e Minas Gerais. Os estados da Paraíba e São Paulo são responsáveis por cerca de 95% dos recursos disponíveis. As reservas de bentonita totalizaram cerca de 39 milhões de toneladas (DNPM, 2001).

3.5.2 Produção

Em 2000, segundo o DNPM (2001), a quantidade de bentonita bruta e beneficiada produzida no Estado da Paraíba representou 96,0% do total da produção brasileira, sendo a parcela restante 4,0%, produzida no Estado de São Paulo. A Figura 6 mostra a produção brasileira dos últimos 3 anos, o que nos mostra um quadro estável, sem muitas variações.

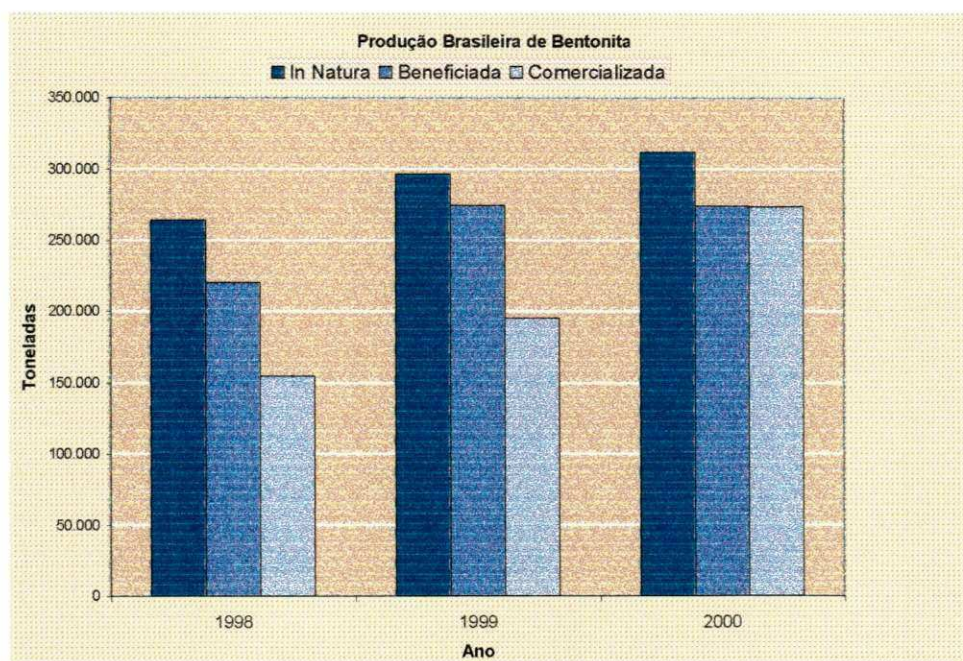


FIGURA 6 – PRODUÇÃO BRASILEIRA DE BENTONITA NO PERÍODO DE 1998 A 2000

Fonte: DNPM (2001)

3.5.3 Consumo

O consumo brasileiro de bentonita, segundo DNPM 2000, reflete, essencialmente, o nível de atividade da indústria, sendo que, nos últimos três anos, a fundição tem absorvido em torno de 45,0% do consumo total, enquanto que o segmento de pelotização de minério de ferro absorve aproximadamente 30,0%, e a atividade de perfuração de poços de petróleo e de captação de água, de terra higiênica para gatos, indústria química e farmacêutica e clarificantes respondem por cerca de 25,0% desse consumo.

CAPÍTULO IV

MODELAMENTO GEOLÓGICO DAS JAZIDAS DE BENTONITA COM O SOFTWARE *DATAMINE*

4.1 MATERIAIS E MÉTODOS

As jazidas Lages e Juá foram os alvos para o modelamento geológico utilizando os pacotes de softwares de mineração. A pesquisa foi desenvolvida mediante a utilização de dados, tais como: furos de sondagem, mapas geológicos, mapas topográficos já que a área vem sendo estudada e explorada há várias décadas. Foram analisados 62 furos de sondagem a trado da jazida Lages e 37 pertencentes à jazida Juá dos relatórios finais de pesquisa, apresentado ao DNPM

Os dados citados acima foram processados e analisados pelo Software Datamine, seguindo uma rotina pré-estabelecida.

Na jazida Lages, com o auxílio dos softwares Datamine e Geoeas foi feita uma estimativa geoestatística para os locais onde não foram realizados furos de sondagem, sendo gerado um novo modelo teórico, conseqüentemente aumentando a estimativa de reserva.

4.2 ÁREA DE LAGES

4.2.1 Elaboração do modelo digital observado

4.2.1.1 Digitalização dos dados plani-altimétricos

A primeira etapa para a realização de um modelamento geológico é a digitalização das curvas de nível oriundas dos mapas topográficos. As informações

do mapa topográfico foram digitalizadas para criação do modelo digital do terreno - DTM.

Foi utilizada uma mesa digitalizadora junto com o AutoCAD 2000 como software de reconhecimento das informações geradas pela mesa, posteriormente os dados foram importados para o Datamine.

As poligonais geradas pela digitalização das curvas de nível contêm informações referentes ao posicionamento tridimensional de acordo com as cotas fornecidas. A Figura 7 exhibe poligonais da Jazida Lages com incremento **de 1 metro**.

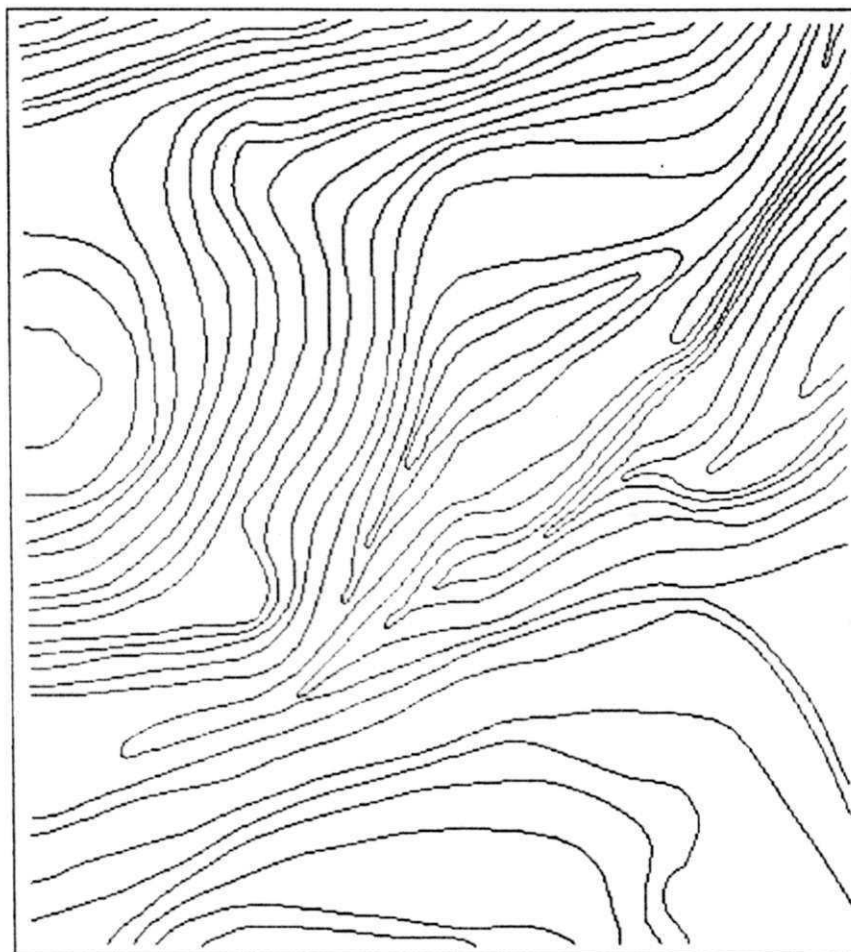


FIGURA 7 – POLIGONAIS DAS CURVAS DE NÍVEL DA JAZIDA LAGES

4.2.1.2 Análise e tratamento dos dados

Os dados de sondagem, entre eles: comprimento do furo, cota da abertura do furo, localização, litologias, onde foram condensados em quatro arquivos em uma planilha do *Microsoft Excel* no formato CSV, (separador por vírgulas): *assays*, *collars*, *geology*, *surveys*. estes arquivos estão descritos na Tabela abaixo.

TABELA 1 – TIPOS DE ARQUIVO DE ENTRADA DE DADOS DE SONDAEM

| Nome do arquivo | Tipo de arquivo |
|-----------------|---|
| <i>collars</i> | Coordenadas x, y, z das "bocas" dos furos |
| <i>surveys</i> | Medidas de azimute e inclinação dos furos de sondagem |
| <i>assays</i> | Análises químicas das amostras |
| <i>geology</i> | Logs de sondagem com as litologias presentes |

Os quatro arquivos foram importados para o *Datamine* e criados arquivos correspondentes que tem a forma de *collars.dm*; *surveys.dm*; *assays.dm* e *geology.dm*. no formato binário. Agora os arquivos de entrada foram agrupados e condensados em um só arquivo: **Holesc**. O arquivo **Holesc** contém a posição e orientação de cada furo de sondagem, e adicionalmente, informações de litologia, em 3 dimensões. A Figura 8, mostra a malha de sondagem e a vista em 3 dimensões, respectivamente.

Um banco de dados digital foi criado a partir das informações disponíveis e contém as informações sobre: localização geográfica da área, topografia do terreno, sondagem a trado, etc.

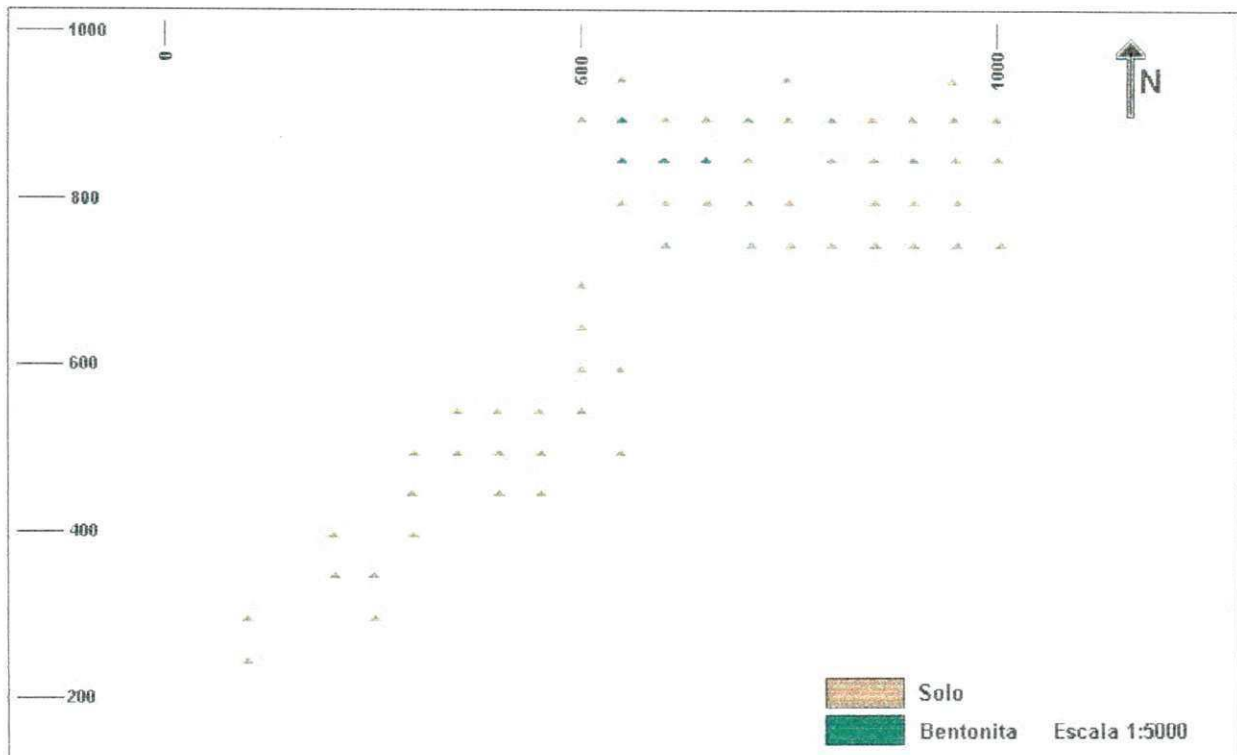


FIGURA 8 – MALHA DE SONDAAGEM DA JAZIDA LAGES

A elaboração do modelo geológico tri-dimensional da jazida Lages obedeceu a seqüência abaixo:

- Interpretação vertical das litologias nos perfis geológicos: a modelagem da jazida foi baseada na interpretação das seções verticais norte/sul;
- Criação de modelos geométricos (*strings* e *wireframes*) dos depósitos a partir das interpretações verticais.

4.2.1.3 Interpretação geológica

Foram elaboradas 19 *strings* contendo informações sobre a argila bentonítica e 19 *strings* contendo informações sobre o capeamento, baseadas em seções verticais norte-sul. Essas poligonais foram usadas para a confecção da malha triangulada, base para o modelo geológico. A Figura 9 ilustra o perfil de duas poligonais.

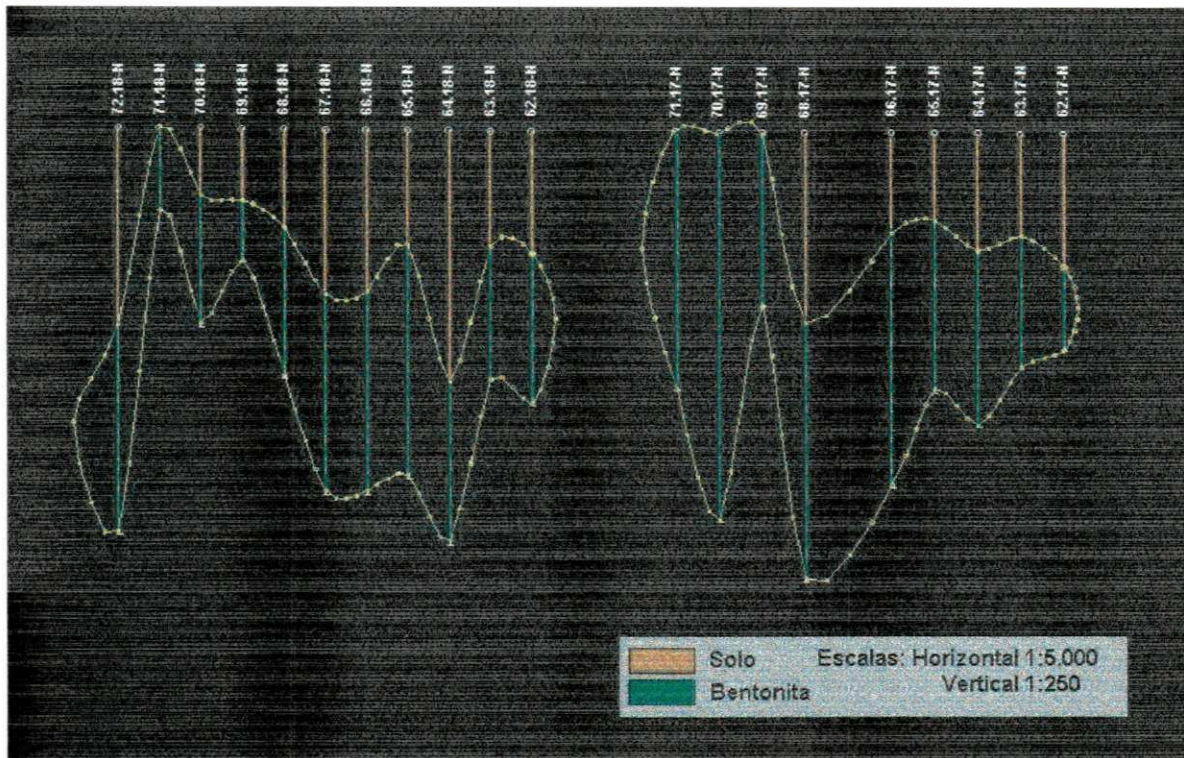


FIGURA 9 – PERFIL DE DUAS POLIGONAIS

4.2.1.4 Modelagem do sólido

A superfície envolvente de uma jazida pode ser modelada como uma malha triangulada de pontos. O termo técnico usado no *software* para definir esse tipo de modelo chama-se *wireframe*.

A partir da interpretação geológica, que resultou na criação das poligonais, parti-se para a criação das malhas trianguladas (*wireframe*).

As *wireframes* de solo e de argila foram construídas a partir das 40 *strings* desenvolvidas anteriormente, que são ligadas através de um algoritmo de triangulação automática de poligonais. A partir da *wireframe*, o volume definido pelo contorno pode ser calculado com precisão. A Figura 10 exibe a malha triangulada de argila.

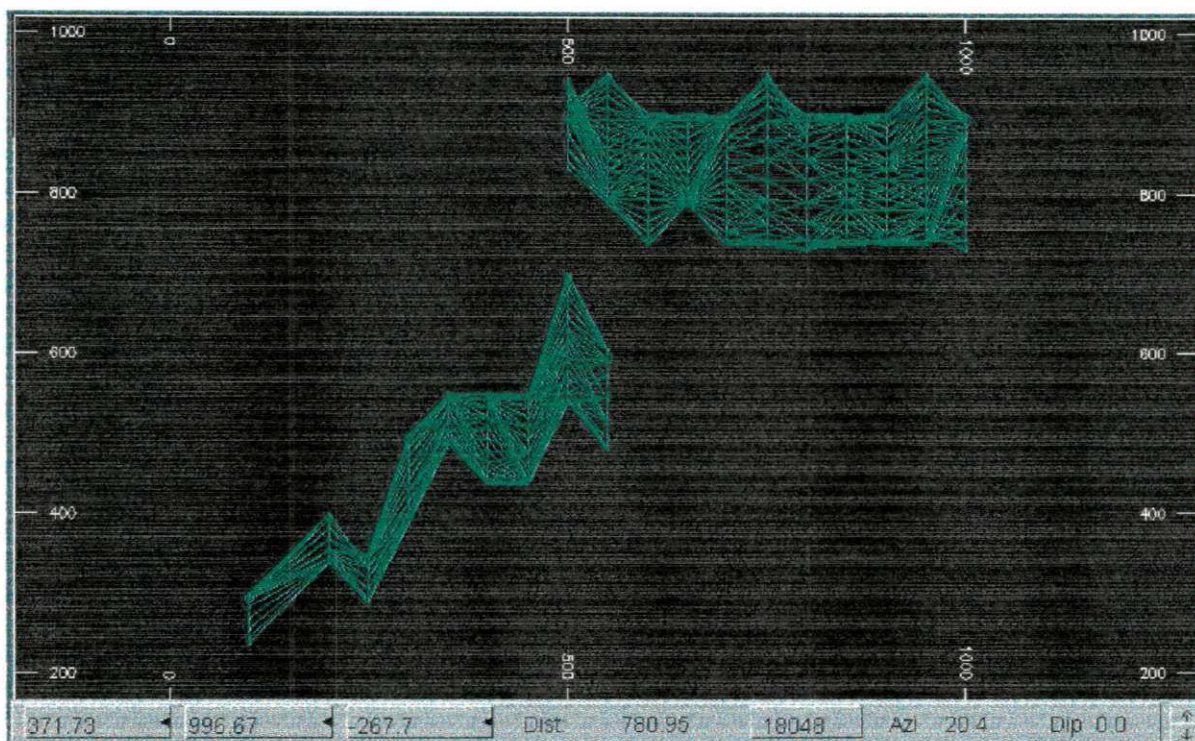


FIGURA 10 - MALHA TRIANGULADA DE PONTOS

O modelo de *wireframe* representa a forma geométrica dos corpos e também permite a criação de modelo de blocos. A Figura 11 delimita a jazida em 3 dimensões com a escala vertical ampliada.

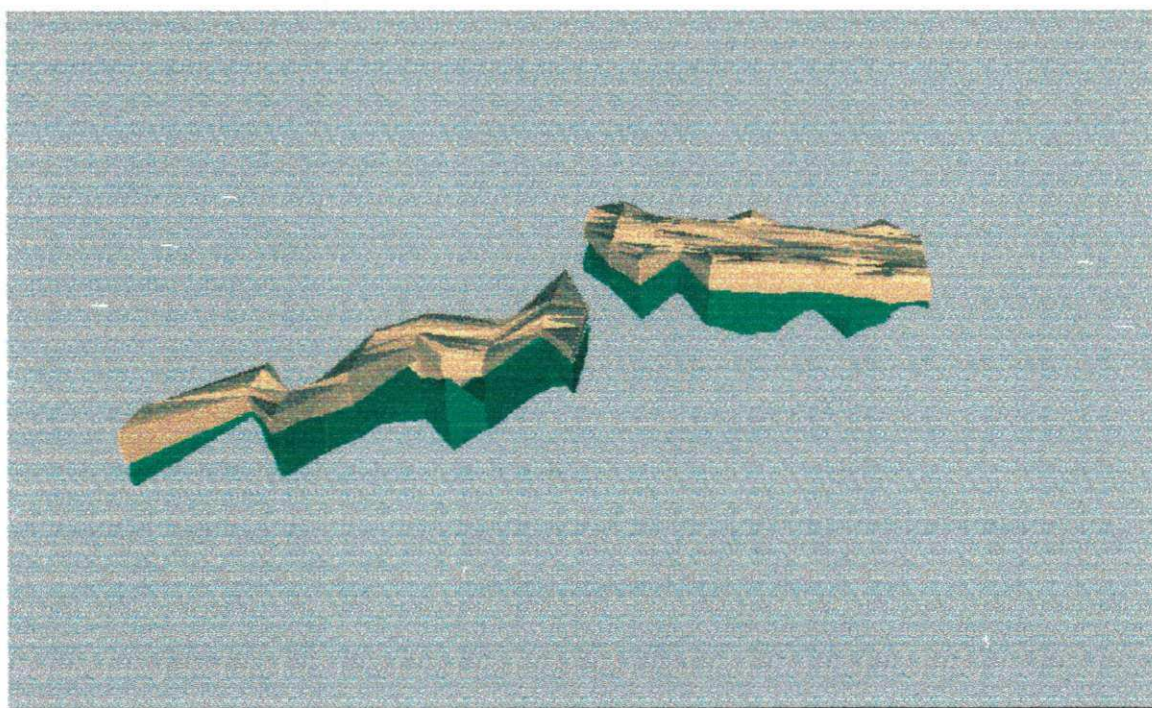


FIGURA 11 – JAZIDA LAGES EM TRÊS DIMENSÕES

4.2.2 Modelo de Blocos da Jazida Lages – Modelo Observado

Com o modelo digital finalizado, parte-se para a criação do modelo de blocos.

As malhas trianguladas (*Wireframe*) não são capazes de descrever os conteúdos dos volumes que delimitam. Para isto utilizaremos modelos de blocos para estimar o volume de bentonita. Segundo o Datamine (2000), modelos de blocos consistem de células e sub-células, as quais se ajustam ao volume de interesse. Cada célula ocupa um volume discreto e pode ser designada para conter todas as propriedades que descrevem a massa rochosa.

4.2.2.1 Parâmetros utilizados

Os parâmetros utilizados para o modelamento de blocos das jazidas foram: limites da jazida, dimensões dos blocos e densidade do minério.

O modelo de Blocos é gerado a partir do modelo do protótipo definido na Tabela 2. O arquivo protótipo, definido de **protmod** traz informações das coordenadas de origem x, y e z, e do tamanho e número de células contidas em cada eixo:

Foram adotados para efeito de cálculo de volume e tonelagem de minério, blocos de 10 x 10 x 1 metros. Estas medidas foram adotadas visando o maior aproveitamento da jazida, diminuindo a discrepância entre o volume de minério da malha triangulada e o volume do modelo de blocos. Os limites da jazida estão descritos na Tabela 2.

TABELA 2 – LIMITES E TAMANHO DAS CÉLULAS DA JAZIDA LAGES – MODELO OBSERVADO

| COORDENADAS | LIMITES (m) | | | TAMANHO DAS CÉLULAS (m) | | Nº de células |
|-------------|-------------|--------|-----------|-------------------------|--------|---------------|
| | Mínimo | Máximo | Diferença | Mínimo | Máximo | |
| X | 100 | 1000 | 900 | 2 | 10 | 90 |
| Y | 243 | 943 | 700 | 2 | 10 | 70 |
| Z | 90 | 101 | 11 | 1 | 1 | 11 |

4.2.2.2 Preenchendo a wireframe com blocos

A partir do modelo de protótipo, foi gerado um modelo de blocos dentro da malha triangulada, a Tabela 2 demonstra o tamanho das células que preenchem a *wireframe*. Foi criado o arquivo *oremod1* que contém todas as informações. O máximo de blocos padrões é calculado pelo número de células: $90 \times 70 \times 11 = 69300$.

4.2.2.3 Otimizando as sub-células

Com o objetivo de diminuir o tamanho do arquivo, foi utilizado o processo *Promod*, que analisa a estrutura de sub-células e procura fundir sub-células em células maiores desde que seja possível (*Datamine*, 2000). Foi gerado então um segundo arquivo *oremod2*. As Figuras 12 e 13, mostram um corte vertical no sentido leste-oeste e um corte horizontal na cota 97 do modelo digital de blocos.

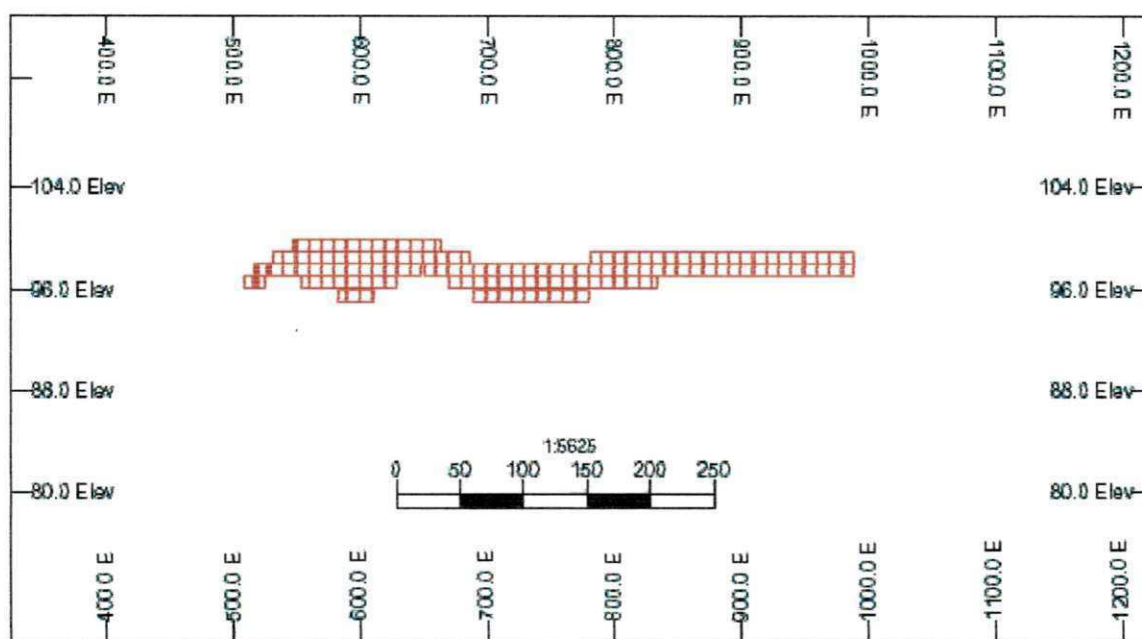


FIGURA 12 – MODELO DE BLOCOS – CORTE VERTICAL NO SENTIDO LESTE-OESTE – MODELO OBSERVADO

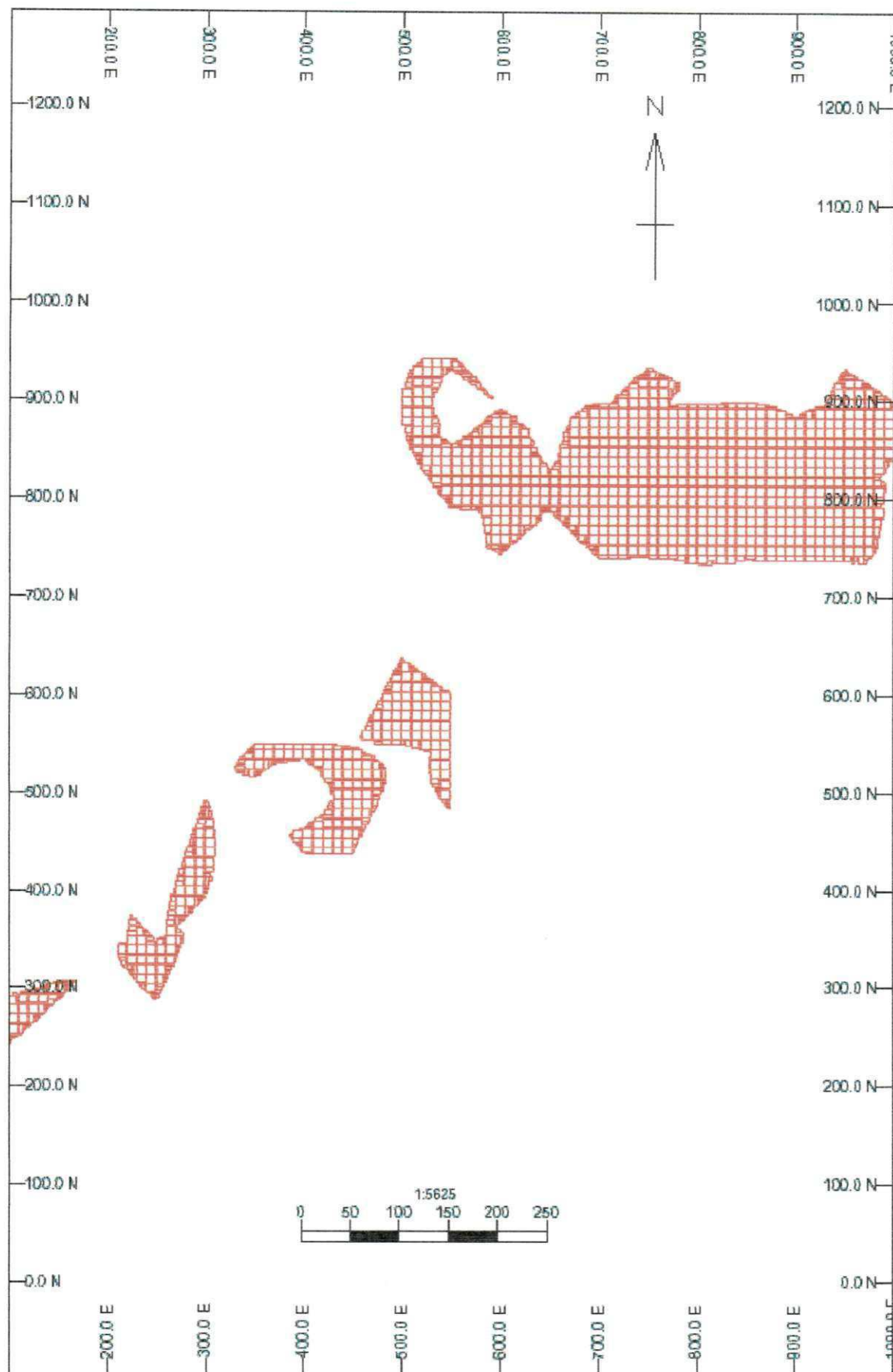


FIGURA 13 – MODELO DE BLOCOS – CORTE HORIZONTAL NA COTA 97 – MODELO OBSERVADO

4.2.2.4 Avaliando Modelos de Blocos

A partir do modelo de blocos, parte-se para avaliação da reserva de bentonita, com detalhes de tonelagem e volume de minério, delimita-se a área em torno do modelo de blocos com uma poligonal para garantir que todas as células estejam dentro da área a ser calculada.

O programa fornece o volume da malha triangulada e o volume do modelo de blocos baseados no modelo do protótipo estabelecido e a tonelagem da bentonita (Tabela 3).

TABELA 3 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MODELO DE BLOCOS – MODELO OBSERVADO

| PARÂMETROS | VALOR |
|--|-------------|
| Volume dentro do modelo de blocos (m ³) | 278 932,0 |
| Volume da malha triangulada (<i>wireframe</i>) (m ³) | 6 877 135,8 |
| Diferença do volume (m ³) | 6 598 203,8 |
| Discrepância do volume (%) | 2 365,5 |
| Densidade média do bloco | 2,18 |
| Total da tonelagem do bloco (ton) | 606 677,1 |
| Volume de capeamento (m ³) | 174 712,5 |

4.2.3 Cálculo de Reserva Medida

O cálculo de reserva medida contido no relatório final de pesquisa a qual pertencem esses dados foi realizado manualmente pelo método da área de influência. Estão dispostos aqui para que se compare com o método computacional, atestando ou não sua eficiência. A Tabela 4, mostra esses valores.

TABELA 4 – DADOS DO RELATÓRIO DE PESQUISA DO DNPM – JAZIDA LAGES

| PARÂMETROS | VALOR |
|--|-----------|
| Volume de minério (m ³) | 351 875,0 |
| Densidade média | 2,18 |
| Total da tonelagem do bloco (ton) | 765 446,0 |
| Volume de capeamento (m ³) | 241 000,0 |

FONTE: DNPM (1985)

4.3 ÁREA DE LAGES – MODELO ESPERADO

4.3.1 Estudo Variográfico

A malha de sondagem executada durante a etapa de pesquisa geológica na jazida pela a empresa encontra-se incompleta, por razão desconhecida. O modelamento com o Datamine foi realizado com a malha de furos disponíveis e fornecido pela empresa (ver Fig. 8).

Nos locais onde não há furos, foram feitas estimativas de espessura de argila utilizando a ferramenta geoestatística, confeccionando-se, variogramas e estimativa de reserva por krigagem, com o objetivo de obter a malha completa dos furos observados e estimados, bem como elaborar um modelo completo.

4.3.1.1 Análise estatística

Os dados de sondagem foram convertidos no formato txt para o uso do software Geoeas. Inicialmente, o software forneceu uma análise estatística básica, fundamental para se conhecer o tipo de distribuição dos dados disponíveis. A Tabela 5 mostra os resultados.

TABELA 5 – DADOS ESTATÍSTICOS DA JAZIDA LAJES

| ESTATÍSTICA BÁSICA | VALORES |
|--------------------------|---------|
| Número de observações | 62,00 |
| Média | 2,27 |
| Desvio padrão | 1,18 |
| Variância | 1,40 |
| Coefficiente de variação | 52,17 |
| Curtose | 3,12 |
| Grau de assimetria | 0,53 |
| Valor mínimo | 0,20 |
| Valor máximo | 5,50 |

O Coeficiente de Variação (CV) é igual a 52,17% do depósito Lages, ficando classificado em relação a sua regularidade. De acordo com Krieter (1968), esse tipo de depósito pode ser considerado como um depósito irregular ($40\% < \text{Depósitos Irregulares} > 100\%$). Em relação à curtose, $K=3,12$, a curva pode ser considerada log-normal. O grau de assimetria é igual a 0,53, representando na curva uma pequena assimetria positiva (Fig. 14).

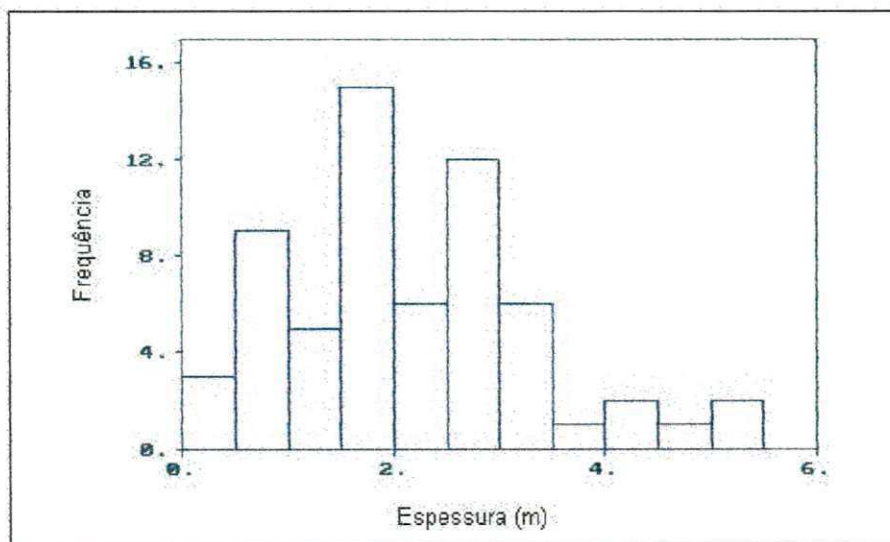


FIGURA 14 – HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DA DISTRIBUIÇÃO DE ESPESSURA, DA JAZIDA DE LAGES

4.3.1.2 Variograma experimental

Após análise das diferentes configurações dos dados, o modelo experimental foi elaborado de acordo com os dados fornecidos ao programa, variando as direções e a tolerância, chegou-se a um semivariograma com direção Norte (0°) e tolerância de 90° , obtendo-se uma estrutura variográfica uniforme. O semivariograma experimental obtido é apresentado na Figura 15.

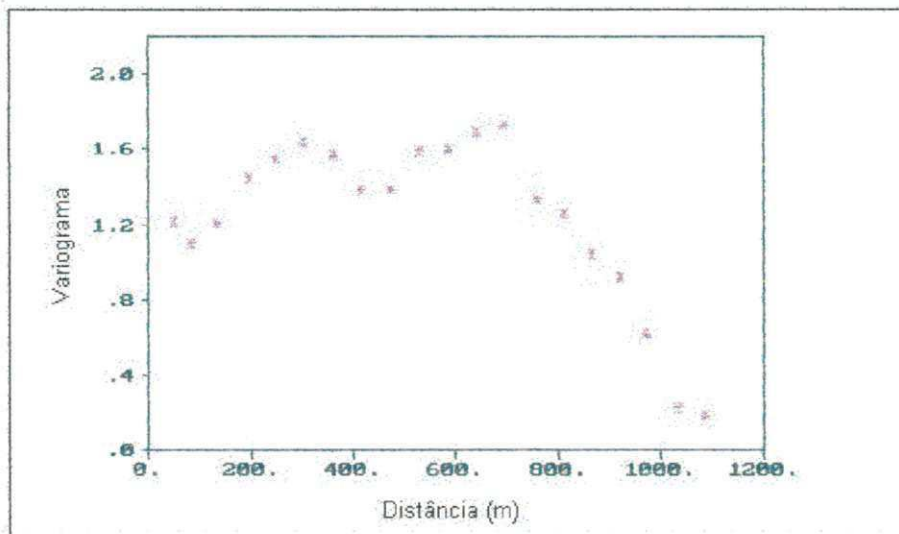


FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO EXPERIMENTAL

4.3.1.3 Variograma teórico

O modelo teórico empregado foi o esférico. Ele foi ajustado ao semivariograma experimental, conforme ilustrado na Figura 16. A linha azul, indica o modelo teórico ajustado a partir do variograma experimental. Os novos parâmetros que definiram melhor o modelo esférico são: efeito pepita de 0,68, patamar de 0,90 e alcance igual a 325 m.

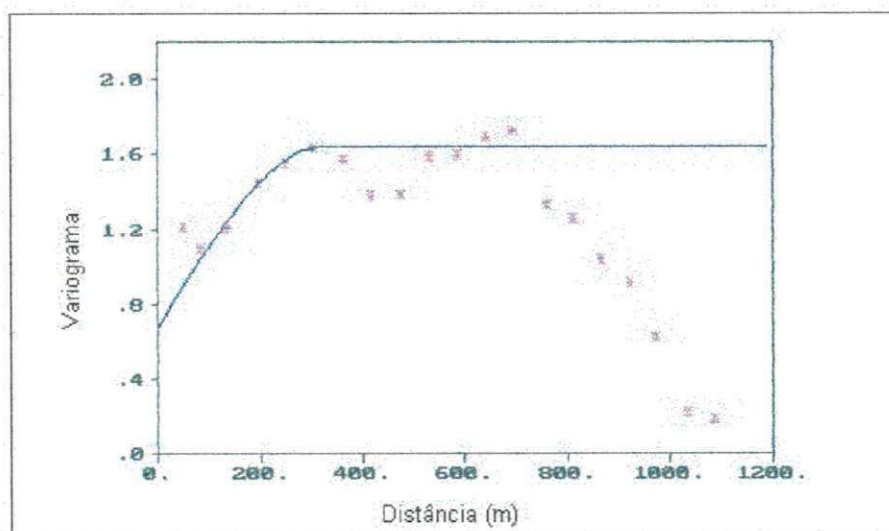


FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO ESPERADO OBTIDO

4.3.1.4 Estimativa de recursos através de Krigagem

Os valores a ser estimados pela técnica Krigagem utilizando o software Geoeas foram: a espessura do capeamento e a espessura da argila. As coordenadas da abertura do furo foram adquiridas com a ajuda do mapa topográfico da área (Fig. 17).

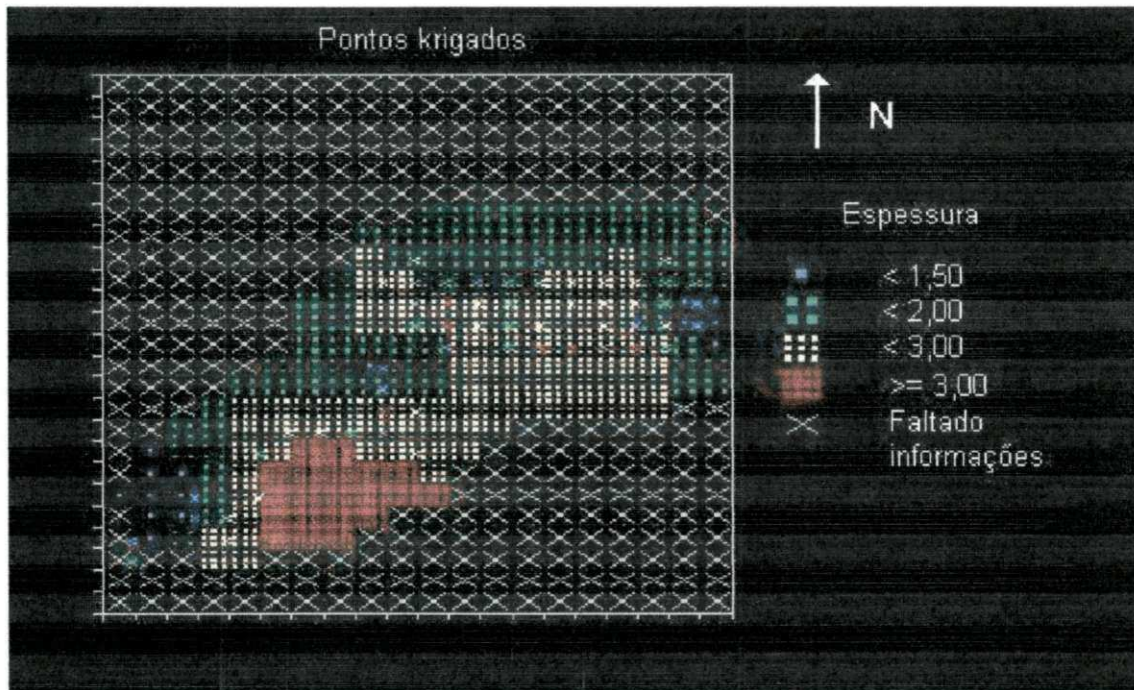


FIGURA 17 – MAPA DE KRIGAGEM

4.3.2 Elaboração do modelo digital esperado

O modelo digital com a espessura dos furos observados e estimados, foi chamado de modelo digital esperado. O número total de furos executados foi 62, com a inclusão dos furos estimados, totalizando 99 furos, conforme a Fig. 18.

Um Novo banco de dados digital foi criado e abrange informações sobre os 99 furos, assim como, localização geográfica da área, topografia do terreno e sondagem a trado. As informações estimadas referem-se apenas as espessuras do capeamento e da argila.



FIGURA 18 – MODELO ESPERADO DA MALHA DE SONDAGEM DA JAZIDA LAGES

4.3.2.1 Elaboração da superfície do modelo geológico tri-dimensional

A criação do modelo esperado geológico tri-dimensional da jazida Lages obedeceu à mesma seqüência do modelo observado:

- Interpretação vertical das litologias nos perfis geológicos: a modelagem da jazida foi baseada na interpretação das seções verticais norte/sul;
- Criação de modelos geométricos (*strings* e wireframes) dos depósitos a partir das interpretações verticais.

4.3.2.2 Interpretação geológica

Foram criadas 19 *strings* contendo informações sobre a argila bentonítica e 19 *strings* contendo informações sobre o capeamento, baseadas em seções verticais norte-sul. Essas poligonais foram usadas para a confecção da malha triangulada, base para o modelo geológico. A Figura 19 ilustra o perfil de duas poligonais.

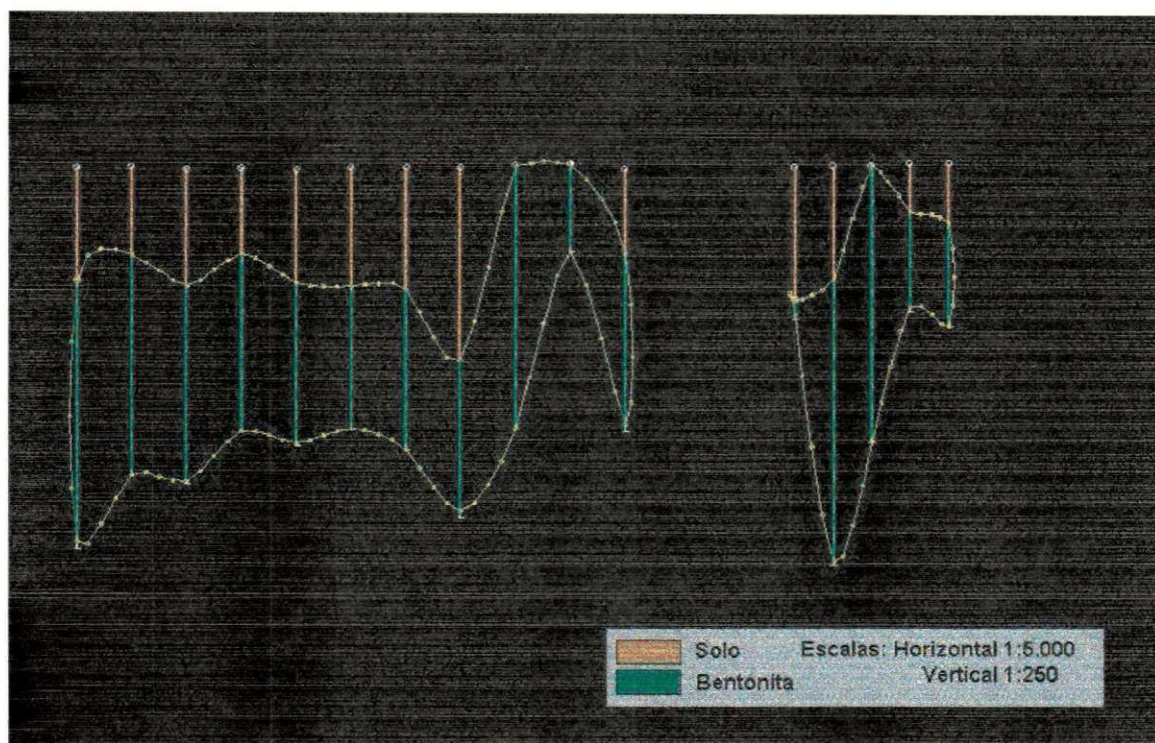


FIGURA 19 – PERFIL DE DUAS POLIGONAIS

4.3.2.3 Modelagem do sólido

Seguiu o mesmo procedimento do item 4.2.1.5. A área aumentou de tamanho, como era esperado, tomando uma nova configuração. A Figura 20 delimita a malha triangulada de argila.

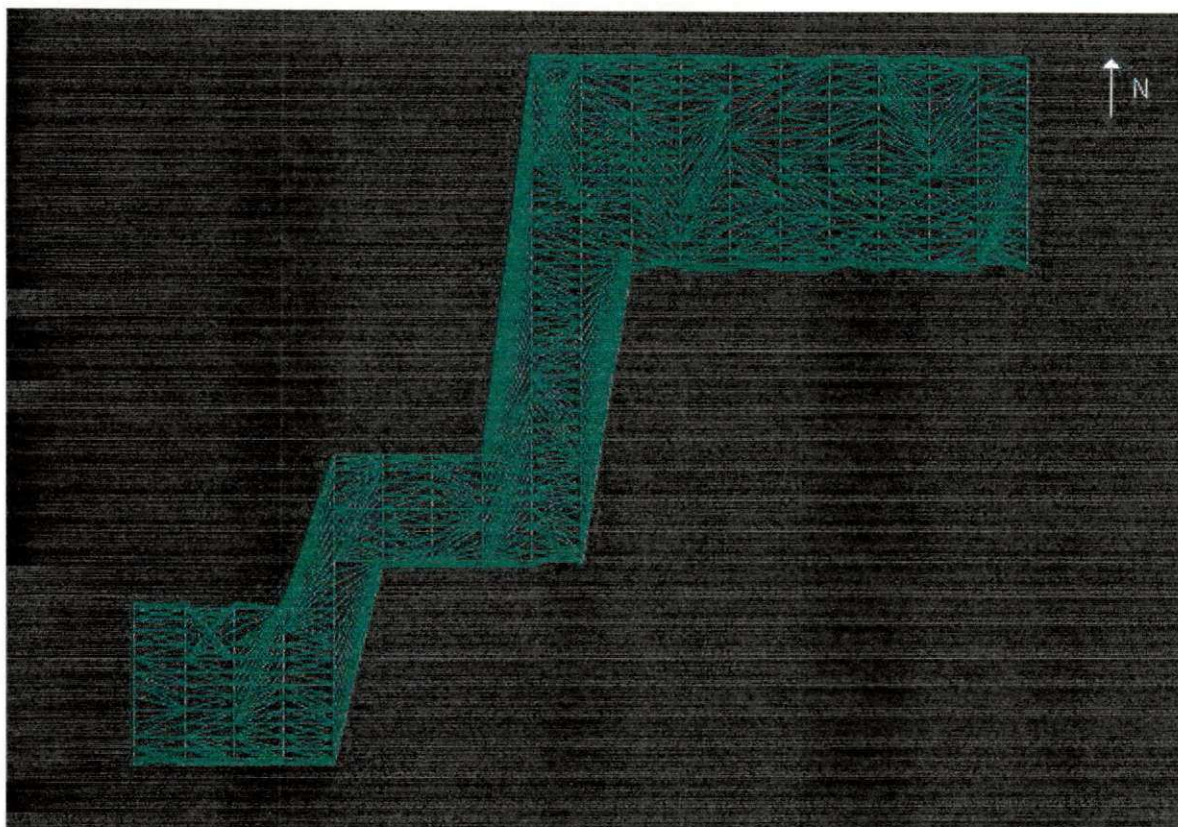


FIGURA 20 – MALHA TRIANGULADA DE PONTOS DO MODELO ESPERADO

A Figura 21 caracteriza a jazida em três dimensões e está apresentada com a escala vertical ampliada.

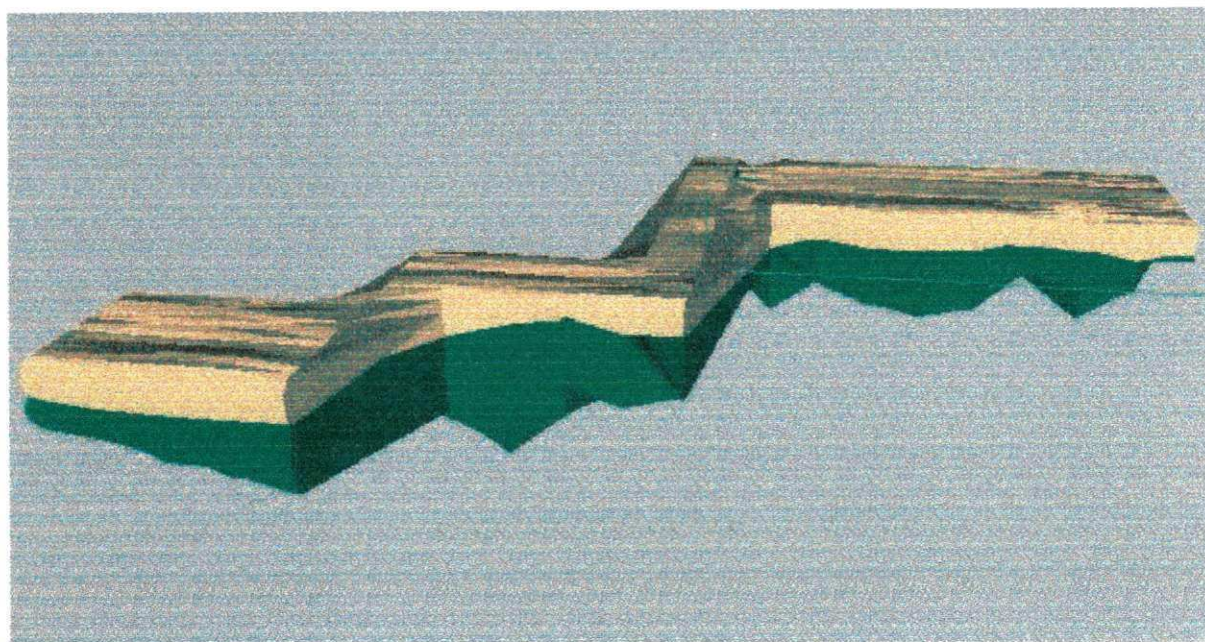


FIGURA 21 – MODELO ESPERADO DA JAZIDA DE LAGES EM TRÊS DIMENSÕES



FIGURA 22 – MODELO DE BLOCOS – CORTE HORIZONTAL NA COTA 97 – MODELO ESPERADO

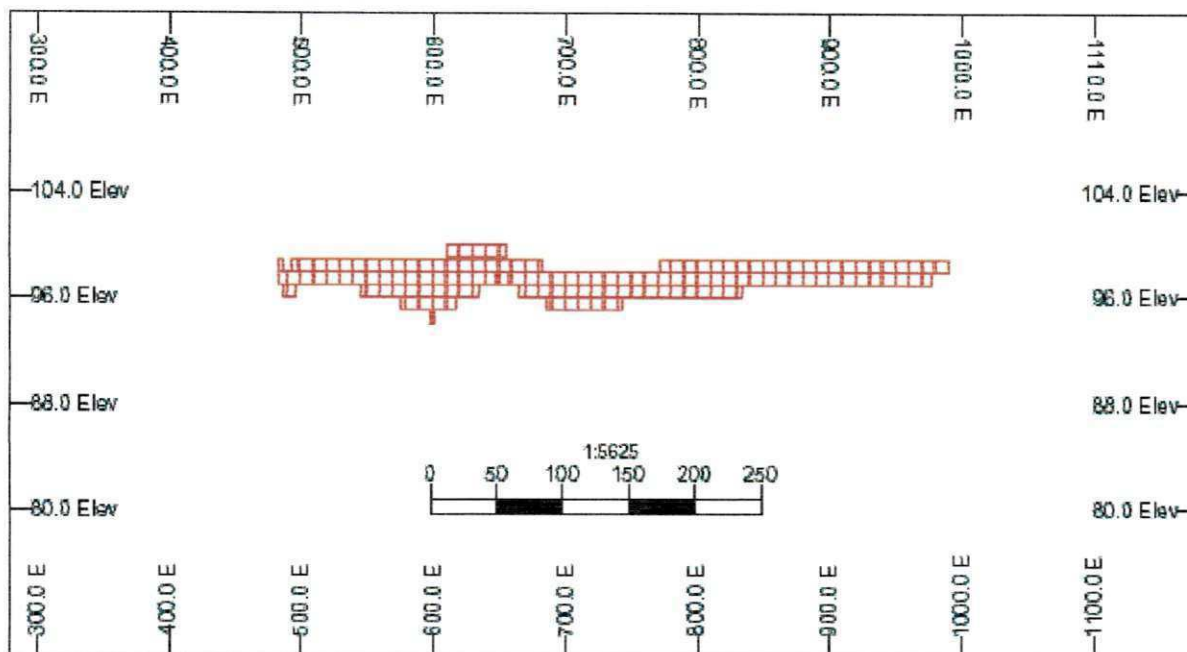


FIGURA 23 – MODELO DE BLOCOS – CORTE VERTICAL NO SENTIDO LESTE-OESTE – MODELO ESPERADO

4.3.3.3 Avaliando Modelos de Blocos

O volume da malha triangulada e o volume do modelo de blocos baseados no modelo do protótipo estabelecido e a tonelagem da bentonita estão descritos na Tabela 7

TABELA 7– RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MODELO DE BLOCOS – MODELO ESPERADO

| PARÂMETROS | VALOR |
|--|-------------|
| Volume dentro do modelo de blocos (m ³) | 440 056,0 |
| Volume da malha triangulada (<i>wireframe</i>) (m ³) | 7 504 521,1 |
| Diferença do volume (m ³) | 7 064 465,1 |
| Discrepância do volume (%) | 1 605,4 |
| Densidade média do bloco | 2,18 |
| Total da tonelagem do bloco (ton) | 957 121,8 |
| Volume de capeamento (m ³) | 362 592,0 |

4.4 ÁREA DE JUÁ

A Jazida Juá, possui mais de uma variedade de argila, encontramos nesse depósito, como já discutido no capítulo 3, argilas de cores variadas, com predominância para o creme e o marrom chocolate.

Na área Juá foi realizado apenas o modelamento com o programa Datamine, sem a necessidade das ferramentas geoestatística, já que a área sondada, corresponde na sua totalidade, a área concedida para a pesquisa pelo DNPM.

4.4.1 Elaboração do modelo digital

4.1.1.1 Digitalização dos dados plani-altimétricos

Nesta primeira etapa, não foi possível a digitalização das curvas de nível, devido à precariedade dos dados, optou-se então por uma padronização do terreno em apenas uma cota.

4.4.1.2 Análise e tratamento dos dados

Os procedimentos na análise e tratamento dos dados foram os mesmos utilizados no modelo digital observado na área Lages, bem como a condensação dados de sondagem conforme visto na Tabela 1.

Os quatro arquivos foram importados para o Datamine e criados arquivos correspondentes que tem a forma de `collars.dm`; `surveys.dm`; `assays.dm` e `geology.dm`, no formato binário. Agora os arquivos de entrada foram agrupados e condensados em um só arquivo: `Holesc`. O arquivo `Holesc` contém a posição e orientação de cada furo de sondagem, e adicionalmente, informações de litologia, em 3 dimensões. A Figura 24, mostra a malha de sondagem.

Um banco de dados digital foi criado a partir das informações disponíveis e contém as informações sobre: localização geográfica da área, sondagem a trado, etc.

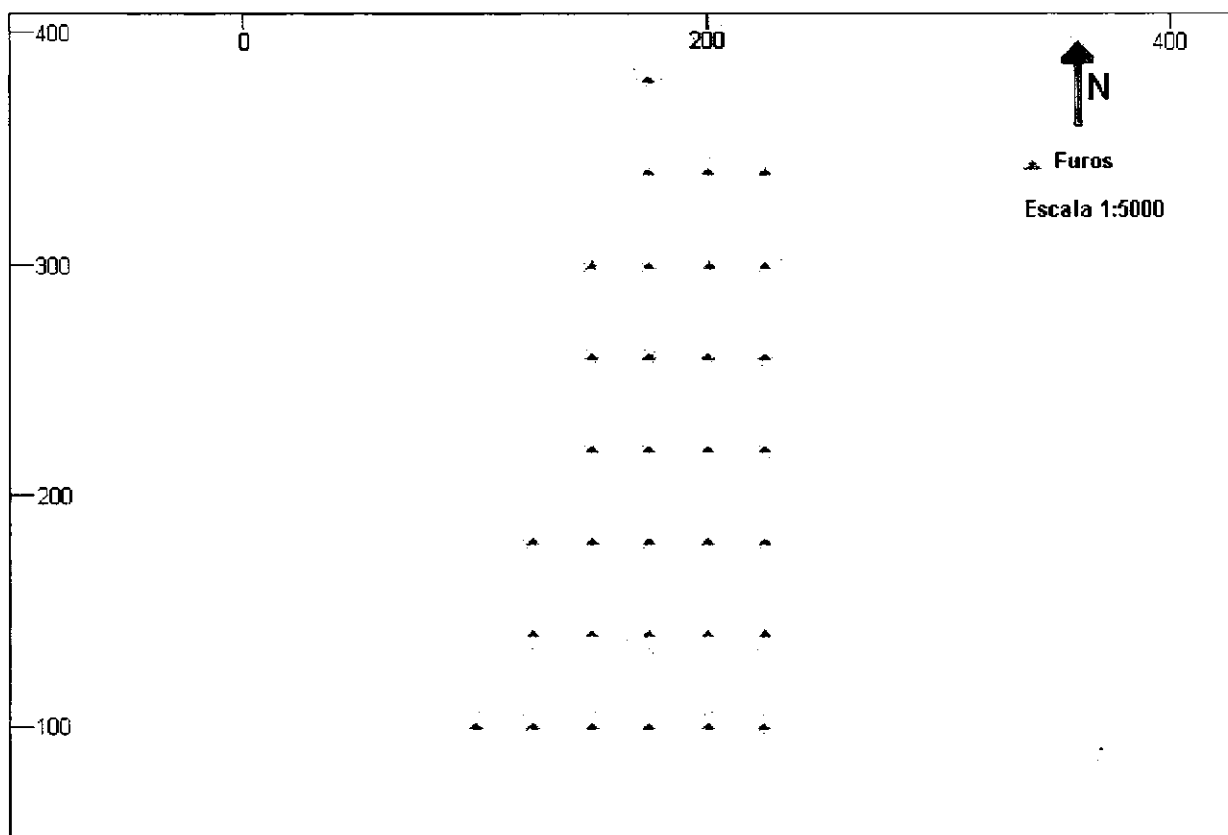


FIGURA 24 – MODELO DA MALHA DE SONDAGEM DA JAZIDA JUÁ

4.4.1.3 Elaboração do modelo geológico tridimensional

A elaboração do modelo geológico tri-dimensional da jazida Juá obedeceu a mesma seqüência utilizada na jazida Lages obedecendo a seqüência abaixo :

- Interpretação vertical das litologias nos perfis geológicos: a modelagem da jazida foi baseada na interpretação das seções verticais norte/sul;
- Criação de modelos geométricos (strings e wireframes) dos depósitos a partir das interpretações verticais.

4.4.1.4 Interpretação geológica

Foram elaboradas 15 strings contendo informações sobre a argila marrom chocolate, 6 strings sobre a argila creme e 6 strings contendo informações sobre o

capeamento, baseadas em seções verticais norte-sul. Essas poligonais foram usadas para a confecção da malha triangulada, base para o modelo geológico. A Figura 25 ilustra o perfil de uma linha de sondagens com as poligonais de argila creme e argila marrom chocolate separadamente e juntas.

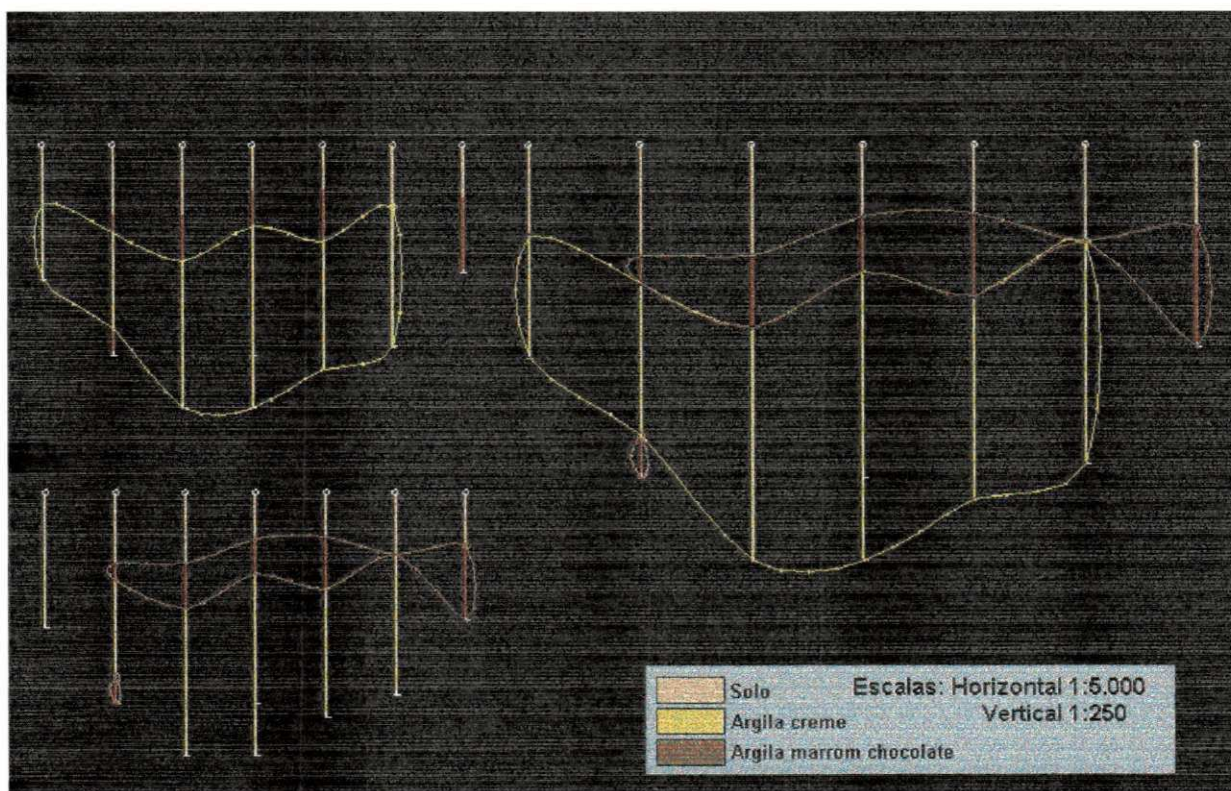


FIGURA 25 – PERFIL DE POLIGONAIS

A superfície envolvente de uma jazida pode ser modelada como uma malha triangulada de pontos.

A partir da interpretação geológica, que resultou na criação das poligonais, parti-se para a criação das malhas trianguladas (wireframe). Foi desenvolvida uma malha para o capeamento, uma malha para a argila creme e outra malha para a argila marrom chocolate.

As wireframes de solo e de argila foram construídas a partir das strings desenvolvidas anteriormente, que são ligadas através de um algoritmo de triangulação automática de poligonais. A partir da wireframe, o volume definido pelo contorno pode ser calculado com precisão. A Figura 26 exibe a malha triangulada de argila creme.

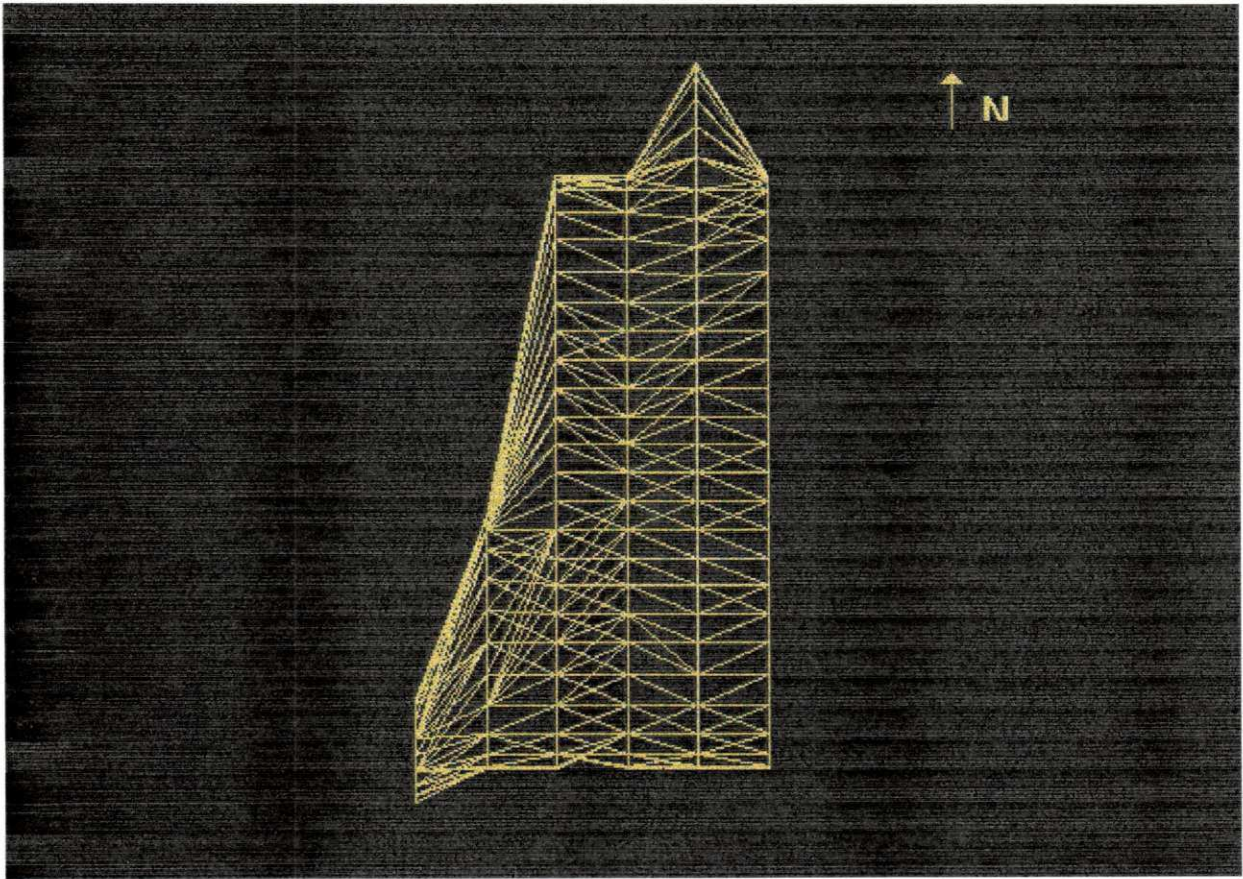


FIGURA 26 – MALHA TRIANGULADA DE PONTOS DA ARGILA CREME

O modelo de wireframe representa a forma geométrica dos corpos e também permite a criação de modelo de blocos. A Figura 27 delimita a jazida em 3 dimensões com a escala vertical ampliada.

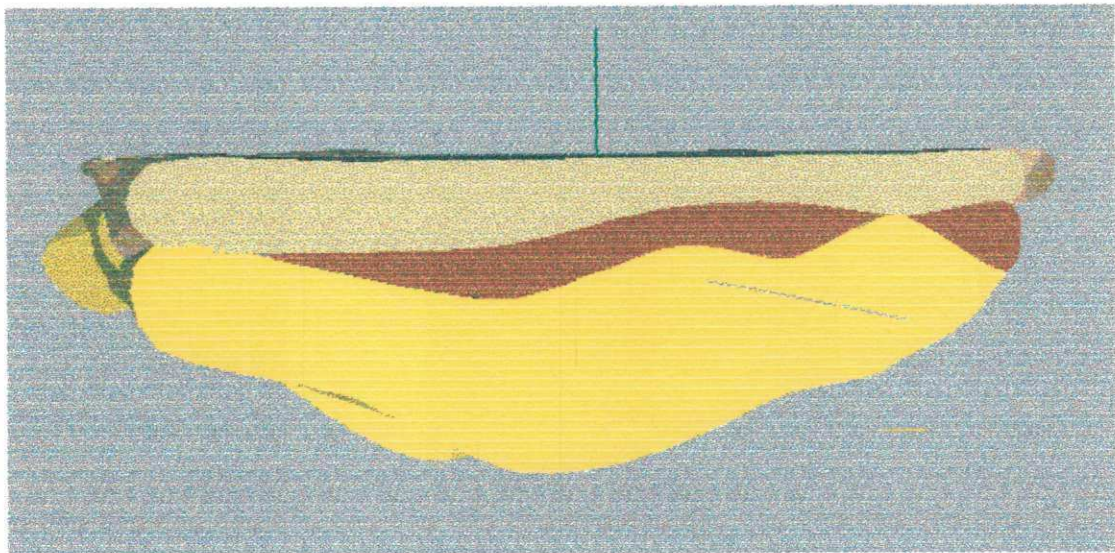


FIGURA 27 - MODELO DA JAZIDA DE JUÁ EM TRÊS DIMENSÕES

4.4.2 Modelo de Blocos da Jazida Juá

Os procedimentos utilizados para a geração do modelo de bloco da jazida Juá foram os mesmos empregados na confecção do modelo da jazida Lages.

Os parâmetros utilizados, o preenchimento da malha com células e a otimização as sub-células seguiu o mesmo raciocínio.

4.4.2.1 Parâmetros utilizados

Devido às pequenas dimensões da jazida adotado-se para efeito de cálculo de volume e tonelagem de minério, bloco de 5 x 5 x 2. As informações das coordenadas de origem x, y e z, e do tamanho e número de células contidas em cada eixo estão definidas no arquivo protótipo, que foi chamado de **protmod**, seguindo uma padronização usada no software e adotada nos modelos neste trabalho. Os limites da jazida estão descritos na Tabela 8.

TABELA 8 – LIMITES E TAMANHO DAS CÉLULAS DA JAZIDA JUÁ

| COORDENADAS | LIMITES (m) | | | TAMANHO DAS CÉLULAS (m) | | Nº de células |
|-------------|-------------|--------|-----------|-------------------------|--------|---------------|
| | Mínimo | Máximo | Diferença | Mínimo | Máximo | |
| x | 100 | 225 | 125 | 2 | 5 | 25 |
| y | 100 | 380 | 280 | 2 | 5 | 56 |
| z | 80 | 100 | 20 | 1 | 2 | 10 |

4.4.2.2 Preenchendo a wireframe com blocos

O máximo de blocos padrões é calculado pelo número de células: $25 \cdot 56 \cdot 10 = 14.000$. A Tabela 8 demonstra o tamanho das células que preenchem a *wireframe*.

4.4.2.3 Otimizando as sub-células

Foi gerado então um segundo arquivo *oremod2*. As Figuras 28 e 29 mostram um corte vertical no sentido norte-sul e um corte horizontal na cota 90 do modelo digital de blocos.

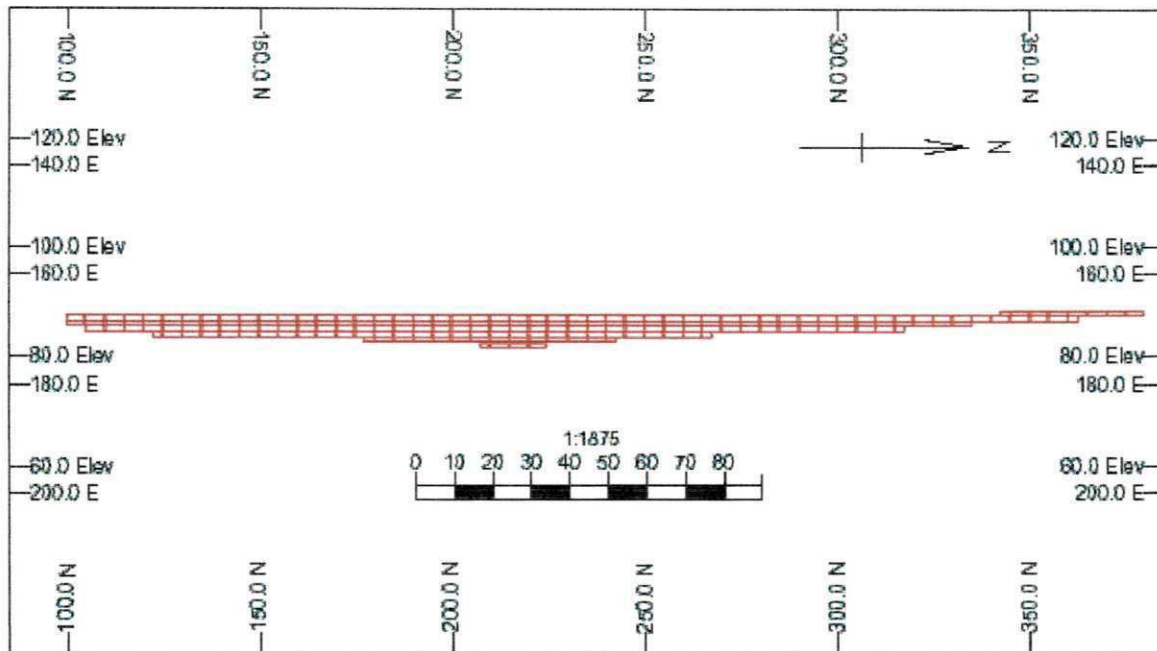


FIGURA 29 – MODELO DE BLOCOS – CORTE VERTICAL NO SENTIDO LESTE-OESTE – JAZIDA JUÁ

4.4.2.4 Avaliando Modelos de Blocos

O volume da malha triangulada e o volume do modelo de blocos baseados no modelo do protótipo estabelecido e a tonelagem da bentonita, estão descritos na Tabela 9.

TABELA 9 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MODELO DE BLOCOS – JAZIDA JUÁ

| PARÂMETROS | VALOR |
|--|-----------|
| Volume dentro do modelo de blocos (m ³) | 174 122,4 |
| Volume da malha triangulada (<i>wireframe</i>) (m ³) | 393 314,4 |
| Diferença do volume (m ³) | 219 191,9 |
| Discrepância do volume (%) | 125,9 |
| Densidade média do bloco | 1,8 |
| Total da tonelagem do bloco (ton) | 313 420,3 |
| Volume de capeamento (m ³) | 89 191,7 |

4.4.3 Cálculo de reserva medida

O cálculo de reserva medida contido no relatório final de pesquisa a qual pertencem esses dados foi realizado manualmente pelo método da área de influência. Estão dispostos aqui para que se compare com o método computacional, atestando ou não sua eficiência. A Tabela 10, mostra esses valores.

TABELA 10 – DADOS DO RELATÓRIO DE PESQUISA DO
DNPM – JAZIDA JUÁ

| PARÂMETROS | VALOR |
|--|-----------|
| Volume de minério (m ³) | 201 200,0 |
| Densidade média | 1,8 |
| Total da tonelagem do bloco (ton) | 362 160,0 |
| Volume de capeamento (m ³) | 107 860,0 |

FONTE: DNPM (1985)

4.5 DISCUSSÕES

Os depósitos minerais adquirem várias formas e modelos conforme suas origens e processos de formação. Assim, os modelos de ocorrências podem ser diferenciados se um depósito mineral é de origem ígnea, sedimentar ou metamórfica. No entanto, as formas de ocorrências dos depósitos podem ser modificadas, subsequente por processos de intemperismo e por processos deformacionais.

A origem das argilas bentoníticas da região de Boa Vista, PB deu-se através dos processos de desvitrificação e alteração de material piroclásticos nas paleodepressões (Gopinath et al., 1988). Ocorreram inúmeras paleodepressões na área mineralizada. Por essa razão, atualmente, encontram-se os depósitos em pequenas bacias de forma irregular e sem nenhuma semelhança morfológica de ocorrência entre os depósitos. Portanto, existem grandes variações nas espessuras dentro e entre depósitos, bem como, nas formas geométricas apresentadas individualmente.

Os modelamentos das jazidas Lages e Juá realizado através de *software Datamine*, demonstraram as características acima e algumas diferenças marcantes

entre essas duas jazidas foram observadas: O depósito de Lages mostra forma lenticular com a base muito irregular e ocorrência de argila de coloração homogênea. Por outro lado, a jazida Juá ocorre em forma de bolsão com argila de cores variegadas. Nesses dois depósitos, Lages e Juá, as argilas encontram-se intercaladas com areia, silte e calcedônia, conforme Figura 30. O modelamento dessas jazidas, demonstram as irregularidades inerentes às mesmas.

O alto grau de irregularidade e variações gera problemas na lavra e na estimativa de reservas. A bentonita da mina Lages, situada na parte central da região, encontra-se encaixada dentro de rochas gnáissicas pré-cambriana em alguns locais e no basalto em outros locais (Figura 30).

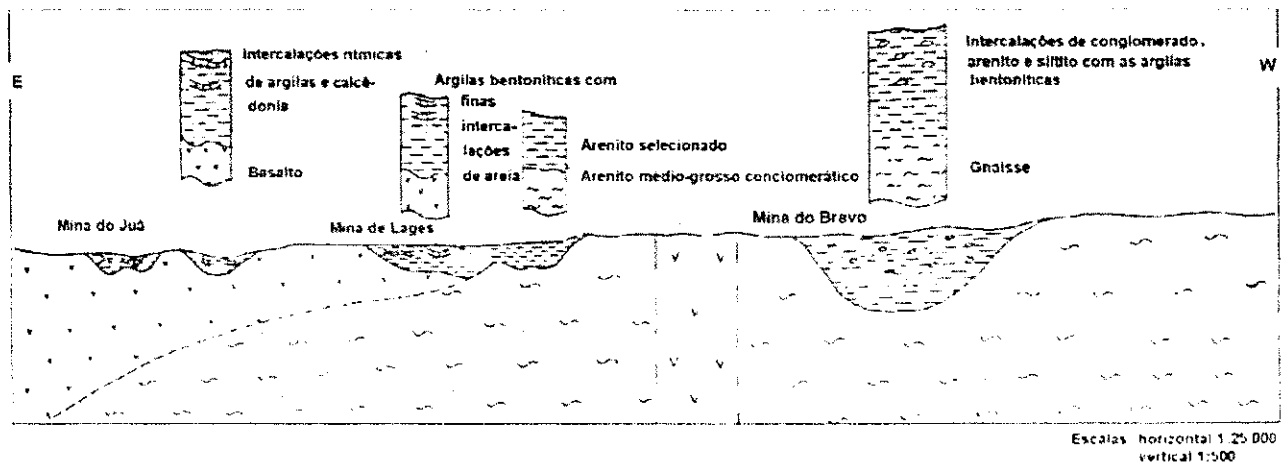


FIGURA 30- PERFIL ESQUEMÁTICO (E - W) DOS DEPÓSITOS DE BOA VISTA - PB.
 FONTE: MODIFICADO DE GOPINATH *et al.* (1981) *apud* SILVA (1985).

O depósito modelado de Lages apresenta formato altamente irregular e imprevisível conforme mostrado na Figura 11. Isto se deve a superfície irregular das rochas gnáissicas do embasamento, bem como por causa da falta de dados em alguns locais. Entretanto, quando incluído os dados estimados nos locais onde faltam as informações, as irregularidades nos formatos das ocorrências aumentaram, aproximando-se do formato real do depósito. A estimativa da espessura do depósito em alguns locais da área Lages, foi feita com geoestatística e ferramentas correlatas. A análise variográfica da espessura da argila de Lages mostrou a variação espacial isotrópica sistemática e estrutura variográfica aceitável, embora apresentando alto grau de irregularidade da espessura. O efeito pepita,

variância aleatória, tende a ser relativamente elevada em comparação com a variância espacial, refletindo a alta variação da espessura do depósito.

O aproveitamento da argila bentonítica para fins industriais, durante a operação de lavra, depende da seletividade e persistência cor desta no depósito. Pois em um mesmo depósito ocorre grande variação na cor sem nenhuma sistemática.

O modelamento dos depósitos de argilas de cores variegadas e a estimativa de reserva tendem ser onerosos e difíceis. Por outro lado, no depósito Juá observa-se intercalações de bentonita da cor chocolate na parte superior da seqüência, junto com a variedade de cor creme. O modelamento das variações de cores de Juá foi conseguido mostrando suas variações (Fig. 27). A estimativa de reserva de argila de cada cor seria possível caso isso seja necessário.

A estimativa de reservas é de fundamental importância para planejamento de lavra e vida útil de uma mina. Geralmente é calculada pelo método tradicional onde o depósito mineral é delimitado pelos furos de sondagens, e conseqüentemente, obtêm-se o volume e a tonelagem de minério.

Para aperfeiçoar os métodos de estimativas de reserva surgiram softwares para definir modelos multidimensionais para visualizar melhor o modelo de ocorrência do depósito e delimitar o corpo de maneira exata, bem como, a geoestatística para estimativas dos dados amostrais e áreas de influencias das amostras. Nos casos dos depósitos Lages e Juá, foram calculadas as reservas utilizando o *software Datamine* e os princípios e ferramentas de geoestatísticas.

Para o depósito Lages foi obtida a reserva com o modelo elaborado utilizando a malha de furos existentes (modelo observado), bem como modelo elaborado utilizando a malha com dados adicionais estimados nos locais onde não existiam informações (modelo esperado). A reserva calculada a partir desses modelos, juntamente com os dados obtidos pelos métodos tradicionais contidos no relatório apresentado pela empresa de mineração ao DNPM, são mostradas na Tabela 11.

TABELA 11 – COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NOS MODELOS OBSERVADO E ESPERADO COM OS DADOS DO DNPM – JAZIDA LAGES

| CATEGORIAS | MODELO OBSERVADO | MODELO ESPERADO | DADOS DNPM |
|--|------------------|-----------------|------------|
| Volume (m ³) | 278 932,00 | 440 056,00 | 351 875,00 |
| Volume da <i>wireframe</i> (m ³) | 6 877 135,80 | 7 504 521,10 | – |
| Diferença do volume (m ³) | 6 598 203,80 | 7 064 465,10 | – |
| Discrepância do volume (%) | 2 365,50 | 1 605,40 | – |
| Volume de capeamento (m ³) | 174 712,50 | 362 592,00 | 241 000,00 |
| Densidade média do minério | 2,18 | 2,18 | 2,18 |
| Tonelagem do bloco (ton) | 606 677,10 | 957 121,80 | 765 446,00 |

NOTA: Sinal convencional utilizado:

(–) Dados igual a zero, não resultante de arredondamento.

A reserva obtida pelo método tradicional situa-se entre os valores obtidos do modelo observado e do modelo esperado.

No depósito de Juá, por sua vez, o cálculo de reserva foi feito para a malha de furos existentes (observado) e não foi necessário estimar dados amostrais. A reserva calculada para o modelo observado ficou abaixo daquela obtida segundo a empresa (DNPM), conforme mostrado na Tabela 12.

TABELA 12 – COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NO MODELO OBSERVADO COM OS DADOS DO DNPM – JAZIDA JUÁ

| CATEGORIAS | MODELO OBSERVADO | DADOS DNPM |
|--|------------------|------------|
| Volume (m ³) | 174 122,40 | 201 200,00 |
| Volume da <i>wireframe</i> (m ³) | 393 314,40 | – |
| Diferença do volume (m ³) | 219 191,90 | – |
| Discrepância do volume (%) | 125,90 | – |
| Volume de capeamento (m ³) | 89 191,70 | 107 860,00 |
| Densidade média do minério | 1,80 | 1,8 |
| Tonelagem do bloco (ton) | 313 420,30 | 362 160,00 |

NOTA: Sinal convencional utilizado:

(–) Dados igual a zero, não resultante de arredondamento.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O perfil geológico da jazida mostra a seqüência litológica iniciando-se de basalto no embasamento, argila bentonítica e solo massapé na superfície.

A espessura e a forma geométrica da argila variam bastante comprometendo as reservas a serem estimadas.

O modelamento usando o programa Datamine conjuntamente com a geoestatística minimizou o erro cometido no cálculo de reserva, fazendo um melhor planejamento de lavra.

O modelamento da jazidas de bentonita de pequenas dimensões, tais como de Lages e Juá foi conseguido com precisão com software Datamine.

Os modelos demonstram as grandes irregularidades na espessura de argila causadas pelas superfícies irregulares sobre as quais a bentonita formou, isso pode comprometer as reservas a serem estimadas. Através do modelamento pode-se detectar essas irregularidades, facilitando-se o cálculo de reserva e a lavra.

No caso de mina de Lages a reserva estimada pelo modelo considerando a malha de amostragem executada resultou num valor (606.677 t) abaixo daquele calculado pela empresa pelo método tradicional (765.446 t). Quando a malha de amostragem é completada com as espessuras estimadas nos locais onde não existiam dados, a reserva ficou em 957.121 t.

No caso da mina de Juá a reserva estimada pelo modelo (313.420 t) ficou abaixo do método tradicional (362.160 t). Acredita-se que essas diferenças são atribuídas a diminuição do erro no cálculo nos modelos desenvolvidos pelo Datamine.

Os mineradores de bentonita da região de Boa Vista são, na maioria de pequeno e médio porte, muitas vezes, empresas familiares.

As empresas de mineração de Boa Vista, evoluíram na parte de beneficiamento, usando ferramentas de qualidade para atender os clientes cada vez mais existentes, contudo, a lavra das argilas, há poucos empreendimentos utilizando técnicas adequadas de lavra resultando prejuízos no aproveitamento das jazidas, no rendimento das operações e na recuperação das áreas mineradas. Muitas vezes as operações de lavra são terceirizadas e administradas por técnicos não capacitados. Podemos afirmar que ao longo dos anos houve uma perda de qualidade nas operações de lavra.

Quanto ao aumento da estimativa de reserva, é recomendável que os mineradores tenham acesso as informações geradas pelo modelamento, objetivando um melhor planejamento de lavra, conseqüentemente um ganho na produção.

Para trabalhos futuros, recomenda-se que sejam feitos modelamentos dos outros depósitos das regiões de Boa Vista e Cubati, para compreender melhor os modelos de ocorrências de bentonita e facilitar cálculo total de reservas.

O programa Datamine poderia ser utilizado em sistema de cooperativa por pequenas empresas da região, visando um melhor aproveitamento dos depósitos minerais no que se refere a pesquisa mineral e planejamento de lavra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTONISA BENTONITA DO NORDESTE S. Disponível em:
<<http://www.bentonisa.com.br/bentonisaNET.htm>>. Acesso em 31/01/2002.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral**. DNPM: Brasília. 105p. 2001

_____. **Relatório final de pesquisa – Argila bentonítica – Área Lages I**. Geólogo Responsável: Vicente de Paula Medeiros de Freitas. Campina Grande. 1985.

_____. **Principais depósitos minerais do nordeste oriental**. Recife - PE, il. p. 204-213. (Brasil. DNPM. Geologia 24: Seção Geologia Econômica, 4). 1984.

_____. **Relatório final de pesquisa – Argila bentonítica – Área Fazenda Juá**. Eng. de Minas Responsável: Raimundo Nonato de Andrade Feitosa. Campina Grande. 1985.

_____. **Avaliação regional do setor mineral - Paraíba**. Brasília, Bol. nº 51. p. 56. 1979.

_____. **Perfil Analítico da Bentonita**, boletim número 4. 31p. 1973.

BUREAU OF MINES. **Minerals Yearbook**. Department of the Interior Washington. USA. p., 1973-1975.

CALDASSO, A. L. **Geologia da argila de Boa Vista**. Recife: Sudene-DRN, 1965 (Serie especial, 2)

CALDASSO, A. L. **Novas considerações sobre a gênese e a idade dos depósitos de argila montmoriloníticas da Paraíba.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 9, Natal, 1979. Atas. Natal, SBG, v. 7, p. 619-626. 1979.

CARVALHO, R.M.; ABREU, M.P. **Avaliação de reservas e planejamento de lavra: novas tecnologias e evoluções.** In: Workshop Datamine, 5, 1997. Anais. Águas de Lindóia : Datamine Lantin America, p. 19-22. 1997.

CHAUSSON, D. **Implementação do Datamine numa mina de calcário para cimento.** In: Workshop Datamine, 6, 1998. Anais. Belo Horizonte: Datamine Lantin America, p. 49-62. 1998.

DANTAS, J.R.A.; CAÚLA, J.A.L.; BRITO NEVES, B.B. et al. **Mapa Geológico do Estado da Paraíba.** Texto explicativo. Campina Grande: CDRM, 1982. p. 37-38, 75-76.

_____. **Mapa Geológico do Estado da Paraíba.** Texto explicativo. Campina Grande/PB: CDRM-PB.134p. il. 1982.

DELFINER, P.; DELHOMME, J.P. **Optimum interpolation by Kriging.** In: Davis, J.C.; McCullagh, M.J. ed. Display and analysis of spatial data. New York. John Wiley. p. 96-114. 1975.

DE TOMI, G. & CARVALHO, R.M. **Regulamentação de reservas minerais.** In: Workshop Datamine, 5, 1997. Anais do V Workshop Datamine, Brasil p. 45-49. 1997.

ENGLUND, E. & SPARKS, A. **GEO-EAS.** Geostatistical Environmental Assessment Software. U.S. Environmental Protency Agency, Las Vegas, 1988. (EPA/600/4-88/033a).

ESTON, S.M.; TOMI, G.; SHINOBE, A. **A computação aplicada à mineração brasileira: perspectivas futuras.** In: Workshop Datamine, 1, 1997. Anais. São Paulo: Datamine Lantin America, p. 6-8. 1992.

FARIAS, S.L.T. **Relatório de estágio supervisionado do curso de Engenharia de Minas.** Campina Grande: UFPB, Departamento de Mineração e Geologia. 2000.

CALDASSO, A. L. **Novas considerações sobre a gênese e a idade dos depósitos de argila montmoriloníticas da Paraíba.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 9, Natal, 1979. Atas. Natal, SBG, v. 7, p. 619-626. 1979.

CARVALHO, R.M.; ABREU, M.P. **Avaliação de reservas e planejamento de lavra: novas tecnologias e evoluções.** In: Workshop Datamine, 5, 1997. Anais. Águas de Lindóia : Datamine Lantin America, p. 19-22. 1997.

CHAUSSON, D. **Implementação do Datamine numa mina de calcário para cimento.** In: Workshop Datamine, 6, 1998. Anais. Belo Horizonte: Datamine Lantin America, p. 49-62. 1998.

DANTAS, J.R.A.; CAÚLA, J.A.L.; BRITO NEVES, B.B. et al. **Mapa Geológico do Estado da Paraíba.** Texto explicativo. Campina Grande: CDRM, 1982. p. 37-38, 75-76.

_____. **Mapa Geológico do Estado da Paraíba.** Texto explicativo. Campina Grande/PB: CDRM-PB. 134p. il. 1982.

DELFINER, P.; DELHOMME, J.P. **Optimum interpolation by Kriging.** In: Davis, J.C.; McCullagh, M.J. ed. Display and analysis of spatial data. New York. John Wiley. p. 96-114. 1975.

DE TOMI, G. & CARVALHO, R.M. **Regulamentação de reservas minerais.** In: Workshop Datamine, 5, 1997. Anais do V Workshop Datamine, Brasil. p. 45-49. 1997.

ENGLUND, E. & SPARKS, A. **GEO-EAS.** Geostatistical Environmental Assessment Software. U.S. Environmental Protency Agency, Las Vegas, 1988. (EPA/600/4-88/033a).

ESTON, S.M.; TOMI, G.; SHINOBE, A. **A computação aplicada à mineração brasileira: perspectivas futuras.** In: Workshop Datamine, 1, 1997. Anais. São Paulo: Datamine Lantin America, p. 6-8. 1992.

FARIAS, S.L.T.. **Relatório de estágio supervisionado do curso de Engenharia de Minas.** Campina Grande: UFPB, Departamento de Mineração e Geologia. 2000.

GOPINATH, T. R.; SCHUSTER, H. D.; SCHUCKMAUM, W. K. **Clay mineralogy and geochemistry of continental bentonite and their geological implications, Boa Vista. Campina Grande: Revista Brasileira de Geologia, v. 18, n. 3, p. 345-52, 1988.**

GOPINATH, T.R. et al. **Projeto de estudo integral das argilas bentoníticas da região de Boa Vista – PB. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 12p. 1980.**

_____. **Modelo de ocorrência e gênese da argila bentonítica de Boa Vista. Campina Grande: Revista Brasileira de Geologia, v. 11, n. 3, p. 185-192, 1981.**

GRIM, R. ; GUVEM, N. **Bentonites, geology, minerology, properties and uses. Developments in sedimentology 24, 255p. 1978.**

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 652, 1997.**

GUERRA, P.A.G. **Geoestatística operacional. Brasília: DNPM-MME, 145p., 1988.**

HUIJBREGTS, C.J. **Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data. In: Davis, J. C.; McCullagh, M. J. ed. Display and analysis of spatial data. New York, John Wiley, p. 38-53. 1975.**

KALVELAGE, M. R. **Modelamento informatizado da lavra de rochas ornamentais-Granito Casa Blanca. Campina Grande: UFPB. Dissertação de Mestrado. 104p., 2001.**

LOPES, J.A.; TAKAHASHI, G. **Variografia e krigagem para depósitos dobrados. In: Workshop Datamine, 4, 1996. Anais São Paulo: Datamine Lantin America, p. 20-26. 1996.**

MARANHÃO R.J.L. **Introdução à Pesquisa Mineral. Fortaleza: BNB-ETENE, 680p., 1982.**

MINERAL INDUSTRIES COMPUTING LIMITED. **An introduction to Datamine geological modeling. England. 24p. 1995.**

MINERAL INDUSTRIES COMPUTING LIMITED. **Datamine Mining Software-Reference Manual**. England. Ed. 3.5. 805p. 1997.

_____. **Datamine Studio– Mining Software**. England: References Manuals Users Guides and Tutorials, Ed. 1.1, v 1.0.1029.0. 2000. (CD-ROM).

_____. **Datamine-Guide Mining Software – Wireframe: User Guide**. England. Ed 1.1. 33p. 1997.

_____. **Datamine-Guide Mining Software – Recovered Reserves: User Guide**. England. Ed 1.2. 20p. 1994.

_____. **The Guide Command Language-Programmers Manual**. England. Ed. 1.3. 67p. 1998.

OLIVER, M. A.; WEBSTER, R. **Kriging: a method of interpolation for geographical information systems**. *International Journal of Geographical Information System*, 4 (3):313-332, 1990.

PRATI, F. J. **Geometria de minas a céu aberto: fator critico de sucesso da industria mineral**. São Paulo: EPUSP, 16p., 1995.

RIBEIRO, D.T. ; AMORIM, L.QUADROS. **Estudo geoestatístico das hematitas de Tamanduá – Proposta metodológica**. In: Workshop Datamine, 3, 1995. Anais. Caldas Novas: Datamine Lantin America. p. 54-74. 1995.

RUBIÑO, B.A. **Usos del software Minero Datamine**. In: Workshop Datamine, 6, 1998. Anais. Belo Horizonte: Datamine Lantin America. p. 73-80. 1998.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba**. Grafset. João Pessoa. 1985.

SHINOBE, A.; TAKAHASHI, G.H. **Modelamento geológico e planejamento interativo de lavra em mina de calcário através do sistema Datamine**. In: Workshop Datamine, 1, 1997. Anais. São Paulo: Datamine Lantin America, p. 48-62. 1992.

SILVA, A.H.M.; GONÇALVES, C.S.; VIEIRA, L.R. **Princípios de modelagem geológica utilizando software de mineração**. In: Workshop Datamine, 6, 1998. Anais. Belo Horizonte: Datamine Lantin America, p. 23-33. 1998.

SILVA, C.M.M. **Estudo de Alternativas de Reabilitação para as Áreas Degradadas pelas Minerações de Argilas Bentoníticas de Boa Vista, Campina Grande/PB**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado. 129p, 1995.

SILVA, N.C.S. **Informatização da modelagem geológica e planejamento de lavra da mina de Cavalcante**. In: Workshop Datamine, 6, 1998. Anais. Belo Horizonte: Datamine Lantin America, p. 69-72. 1998.

SILVIO, E. **Serra da Madeira - Modelagem de Sn na jazida de rocha dura**. In: Workshop Datamine, 2, 1994. Anais Guarujá: Datamine Lantin America, p. 66-87. 1996.

SILVIO, E.; NUNES, A.C. **Implementação e uso de um sistema informatizado para a Mina do Pitinga**. In: Workshop Datamine, 1, 1992. Anais São Paulo: Datamine Lantin America, p. 6-8. 1992.

SOUZA SANTOS, P. **Tecnologias de argilas**. Vol. 2, 802p. 1975.

STELLIN JÚNIOR, A. **Características geométricas da escavação mecânica em mineração : exemplo da escavadora de caçamba de Arraste**. São Paulo: EPUSP, 29p., 1992.

THE MERICAN INSTITUTE OF MINING. METALLURGICAL, AND PETROLEUM ENGINEERS. **Surface mining**. New York, 1061p., 1972.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. **Manual de estrutura e apresentação de Dissertações e Teses**. João Pessoa: UFPB. 6p. 1999.

VANDEROOST, F. **Modelagem geológica do corpo pegmatítico – Xupé**. In: Workshop Datamine, 5, 1997. Anais. Águas de Lindóia : Datamine Lantin America, p. 35-38. 1997.

ANEXOS

ANEXO A – Dados de entrada do Datamine – Área Lages

TABELA 13 – DADOS DE ENTRADA DO DATAMINE – ÁREA LAGES - MODELO OBSERVADO DADOS DAS 'BOCAS' DOS FUROS - COLLARS

| BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR | BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 62.18-N | 1 000 | 893 | 95.8 | 70.17-N | 600 | 843 | 98.0 |
| 62.17-N | 1 000 | 843 | 96.0 | 70.16-N | 600 | 793 | 96.8 |
| 62.15-N | 1 000 | 783 | 91.5 | 70.15-N | 600 | 743 | 95.3 |
| 63.19-N | 950 | 943 | 97.8 | 71.18-N | 550 | 893 | 101.8 |
| 63.18-N | 950 | 893 | 96.7 | 71.17-N | 550 | 843 | 99.7 |
| 63.17-N | 950 | 843 | 95.5 | 71.16-N | 450 | 793 | 97.8 |
| 63.16-N | 950 | 793 | 97.0 | 72.18-N | 500 | 893 | 101.5 |
| 63.15-N | 950 | 743 | 93.0 | 71.12-N | 550 | 593 | 95.8 |
| 64.18-N | 900 | 893 | 98.0 | 71.10-N | 550 | 493 | 96.7 |
| 64.17-N | 900 | 843 | 97.2 | 70.9-N | 550 | 943 | 96.1 |
| 64.16-N | 900 | 793 | 95.6 | 72.14-N | 500 | 693 | 99.1 |
| 64.15-N | 900 | 743 | 76.7 | 72.13-N | 500 | 643 | 99.1 |
| 65.19-N | 850 | 793 | 100.3 | 72.12-N | 500 | 593 | 98.6 |
| 65.18-N | 850 | 893 | 98.4 | 72.11-N | 500 | 543 | 97.7 |
| 65.17-N | 850 | 843 | 97.2 | 73.11-N | 450 | 543 | 98.6 |
| 65.16-N | 850 | 793 | 96.4 | 73.10-N | 450 | 493 | 98.1 |
| 65.15-N | 850 | 743 | 94.9 | 73.9-N | 450 | 443 | 97.2 |
| 66.18-N | 800 | 893 | 98.6 | 74.11-N | 400 | 543 | 101.0 |
| 66.17-N | 800 | 843 | 97.1 | 74.10-N | 400 | 493 | 100.0 |
| 66.15-N | 800 | 743 | 95.0 | 74.9-N | 400 | 443 | 99.2 |
| 67.19-N | 750 | 943 | 101.3 | 75.11-N | 350 | 543 | 102.8 |
| 67.18-N | 750 | 893 | 98.7 | 75.10-N | 350 | 493 | 101.8 |
| 67.17-N | 750 | 743 | 97.2 | 76.10-N | 300 | 493 | 103.6 |
| 67.16-N | 750 | 793 | 96.5 | 76.9-N | 300 | 443 | 102.5 |
| 68.18-N | 700 | 893 | 99.2 | 76.8-N | 300 | 393 | 100.6 |
| 68.17-N | 700 | 843 | 97.3 | 77.7-N | 250 | 343 | 101.2 |
| 68.16-N | 700 | 793 | 96.5 | 77.6-N | 250 | 293 | 99.1 |
| 68.15-N | 700 | 743 | 96.0 | 78.8-N | 200 | 393 | 104.5 |
| 69.18-N | 650 | 893 | 99.9 | 78.7-N | 200 | 343 | 101.8 |
| 69.17-N | 650 | 843 | 97.4 | 80.5-N | 100 | 243 | 95.8 |
| 69.16-N | 650 | 793 | 96.6 | 80.6-N | 100 | 293 | 99.0 |
| 70.18-N | 600 | 893 | 100.8 | | | | |

TABELA 14 – ARQUIVO DE ORIENTAÇÃO DOS FUROS DE SONDA – SURVEYS –
ÁREA LAGES

| BHID | AT | BRG | DIP | BHID | AT | BRG | DIP |
|---------|------|--------|-------|---------|------|--------|-------|
| 62.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 62.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 62.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.12-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.14-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.13-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.12-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 73.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 73.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 73.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 74.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 74.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 74.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 75.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 75.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 76.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 76.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 76.8-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 77.7-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 77.6-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 78.8-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 69.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 78.7-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 69.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 80.5-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 69.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 80.6-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 70.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | | | | |

TABELA 15 – ARQUIVOS DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS – MODELO OBSERVADO

| BHID | FROM | TO | SOLO | BE | BHID | FROM | TO | SOLO | BE |
|---------|------|-----|------|-----|---------|------|-----|------|-----|
| 62.18-N | 0.0 | 1.5 | 1.0 | 0.0 | 66.15-N | 0.0 | 1.8 | 1.0 | 0.0 |
| 62.18-N | 1.5 | 3.3 | 0.0 | 1.0 | 66.15-N | 1.8 | 5.0 | 0.0 | 1.0 |
| 62.17-N | 0.0 | 1.5 | 1.0 | 0.0 | 67.19-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 62.17-N | 1.5 | 2.5 | 0.0 | 1.0 | 67.19-N | 1.0 | 1.8 | 0.0 | 1.0 |
| 62.15-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 67.18-N | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 |
| 62.15-N | 1.4 | 1.8 | 0.0 | 1.0 | 67.18-N | 2.0 | 4.4 | 0.0 | 1.0 |
| 63.19-N | 0.0 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 67.17-N | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 |
| 63.19-N | 3.0 | 5.0 | 0.0 | 1.0 | 67.17-N | 2.0 | 5.5 | 0.0 | 1.0 |
| 63.18-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 67.16-N | 0.0 | 2.2 | 1.0 | 0.0 |
| 63.18-N | 1.4 | 3.0 | 0.0 | 1.0 | 67.16-N | 2.2 | 5.0 | 0.0 | 1.0 |
| 63.17-N | 0.0 | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 68.18-N | 0.0 | 1.2 | 1.0 | 0.0 |
| 63.17-N | 1.2 | 2.7 | 0.0 | 1.0 | 68.18-N | 1.2 | 3.0 | 0.0 | 1.0 |
| 63.16-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 68.17-N | 0.0 | 2.2 | 1.0 | 0.0 |
| 63.16-N | 1.4 | 4.0 | 0.0 | 1.0 | 68.17-N | 2.2 | 5.2 | 0.0 | 1.0 |
| 63.15-N | 0.0 | 1.9 | 1.0 | 0.0 | 68.16-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 |
| 63.15-N | 1.9 | 3.5 | 0.0 | 1.0 | 68.16-N | 1.4 | 4.4 | 0.0 | 1.0 |
| 64.18-N | 0.0 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 68.15-N | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 |
| 64.18-N | 3.0 | 5.0 | 0.0 | 1.0 | 68.15-N | 2.0 | 5.0 | 0.0 | 1.0 |
| 64.17-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 69.18-N | 0.0 | 0.9 | 1.0 | 0.0 |
| 64.17-N | 1.4 | 3.4 | 0.0 | 1.0 | 69.18-N | 0.9 | 1.6 | 0.0 | 1.0 |
| 64.16-N | 0.0 | 1.8 | 1.0 | 0.0 | 69.17-N | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 64.16-N | 1.8 | 3.2 | 0.0 | 1.0 | 69.17-N | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 1.0 |
| 64.15-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 69.16-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 64.15-N | 1.4 | 4.9 | 0.0 | 1.0 | 69.16-N | 1.0 | 3.8 | 0.0 | 1.0 |
| 65.19-N | 0.0 | 1.7 | 1.0 | 0.0 | 70.18-N | 0.0 | 0.8 | 1.0 | 0.0 |
| 65.19-N | 1.7 | 3.9 | 0.0 | 1.0 | 70.18-N | 0.8 | 2.4 | 0.0 | 1.0 |
| 65.18-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 70.17-N | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 65.18-N | 1.4 | 4.2 | 0.0 | 1.0 | 70.17-N | 0.0 | 4.5 | 0.0 | 1.0 |
| 65.17-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 70.16-N | 0.0 | 1.8 | 1.0 | 0.0 |
| 65.17-N | 1.0 | 3.0 | 0.0 | 1.0 | 70.16-N | 1.8 | 6.5 | 0.0 | 1.0 |
| 65.16-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 70.15-N | 0.0 | 2.2 | 1.0 | 0.0 |
| 65.16-N | 1.0 | 3.6 | 0.0 | 1.0 | 70.15-N | 2.2 | 2.5 | 0.0 | 1.0 |
| 65.15-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 71.18-N | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 65.15-N | 1.4 | 2.8 | 0.0 | 1.0 | 71.18-N | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 |
| 66.18-N | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 71.17-N | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 66.18-N | 2.0 | 4.4 | 0.0 | 1.0 | 71.17-N | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 1.0 |
| 66.17-N | 0.0 | 1.1 | 1.0 | 0.0 | 71.16-N | 0.0 | 2.2 | 1.0 | 0.0 |
| 66.17-N | 1.1 | 4.1 | 0.0 | 1.0 | 71.16-N | 2.2 | 4.0 | 0.0 | 1.0 |

(CONTINUA)

TABELA 15 – MODELO DE ANÁLISES QUÍMICAS - ASSAYS

(CONCLUSÃO)

| BHID | FROM | TO | SOLO | BE | BHID | FROM | TO | SOLO | BE |
|---------|------|-----|------|-----|--------|------|-----|------|-----|
| 72.18-N | 0.0 | 2.4 | 1.0 | 0.0 | 77.6-N | 0.0 | 1.2 | 1.0 | 0.0 |
| 72.18-N | 2.4 | 4.9 | 0.0 | 1.0 | 77.6-N | 1.2 | 4.2 | 0.0 | 1.0 |
| 71.12-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 78.8-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 71.12-N | 1.0 | 3.0 | 0.0 | 1.0 | 78.8-N | 1.0 | 1.7 | 0.0 | 1.0 |
| 71.10-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 78.7-N | 0.0 | 1.7 | 1.0 | 0.0 |
| 71.10-N | 1.0 | 3.5 | 0.0 | 1.0 | 78.7-N | 1.7 | 1.9 | 0.0 | 1.0 |
| 70.9-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 80.5-N | 0.0 | 2.4 | 1.0 | 0.0 |
| 70.9-N | 1.0 | 3.0 | 0.0 | 1.0 | 80.5-N | 2.4 | 3.9 | 0.0 | 1.0 |
| 72.14-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | 80.6-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 |
| 72.14-N | 1.4 | 2.0 | 0.0 | 1.0 | 80.6-N | 1.4 | 2.4 | 0.0 | 1.0 |
| 72.13-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 72.13-N | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 72.12-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 72.12-N | 1.4 | 6.6 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 72.11-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 72.11-N | 1.0 | 1.7 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 73.11-N | 0.0 | 1.2 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 73.11-N | 1.2 | 2.8 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 73.10-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 73.10-N | 1.4 | 5.8 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 73.9-N | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 73.9-N | 1.0 | 4.8 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 74.11-N | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 74.11-N | 2.0 | 4.0 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 74.10-N | 0.0 | 4.2 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 74.10-N | 4.2 | 7.4 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 74.9-N | 0.0 | 1.4 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 74.9-N | 1.4 | 6.9 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 75.11-N | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 75.11-N | 2.0 | 4.2 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 75.10-N | 0.0 | 3.5 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 75.10-N | 3.5 | 6.8 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 76.10-N | 0.0 | 2.5 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 76.10-N | 2.5 | 4.0 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 76.9-N | 0.0 | 1.8 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 76.9-N | 1.8 | 5.2 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 76.8-N | 0.0 | 2.4 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 76.8-N | 2.4 | 4.9 | 0.0 | 1.0 | | | | | |
| 77.7-N | 0.0 | 1.8 | 1.0 | 0.0 | | | | | |
| 77.7-N | 1.8 | 4.8 | 0.0 | 1.0 | | | | | |

TABELA 16 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – MODELO OBSERVADO

| BHID | FROM | TO | ROCK | BHID | FROM | TO | ROCK |
|---------|------|-----|------|---------|------|-----|------|
| 62.18-N | 0.0 | 1.5 | 6.0 | 62.18-N | 0.0 | 1.5 | 6.0 |
| 62.18-N | 1.5 | 3.3 | 8.0 | 62.18-N | 1.5 | 3.3 | 8.0 |
| 62.17-N | 0.0 | 1.5 | 6.0 | 62.17-N | 0.0 | 1.5 | 6.0 |
| 62.17-N | 1.5 | 2.5 | 8.0 | 62.17-N | 1.5 | 2.5 | 8.0 |
| 62.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 62.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 62.15-N | 1.4 | 1.8 | 8.0 | 62.15-N | 1.4 | 1.8 | 8.0 |
| 63.19-N | 0.0 | 3.0 | 6.0 | 63.19-N | 0.0 | 3.0 | 6.0 |
| 63.19-N | 3.0 | 5.0 | 8.0 | 63.19-N | 3.0 | 5.0 | 8.0 |
| 63.18-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 63.18-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 63.18-N | 1.4 | 3.0 | 8.0 | 63.18-N | 1.4 | 3.0 | 8.0 |
| 63.17-N | 0.0 | 1.2 | 6.0 | 63.17-N | 0.0 | 1.2 | 6.0 |
| 63.17-N | 1.2 | 2.7 | 8.0 | 63.17-N | 1.2 | 2.7 | 8.0 |
| 63.16-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 63.16-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 63.16-N | 1.4 | 4.0 | 8.0 | 63.16-N | 1.4 | 4.0 | 8.0 |
| 63.15-N | 0.0 | 1.9 | 6.0 | 63.15-N | 0.0 | 1.9 | 6.0 |
| 63.15-N | 1.9 | 3.5 | 8.0 | 63.15-N | 1.9 | 3.5 | 8.0 |
| 64.18-N | 0.0 | 3.0 | 6.0 | 64.18-N | 0.0 | 3.0 | 6.0 |
| 64.18-N | 3.0 | 5.0 | 8.0 | 64.18-N | 3.0 | 5.0 | 8.0 |
| 64.17-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 64.17-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 64.17-N | 1.4 | 3.4 | 8.0 | 64.17-N | 1.4 | 3.4 | 8.0 |
| 64.16-N | 0.0 | 1.8 | 6.0 | 64.16-N | 0.0 | 1.8 | 6.0 |
| 64.16-N | 1.8 | 3.2 | 8.0 | 64.16-N | 1.8 | 3.2 | 8.0 |
| 64.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 64.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 64.15-N | 1.4 | 4.9 | 8.0 | 64.15-N | 1.4 | 4.9 | 8.0 |
| 65.19-N | 0.0 | 1.7 | 6.0 | 65.19-N | 0.0 | 1.7 | 6.0 |
| 65.19-N | 1.7 | 3.9 | 8.0 | 65.19-N | 1.7 | 3.9 | 8.0 |
| 65.16-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 65.16-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 65.16-N | 1.4 | 4.2 | 8.0 | 65.16-N | 1.4 | 4.2 | 8.0 |
| 65.17-N | 0.0 | 1.0 | 6.0 | 65.17-N | 0.0 | 1.0 | 6.0 |
| 65.17-N | 1.0 | 3.0 | 8.0 | 65.17-N | 1.0 | 3.0 | 8.0 |
| 65.16-N | 0.0 | 1.0 | 6.0 | 65.16-N | 0.0 | 1.0 | 6.0 |
| 65.16-N | 1.0 | 3.6 | 8.0 | 65.16-N | 1.0 | 3.6 | 8.0 |
| 65.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 65.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 65.15-N | 1.4 | 2.8 | 8.0 | 65.15-N | 1.4 | 2.8 | 8.0 |
| 66.18-N | 0.0 | 2.0 | 6.0 | 66.18-N | 0.0 | 2.0 | 6.0 |
| 66.18-N | 2.0 | 4.4 | 8.0 | 66.18-N | 2.0 | 4.4 | 8.0 |
| 66.17-N | 0.0 | 1.1 | 6.0 | 66.17-N | 0.0 | 1.1 | 6.0 |
| 66.17-N | 1.1 | 4.1 | 8.0 | 66.17-N | 1.1 | 4.1 | 8.0 |
| 66.15-N | 0.0 | 1.8 | 6.0 | 66.15-N | 0.0 | 1.8 | 6.0 |

(CONTINUA)

TABELA 16 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – MODELO OBSERVADO

(CONCLUSÃO)

| BHID | FROM | TO | ROCK | BHID | FROM | TO | ROCK |
|---------|------|-----|------|--------|------|-----|------|
| 62.18-N | 0.0 | 1.5 | 6.0 | 77.6-N | 1.2 | 4.2 | 8.0 |
| 62.18-N | 1.5 | 3.3 | 8.0 | 78.8-N | 0.0 | 1.0 | 6.0 |
| 62.17-N | 0.0 | 1.5 | 6.0 | 78.8-N | 1.0 | 1.7 | 8.0 |
| 62.17-N | 1.5 | 2.5 | 8.0 | 78.7-N | 0.0 | 1.7 | 6.0 |
| 62.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 78.7-N | 1.7 | 1.9 | 8.0 |
| 62.15-N | 1.4 | 1.8 | 8.0 | 80.5-N | 0.0 | 2.4 | 6.0 |
| 63.19-N | 0.0 | 3.0 | 6.0 | 80.5-N | 2.4 | 3.9 | 8.0 |
| 63.19-N | 3.0 | 5.0 | 8.0 | 80.6-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 |
| 63.18-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | 80.6-N | 1.4 | 2.4 | 8.0 |
| 63.18-N | 1.4 | 3.0 | 8.0 | | | | |
| 63.17-N | 0.0 | 1.2 | 6.0 | | | | |
| 63.17-N | 1.2 | 2.7 | 8.0 | | | | |
| 63.16-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | | | | |
| 63.16-N | 1.4 | 4.0 | 8.0 | | | | |
| 63.15-N | 0.0 | 1.9 | 6.0 | | | | |
| 63.15-N | 1.9 | 3.5 | 8.0 | | | | |
| 64.18-N | 0.0 | 3.0 | 6.0 | | | | |
| 64.18-N | 3.0 | 5.0 | 8.0 | | | | |
| 64.17-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | | | | |
| 64.17-N | 1.4 | 3.4 | 8.0 | | | | |
| 64.16-N | 0.0 | 1.8 | 6.0 | | | | |
| 64.16-N | 1.8 | 3.2 | 8.0 | | | | |
| 64.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | | | | |
| 64.15-N | 1.4 | 4.9 | 8.0 | | | | |
| 65.19-N | 0.0 | 1.7 | 6.0 | | | | |
| 65.19-N | 1.7 | 3.9 | 8.0 | | | | |
| 65.18-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | | | | |
| 65.18-N | 1.4 | 4.2 | 8.0 | | | | |
| 65.17-N | 0.0 | 1.0 | 6.0 | | | | |
| 65.17-N | 1.0 | 3.0 | 8.0 | | | | |
| 65.16-N | 0.0 | 1.0 | 6.0 | | | | |
| 65.16-N | 1.0 | 3.6 | 8.0 | | | | |
| 65.15-N | 0.0 | 1.4 | 6.0 | | | | |
| 65.15-N | 1.4 | 2.8 | 8.0 | | | | |
| 66.18-N | 0.0 | 2.0 | 6.0 | | | | |
| 66.18-N | 2.0 | 4.4 | 8.0 | | | | |
| 66.17-N | 0.0 | 1.1 | 6.0 | | | | |
| 66.17-N | 1.1 | 4.1 | 8.0 | | | | |
| 66.15-N | 0.0 | 1.8 | 6.0 | | | | |

ANEXOS B – Área Lages - Modelo Esperado

TABELA 17 – DADOS DAS 'BOCAS' DOS FUROS - COLLARS

| BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR | BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 62.19-N | 1000.00 | 943.00 | 96.50 | 69.18-N | 650.00 | 893.00 | 99.90 |
| 62.18-N | 1000.00 | 893.00 | 96.80 | 69.17-N | 650.00 | 843.00 | 97.40 |
| 62.17-N | 1000.00 | 843.00 | 96.00 | 69.16-N | 650.00 | 793.00 | 96.60 |
| 62.16-N | 1000.00 | 793.00 | 92.00 | 69.15-N | 650.00 | 743.00 | 98.00 |
| 62.15-N | 1000.00 | 743.00 | 91.50 | 70.19-N | 600.00 | 943.00 | 101.50 |
| 63.19-N | 950.00 | 943.00 | 97.80 | 70.18-N | 600.00 | 893.00 | 100.80 |
| 63.18-N | 950.00 | 893.00 | 96.70 | 70.17-N | 600.00 | 843.00 | 98.00 |
| 63.17-N | 950.00 | 843.00 | 95.50 | 70.16-N | 600.00 | 793.00 | 96.80 |
| 63.16-N | 950.00 | 793.00 | 97.00 | 70.15-N | 600.00 | 743.00 | 96.30 |
| 63.15-N | 950.00 | 743.00 | 93.00 | 71.18-N | 550.00 | 893.00 | 101.80 |
| 64.19-N | 900.00 | 943.00 | 96.00 | 71.17-N | 550.00 | 843.00 | 99.70 |
| 64.18-N | 900.00 | 893.00 | 98.00 | 71.16-N | 550.00 | 793.00 | 97.80 |
| 64.17-N | 900.00 | 843.00 | 97.20 | 71.15-N | 550.00 | 743.00 | 97.30 |
| 64.16-N | 900.00 | 793.00 | 95.60 | 71.14-N | 550.00 | 693.00 | 98.00 |
| 64.15-N | 900.00 | 743.00 | 96.70 | 71.13-N | 550.00 | 643.00 | 95.00 |
| 65.19-N | 850.00 | 943.00 | 101.00 | 72.18-N | 500.00 | 893.00 | 101.50 |
| 65.18-N | 850.00 | 893.00 | 98.40 | 72.17-N | 500.00 | 843.00 | 100.00 |
| 65.17-N | 850.00 | 843.00 | 97.20 | 71.12-N | 550.00 | 593.00 | 95.80 |
| 65.16-N | 850.00 | 793.00 | 96.40 | 71.11-N | 550.00 | 543.00 | 95.00 |
| 65.15-N | 850.00 | 743.00 | 94.90 | 71.10-N | 550.00 | 493.00 | 96.70 |
| 66.19-N | 800.00 | 943.00 | 100.80 | 71.9-N | 550.00 | 443.00 | 96.00 |
| 66.18-N | 800.00 | 893.00 | 98.60 | 70.9-N | 550.00 | 943.00 | 96.10 |
| 66.17-N | 800.00 | 843.00 | 97.10 | 72.19-N | 500.00 | 943.00 | 100.00 |
| 66.16-N | 800.00 | 793.00 | 97.60 | 72.18-N | 500.00 | 793.00 | 98.00 |
| 66.15-N | 800.00 | 743.00 | 95.00 | 72.15-N | 500.00 | 743.00 | 97.50 |
| 67.19-N | 750.00 | 943.00 | 101.30 | 72.14-N | 500.00 | 693.00 | 99.10 |
| 67.18-N | 750.00 | 893.00 | 98.70 | 72.13-N | 500.00 | 643.00 | 99.10 |
| 67.17-N | 750.00 | 743.00 | 97.20 | 72.12-N | 500.00 | 593.00 | 98.60 |
| 67.16-N | 750.00 | 793.00 | 96.50 | 72.11-N | 500.00 | 543.00 | 97.70 |
| 67.15-N | 750.00 | 843.00 | 97.30 | 72.10-N | 500.00 | 493.00 | 96.00 |
| 68.19-N | 700.00 | 943.00 | 101.80 | 72.9-N | 500.00 | 443.00 | 97.00 |
| 68.18-N | 700.00 | 893.00 | 99.20 | 73.11-N | 450.00 | 543.00 | 99.60 |
| 68.17-N | 700.00 | 843.00 | 97.30 | 73.10-N | 450.00 | 493.00 | 98.10 |
| 68.16-N | 700.00 | 793.00 | 96.50 | 73.9-N | 450.00 | 443.00 | 97.20 |
| 68.15-N | 700.00 | 743.00 | 96.00 | 74.11-N | 400.00 | 543.00 | 101.00 |
| 69.19-N | 650.00 | 943.00 | 101.50 | 74.10-N | 400.00 | 493.00 | 100.00 |

(CONTINUA)

TABELA 17 – DADOS DAS 'BOCAS' DOS FUROS - COLLARS (CONCLUSÃO)

| BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR | BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR |
|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 74.9-N | 400.00 | 443.00 | 99.20 | 77.5-N | 250.00 | 243.00 | 95.50 |
| 75.11-N | 350.00 | 543.00 | 102.80 | 78.8-N | 200.00 | 393.00 | 104.50 |
| 75.10-N | 350.00 | 493.00 | 101.60 | 78.7-N | 200.00 | 343.00 | 101.80 |
| 75.9-N | 350.00 | 443.00 | 100.50 | 78.6-N | 200.00 | 293.00 | 97.00 |
| 76.11-N | 300.00 | 543.00 | 102.00 | 78.5-N | 200.00 | 243.00 | 95.00 |
| 76.10-N | 300.00 | 493.00 | 103.60 | 79.8-N | 150.00 | 393.00 | 100.00 |
| 76.9-N | 300.00 | 443.00 | 102.50 | 79.7-N | 150.00 | 343.00 | 101.00 |
| 76.8-N | 300.00 | 393.00 | 100.60 | 79.6-N | 150.00 | 293.00 | 95.00 |
| 76.7-N | 300.00 | 343.00 | 101.00 | 79.5-N | 150.00 | 243.00 | 95.20 |
| 76.6-N | 300.00 | 293.00 | 97.00 | 80.8-N | 100.00 | 393.00 | 100.00 |
| 76.5-N | 300.00 | 243.00 | 96.00 | 80.7-N | 100.00 | 343.00 | 101.00 |
| 77.8-N | 250.00 | 393.00 | 100.50 | 80.6-N | 100.00 | 243.00 | 95.80 |
| 77.7-N | 250.00 | 343.00 | 101.20 | 80.5-N | 100.00 | 293.00 | 99.00 |
| 77.6-N | 250.00 | 293.00 | 99.10 | | | | |

TABELA 18 – ARQUIVO DE ORIENTAÇÃO DOS FUROS DE SONDA – SURVEYS

| BHID | AT | BRG | DIP | BHID | AT | BRG | DIP |
|---------|------|--------|-------|---------|------|--------|-------|
| 62.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 69.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 62.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 69.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 62.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 62.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 62.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 63.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.14-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.13-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 64.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.12-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 71.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 65.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 70.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.14-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 66.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.13-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.12-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 72.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 67.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 73.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 73.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 73.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 74.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.16-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 74.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 68.15-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 74.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 69.19-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 75.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 69.18-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 75.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 69.17-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 75.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |

(CONTINUA)

(CONCLUSÃO)

TABELA 18 – ARQUIVO DE ORIENTAÇÃO DOS FUROS DE SONDA – SURVEYS

| BHID | AT | BRG | DIP | BHID | AT | BRG | DIP |
|---------|------|--------|-------|--------|------|--------|-------|
| 76.11-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 78.7-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 76.10-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 78.6-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 76.9-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 78.5-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 76.8-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 79.8-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 76.7-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 79.7-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 76.6-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 79.6-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 76.5-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 79.5-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 77.8-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 80.8-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 77.7-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 80.7-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 77.6-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 80.6-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 77.5-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 80.5-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 78.8-N | 0.00 | 180.00 | 90.00 | | | | |

TABELA 19 – ARQUIVOS DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS – MODELO ESPERADO

| BHID | FROM | TO | SOLO | BE | BHID | FROM | TO | SOLO | BE |
|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|
| 62.19-N | 0.00 | 1.88 | 1.00 | 0.00 | 65.15-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 |
| 62.19-N | 1.88 | 3.64 | 0.00 | 1.00 | 65.15-N | 1.40 | 2.80 | 0.00 | 1.00 |
| 62.18-N | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 66.19-N | 0.00 | 1.66 | 1.00 | 0.00 |
| 62.18-N | 1.50 | 3.30 | 0.00 | 1.00 | 66.19-N | 1.66 | 3.56 | 0.00 | 1.00 |
| 62.17-N | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 66.18-N | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 |
| 62.17-N | 1.50 | 2.50 | 0.00 | 1.00 | 66.18-N | 2.00 | 4.40 | 0.00 | 1.00 |
| 62.16-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | 66.17-N | 0.00 | 1.10 | 1.00 | 0.00 |
| 62.16-N | 1.40 | 1.80 | 0.00 | 1.00 | 66.17-N | 1.10 | 4.10 | 0.00 | 1.00 |
| 62.15-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | 66.16-N | 0.00 | 1.61 | 1.00 | 0.00 |
| 62.15-N | 1.40 | 1.80 | 0.00 | 1.00 | 66.16-N | 1.61 | 4.30 | 0.00 | 1.00 |
| 63.19-N | 0.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 66.15-N | 0.00 | 1.80 | 1.00 | 0.00 |
| 63.19-N | 3.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 66.15-N | 1.80 | 5.00 | 0.00 | 1.00 |
| 63.18-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | 67.19-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 63.18-N | 1.40 | 3.00 | 0.00 | 1.00 | 67.19-N | 1.00 | 1.80 | 0.00 | 1.00 |
| 63.17-N | 0.00 | 1.20 | 1.00 | 0.00 | 67.18-N | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 |
| 63.17-N | 1.20 | 2.70 | 0.00 | 1.00 | 67.18-N | 2.00 | 4.40 | 0.00 | 1.00 |
| 63.16-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | 67.17-N | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 |
| 63.16-N | 1.40 | 4.00 | 0.00 | 1.00 | 67.17-N | 2.00 | 5.50 | 0.00 | 1.00 |
| 63.15-N | 0.00 | 1.90 | 1.00 | 0.00 | 67.16-N | 0.00 | 2.20 | 1.00 | 0.00 |
| 63.15-N | 1.90 | 3.50 | 0.00 | 1.00 | 67.16-N | 2.20 | 5.00 | 0.00 | 1.00 |
| 64.19-N | 0.00 | 1.87 | 1.00 | 0.00 | 67.15-N | 0.00 | 1.51 | 1.00 | 0.00 |
| 64.19-N | 1.87 | 3.85 | 0.00 | 1.00 | 67.15-N | 1.51 | 4.09 | 0.00 | 1.00 |
| 64.18-N | 0.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 68.19-N | 0.00 | 1.16 | 1.00 | 0.00 |
| 64.18-N | 3.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 68.19-N | 1.16 | 2.72 | 0.00 | 1.00 |
| 64.17-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | 68.18-N | 0.00 | 1.20 | 1.00 | 0.00 |
| 64.17-N | 1.40 | 3.40 | 0.00 | 1.00 | 68.18-N | 1.20 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 64.16-N | 0.00 | 1.80 | 1.00 | 0.00 | 68.17-N | 0.00 | 2.20 | 1.00 | 0.00 |
| 64.16-N | 1.80 | 3.20 | 0.00 | 1.00 | 68.17-N | 2.20 | 5.20 | 0.00 | 1.00 |
| 64.15-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | 68.16-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 |
| 64.15-N | 1.40 | 4.90 | 0.00 | 1.00 | 68.16-N | 1.40 | 4.40 | 0.00 | 1.00 |
| 65.19-N | 0.00 | 1.76 | 1.00 | 0.00 | 68.15-N | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 |
| 65.19-N | 1.76 | 3.77 | 0.00 | 1.00 | 68.15-N | 2.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 |
| 65.18-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | 69.19-N | 0.00 | 1.06 | 1.00 | 0.00 |
| 65.18-N | 1.40 | 4.20 | 0.00 | 1.00 | 69.19-N | 1.06 | 2.58 | 0.00 | 1.00 |
| 65.17-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 69.18-N | 0.00 | 0.90 | 1.00 | 0.00 |
| 65.17-N | 1.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 | 69.18-N | 0.90 | 1.60 | 0.00 | 1.00 |
| 65.16-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 69.17-N | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 65.16-N | 1.00 | 3.60 | 0.00 | 1.00 | 69.17-N | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 1.00 |

(CONTINUA)

TABELA 19 – ARQUIVO DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS

(CONTINUAÇÃO)

| BHID | FROM | TO | SOLO | BE | BHID | FROM | TO | SOLO | BE |
|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|
| 69.16-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 72.19-N | 0.00 | 1.14 | 1.00 | 0.00 |
| 69.16-N | 1.00 | 3.80 | 0.00 | 1.00 | 72.19-N | 1.14 | 3.12 | 0.00 | 1.00 |
| 69.15-N | 0.00 | 1.59 | 1.00 | 0.00 | 72.16-N | 0.00 | 1.29 | 1.00 | 0.00 |
| 69.15-N | 1.59 | 4.04 | 0.00 | 1.00 | 72.16-N | 1.29 | 3.31 | 0.00 | 1.00 |
| 70.19-N | 0.00 | 0.98 | 1.00 | 0.00 | 72.15-N | 0.00 | 1.33 | 1.00 | 0.00 |
| 70.19-N | 0.98 | 2.64 | 0.00 | 1.00 | 72.15-N | 1.33 | 3.04 | 0.00 | 1.00 |
| 70.18-N | 0.00 | 0.80 | 1.00 | 0.00 | 72.14-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 |
| 70.18-N | 0.80 | 2.40 | 0.00 | 1.00 | 72.14-N | 1.40 | 2.00 | 0.00 | 1.00 |
| 70.17-N | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 72.13-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 70.17-N | 0.00 | 4.50 | 0.00 | 1.00 | 72.13-N | 1.00 | 2.00 | 0.00 | 1.00 |
| 70.16-N | 0.00 | 1.80 | 1.00 | 0.00 | 72.12-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 |
| 70.16-N | 1.80 | 6.50 | 0.00 | 1.00 | 72.12-N | 1.40 | 6.60 | 0.00 | 1.00 |
| 70.15-N | 0.00 | 2.20 | 1.00 | 0.00 | 72.11-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 70.15-N | 2.20 | 2.50 | 0.00 | 1.00 | 72.11-N | 1.00 | 1.70 | 0.00 | 1.00 |
| 71.18-N | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 72.10-N | 0.00 | 1.43 | 1.00 | 0.00 |
| 71.18-N | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 72.10-N | 1.43 | 4.30 | 0.00 | 1.00 |
| 71.17-N | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 72.9-N | 0.00 | 1.49 | 1.00 | 0.00 |
| 71.17-N | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 | 72.9-N | 1.49 | 4.76 | 0.00 | 1.00 |
| 71.16-N | 0.00 | 2.20 | 1.00 | 0.00 | 73.11-N | 0.00 | 1.20 | 1.00 | 0.00 |
| 71.16-N | 2.20 | 4.00 | 0.00 | 1.00 | 73.11-N | 1.20 | 2.80 | 0.00 | 1.00 |
| 71.15-N | 0.00 | 1.39 | 1.00 | 0.00 | 73.10-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 |
| 71.15-N | 1.39 | 3.22 | 0.00 | 1.00 | 73.10-N | 1.40 | 5.80 | 0.00 | 1.00 |
| 71.14-N | 0.00 | 1.34 | 1.00 | 0.00 | 73.9-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 71.14-N | 1.34 | 2.99 | 0.00 | 1.00 | 73.9-N | 1.00 | 4.80 | 0.00 | 1.00 |
| 71.13-N | 0.00 | 1.33 | 1.00 | 0.00 | 74.11-N | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 |
| 71.13-N | 1.33 | 3.15 | 0.00 | 1.00 | 74.11-N | 2.00 | 4.00 | 0.00 | 1.00 |
| 72.18-N | 0.00 | 2.40 | 1.00 | 0.00 | 74.10-N | 0.00 | 4.20 | 1.00 | 0.00 |
| 72.18-N | 2.40 | 4.90 | 0.00 | 1.00 | 74.10-N | 4.20 | 7.40 | 0.00 | 1.00 |
| 72.17-N | 0.00 | 1.18 | 1.00 | 0.00 | 74.9-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 |
| 72.17-N | 1.18 | 3.32 | 0.00 | 1.00 | 74.9-N | 1.40 | 6.90 | 0.00 | 1.00 |
| 71.12-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 75.11-N | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 |
| 71.12-N | 1.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 | 75.11-N | 2.00 | 4.20 | 0.00 | 1.00 |
| 71.11-N | 0.00 | 1.31 | 1.00 | 0.00 | 75.10-N | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 |
| 71.11-N | 1.31 | 3.59 | 0.00 | 1.00 | 75.10-N | 3.50 | 6.80 | 0.00 | 1.00 |
| 71.10-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 75.9-N | 0.00 | 2.09 | 1.00 | 0.00 |
| 71.10-N | 1.00 | 3.50 | 0.00 | 1.00 | 75.9-N | 2.09 | 5.50 | 0.00 | 1.00 |
| 71.9-N | 0.00 | 1.36 | 1.00 | 0.00 | 76.11-N | 0.00 | 2.14 | 1.00 | 0.00 |
| 71.9-N | 1.36 | 4.34 | 0.00 | 1.00 | 76.11-N | 2.14 | 4.33 | 0.00 | 1.00 |
| 70.9-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 76.10-N | 0.00 | 2.50 | 1.00 | 0.00 |
| 70.9-N | 1.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 | 76.10-N | 2.50 | 4.00 | 0.00 | 1.00 |

TABELA 19 – ARQUIVO DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS

(CONCLUSÃO)

| BHID | FROM | TO | SOLO | BE | BHID | FROM | TO | SOLO | BE |
|--------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|
| 76.9-N | 0.00 | 1.80 | 1.00 | 0.00 | 80.5-N | 0.00 | 2.40 | 1.00 | 0.00 |
| 76.9-N | 1.80 | 5.20 | 0.00 | 1.00 | 80.5-N | 2.40 | 3.90 | 0.00 | 1.00 |
| 76.8-N | 0.00 | 2.40 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 76.8-N | 2.40 | 4.90 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 76.7-N | 0.00 | 1.82 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 76.7-N | 1.82 | 4.67 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 76.6-N | 0.00 | 1.76 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 76.6-N | 1.76 | 4.57 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 76.5-N | 0.00 | 1.67 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 76.5-N | 1.67 | 4.43 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 77.8-N | 0.00 | 1.85 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 77.8-N | 1.85 | 3.92 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 77.7-N | 0.00 | 1.80 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 77.7-N | 1.80 | 4.80 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 77.6-N | 0.00 | 1.20 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 77.6-N | 1.20 | 4.20 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 77.5-N | 0.00 | 1.70 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 77.5-N | 1.70 | 3.94 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 78.8-N | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 78.8-N | 1.00 | 1.70 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 78.7-N | 0.00 | 1.70 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 78.7-N | 1.70 | 1.90 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 78.6-N | 0.00 | 1.69 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 78.6-N | 1.69 | 3.42 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 78.5-N | 0.00 | 1.71 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 78.5-N | 1.71 | 3.61 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 79.8-N | 0.00 | 1.76 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 79.8-N | 1.76 | 2.94 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 79.7-N | 0.00 | 1.69 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 79.7-N | 1.69 | 2.87 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 79.6-N | 0.00 | 1.69 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 79.6-N | 1.69 | 3.08 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 79.5-N | 0.00 | 1.65 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 79.5-N | 1.65 | 2.94 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 80.8-N | 0.00 | 1.71 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 80.8-N | 1.71 | 2.89 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 80.7-N | 0.00 | 1.67 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 80.7-N | 1.67 | 2.87 | 0.00 | 1.00 | | | | | |
| 80.6-N | 0.00 | 1.40 | 1.00 | 0.00 | | | | | |
| 80.6-N | 1.40 | 2.40 | 0.00 | 1.00 | | | | | |

TABELA 20 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – MODELO ESPERADO

| BHID | FROM | TO | ROCK | BHID | FROM | TO | ROCK |
|---------|------|------|------|---------|------|------|------|
| 62.19-N | 0.00 | 1.88 | 6.0 | 65.15-N | 1.40 | 2.80 | 8.0 |
| 62.19-N | 1.88 | 3.64 | 8.0 | 66.19-N | 0.00 | 1.66 | 6.0 |
| 62.18-N | 0.00 | 1.50 | 6.0 | 66.19-N | 1.66 | 3.56 | 8.0 |
| 62.18-N | 1.50 | 3.30 | 8.0 | 66.18-N | 0.00 | 2.00 | 6.0 |
| 62.17-N | 0.00 | 1.50 | 6.0 | 66.18-N | 2.00 | 4.40 | 8.0 |
| 62.17-N | 1.50 | 2.50 | 8.0 | 66.17-N | 0.00 | 1.10 | 6.0 |
| 62.16-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 66.17-N | 1.10 | 4.10 | 8.0 |
| 62.16-N | 1.40 | 1.80 | 8.0 | 66.16-N | 0.00 | 1.61 | 6.0 |
| 62.15-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 66.16-N | 1.61 | 4.30 | 8.0 |
| 62.15-N | 1.40 | 1.80 | 8.0 | 66.15-N | 0.00 | 1.80 | 6.0 |
| 63.19-N | 0.00 | 3.00 | 6.0 | 66.15-N | 1.80 | 5.00 | 8.0 |
| 63.19-N | 3.00 | 5.00 | 8.0 | 67.19-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 |
| 63.18-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 67.19-N | 1.00 | 1.80 | 8.0 |
| 63.18-N | 1.40 | 3.00 | 8.0 | 67.18-N | 0.00 | 2.00 | 6.0 |
| 63.17-N | 0.00 | 1.20 | 6.0 | 67.18-N | 2.00 | 4.40 | 8.0 |
| 63.17-N | 1.20 | 2.70 | 8.0 | 67.17-N | 0.00 | 2.00 | 6.0 |
| 63.16-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 67.17-N | 2.00 | 5.50 | 8.0 |
| 63.16-N | 1.40 | 4.00 | 8.0 | 67.16-N | 0.00 | 2.20 | 6.0 |
| 63.15-N | 0.00 | 1.90 | 6.0 | 67.16-N | 2.20 | 5.00 | 8.0 |
| 63.15-N | 1.90 | 3.50 | 8.0 | 67.15-N | 0.00 | 1.51 | 6.0 |
| 64.19-N | 0.00 | 1.87 | 6.0 | 67.15-N | 1.51 | 4.09 | 8.0 |
| 64.19-N | 1.87 | 3.85 | 8.0 | 68.19-N | 0.00 | 1.15 | 6.0 |
| 64.18-N | 0.00 | 3.00 | 6.0 | 68.19-N | 1.15 | 2.72 | 8.0 |
| 64.18-N | 3.00 | 5.00 | 8.0 | 68.18-N | 0.00 | 1.20 | 6.0 |
| 64.17-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 68.18-N | 1.20 | 3.00 | 8.0 |
| 64.17-N | 1.40 | 3.40 | 8.0 | 68.17-N | 0.00 | 2.20 | 6.0 |
| 64.16-N | 0.00 | 1.60 | 6.0 | 68.17-N | 2.20 | 5.20 | 8.0 |
| 64.16-N | 1.60 | 3.20 | 8.0 | 68.16-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 |
| 64.15-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 68.16-N | 1.40 | 4.40 | 8.0 |
| 64.15-N | 1.40 | 4.90 | 8.0 | 68.15-N | 0.00 | 2.00 | 6.0 |
| 65.19-N | 0.00 | 1.76 | 6.0 | 68.15-N | 2.00 | 5.00 | 8.0 |
| 65.19-N | 1.76 | 3.77 | 8.0 | 69.19-N | 0.00 | 1.06 | 6.0 |
| 65.18-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 69.19-N | 1.06 | 2.58 | 8.0 |
| 65.18-N | 1.40 | 4.20 | 8.0 | 69.18-N | 0.00 | 0.90 | 6.0 |
| 65.17-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 | 69.18-N | 0.90 | 1.60 | 8.0 |
| 65.17-N | 1.00 | 3.00 | 8.0 | 69.17-N | 0.00 | 0.00 | 6.0 |
| 65.16-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 | 69.17-N | 0.00 | 2.00 | 8.0 |
| 65.16-N | 1.00 | 3.60 | 8.0 | 69.16-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 |
| 65.15-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 | 69.16-N | 1.00 | 3.80 | 8.0 |

(CONTINUA)

TABELA 20 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – MODELO
ESPERADO

(CONTINUAÇÃO)

| BHID | FROM | TO | ROCK | BHID | FROM | TO | ROCK |
|---------|------|------|------|---------|------|------|------|
| 69.15-N | 0.00 | 1.59 | 6.0 | 72.16-N | 0.00 | 1.29 | 6.0 |
| 69.15-N | 1.59 | 4.04 | 8.0 | 72.16-N | 1.29 | 3.31 | 8.0 |
| 70.19-N | 0.00 | 0.98 | 6.0 | 72.15-N | 0.00 | 1.33 | 6.0 |
| 70.19-N | 0.98 | 2.64 | 8.0 | 72.15-N | 1.33 | 3.04 | 8.0 |
| 70.18-N | 0.00 | 0.80 | 6.0 | 72.14-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 |
| 70.18-N | 0.80 | 2.40 | 8.0 | 72.14-N | 1.40 | 2.00 | 8.0 |
| 70.17-N | 0.00 | 0.00 | 6.0 | 72.13-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 |
| 70.17-N | 0.00 | 4.50 | 8.0 | 72.13-N | 1.00 | 2.00 | 8.0 |
| 70.16-N | 0.00 | 1.80 | 6.0 | 72.12-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 |
| 70.16-N | 1.80 | 6.50 | 8.0 | 72.12-N | 1.40 | 6.60 | 8.0 |
| 70.15-N | 0.00 | 2.20 | 6.0 | 72.11-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 |
| 70.15-N | 2.20 | 2.50 | 8.0 | 72.11-N | 1.00 | 1.70 | 8.0 |
| 71.18-N | 0.00 | 0.00 | 6.0 | 72.10-N | 0.00 | 1.43 | 6.0 |
| 71.18-N | 0.00 | 1.00 | 8.0 | 72.10-N | 1.43 | 4.30 | 8.0 |
| 71.17-N | 0.00 | 0.00 | 6.0 | 72.9-N | 0.00 | 1.49 | 6.0 |
| 71.17-N | 0.00 | 3.00 | 8.0 | 72.9-N | 1.49 | 4.76 | 8.0 |
| 71.16-N | 0.00 | 2.20 | 6.0 | 73.11-N | 0.00 | 1.20 | 6.0 |
| 71.16-N | 2.20 | 4.00 | 8.0 | 73.11-N | 1.20 | 2.80 | 8.0 |
| 71.15-N | 0.00 | 1.39 | 6.0 | 73.10-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 |
| 71.15-N | 1.39 | 3.22 | 8.0 | 73.10-N | 1.40 | 5.80 | 8.0 |
| 71.14-N | 0.00 | 1.34 | 6.0 | 73.9-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 |
| 71.14-N | 1.34 | 2.99 | 8.0 | 73.9-N | 1.00 | 4.80 | 8.0 |
| 71.13-N | 0.00 | 1.33 | 6.0 | 74.11-N | 0.00 | 2.00 | 6.0 |
| 71.13-N | 1.33 | 3.15 | 8.0 | 74.11-N | 2.00 | 4.00 | 8.0 |
| 72.16-N | 0.00 | 2.40 | 6.0 | 74.10-N | 0.00 | 4.20 | 6.0 |
| 72.16-N | 2.40 | 4.90 | 8.0 | 74.10-N | 4.20 | 7.40 | 8.0 |
| 72.17-N | 0.00 | 1.18 | 6.0 | 74.9-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 |
| 72.17-N | 1.18 | 3.32 | 8.0 | 74.9-N | 1.40 | 6.90 | 8.0 |
| 71.12-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 | 75.11-N | 0.00 | 2.00 | 6.0 |
| 71.12-N | 1.00 | 3.00 | 8.0 | 75.11-N | 2.00 | 4.20 | 8.0 |
| 71.11-N | 0.00 | 1.31 | 6.0 | 75.10-N | 0.00 | 3.50 | 6.0 |
| 71.11-N | 1.31 | 3.59 | 8.0 | 75.10-N | 3.50 | 6.80 | 8.0 |
| 71.10-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 | 75.9-N | 0.00 | 2.09 | 6.0 |
| 71.10-N | 1.00 | 3.50 | 8.0 | 75.9-N | 2.09 | 5.50 | 8.0 |
| 71.9-N | 0.00 | 1.36 | 6.0 | 76.11-N | 0.00 | 2.14 | 6.0 |
| 71.9-N | 1.36 | 4.34 | 8.0 | 76.11-N | 2.14 | 4.33 | 8.0 |
| 70.9-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 | 76.10-N | 0.00 | 2.50 | 6.0 |
| 70.9-N | 1.00 | 3.00 | 8.0 | 76.10-N | 2.50 | 4.00 | 8.0 |
| 72.19-N | 0.00 | 1.14 | 6.0 | 76.9-N | 0.00 | 1.80 | 6.0 |
| 72.19-N | 1.14 | 3.12 | 8.0 | 76.9-N | 1.80 | 5.20 | 8.0 |

TABELA 20 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – MODELO
ESPERADO

(CONCLUSÃO)

| BHID | FROM | TO | ROCK | BHID | FROM | TO | ROCK |
|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| 76.8-N | 0.00 | 2.40 | 6.0 | 78.6-N | 0.00 | 1.69 | 6.0 |
| 76.8-N | 2.40 | 4.90 | 8.0 | 78.6-N | 1.69 | 3.42 | 8.0 |
| 76.7-N | 0.00 | 1.82 | 6.0 | 78.5-N | 0.00 | 1.71 | 6.0 |
| 76.7-N | 1.82 | 4.67 | 8.0 | 78.5-N | 1.71 | 3.61 | 8.0 |
| 76.6-N | 0.00 | 1.76 | 6.0 | 79.8-N | 0.00 | 1.76 | 6.0 |
| 76.6-N | 1.76 | 4.57 | 8.0 | 79.8-N | 1.76 | 2.94 | 8.0 |
| 76.5-N | 0.00 | 1.67 | 6.0 | 79.7-N | 0.00 | 1.69 | 6.0 |
| 76.5-N | 1.67 | 4.43 | 8.0 | 79.7-N | 1.69 | 2.87 | 8.0 |
| 77.8-N | 0.00 | 1.85 | 6.0 | 79.6-N | 0.00 | 1.69 | 6.0 |
| 77.8-N | 1.85 | 3.92 | 8.0 | 79.6-N | 1.69 | 3.08 | 8.0 |
| 77.7-N | 0.00 | 1.80 | 6.0 | 79.5-N | 0.00 | 1.65 | 6.0 |
| 77.7-N | 1.80 | 4.80 | 8.0 | 79.5-N | 1.65 | 2.94 | 8.0 |
| 77.6-N | 0.00 | 1.20 | 6.0 | 80.8-N | 0.00 | 1.71 | 6.0 |
| 77.6-N | 1.20 | 4.20 | 8.0 | 80.8-N | 1.71 | 2.89 | 8.0 |
| 77.5-N | 0.00 | 1.70 | 6.0 | 80.7-N | 0.00 | 1.67 | 6.0 |
| 77.5-N | 1.70 | 3.94 | 8.0 | 80.7-N | 1.67 | 2.87 | 8.0 |
| 78.8-N | 0.00 | 1.00 | 6.0 | 80.6-N | 0.00 | 1.40 | 6.0 |
| 78.8-N | 1.00 | 1.70 | 8.0 | 80.6-N | 1.40 | 2.40 | 8.0 |
| 78.7-N | 0.00 | 1.70 | 6.0 | 80.5-N | 0.00 | 2.40 | 6.0 |
| 78.7-N | 1.70 | 1.90 | 8.0 | 80.5-N | 2.40 | 3.90 | 8.0 |

ANEXO B – Dados de entrada do Datamine – Área Juá

TABELA 21 – DADOS DE ENTRADA DO DATAMINE – ÁREA JUÁ – DADOS DAS 'BOCAS' DOS FUROS - COLLARS

| BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR | BHID | XCOLLAR | YCOLLAR | ZCOLLAR |
|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 1-S.15 | 225.0 | 100.00 | 100.00 | 4-S.12 | 150.0 | 220.00 | 100.00 |
| 2-S.15 | 200.0 | 100.00 | 100.00 | 1-S.11 | 225.0 | 220.00 | 100.00 |
| 3-S.15 | 175.0 | 100.00 | 100.00 | 2-S.11 | 200.0 | 220.00 | 100.00 |
| 4-S.15 | 150.0 | 100.00 | 100.00 | 3-S.11 | 175.0 | 220.00 | 100.00 |
| 5-S.15 | 125.0 | 100.00 | 100.00 | 4-S.11 | 150.0 | 220.00 | 100.00 |
| 6-S.15 | 100.0 | 100.00 | 100.00 | 1-S.10 | 225.0 | 260.00 | 100.00 |
| 1-S.14 | 225.0 | 140.00 | 100.00 | 2-S.10 | 200.0 | 260.00 | 100.00 |
| 2-S.14 | 200.0 | 140.00 | 100.00 | 3-S.10 | 175.0 | 260.00 | 100.00 |
| 3-S.14 | 175.0 | 140.00 | 100.00 | 4-S.10 | 150.0 | 260.00 | 100.00 |
| 4-S.14 | 150.0 | 140.00 | 100.00 | 1-S.9 | 225.0 | 300.00 | 100.00 |
| 5-S.14 | 125.0 | 140.00 | 100.00 | 2-S.9 | 200.0 | 300.00 | 100.00 |
| 1-S.13 | 225.0 | 180.00 | 100.00 | 3-S.9 | 175.0 | 300.00 | 100.00 |
| 2-S.13 | 200.0 | 180.00 | 100.00 | 4-S.9 | 150.0 | 300.00 | 100.00 |
| 3-S.13 | 175.0 | 180.00 | 100.00 | 1-S.8 | 225.0 | 340.00 | 100.00 |
| 4-S.13 | 150.0 | 180.00 | 100.00 | 2-S.8 | 200.0 | 340.00 | 100.00 |
| 5-S.13 | 125.0 | 180.00 | 100.00 | 3-S.8 | 175.0 | 340.00 | 100.00 |
| 1-S.12 | 225.0 | 220.00 | 100.00 | 2-S.7 | 200.0 | 380.00 | 100.00 |
| 2-S.12 | 200.0 | 220.00 | 100.00 | 3-S.7 | 175.0 | 380.00 | 100.00 |
| 3-S.12 | 175.0 | 220.00 | 100.00 | | | | |

TABELA 22- ARQUIVO DE ORIENTAÇÃO DOS FUROS DE SONDA – SURVEYS – ÁREA JUÁ

| BHID | AT | BRG | DIP | BHID | AT | BRG | DIP |
|--------|------|--------|-------|--------|------|--------|-------|
| 1-S.15 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 4-S.12 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 2-S.15 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 1-S.11 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 3-S.15 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 2-S.11 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 4-S.15 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 3-S.11 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 5-S.15 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 4-S.11 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 6-S.15 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 1-S.10 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 1-S.14 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 2-S.10 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 2-S.14 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 3-S.10 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 3-S.14 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 4-S.10 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 4-S.14 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 1-S.9 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 5-S.14 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 2-S.9 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 1-S.13 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 3-S.9 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 2-S.13 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 4-S.9 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 3-S.13 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 1-S.8 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 4-S.13 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 2-S.8 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 5-S.13 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 3-S.8 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 1-S.12 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 2-S.7 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 2-S.12 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | 3-S.7 | 0.00 | 180.00 | 90.00 |
| 3-S.12 | 0.00 | 180.00 | 90.00 | | | | |

TABELA 23 — ARQUIVO DE ANÁLISES QUÍMICAS — ASSAYS — ÁREA JUÁ

| BHID | FROM | TO | SOLO | CHOC | CREM | BHID | FROM | TO | SOLO | CHOC | CREM |
|--------|-------|-------|------|------|------|--------|-------|-------|------|------|------|
| 1-S.15 | 0.00 | 3.30 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.13 | 0.00 | 3.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.15 | 3.30 | 7.70 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.13 | 3.60 | 6.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 2-S.15 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.13 | 6.10 | 13.60 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2-S.15 | 4.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.13 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3-S.15 | 0.00 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3-S.13 | 4.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.15 | 5.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.13 | 5.00 | 13.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3-S.15 | 7.00 | 8.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 4-S.13 | 0.00 | 4.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4-S.15 | 0.00 | 2.40 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 4-S.13 | 4.50 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 4-S.15 | 2.40 | 6.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4-S.13 | 5.00 | 18.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 4-S.15 | 6.00 | 8.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 5-S.13 | 0.00 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.15 | 0.00 | 1.30 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 5-S.13 | 5.00 | 16.70 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 5-S.15 | 1.30 | 2.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.12 | 0.00 | 2.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.15 | 2.10 | 7.20 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1-S.12 | 2.60 | 4.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 5-S.15 | 7.20 | 8.20 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.12 | 4.60 | 15.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 6-S.15 | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.12 | 0.00 | 3.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6-S.15 | 1.50 | 3.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 2-S.12 | 3.60 | 5.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 6-S.15 | 3.10 | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.12 | 5.60 | 16.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 6-S.15 | 9.50 | 10.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 3-S.12 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.14 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3-S.12 | 3.50 | 13.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 1-S.14 | 4.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 3-S.12 | 13.00 | 15.30 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 1-S.14 | 5.00 | 10.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4-S.12 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.14 | 10.50 | 12.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 4-S.12 | 4.00 | 4.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 2-S.14 | 0.00 | 5.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 4-S.12 | 4.70 | 17.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2-S.14 | 5.50 | 11.30 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1-S.11 | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2-S.14 | 11.30 | 12.40 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.11 | 2.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.14 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1-S.11 | 5.00 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3-S.14 | 4.00 | 4.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 2-S.11 | 0.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3-S.14 | 4.70 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.11 | 3.00 | 4.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.14 | 9.00 | 12.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 2-S.11 | 4.00 | 11.80 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 4-S.14 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.11 | 11.80 | 12.80 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 4-S.14 | 3.50 | 12.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.11 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.14 | 0.00 | 3.70 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3-S.11 | 4.00 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 5-S.14 | 3.70 | 5.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 4-S.11 | 0.00 | 3.40 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.14 | 5.70 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4-S.11 | 3.40 | 11.10 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 5-S.14 | 12.00 | 14.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.10 | 0.00 | 2.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.13 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1-S.10 | 2.50 | 5.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 1-S.13 | 4.00 | 6.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.10 | 5.50 | 12.80 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 1-S.13 | 6.60 | 15.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.10 | 0.00 | 3.30 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |

(CONTINUA)

TABELA 23 — ARQUIVO DE ANÁLISES QUÍMICAS – ASSAYS – ÁREA JUÁ

| BHID | FROM | TO | SOLO | CHOC | CREM | BHID | FROM | TO | SOLO | CHOC | CREM |
|--------|-------|-------|------|------|------|--------|-------|-------|------|------|------|
| 1-S.15 | 0.00 | 3.30 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.13 | 0.00 | 3.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.15 | 3.30 | 7.70 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.13 | 3.60 | 6.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 2-S.15 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.13 | 6.10 | 13.60 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2-S.15 | 4.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.13 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3-S.15 | 0.00 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3-S.13 | 4.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.15 | 5.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.13 | 5.00 | 13.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3-S.15 | 7.00 | 8.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 4-S.13 | 0.00 | 4.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4-S.15 | 0.00 | 2.40 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 4-S.13 | 4.50 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 4-S.15 | 2.40 | 6.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4-S.13 | 5.00 | 18.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 4-S.15 | 6.00 | 8.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 5-S.13 | 0.00 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.15 | 0.00 | 1.30 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 5-S.13 | 5.00 | 16.70 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 5-S.15 | 1.30 | 2.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.12 | 0.00 | 2.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.15 | 2.10 | 7.20 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1-S.12 | 2.60 | 4.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 5-S.15 | 7.20 | 8.20 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.12 | 4.60 | 15.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 6-S.15 | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.12 | 0.00 | 3.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6-S.15 | 1.50 | 3.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 2-S.12 | 3.60 | 5.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 6-S.15 | 3.10 | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.12 | 5.60 | 16.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 6-S.15 | 9.50 | 10.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 3-S.12 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.14 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3-S.12 | 3.50 | 13.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 1-S.14 | 4.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 3-S.12 | 13.00 | 15.30 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 1-S.14 | 5.00 | 10.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4-S.12 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.14 | 10.50 | 12.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 4-S.12 | 4.00 | 4.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 2-S.14 | 0.00 | 5.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 4-S.12 | 4.70 | 17.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2-S.14 | 5.50 | 11.30 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1-S.11 | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2-S.14 | 11.30 | 12.40 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.11 | 2.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.14 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1-S.11 | 5.00 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3-S.14 | 4.00 | 4.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 2-S.11 | 0.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3-S.14 | 4.70 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.11 | 3.00 | 4.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.14 | 9.00 | 12.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 2-S.11 | 4.00 | 11.80 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 4-S.14 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.11 | 11.80 | 12.80 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 4-S.14 | 3.50 | 12.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.11 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.14 | 0.00 | 3.70 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3-S.11 | 4.00 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 5-S.14 | 3.70 | 5.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 4-S.11 | 0.00 | 3.40 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5-S.14 | 5.70 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4-S.11 | 3.40 | 11.10 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 5-S.14 | 12.00 | 14.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.10 | 0.00 | 2.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.13 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1-S.10 | 2.50 | 5.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 1-S.13 | 4.00 | 6.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.10 | 5.50 | 12.80 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 1-S.13 | 6.60 | 15.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.10 | 0.00 | 3.30 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |

(CONTINUA)

(CONCLUSÃO)

TABELA 23 — ARQUIVO DE ANÁLISES QUÍMICAS — ASSAYS — ÁREA JUÁ

| BHID | FROM | TO | SOLO | CHOC | CREM | BHID | FROM | TO | SOLO | CHOC | CREM |
|--------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| 2-S.10 | 3.30 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.9 | 9.00 | 10.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 2-S.10 | 10.00 | 11.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 4-S.9 | 0.00 | 1.90 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3-S.10 | 0.00 | 3.80 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 4-S.9 | 1.90 | 6.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.10 | 3.80 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4-S.9 | 6.00 | 10.30 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3-S.10 | 9.00 | 11.20 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1-S.8 | 0.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4-S.10 | 0.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1-S.8 | 3.00 | 7.30 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 4-S.10 | 3.00 | 11.30 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.8 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1-S.9 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.8 | 4.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 1-S.9 | 3.50 | 11.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 2-S.8 | 5.00 | 7.30 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2-S.9 | 0.00 | 3.30 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3-S.8 | 0.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2-S.9 | 3.30 | 8.70 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.8 | 3.00 | 6.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 2-S.9 | 8.70 | 10.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 2-S.7 | 0.00 | 2.90 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3-S.9 | 0.00 | 3.80 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2-S.7 | 2.90 | 3.90 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 3-S.9 | 3.80 | 6.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 3-S.7 | 0.00 | 2.80 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3-S.9 | 6.00 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3-S.7 | 2.80 | 4.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |

TABELA 24 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – ÁREA JUÁ

| BHID | FROM | TO | ROCK | BHID | FROM | TO | ROCK |
|--------|-------|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 1-S.15 | 0 00 | 3.30 | 6 00 | 2-S.13 | 0 00 | 3 60 | 6 00 |
| 1-S.15 | 3 30 | 7 70 | 10 00 | 2-S.13 | 3 60 | 6 10 | 8 00 |
| 2-S.15 | 0 00 | 4 00 | 6 00 | 2-S.13 | 6 10 | 13 60 | 10 00 |
| 2-S.15 | 4 00 | 7 00 | 10 00 | 3-S.13 | 0 00 | 4 00 | 6 00 |
| 3-S.15 | 0 00 | 5 00 | 6 00 | 3-S.13 | 4 00 | 5 00 | 8 00 |
| 3-S.15 | 5 00 | 7 00 | 10 00 | 3-S.13 | 5 00 | 13 00 | 10 00 |
| 3-S.15 | 7 00 | 8 10 | 8 00 | 4-S.13 | 0 00 | 4 50 | 6 00 |
| 4-S.15 | 0 00 | 2 40 | 6 00 | 4-S.13 | 4 50 | 5 00 | 8 00 |
| 4-S.15 | 2 40 | 6 00 | 10 00 | 4-S.13 | 5 00 | 18 00 | 10 00 |
| 4-S.15 | 6 00 | 8 50 | 8 00 | 5-S.13 | 0 00 | 5 00 | 6 00 |
| 5-S.15 | 0 00 | 1 30 | 6 00 | 5-S.13 | 5 00 | 16 70 | 10 00 |
| 5-S.15 | 1 30 | 2 10 | 8 00 | 1-S.12 | 0 00 | 2 60 | 6 00 |
| 5-S.15 | 2 10 | 7 20 | 10 00 | 1-S.12 | 2 60 | 4 60 | 8 00 |
| 5-S.15 | 7 20 | 8 20 | 8 00 | 1-S.12 | 4 60 | 15 00 | 10 00 |
| 6-S.15 | 0 00 | 1 50 | 6 00 | 2-S.12 | 0 00 | 3 60 | 6 00 |
| 6-S.15 | 1 50 | 3 10 | 8 00 | 2-S.12 | 3 60 | 5 60 | 8 00 |
| 6-S.15 | 3 10 | 9 50 | 10 00 | 2-S.12 | 5 60 | 16 00 | 10 00 |
| 6-S.15 | 9 50 | 10 60 | 8 00 | 3-S.12 | 0 00 | 3 50 | 6 00 |
| 1-S.14 | 0 00 | 4 00 | 6 00 | 3-S.12 | 3 50 | 13 00 | 10 00 |
| 1-S.14 | 4 00 | 5 00 | 8 00 | 3-S.12 | 13 00 | 15 30 | 8 00 |
| 1-S.14 | 5 00 | 10 50 | 10 00 | 4-S.12 | 0 00 | 4 00 | 6 00 |
| 1-S.14 | 10 50 | 12 00 | 8 00 | 4-S.12 | 4 00 | 4 70 | 8 00 |
| 2-S.14 | 0 00 | 5 50 | 6 00 | 4-S.12 | 4 70 | 17 00 | 10 00 |
| 2-S.14 | 5 50 | 11 30 | 10 00 | 1-S.11 | 0 00 | 2 00 | 6 00 |
| 2-S.14 | 11 30 | 12 40 | 8 00 | 1-S.11 | 2 00 | 5 00 | 8 00 |
| 3-S.14 | 0 00 | 4 00 | 6 00 | 1-S.11 | 5 00 | 12 00 | 10 00 |
| 3-S.14 | 4 00 | 4 70 | 8 00 | 2-S.11 | 0 00 | 3 00 | 6 00 |
| 3-S.14 | 4 70 | 9 00 | 10 00 | 2-S.11 | 3 00 | 4 00 | 8 00 |
| 3-S.14 | 9 00 | 12 70 | 8 00 | 2-S.11 | 4 00 | 11 80 | 10 00 |
| 4-S.14 | 0 00 | 3 50 | 6 00 | 2-S.11 | 11 80 | 12 80 | 8 00 |
| 4-S.14 | 3 50 | 12 50 | 10 00 | 3-S.11 | 0 00 | 4 00 | 6 00 |
| 5-S.14 | 0 00 | 3 70 | 6 00 | 3-S.11 | 4 00 | 12 00 | 10 00 |
| 5-S.14 | 3 70 | 5 70 | 8 00 | 4-S.11 | 0 00 | 3 40 | 6 00 |
| 5-S.14 | 5 70 | 12 00 | 10 00 | 4-S.11 | 3 40 | 11 10 | 10 00 |
| 5-S.14 | 12 00 | 14 00 | 8 00 | 1-S.10 | 0 00 | 2 50 | 6 00 |
| 1-S.13 | 0 00 | 4 00 | 6 00 | 1-S.10 | 2 50 | 5 50 | 8 00 |
| 1-S.13 | 4 00 | 6 60 | 8 00 | 1-S.10 | 5 50 | 12 80 | 10 00 |
| 1-S.13 | 6 60 | 15 00 | 10 00 | 2-S.10 | 0 00 | 3 30 | 6 00 |

(CONTINUA)

TABELA 24 – ARQUIVOS DE LITOLOGIA – GEOLOGY – ÁREA JUÁ (CONCLUSÃO)

| BHID | FROM | TO | ROCK | BHID | FROM | TO | ROCK |
|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 2-S.10 | 3.30 | 10.00 | 10.00 | 3-S.9 | 9.00 | 10.70 | 8.00 |
| 2-S.10 | 10.00 | 11.00 | 8.00 | 4-S.9 | 0.00 | 1.90 | 6.00 |
| 3-S.10 | 0.00 | 3.80 | 6.00 | 4-S.9 | 1.90 | 6.00 | 8.00 |
| 3-S.10 | 3.80 | 9.00 | 10.00 | 4-S.9 | 6.00 | 10.30 | 10.00 |
| 3-S.10 | 9.00 | 11.20 | 8.00 | 1-S.8 | 0.00 | 3.00 | 6.00 |
| 4-S.10 | 0.00 | 3.00 | 6.00 | 1-S.8 | 3.00 | 7.30 | 8.00 |
| 4-S.10 | 3.00 | 11.30 | 10.00 | 2-S.8 | 0.00 | 4.00 | 6.00 |
| 1-S.9 | 0.00 | 3.50 | 6.00 | 2-S.8 | 4.00 | 5.00 | 8.00 |
| 1-S.9 | 3.50 | 11.50 | 10.00 | 2-S.8 | 5.00 | 7.30 | 10.00 |
| 2-S.9 | 0.00 | 3.30 | 6.00 | 3-S.8 | 0.00 | 3.00 | 6.00 |
| 2-S.9 | 3.30 | 8.70 | 10.00 | 3-S.8 | 3.00 | 6.50 | 8.00 |
| 2-S.9 | 8.70 | 10.60 | 8.00 | 2-S.7 | 0.00 | 2.90 | 6.00 |
| 3-S.9 | 0.00 | 3.80 | 6.00 | 2-S.7 | 2.90 | 3.90 | 8.00 |
| 3-S.9 | 3.80 | 6.00 | 8.00 | 3-S.7 | 0.00 | 2.80 | 6.00 |
| 3-S.9 | 6.00 | 9.00 | 10.00 | 3-S.7 | 2.80 | 4.00 | 8.00 |