Programa de Desenvolvimento do Carvão de Mucanha - Vuzi

Relatório Final – Fase 1

Volume 3

Campanha de Sondagem
Perfilagem Geofísica
Pesquisa Hidrogeológica
Análises e Testes de Laboratório
Compilação de Dados
Compilação e Relatório Final
Aquisição de Equipamentos e Material

I96
CPRM – DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 0025 - S
N.º de Volumes: 6 + 24 anexos: 3
PHL 012657

CONTRATO
Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

FINANCIAMENTO
Fundo da OPEP Para o Desenvolvimento Internacional
Banco do Brasil S.A

COORDENAÇÃO
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUBCONTRATADAS
Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT
Estudo de Alternativas de Transportes

Companhia Brasileira de Projetos Industriais - COBRAPI
Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO CARVÃO DE MUCANHA-VUZI

FASE I

RELATÓRIO FINAL - VOLUME III

SUMÁRIO

CAPÍTULO 5 - ATIVIDADE 5 - SONDAGEM

5.1 - INTRODUÇÃO 01

5.2 - METODOLOGIA 03

5.3 - CONTROLE DO FLUIDO DE PERFURAÇÃO 07
- 5.3.1 pH 08
- 5.3.2 Viscosidade Marsh 08
- 5.3.3 Densidade 08
- 5.3.4 Filtração 09
- 5.3.5 Teor de Areia 09

5.4 - EQUIPAMENTOS 11

5.5 - RELAÇÃO DE PESSOAL 13
- 5.5.1 Brasileiros 14
- 5.5.2 Moçambicanos 14

5.6 - PRODUÇÃO DE SONDAGEM 15

CAPÍTULO 6 - ATIVIDADE 6 - PERFILAGEM GEOFÍSICA

6.1 - INTRODUÇÃO 17

6.2 - OBJETIVOS 19

6.3 - EQUIPAMENTO DE PERFILAGEM 21

6.3.1 Sonda de Perfilagem 22
6.3.2 Chassis 22
6.3.3 Registrador 23
6.3.4 Calibração do Equipamento 23
6.3.5 Transporte e Montagem do Equipamento 24
6.3.6 Manutenção 24
6.3.7 Gerador 25

6.4 - PERFIS GEOFÍSICOS 26
6.4.1 Perfis de Raios Gama - GR 27
6.4.2 Perfil de Resistência - RTC 28
6.4.3 Perfil Potencial Espontâneo - SP 29

6.5 - PRODUÇÃO DA PERFILAGEM 31

6.6 - CONCLUSÕES 35

6.7 - RECOMENDAÇÕES 37

CAPÍTULO 7 - ATIVIDADE 7 - HIDROGEOLOGIA

7.1 - INTRODUÇÃO 39

7.2 - OBJETIVOS 42

7.3 - METODOLOGIA DE TRABALHO 44
7.3.1 Coleta de Dados Básicos nos Furos de Carvão 45
7.3.2 Análise Preliminar dos Dados 46
7.3.3 Construção da Rede de Piezômetros 47
7.3.4 Análises Hidroquímicas de Laboratório 48
7.3.5 Síntese Hidrogeológica 49
7.3.6 Análise em Relação a Operações Minerais 49

7.4 - RESULTADOS OBTIDOS 51
7.4.1 Apresentação dos Dados Básicos 52
7.4.1.1 Sumário das informações hidrogeológicas dos furos de carvão 52

7.4.1.2 Perfis lito-estatigráficos e informações hidrogeológicas dos furos de carvão 56
7.4.2 Apresentação dos Dados Elaborados 56
7.4.2.1 Mapas hidrogeológicos e hidroquímicos 56
7.4.2.2 Seções hidrogeológicas esquemáticas 61
7.4.3 Os Princípios do Sistema Hidrogeológico Local 63
7.4.4 Operações Mineiras e Prováveis Interferências Hidrogeológicas na Área 66

7.5 - ANÁLISE CONCLUSIVA E RECOMENDAÇÕES 71
7.5.1 Análise Conclusiva 72
7.5.2 Recomendações 73

LISTA DE FIGURAS

Figura 7.1 - N-S: Seção hidrogeológica esquemática ao longo dos furos 21, 19, 17, 09 e 32 - Bloco Bohozi

Figura 7.2 - NE-SW: Seção hidrogeológica esquemática ao longo dos furos 22, 20, 10, 35 e 23 - Bloco Bohozi

Figura 7.3 - E-W: Seção hidrogeológica esquemática ao longo dos furos 30, 33, 23 e 24 - Bloco Bohozi

Figura 7.4 - E-W: Seção hidrogeológica esquemática ao longo dos furos 28, 04, 17, 01, 18, 11, 12, 36 e 37 - Bloco Bohozi

Figura 7.5 - NE-SW: Seção hidrogeológica esquemática ao longo dos furos 19, 01 e 23 - Bloco Bohozi

Figura 7.6 - Seção hidrogeológica esquemática N-S perpendicular à albufeira ao longo dos furos H1, H2 e H3

Figura 7.7 - Esquema hidrogeológico local - Bloco Bohozi

Figura 7.8 - Esquema de desmonte da cobertura Bohozi e rebaixamento do nível freático a céu aberto.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 7.1 - Sumário de informações hidrogeológicas dos furos de carvão

Anexo 7.2 - Perfis litoestratigráficos com informações hidrogeológicas dos poços exploratórios de carvão

Anexo 7.3 - Perfis litoestratigráficos com informações hidrogeológicas dos poços exploratórios de carvão

Anexo 7.4 - Mapa (1) de superfície piezométrica e linhas de fluxo do conjunto dos aquíferos profundos do Bloco Bohozi - out/nov, 82

Anexo 7.5 - Mapa (2) da condutividade elétrica das águas subterrâneas do conjunto de aquíferos profundos do Bloco Bohozi - out/nov, 82

Anexo 7.6 - Mapa (3) de valores do pH das águas subterrâneas do conjunto de aquíferos profundos do Bloco Bohozi - out/nov, 82

Anexo 7.7 - Mapa (4) de zoneamento, artesianismo com indicação das profundidades de início do confinamento surgente do conjunto de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - out/nov, 82

Anexo 7.8 - Mapa (5) hidroquímico do conjunto de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - out/nov, 82

CAPÍTULO 8 - ATIVIDADE 8 - TESTES E ANÁLISES DE LABORATÓRIO

8.1 - INTRODUÇÃO 77

8.2 - TESTES E ANÁLISES DE ROTINA DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM 80
8.2.1 Preparação da amostra 81
8.2.1.1 Objetivo 81
8.2.1.2 Equipamento 81
8.2.1.3 Resumo do método 81
8.2.2 Afunda-Flutua 82
8.2.2.1 Objetivo 82
8.2.2.2 Equipamento 82
8.2.2.3 Líquido para o ensaio de afunda-flutua 82
8.2.2.4 Resumo do método 82
8.2.3 Peso Específico 83
8.2.3.1 Objetivo 83
8.2.3.2 Equipamento 83
8.2.3.3 Resumo do método 83
8.2.4 Análise Imediata 84
8.2.4.1 Umidade 84
8.2.4.1.1 Objetivo 84
8.2.4.1.2 Equipamento 84
8.2.4.1.3 Resumo do método 84
8.2.4.2 Cinzas 85
8.2.4.2.1 Objetivo 85
8.2.4.2.2 Equipamento 85
8.2.4.2.3 Resumo do método 85
8.2.4.3 Matéria volátil 85
8.2.4.3.1 Objetivo 85
8.2.4.3.2 Equipamento 85
8.2.4.3.3 Resumo do método 86
8.2.4.4 Carbono fixo 86
8.2.4.4.1 Cálculo 86
8.2.5 Enxofre 86
8.2.5.1 Objetivo 86
8.2.5.2 Equipamento 86

8.2.5.3 Sumário do método 86
8.2.6 Poder Calorífico 87
8.2.6.1 Objetivo 87
8.2.6.2 Equipamento 87
8.2.6.3 Resumo do método 87
8.2.7 Índice de Inchamento - FSI 87
8.2.7.1 Objetivo 87
8.2.7.2 Equipamento 87
8.2.7.3 Resumo do método 88
8.2.8 Análises de Rotina e Resultados 88
8.2.9 Pessoal Técnico 88
8.2.10 Normas Técnicas 88

8.3 - ENSAIOS E ANÁLISES EM AMOSTRAS ESPECIAIS DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM
8.3.1 Objetivo 90
8.3.2 Amostra da Camada B_1 inf 91
8.3.2.1 Preparação da amostra 91
8.3.2.2 Amostra B_1 inf para testes de coqueificação e moabilidade Hardgrove 92
8.3.2.3 Análise granulométrica B_1 inf (britagem 1/2") 93
8.3.2.4 Ensaios densimétricos B_1 inf (britagem 1/2") 94
8.3.2.5 Análise química completa da amostra global B_1 inf (britada 1/2") 94
8.3.3 Estudos com Amostra da Camada B_1 inf britada a 1/8" 95
8.3.3.1 Análise química completa da amostra D-F: B_1inf britada a 1/8" 95
8.3.3.2 Análise granulométrica da amostra D-I: B_1inf 95
8.3.3.3 Ensaios densimétricos com amostra D-G: B_1inf 96
8.3.4 Estudos com amostra da Camada B_1 sup, britada a 1/2" 97
8.3.4.1 Preparação da amostra B_1 sup 97
8.3.4.2 Amostra B_1 sup para testes de coqueificação e moabilidade Hardgrove 97
8.3.4.3 Análise granulométrica B_1 sup britagem 1/2" 98

8.3.4.4 Ensaios densimétricos B_1 sup britagem 1/2" 99
8.3.4.5 Estudos com amostra da camada B_1 sup a 1/8" 100
8.3.4.5.1 Análise química completa da amostra D-F : B_1 sup - britagem 1/8" 100
8.3.4.5.2 Análise granulométrica da amostra D-I : B_1 sup 100
8.3.4.5.3 Ensaios densimétricos com amostra D-G : B_1 sup 102
8.3.5 Ensaios de Flotação com Amostras das Camadas B_1 sup e B_1 inf 102
8.3.5.1 Condições dos quatro ensaios 103
8.3.6 Conclusão 104

8.4 - ENSAIOS E TESTES ESPECIAIS 105
8.4.1 Ensaios de coqueificação 106
8.4.2 Índice de moabilidade Hardgrove 106
8.4.3 Ensaios de Fusibilidade 106
8.4.4 Elementos Maiores e Menores 108
8.4.5 Ensaios Geomecânicos 108
8.4.6 Análises de Água 108
8.4.7 Análises Petrográficas 109
8.4.8 Análises Petrográficas de Carvão 109

LISTA DE TABELAS

Tabela 8.1 - Formulário de resultados e análises de laboratório

Tabela 8.2 - Número de determinações de rotina em cada furo por camada de carvão

Tabela 8.3 - Amostras das camadas B_1 inf e B_1 sup submetidas aos ensaios

Tabela 8.4 - Resultados da classificação da amostra A, B_1 inf - 1/2" x 28 M

Tabela 8.5 - *Resultados dos testes densimétricos da camada $B_1 inf$ amostra 1/2" x 28 M*

Tabela 8.6 - *Análises granulométricas B_1 inf 1/2"*

Tabela 8.7 - *Classificação da alíquota C - B_1 inf*

Tabela 8.8 - *Ensaio densimétrico da camada B_1 inf moída a 1/2" (1/2" x 28 M)*

Tabela 8.9 - *Ensaio densimétrico da camada B_1 inf moída a 1/2" (28 M x 200)*

Tabela 8.10 - *Análises granulométricas B_1 inf moída a 1/8"*

Tabela 8.11 - *Alíquota D-G camada B_1 inf - classificação granulométrica*

Tabela 8.12 - *Ensaios densimétricos B_1 inf moído a 1/8" (fração 1/8" x 28M)*

Tabela 8.13 - *Ensaios densimétricos B_1 inf moído a 1/8" (28Mx200)*

Tabela 8.14 - *Classificação granulométrica amostra B_1 sup*

Tabela 8.15 - *Ensaio densimétrico camada B_1 sup (fração 1/2"x28M)*

Tabela 8.16 - *Análise granulométrica da camada B_1 sup moída 1/2"*

Tabela 8.17 - *Alíquota C - classificação granulométrica - B_1 sup*

Tabela 8.18 - *Camada B_1 sup - Teste densimétrico, moído a 1/2" - fração 1/2" x 28 M*

Tabela 8.19 - *Teste densimétrico: moído a 1/2" fração 28 x 200 M*

Tabela 8.20 - B_1 sup análises granulométricas moído a 1/8"

Tabela 8.21 - B_1 sup alíquota D-G classificação granulométrica

Tabela 8.22 - B_1 sup teste densimétrico - moído a 1/8" fração 1/8" x 28M

Tabela 8.23 - B_1 sup, teste densimétrico moído a 1/8" - fração 28 x 200M

Tabela 8.24 - (Ensaio 501): Teste de flotação para amostra B_1^{inf} moída a 1/8"

Tabela 8.25 - (Ensaio 503): Teste de flotação para amostra B_1^{inf} moída a 1/2"

Tabela 8.26 - (Ensaio 505): Teste de flotação para amostra B_1^{sup} moída a 1/8"

Tabela 8.27 - (Ensaio 507): Teste de flotação para amostra B_1^{sup} moída a 1/2"

LISTA DE ANEXOS

Anexo 8.1 - Resultados e análises de laboratório para carvão

Anexo 8.2 - Ensaios da dilatometria e plastimetria

Anexo 8.3 - Índice de moabilidade Hardgrove

Anexo 8.4 - Ensaios de fusibilidade

Anexo 8.5 - Análise de elementos maiores e menores

Anexo 8.6 - Ensaios geomecânicos

Anexo 8.7 - Análises de água

Anexo 8.8 - Medidas de refletância e estudos de macerais

Anexo 8.9 - Análises petrográficas

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 8.1 - Camada B_1 inf moída a 1/2" - fração 1/2" x 28M

Gráfico 8.2 - Camada B_1 inf moída a 1/2" - fração 28 x 200 M

Gráfico 8.3 - Camada B_1 inf moída a 1/8" - fração 1/8" x 28M

Gráfico 8.4 - Camada B_1 inf moída a 1/8" - fração 28 x 200 M

Gráfico 8.5 - Camada B_1 sup moída a 1/2" - fração 1/2" x 28M

Gráfico 8.6 - Camada B_1 sup moída a 1/2" - fração 28 x 200 M

Gráfico 8.7 - Camada B_1 sup moída a 1/8" - fração 28 x 200 M

CAPÍTULO 10 - ATIVIDADE 10 - COMPILAÇÃO DE DADOS

10.1 - INTRODUÇÃO 110

10.2 - METODOLOGIA 112

10.3 - DADOS DE PRODUÇÃO 114

10.4 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 116

CAPÍTULO 12 - ATIVIDADE 12 - SUPERVISÃO E RELATÓRIO FINAL 118

CAPÍTULO 13 - ATIVIDADE 13 - AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS 120

LISTA DE TABELAS

Tabela 13.1 - Equipamentos a serem adquiridos para o projeto

Tabela 13.2 - Equipamentos adquiridos em atendimento ao item 6.1 do Contrato GSECHI/CPRM, de 01.12.82, e ao item 13 da lista do Acordo nº 373 P, RPM/OPEC

CAPÍTULO 5

ATIVIDADE 5 - SONDAGEM

5.1 INTRODUÇÃO

5.1 *INTRODUÇÃO*

Este capítulo tem o propósito de apresentar suscintamente os resultados da campanha de sondagem da Fase I do Projeto Mucanha-Vuzi, de acordo com os termos do Anexo I (Especificações Técnicas), do Contrato GSECHI-CPRM.

A sondagem objetivou fornecer informação geológica que permitisse, entre outras coisas, uma avaliação preliminar do depósito carbonífero de Mucanha-Vuzi. Foram perfurados cerca de 10.000 metros utilizando normalmente diâmetros NQ e BQ , estes no caso de ocorrerem problemas operacionais. Esperava-se obter recuperações de testemunhos da ordem de 80% nas rochas sedimentares e cerca de 90% nas camadas de carvão.

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos de julho a outubro, totalizando 54 furos, a maior parte localizada no Bloco Bohozi, face a maior potencialidade para carvão deste Bloco em relação ao restante da área levantada. Furos mais rasos foram executados para estudos específicos de hidrogeologia.

A malha de sondagem foi planejada de acordo com as informações obtidas do levantamento geofísico terrestre e o mapeamento geológico.

Perfilagem geofísica foi também realizada nos furos de sondagem.

O equipamento de sondagem consistiu de quatro BBS-17 A, uma BBS-25 e uma CF-15 montada em caminhão, todas equipadas com "wire-line".

Os testemunhos eram colocados em caixas de madeira e, posteriormente, descritos totalmente.

A operação foi comandada pelo geólogo senior Elias Vogt, bastante familiarizado com este tipo de trabalho, seis encarregados, um técnico em fluído de perfuração e pessoal auxiliar, como sondadores, ajudantes, motoristas, mecânicos, etc, incluindo trabalhadores locais.

5.2 *METODOLOGIA*

5.2 METODOLOGIA

O planejamento da campanha de sondagem foi, princi palmente, baseado nos trabalhos de perfuração previamente executados na área, segundo Hodgson (1974).

Os resultados destes furos exploratórios foram reexaminados visando minimizar riscos durante as operações de sondagem. Deve ser salientado, contudo, que a experiência da equipe da CPRM em prospecção de carvão facilitou grandemente o desenvolvimento de toda campanha de sondagem.

O equipamento rotativo a diamante operou com um sistema de testemunhagem "Wire-line" e utilizou coroas e barriletes fabricados pela Longyear.

A "performance" obtida é parcialmente atribuida às propriedades físicas das rochas, somadas ao rigoroso controle da lama, evitando-se a formação de cavernas e, assim, alarga - mentos anormais dos furos. Nestas circunstâncias, o sistema "Wire-line" é o mais adequado para a perfuração, ainda mais que a coluna comporta-se rigidamente. Em geral, a sondagem foi bem sucedida em toda área, mas pequenos problemas operacionais surgiram em duas situações particulares, sendo imediatamente superados, tais como:

1) quando ocorre um horizonte de cascalho de até 20 metros de espessura;
2) a ocorrência de artesianismo em alguns furos.

Durante a perfuração nestas zonas de sedimentos inconsolidados, freqüentemente apareciam cavernas e a lama não era suficiente para impedir o seu desenvolvimento. Para superar este problema, foram usados revestimentos NW com sucesso.

De uma maneira geral, a metodologia adotada foi a seguinte:

. todos os furos foram revestidos com tubos NW até uma profundidade máxima de 50 metros. Desta profundidade em diante, a sondagem prosseguia em NQ;

. se um furo tivesse mais de 300 metros de profundidade, o diâmetro era reduzido para BQ e revestido com canos BW. Abaixo de 300 metros, as operações foram executadas usando sempre o diâmetro de testemunhagem menor. Usando haste BQ, foram atingidas profundidades de cerca de 450 metros sem qualquer dificuldade;

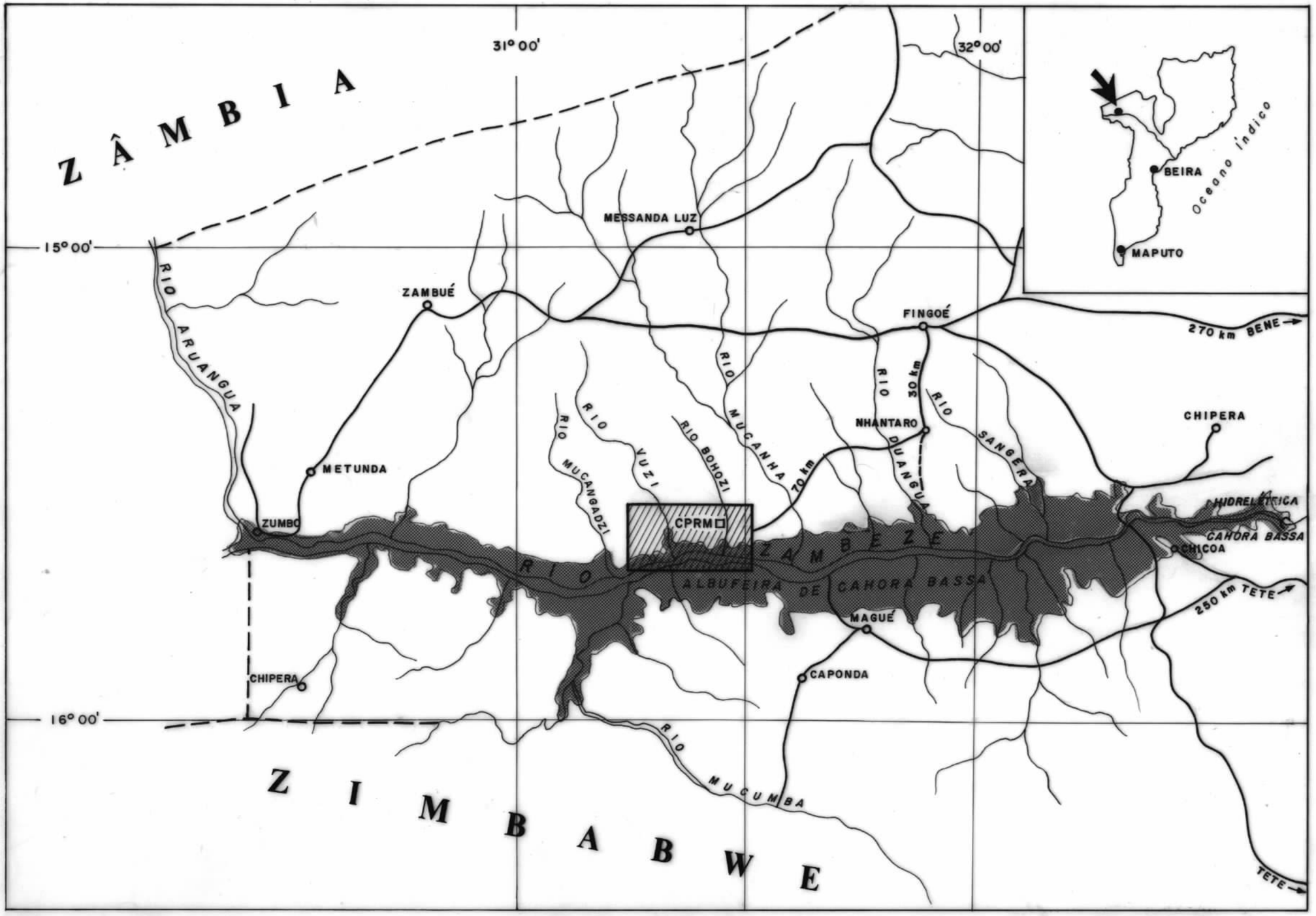
. as seis sondas trabalharam em um turno único de 10 horas cada, exceto a CF-15, que operou em setembro e outubro em dois turnos de oito horas cada;

. a equipe de sondagem de cada sonda era composta de um sondador, um ajudante e três auxiliares. Durante a operação de sondagem foram treinados técnicos moçambicanos, com resultados tão promissores que permitiram a substituição de vários técnicos brasileiros, cuja participação em algumas sondas ficou reduzida ao encarregado de sondagem;

. todos os furos foram precisamente locados, com suas posições geográficas amarradas em UTM, e tiveram a cota da boca determinada (foi considerada a cota da borda do revestimento como a cota do furo);

. as descrições dos testemunhos foram executadas e os resultados estão comentados nos capítulos 3 e 10;

. os testemunhos obtidos foram colocados continuamente em caixas de madeira padronizadas, sempre da esquerda para direita, como na leitura de um livro. Assim, o topo e a base das camadas estão sempre em uma extremidade da caixa, havendo menos chance de erros;



MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCATION MAP

PROGRAMA MUCANHA - VUZI
MUCANHA - VUZI PROGRAM

ESCALA 1:1.500.000
SCALE
0 15 30 45 60 75 90 km

CPRM

RELATÓRIO SINTÉTICO DAS ATIVIDADES DO PROJETO SÃO SEPÉ-CC4044

ANO 1983

1. Introdução

A região compreendida entre o Arroio Capané e a Vila Nova, em São Sepé, abrange uma extensa faixa de afloramentos da Formação Rio Bonito, controlada pela fossa tectônica do Camaquã. Nesta faixa a CPRM detem um total de 59 Alvarás de Pesquisa para carvão totalizando 86.000 hectares.

Os Alvarás da CPRM deste Projeto bordejam' áreas notadamente mais interessantes pertencentes à outras empresas, as quais foram objeto de intensos trabalhos de mapeamento e sondagens por parte do convênio DNPM/CPRM nos anos de 1981 e 1982.

2. Localização

O Projeto São Sepé compreende a região entre o Arroio Capané, no município de Cachoeira do Sul e a localidade de Vila Nova, município de São Sepé. Com a finalidade de proporcionar maior facilidade operacional, os Alvarás ' de Pesquisa deste Projeto foram agrupados em quatro blocos denominados, de leste para oeste: Taquara, Durasnal, São Sepé e Coxilha Verde (fig. 1).

Durante o ano de 1983 foram desenvolvidos' trabalhos nos Blocos São Sepé, Durasnal e Taquara até março ' de 83 (programa 82) e sudeste no Bloco Taquara, de maio a agosto de 83 (programa 83).

3. Objetivos

Os objetivos de pesquisa executada foram o de prospectar áreas positivas para carvão, principalmente a / céu aberto, e seu detalhamento. Também visaram o atendimento' às exigências previstas no Regulamento do Código de Mineração.

4. Equipe Executora

54°03'30" 54°00' 240 250

RIO VACACAÍ

RFFSA

BLOCO SÃO SEPÉ

SÃO SEPÉ

BLOCO COXILHA VERDE

BLOCO DURASNAL

CACHOEIRA DO SUL

RIO JACUÍ

BR-392

290

BLOCO TAQUARA

CAÇAPAVA DO SUL

BR-153

6680

6660

6640

-30°30'

6620 km N

-30°33'

ESCALA

10 5 0 10 km

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Fig. 6

PROJETO SÃO SEPÉ

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

m

30

40

80

CAMADA SÃO SEPÉ

CAMADA SÃO RAFAEL

CAMADA SANTA BÁRBARA

COLUNA TÍPICA
DA FORMAÇÃO RIO BONITO

JAZIDAS DE SÃO SEPÉ, DURASNAL
E CAPANÉ

CONVENÇÕES

Áreas de Pesquisa da CPRM

Porção da Jazida em Áreas da CPRM

CPRM

A equipe executora do Projeto desenvolveu' suas atividades no escritório de campo de Cachoeira do Sul. Os integrantes desta equipe foram:

Geólogos

Irineu Capeletti-Chefe do Projeto(a partir de abr/83)

José Luiz F. Machado-Chefe do Projeto(até mar/83)

Edgard L. de Andrade Fº(até mar/83)

Hélio Koch Godoy(a partir de jul/83)

Isao Shintaku(eventualmente)

Ivo Figueirôa(até março e a partir de set/83)

Mário Sapucaia Júnior(a partir de jul/83)

Olinto Gabriel Lovato(a partir de jul/83)

Paulo Armando de Moura(mai-set/83)

Vergílio Augusto Radaelli(jun-ago/83)

Prospector

Leonildo Amadeu Nogueira(até abril/83)

Técnicos de Mineração

Almir Gomes Freire(a partir de mai/83)

José Ronaldo R Barros(a partir de mai/83)

Rogério de Souza(a partir de mai/83)

Equipe de Topografia

Hidrometrista- Carlos Corrêa Ramos

Serventes de Campo- Edegar dos Santos Dias

- Paulo R. F. da Silva

- Sérgio R. L. da Costa

Auxiliares Técnicos(perfilagem)

Dionaldo de Souza(até mar/83)

Paulo R. Ribeiro da Silva(a partir de mai/83)

Auxiliares de Campo

Averi Graciliano dos Santos Dias

Carlos Alberto Barbosa Netto(a partir de mai/83)

Carlos Augusto Ramos Machado

Braçais

Alírio Machado da Silveira(a partir de mai/83)

Homero Torbes Gomes

Jair Peluci de Abreu

5. Dados Físicos de Produção

Os dados físicos de produção estão sumarizados na tabela 1.

A metragem de 830m, inicialmente programada para ser executada no Projeto Fronteira Oeste Bagé-São Gabriel, foi transferida para o Projeto São Sepé.

Através de levantamento topográfico planialtimétrico foram locados 10 furos até março/83 (programa 82) e 33 de maio a agosto (programa 83).

Fazendo parte da programação 1983, foram abertas duas trincheiras (até 25.10.83) para ensaios de beneficiamento. Uma das trincheiras (ST-T2-RS) foi amostrada enquanto que a ST-T1-RS não o foi devido ao grande número de intercalações de estéril e infiltração de água.

Também foram realizados os Relatórios Finais de Pesquisa dos Bloco São Sepé e Durasnal.

6. Resultados Obtidos

O Relatório Final de Pesquisa do Bloco São Sepé indicou que estas são áreas negativas para carvão.O Bloco Durasnal, para efeito de Relatório Final de Pesquisa, foi subdividido em Durasnal e Durasnal Oeste, sendo que o primeiro apresenta uma reserva de 14 milhões de toneladas e o segundo ' 12 milhões de toneladas de carvão. Estas reservas são, quase na sua totalidade, a céu aberto e o carvão apresenta um rendimento médio de 56% para carvão de 52% de cinzas.

Os trabalhos desenvolvidos na parte central do Bloco Taquara (programa 82) delimitaram uma área de carvão a céu aberto. Estão sendo desenvolvidos estudos para a quantificação, qualidade e cobertura de estéril do carvão ali exis-

PROGRAMA	PERÍODO	METRAGEM / FUROS	METRAGEM PERFILADA					AMOSTRAS DE CARVÃO	
			GAMA	S P	RTC	RTV	DENSIDADE	REMETIDAS	ANALISADAS
82	jan-mar	1.214,45/ 12	2.857,70	-	2.221,10	-	-	07	18
83	mai-ago	1.999,15/ 32	3.795,20	3.707,00	3.699,00	209,10	59,50	21	23
T O T A L	jan-ago	3.213,60/ 44	6.652,90	3.707,00	5.920,10	209,10	59,50	28	41

Tabela **L**- Dados Físicos de Produção do Projeto São Sepé

CPRM

CPRM

tente, visando principalmente a camada Capanezinho.

Na parte leste do Bloco Taquara as camadas de carvão não apresentam boas espessuras e muito irregulares. Nesta área, no entanto,detectou-se a ocorrência de caulim na Formação Rio Bonito em dois furos com espessura de 4m e pouca cobertura.

. em todos os furos foram registradas recuperações mínimas de 80% nas rochas estéreis e 90% nas camadas de carvão;

. a malha de sondagem dependia, primordialmente, da informação geológica e geofísica terrestre, embora uma malha preliminar quadrada 1 km x 1 km tenha sido originalmente concebida (vide capítulo 2). Como conseqüência, os furos foram locados para penetrar as formações de interesse potencial (Série Produtiva). Desde o início das investigações, o Bloco Bohozi mostrou-se o mais prospectivo para carvão e tanto os dados geológicos como geofísicos confirmaram esta premissa. Assim, os furos no Bloco Bohozi foram espaçados grosseiramente de 1 km. Contrariamente, na área Vuzi, onde o contexto geológico é mais complicado e menos favorável à prospecção de carvão à baixa profundidade, foram locados alguns furos exploratórios.

5.3 CONTROLE DO FLUIDO DE PERFURAÇÃO

5.3 CONTROLE DO FLUIDO DE PERFURAÇÃO

O sucesso de uma operação de sondagem reside, também, nas propriedades do fluido de perfuração. Uma prática aceita mundialmente pelas equipes de perfuração é seguir os procedimentos padronizados paras testes de campo do fluido, como recomendado pelo American Petroleum Institute (API).

Como resultado, o seguinte controle foi adotado:

5.3.1 PH

A medida de pH é usada para determinar a necessidade de controle químico do fluido, além de indicar a presença de contaminação.

Um método rápido e confiável é o uso de papel tornasol.

O pH utilizado na operação de sondagem variou de 8 a 9.

5.3.2 Viscosidade Marsh

O chamado Viscosímetro Funil de Marsh é usado rotineiramente para determinações de viscosidade em cada sonda. É composto, simplesmente, por um funil (Viscosímetro de Marsh) e um copo graduado. Na verdade, o método determina apenas o tempo do fluido pelo funil e, obviamente, os resultados não podem ser correlacionados diretamente aos obtidos em laboratório. De qualuqer forma, o método fornece um valor comparativo da viscosidade do fluido.

O tempo dispendido nos testes de fluido foi entre 36 e 40 segundos.

5.3.3 Densidade (Gravidade Específica)

O controle de densidade é outro teste de campo exe

cutado rotineiramente nas operações de campo.

A Balança de Fluido Baroid fornece uma determinação de densidade de fluido relativamente precisa, qualquer que seja a temperatura ambiente no local das sondagens. Em outros pala - vras, a precisão de leitura não é afetada pela temperatura.

Todos os testes realizados indicaram uma gravidade específica de 8,5 a 9,0 libras por galão.

5.3.4 Filtração

De acordo com as normas da API, tanto o volume acumulado do filtrado quanto a espessura do reboco, são fatores muito importantes para minimizar as dificuldades da perfuração.

O filtrado é medido de acordo com a metodologia estabelecida pela API.

As propriedades de filtração foram medidas através de um Filtro Prensa padrão, segundo a norma API-RP 29 e obedecendo as seguintes especificações:

1. Pressão constante: 100 (PSI);
2. Temperatura ambiente;
3. Dimensões;
4. Tempo de ensaio: 30 minutos.

A lama de sondagem apresentou valores para o filtrado em torno de 08 ml. A espessura do reboco foi medida.

5.3.5 Teor de areia

Quantidades excessivas de areia podem causar pro - blemas, tanto no equipamento de perfuração como na colocação do revestimento do furo. Além disso, altos teores de areia também podem provocar efeitos corrosivos na coluna de perfuração.

É desejável, portanto, mantê-lo em torno de valo - res toleráveis, isto é, que não excedam 30%. No caso da região de Mucanha-Vuzi, particularmente, o teor de areia usado foi in

ferior a 2%.

No preparo da lama, para obter os valores acima caracterizados, usou-se, fundamentalmente, Bentonita, Quick Trol, CMC de baixa viscosidade, Spersene e Soda Caustica.

5.4 EQUIPAMENTOS

5.4 *EQUIPAMENTOS*

Foram utilizados na sondagem os seguintes equipamentos e acessórios:

. Quatro sondas BBS-17A;
. Uma bomba BBS-25;
. Uma sonda Failing CF-15;
. Oito bombas Sondeq SB-140;
. Um caminhão Mercedes Benz com guindaste hidráulico Munck;
. Dois caminhões Mercedes Benz Pipa;
. Um jeep Toyota;
. Seis pick-up Toyota;
. Um trator de roda CBT 2070;
. Dois tratores de esteira Fiat AD7;
. Dois grupos geradores HOOS;
. Dois grupos geradores de solda HOOS;
. Uma bomba Wayne;
. Uma bomba BTS-25;
. Hastes de perfuração: 400 hastes NQ 10 FT
  300 hastes BQ 10 FT
. Tubos de revestimento: 200 tubos NW 10 FT
  300 tubos BW 10 FT
. Misturador de lama, recebedores de choque, mangueiras de alta pressão, reduções (niples), etc;
. Três tanques de combustível de 10.000 litros.

5.5 RELAÇÃO DE PESSOAL

5.5 RELAÇÃO DE PESSOAL

Na sondagem participaram 55 pessoas, das quais 30 foram contratadas em Moçambique:

5.5.1 Brasileiros

. Geólogo, chefe da sondagem	01
. Técnico químico, especialista em lama	01
. Sondadores	06
. Ajudantes de sondadores	06
. Auxiliares de campo	08
. Mecânico	01
. Ajudante de mecânico	01
. Motorista	01

5.5.2 Moçambicanos

. Motoristas	05
. Tratoristas	03
. Apoio de sondagem	18
. Carpinteiros	02
. Outros	02

5.6 PRODUÇÃO DA SONDAGEM

5.6 PRODUÇÃO DA SONDAGEM

A execução do programa de sondagem pode ser vem avaliada através das tabelas, diagramas e gráficos auto-explicativos que acompanham este relatório.

Contudo, é importante ressaltar que,de julho a outubro de 1982, a produção total de sondagem alcançou a marca de 10.170,30 m, apesar das dificuldades de apoio logístico existentes na área pesquisada. Essa metragem corresponde aos 54 furos de sonda especificados na Tabela 5.1, e assim distribuídos:

- pesquisa de carvão: 44 furos totalizando 9.626 m;
- hidrogeologia: 3 furos totalizando 180 m;
- amostragem do carvão: 7 furos totalizando 364 m.

A profundidade média de sondagem foi a seguinte: pesquisa de carvão: 219 m; hidrogeologia: 60 m; amostragem de carvão: 52 m; média: 188 m.

Os principais parâmetros físicos da sondagem foram:

- total de horas de trabalho: 5.758 horas
- "stand-by" : 729 horas
- sondagem com recuperação de testemunhos : 2.984 horas
- sondagem com destruição de testemunhos : 85 horas
- relação metro perfurado / hora trabalhada : 1,76
- relação metro perfurado / horas de sondagem com recuperação : 3,31
- relação metro perfurado / horas de sondagem sem recuperação : 3,38

A interpretação dos dados de sondagem encontra-se em outros itens deste relatório.

P R O G R A M A M U C A N H A - V U Z I
M U C A N H A - V U Z I P R O G R A M

DADOS DE SONDAGEM
DRILLING CAMPAIGN

RELAÇÃO DOS FUROS EXECUTADOS
LIST OF DDH EXECUTED

NÚMERO DO FURO DDH NUMBER	INÍCIO START	TÉRMINO COMPLETION	COORDENADAS UTM UTM COORDINATES		COTA DA BOCA ELEVATION (m)	PROF. FINAL DEPTH (m)
			N-S	E-W		
01-VB-82	05.07.82	16.07.82	8.274.541	332.540	361,72	162,60
02-VB-82	06.07.82	26.07.82	8.275.173	330.361	350,50	237,70
03-VB-82	05.07.82	24.07.82	8.275.381	328.252	338,14	285,90
04-VB-82	06.07.82	20.07.82	8.274.390	334.259	361,68	167,00
05-VB-82	05.07.82	15.07.82	8.275.539	332.395	359,38	199,70
06-VB-82	06.07.82	29.07.82	8.275.581	323.190	364,00	242,55
07-VB-82	22.07.82	14.08.82	8.275.139	320.000	334,00	313,00
08-VB-82	29.07.82	14.08.82	8.275.360	334.339	375,00	76,00
09-VB-82	04.08.82	18.08.82	8.273.710	333.465	353,00	200,00
10-VB-82	19.07.82	02.08.82	8.274.958	331.510	361,00	225,00
11-VB-82	19.07.82	02.08.82	8.274.465	330.320	349,00	254,50
12-VB-82	13.08.82	06.09.82	8.274.440	329.139	345,00	373,55
13-VB-82	27.07.82	03.08.82	8.276.510	322.308	385,00	94,25
14-VB-82	06.08.82	16.08.82	8.275.570	327.260	359,92	198,35
15-VB-82	05.08.82	11.08.82	8.275.471	326.240	360,00	104,70
16-VB-82	07.08.82	31.08.82	8.275.460	325.540	350,00	242,10
17-VB-82	21.08.82	02.09.82	8.274.540	333.484	355,00	199,00
18-VB-82	26.08.82	06.09.82	8.274.702	331.571	355,00	193,00
19-VB-82	19.08.82	25.08.82	8.275.685	333.360	370,50	126,00
20-VB-82	05.08.82	18.08.82	8.275.481	331.480	356,23	223,50
21-VB-82	02.09.82	15.09.82	8.276.279	333.505	450,00	175,55
22-VB-82	16.08.82	24.08.82	8.276.450	331.690	380,50	179,20
23-VB-82	13.09.82	21.09.82	8.273.420	330.775	343,00	278,50
24-VB-82	23.09.82	23.09.82.	8.273.450	328.980	330,00	400,00
25-VB-82	19.10.82	20.10.82	8.274.080	338.209	373,00	105,00
26-VB-82	17.09.82	28.09.82	8.276.554	333.070	446,00	170,65
27-VB-82	04.09.82	07.09.82	8.275.560	335.270	375,00	57,20
28-VB-82	08.09.82	11.09.82	8.274.484	335.119	350,00	112,10
29-VB-82	12.09.82	21.09.82	8.273.045	335.405	338,00	257,00
30-VB-82	26.08.82	08.09.82	8.273.465	334.458	339,87	251,50
31-VB-82	22.08.82	09.09.82	8.272.385	335.029	328,17	411,00
32-VB-82	09.09.82	04.10.82	8.272.620	333.603	335,00	418,75
33-VB-82	13.09.82	20.09.82	8.273.520	332.732	350,50	225,50
34-VB-82	22.09.82	22.10.82	8.272.725	332.745	341,98	453,00
35-VB-82	08.09.82	10.09.82	8.274.290	330.855	350,50	135,20
36-VB-82	11.09.82	23.09.82	8.274.425	328.440	338,00	249,35
37-VB-82	23.09.82	20.10.82	8.274.241	327.350	339,00	450,00
38-VB-82	25.09.82	22.10.82	8.277.150	319.330	359,00	155,00
39-VB-82	23.10.82	26.10.82	8.276.941	321.480	379,50	60,00
40-VB-82	07.10.82	23.10.82	8.275.540	315.950	385,00	295,00
41-VB-82	21.10.82	28.10.82	8.273.088	338.225	351,00	200,00
42-VB-82	26.10.82	28.10.82	8.273.928	336.310	351,00	110,00
43-VB-82	25.10.82	30.10.82	8.273.060	336.785	350,00	210,00
44-VB-82	27.10.82	31.10.82	8.273.900	339.200	369,00	148,10
SUBTOTAL						9.626,00
H1-VB-82	29.09.82	01.10.82	8.271.770	331.292	320,00	40,00
H2-VB-82	02.10.82	06.10.82	8.272.130	331.000	336,00	60,30
H3-VB-82	07.10.82	11.10.82	8.272.480	330.825	339,00	80,00
SUBTOTAL						9.806,30
10-VB-82 a	12.10.82	13.10.82			361,00	52,00
10-VB-82 b	13.10.82	14.10.82	FUROS PARA AMOSTRAS ESPECIAIS. COAL BULK SAMPLING DDH		361,00	52,00
10-VB-82 c	14.10.82	14.10.82			361,00	52,00
10-VB-82 d	15.10.82	15.10.82			361,00	52,00
10-VB-82 e	16.10.82	16.10.82			361,00	52,00
10-VB-82 f	18.10.82	18.10.82			361,00	52,00
10-VB-82 g	29.10.82	30.10.82			361,00	52,00
METRAGEM TOTAL PERFURADA TOTAL LENGHT DRILLED						10.170,30

ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE
PRODUTIVITY INDEXES

SONDA *DRILL RIG* TIPO/NÚMERO *TYPE/NUMBER*	HORAS DE ATIVIDADE *ACTIVITY HOURS*				PARÂMETROS *PARAMETERS*			
	TRABALHO *WORKING HOURS*	PARADA *STAND BY HOURS*	PERFURAÇÃO *DRILLING*		m/HORA DE TRABALHO m/*WORKING HOURS*	m / HORA DE PERFURAÇÃO *m/DRILLING HOURS*		
			TEST. *CORE*	DEST. *NONCORE*		TEST. *CORE*	DEST. *NONCORE*	TOTAL *TOTAL*
FAILING CF 15 Nº/*NUMBER 8132*	1236	57	670	20	1,95	3,47	4,21	3,49
BBS-17A Nº/*NUMBER 8244*	1.001	73	441	—	1,76	4,01	—	4,01
BBS-17A Nº /*NUMBER 8234*	916	205	406	51	1,47	2,94	3,10	2,96
BBS 17A Nº/*NUMBER 8232*	942	195	511	01	1,87	3,46	2,30	3,45
BBS 17A Nº /*NUMBER 8243*	1037	80	596	08	1,67	2,87	2,90	2,87
BBS-25 Nº/*NUMBER 8235*	626	119	360	05	1,80	3,07	3,84	3,08
TOTAL	5758	729	2984	85	1,76	3,31	3,38	3,31

TABELA 5.2
TABLE

COMPARAÇÃO ENTRE A SONDAGEM EXECUTADA E A PROGRAMADA

COMPARATIVE FIGURES OF PROGRAMMED VERSUS EXECUTED DRILLING

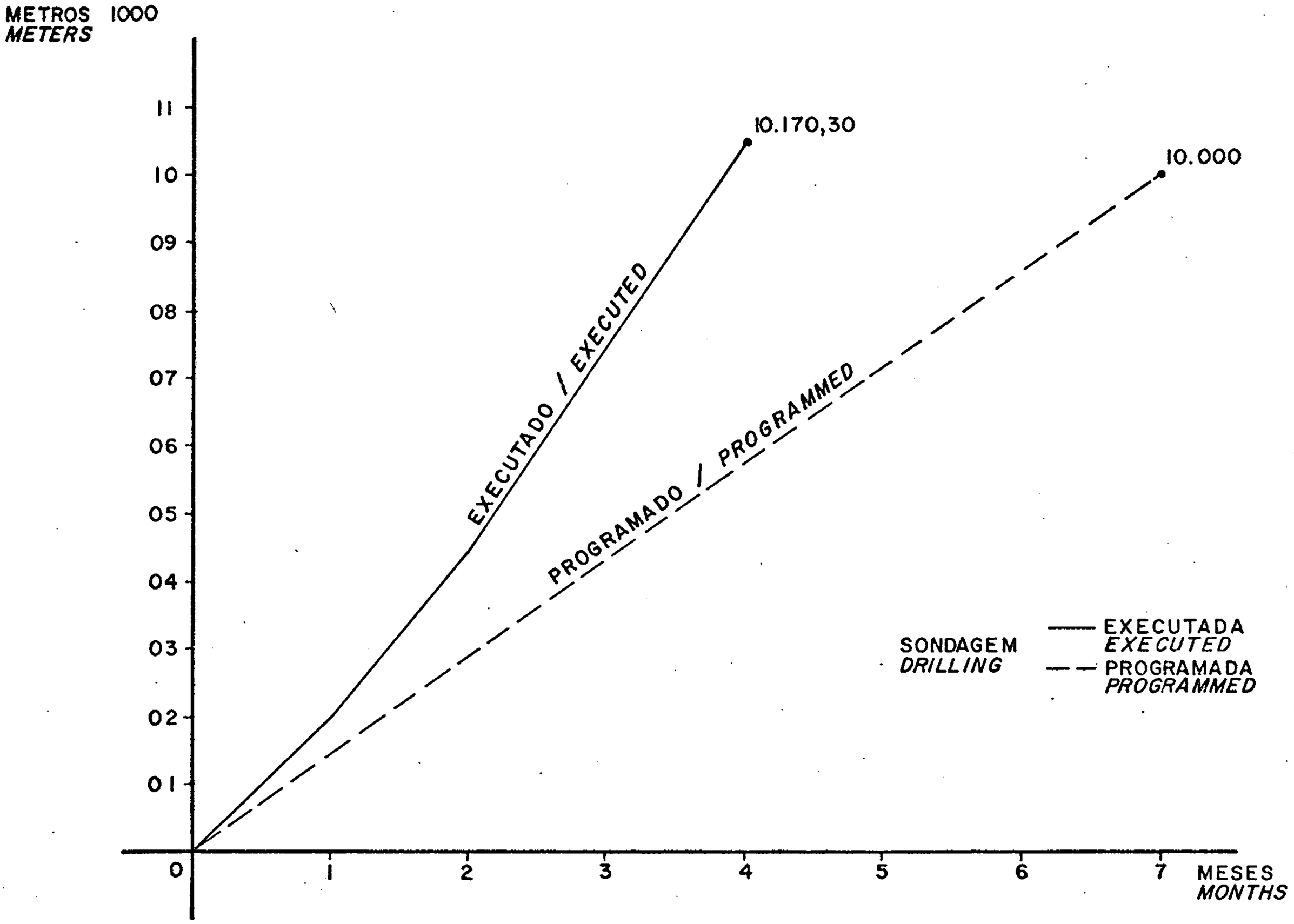


GRÁFICO: 5.1
GRAPH:

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE SONDAGEM

MONTHLY DRILLING PER CENT DISTRIBUTION

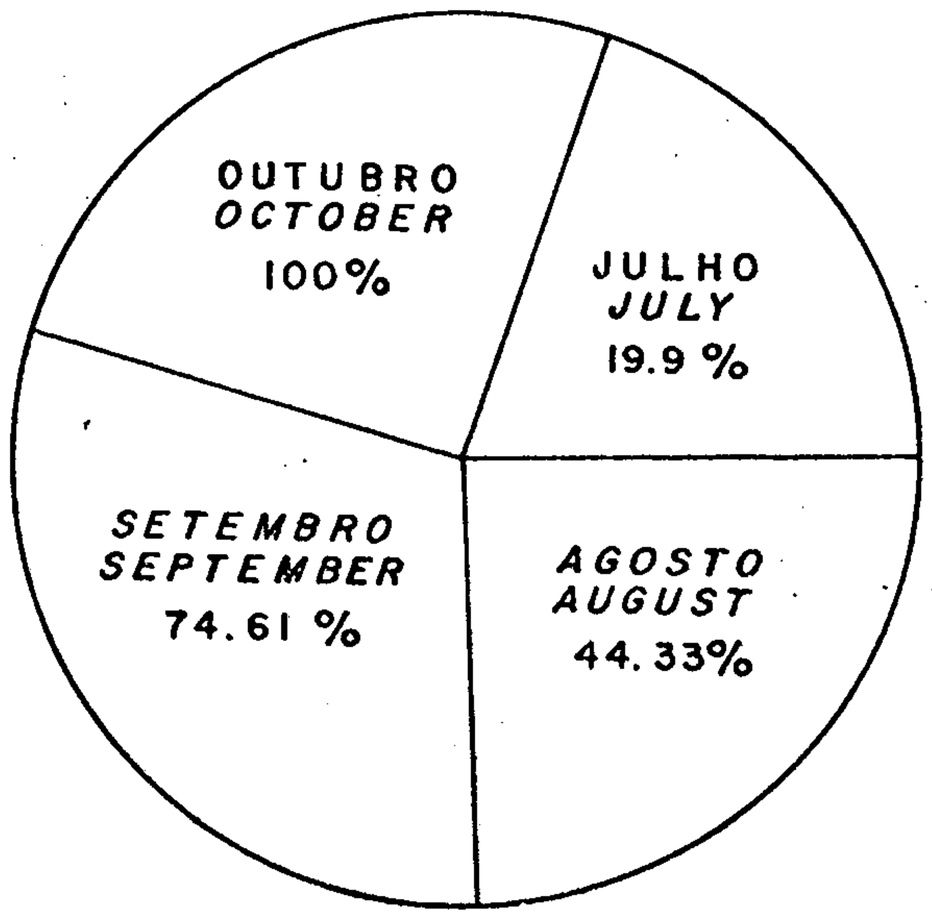


DIAGRAMA 5.1
DIAGRAM

NOTE.: THE VALUES IN BRACKET REPRESENT CUMULATIVE PRODUCTION

PRODUÇÃO MENSAL DE SONDAGEM
MONTHLY DRILLING PRODUCTION

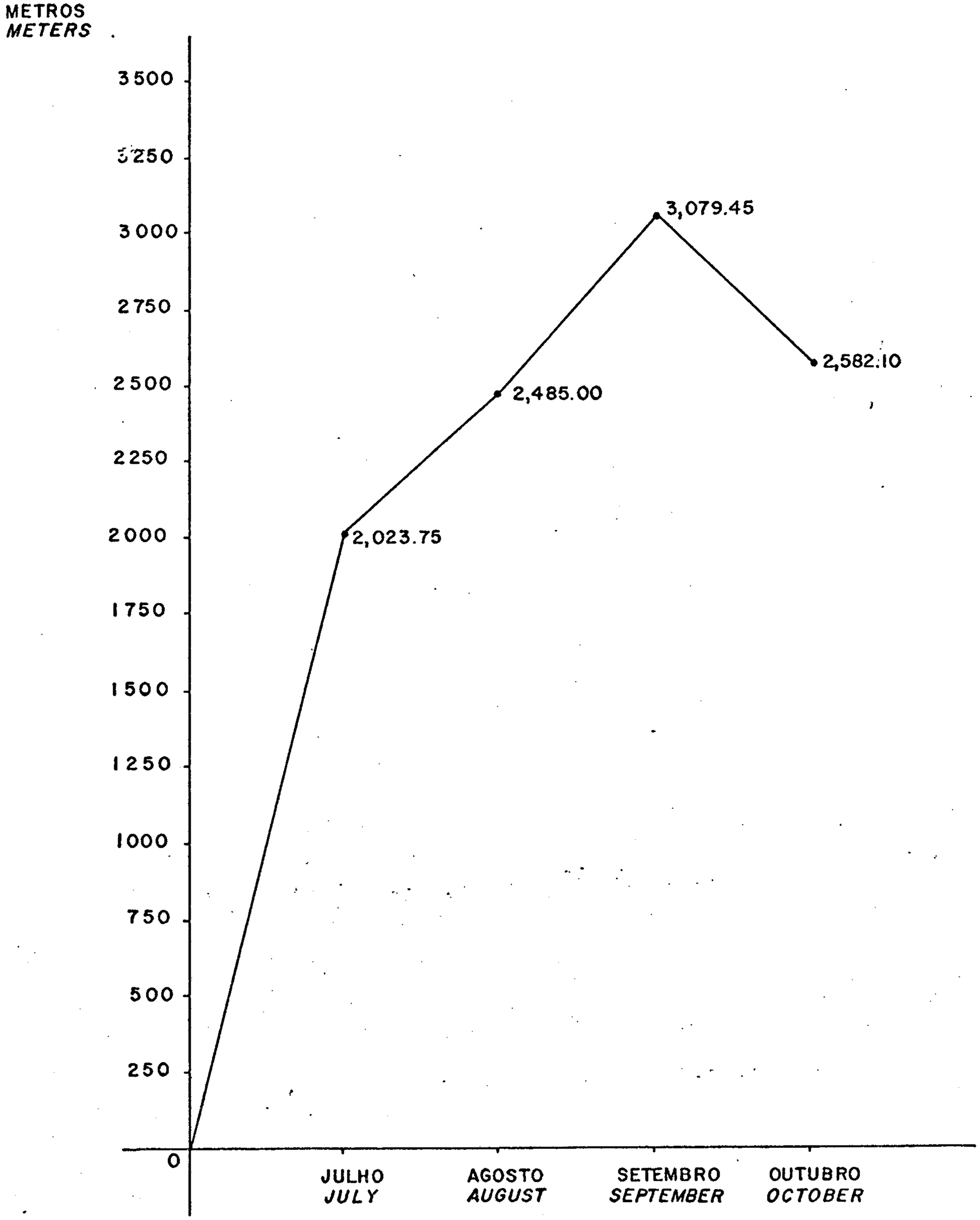
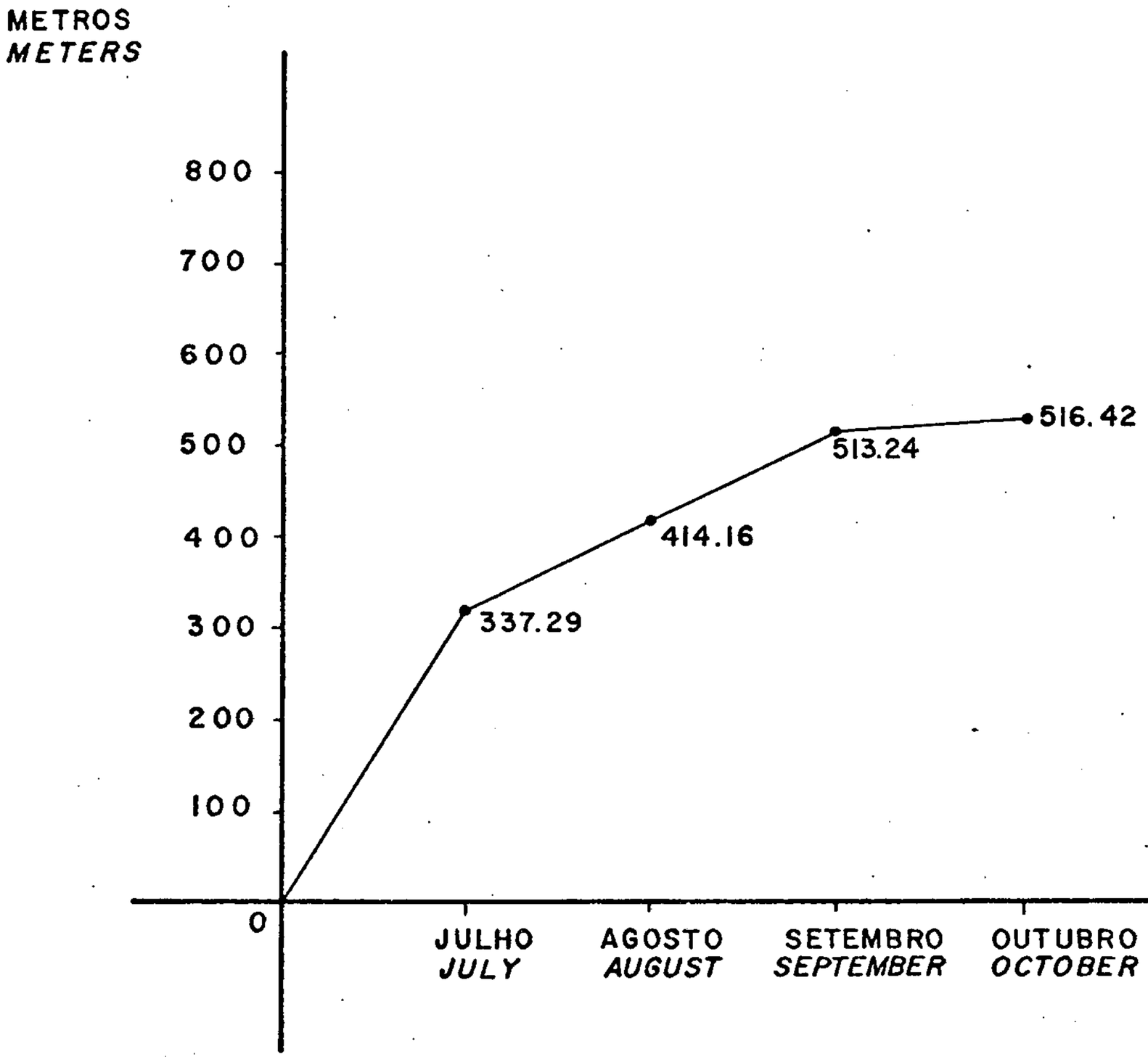


GRÁFICO 5.2
GRAPH 5.2

PRODUÇÃO MÉDIA DAS SONDAS / MÊS

MONTHLY AVERAGE PRODUCTION PER DRILL RIG



OBS.: NOS MESES DE JULHO, AGOSTO E SETEMBRO/82, OPERAMOS COM 6 SONDAS; NO MÊS DE OUTUBRO/82, COM 5 SONDAS.

NOTE.: IN JULY, AUGUST AND SEPTEMBER/82, 6 DRILL FIGS OPERATED, WHILE IN OCTOBER ONLY 5 OPERATING

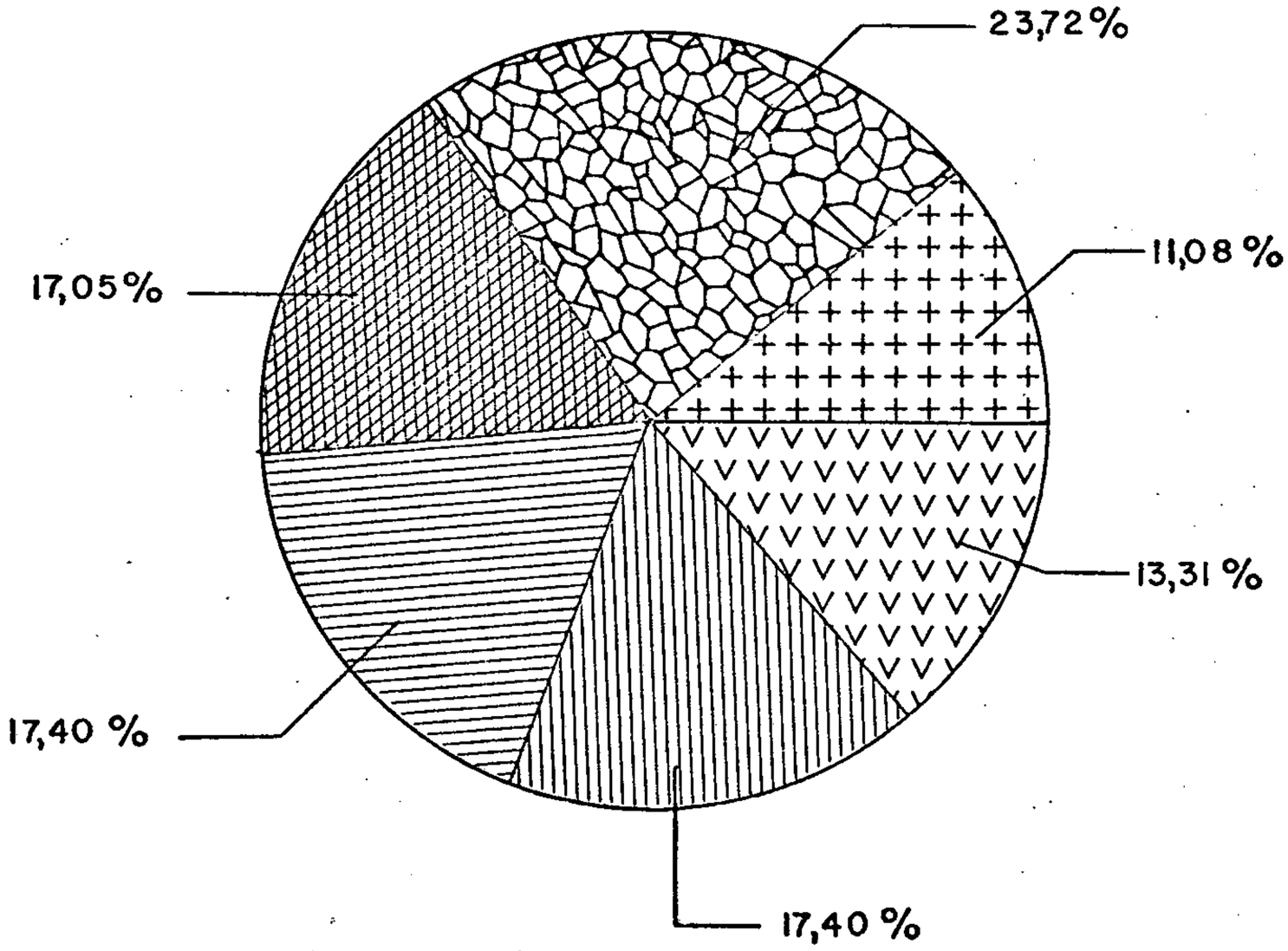
GRÁFICO 5.3
GRAPH 5.3

METRAGEM EXECUTADA POR SONDA

DRILLED LENGTH PER DRILL RIG

SONDA *DRILL RIG*	C C *NUMBER*	METRAGEM PERFURADA *DRILLED LENGTH*
FAILING CF 15	8132	2.412,80
BBS_25	8235	1.127,45
BBS_17A	8234	1. 354,55
BBS_17A	8244	1. 770,56
BBS_17A	8232	1.770,50
BBS_17A	8243	1.734,45
———	TOTAL	10.170,30

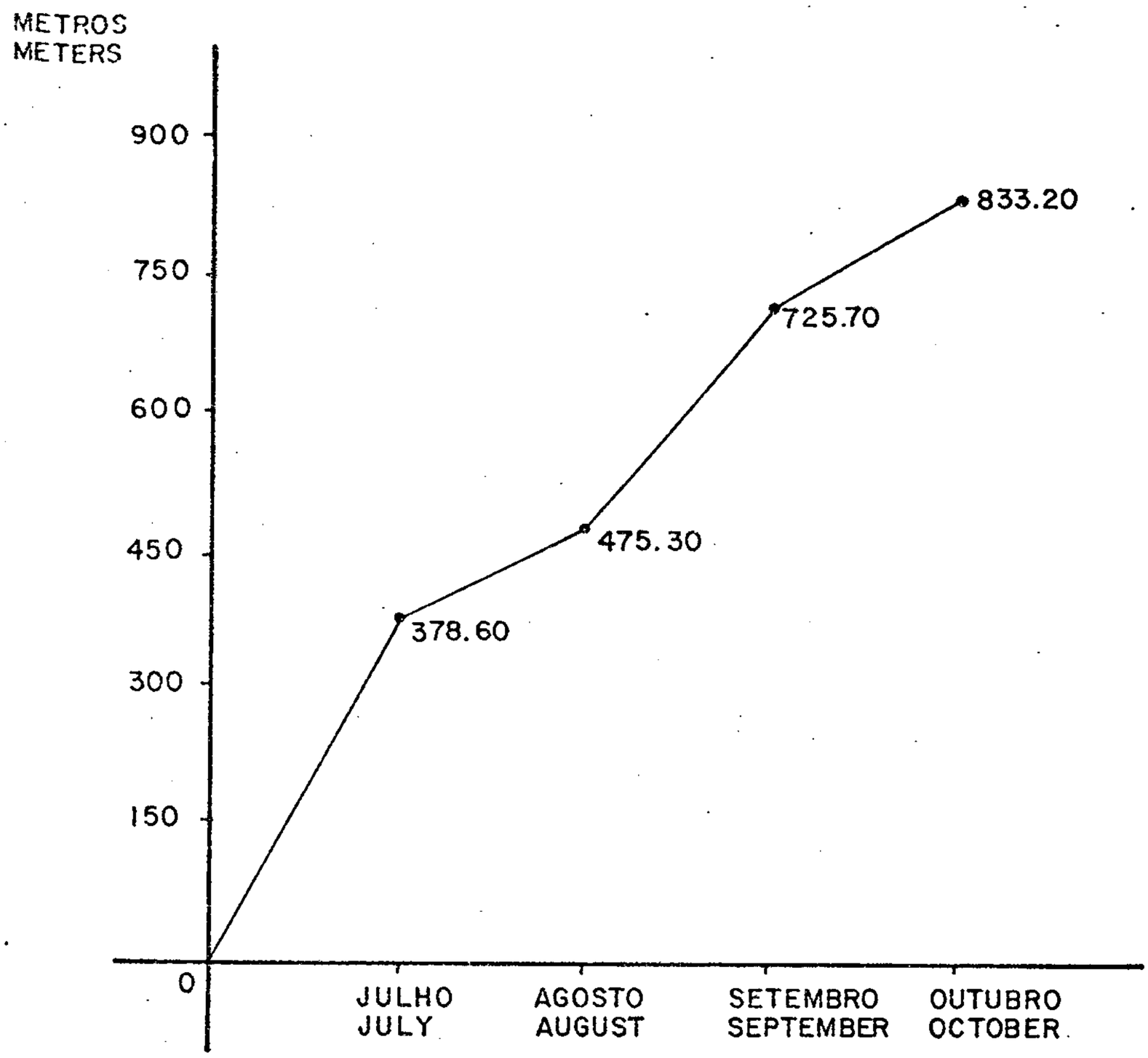
TABELA 5.1
TABLE 5.1



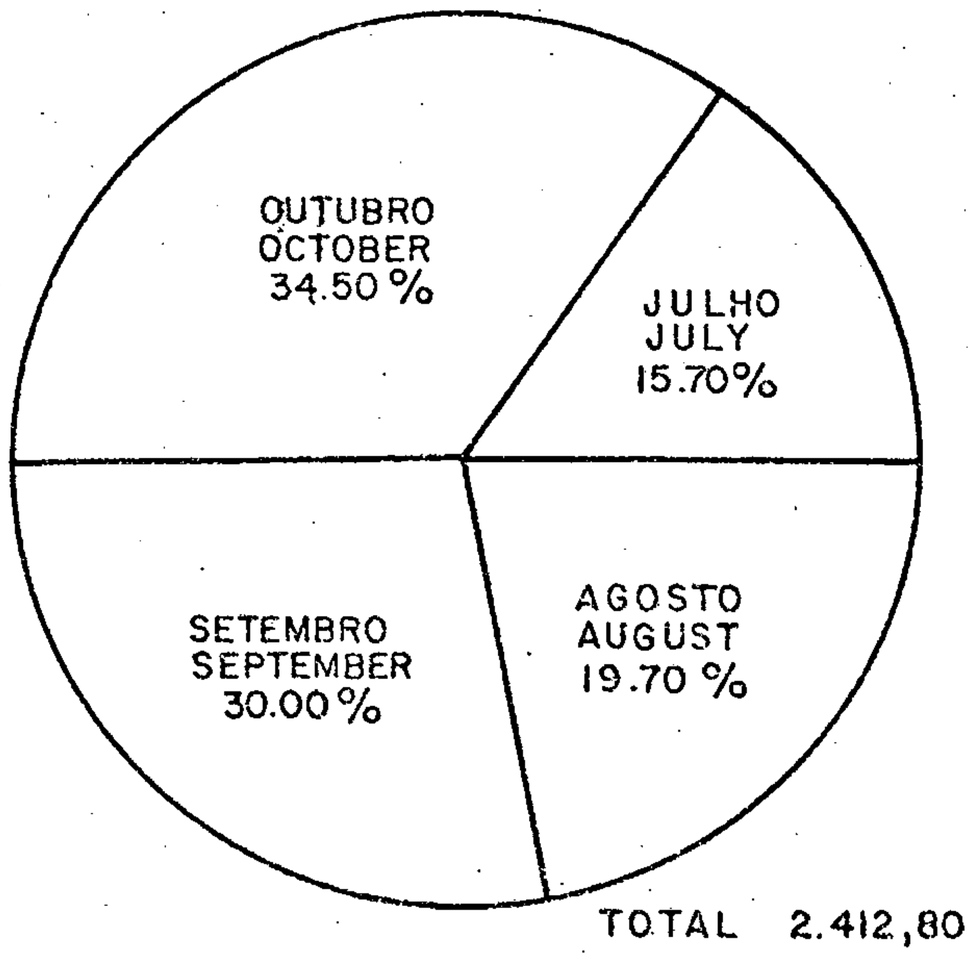
FAILING CF 15	CC 8132
BBS_25	CC 8235
BBS_17A	CC 8234
BBS_17A	CC 8244
BBS_17A	CC 8232
BBS_17A	CC 8243

DIAGRAMA 5.2
DIAGRAM 5.2

PRODUCÃO MENSAL DA SONDA FAILING CF.15 CC 8132
MONTHLY PRODUCTION OF FAILING CF.15 DRILL RIG - CPRM NR 8132



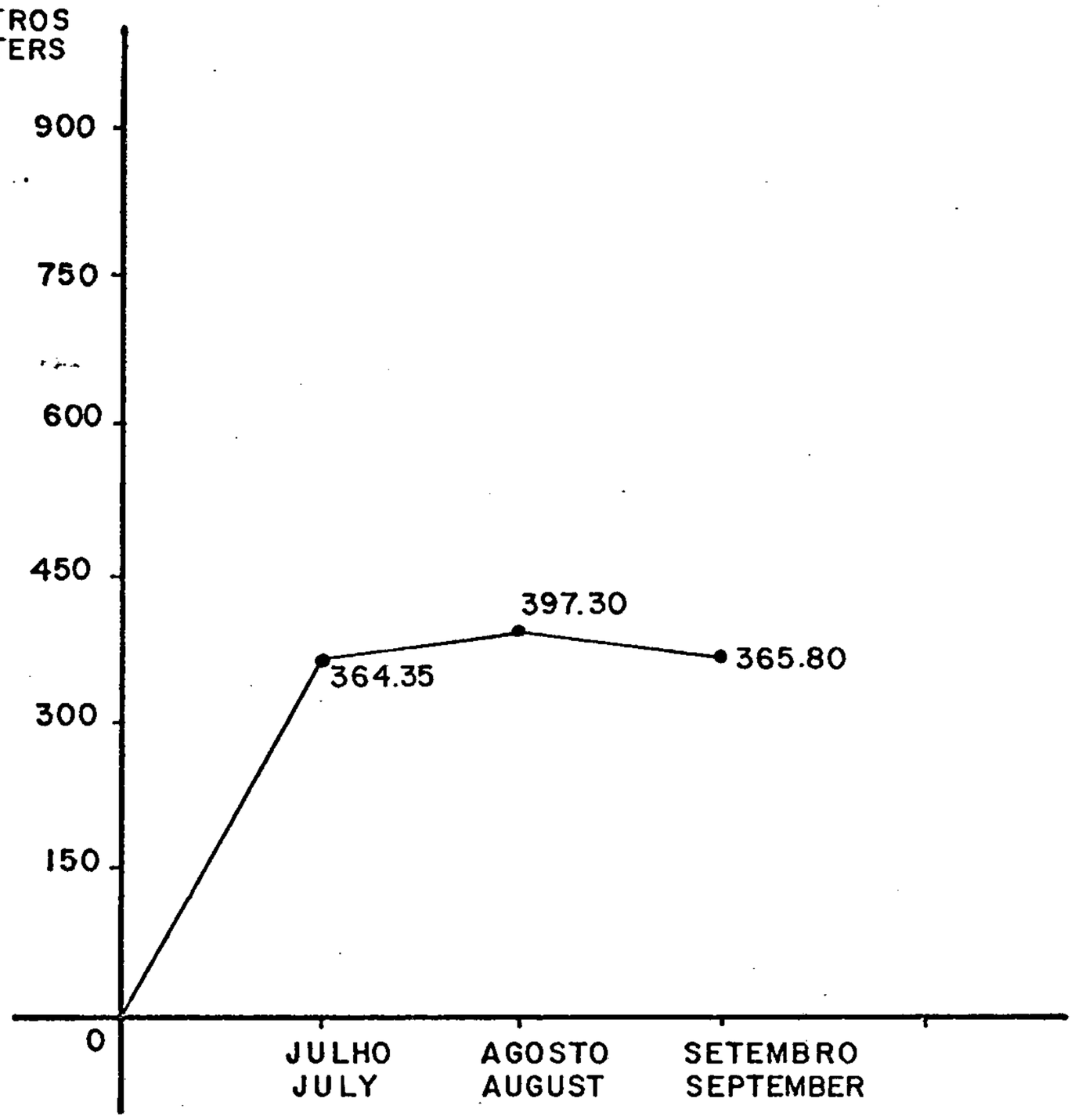
GRAPH 5 · 4



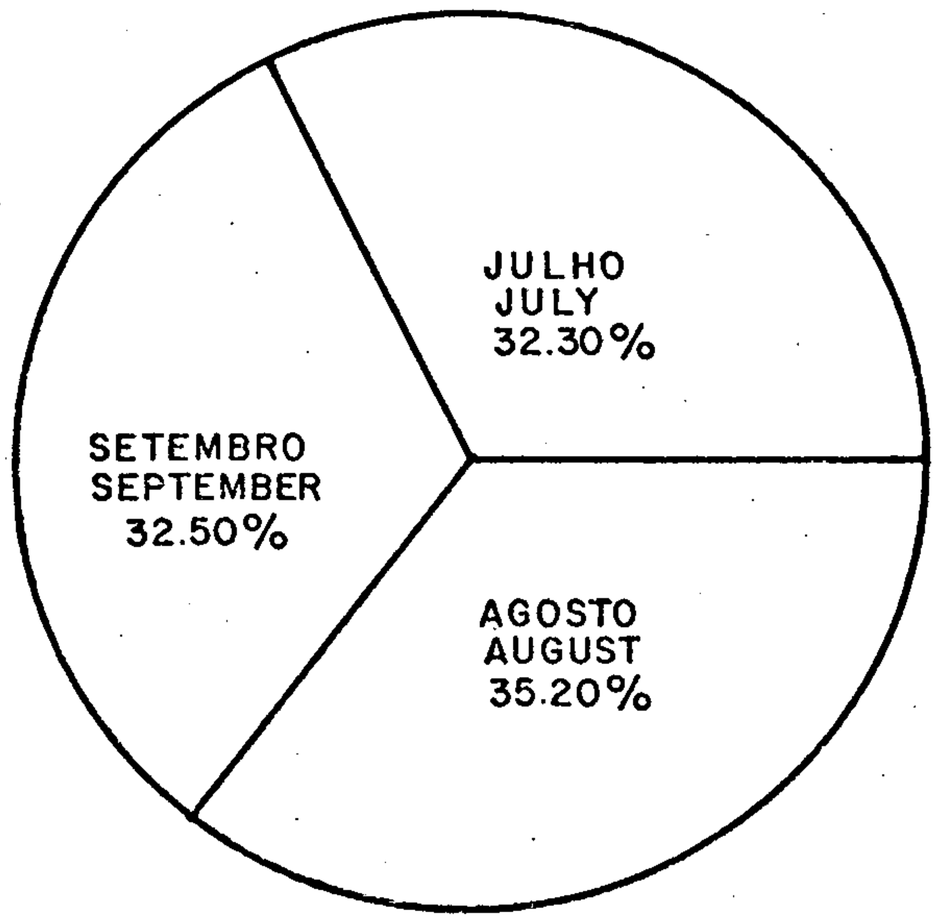
TOTAL 2.412,80

DIAGRAMA 5-3
DIAGRAM

PRODUÇÃO MENSAL DA SONDA BBS_25 CC 8235
MONTHLY PRODUCTION OF BBS_25 DRILL RIG - CPRM NR 8235



GRAPH 5 · 5

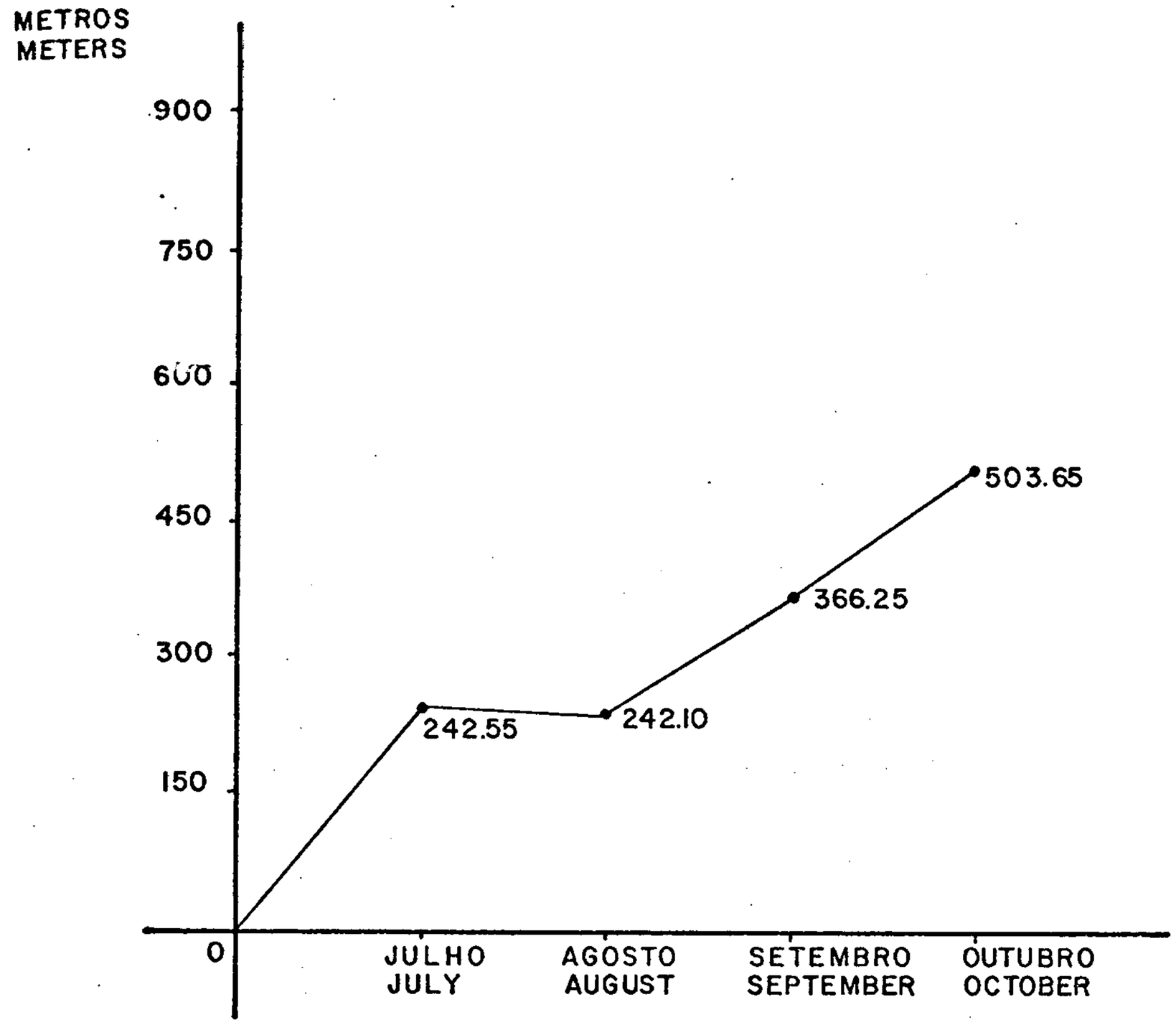


TOTAL 1.127,45

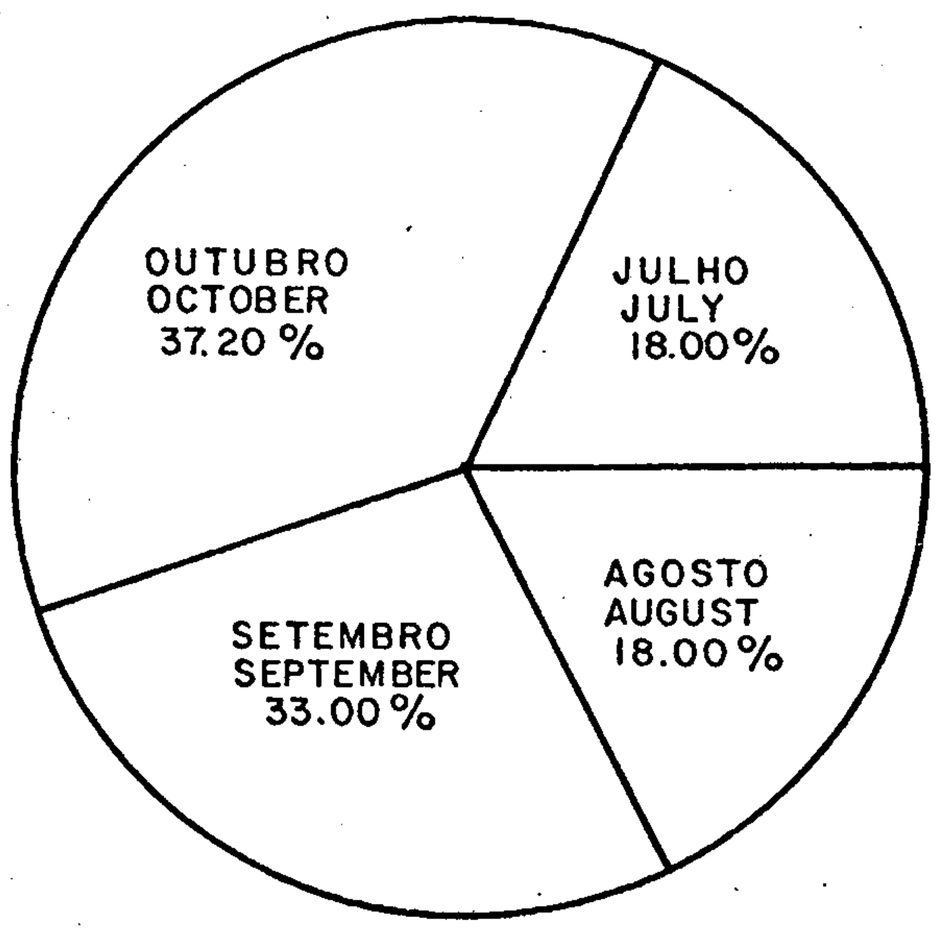
OBS: ESTA SONDA NÃO OPERÓU NO MÊS
DE OUTUBRO/82
THIS DRILL RIG DID NOT OPERATE
IN OCTOBER

DIAGRAMA 5 · 4
DIAGRAM

PRODUÇÃO MENSAL DA SONDA BBS-17A CC 8234
MONTHLY PRODUCTION OF BBS-17A DRILL RIG - CPRM NR. 8234



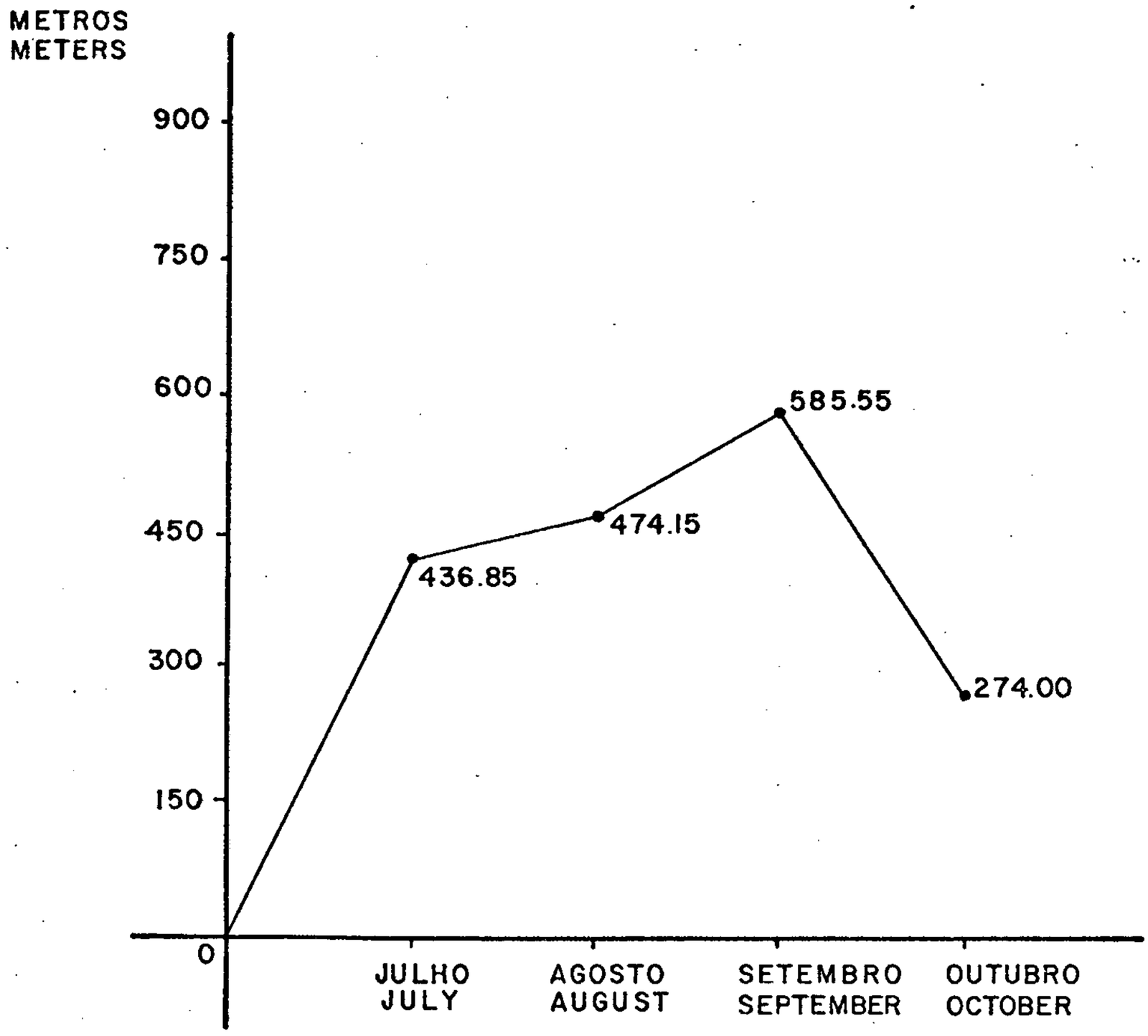
GRAPH 5 · 6



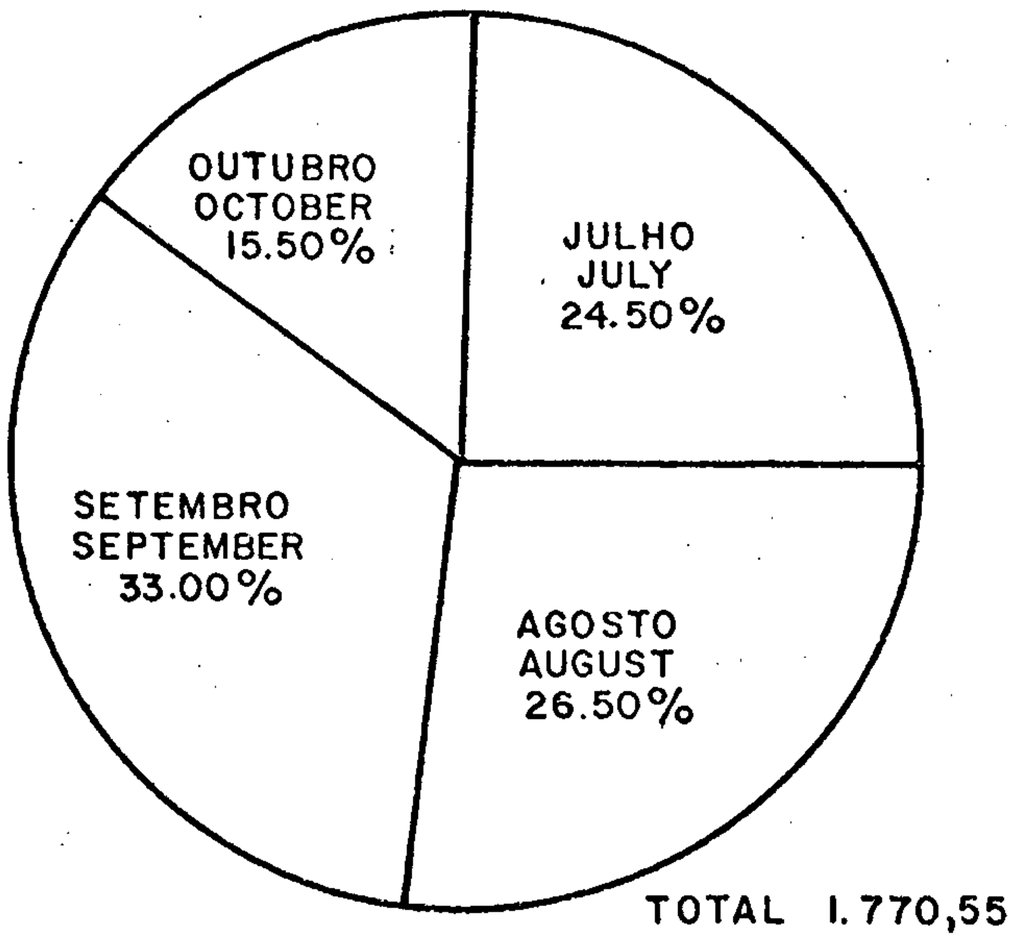
TOTAL 1.354,55

DIAGRAMA 5·5
DIAGRAM

PRODUÇÃO MENSAL DA SONDA BBS. 17A CC 8244
MONTHLY PRODUCTION OF BBS. 17A DRILL RIG - CPRM NR 8244



GRAPH 5.7

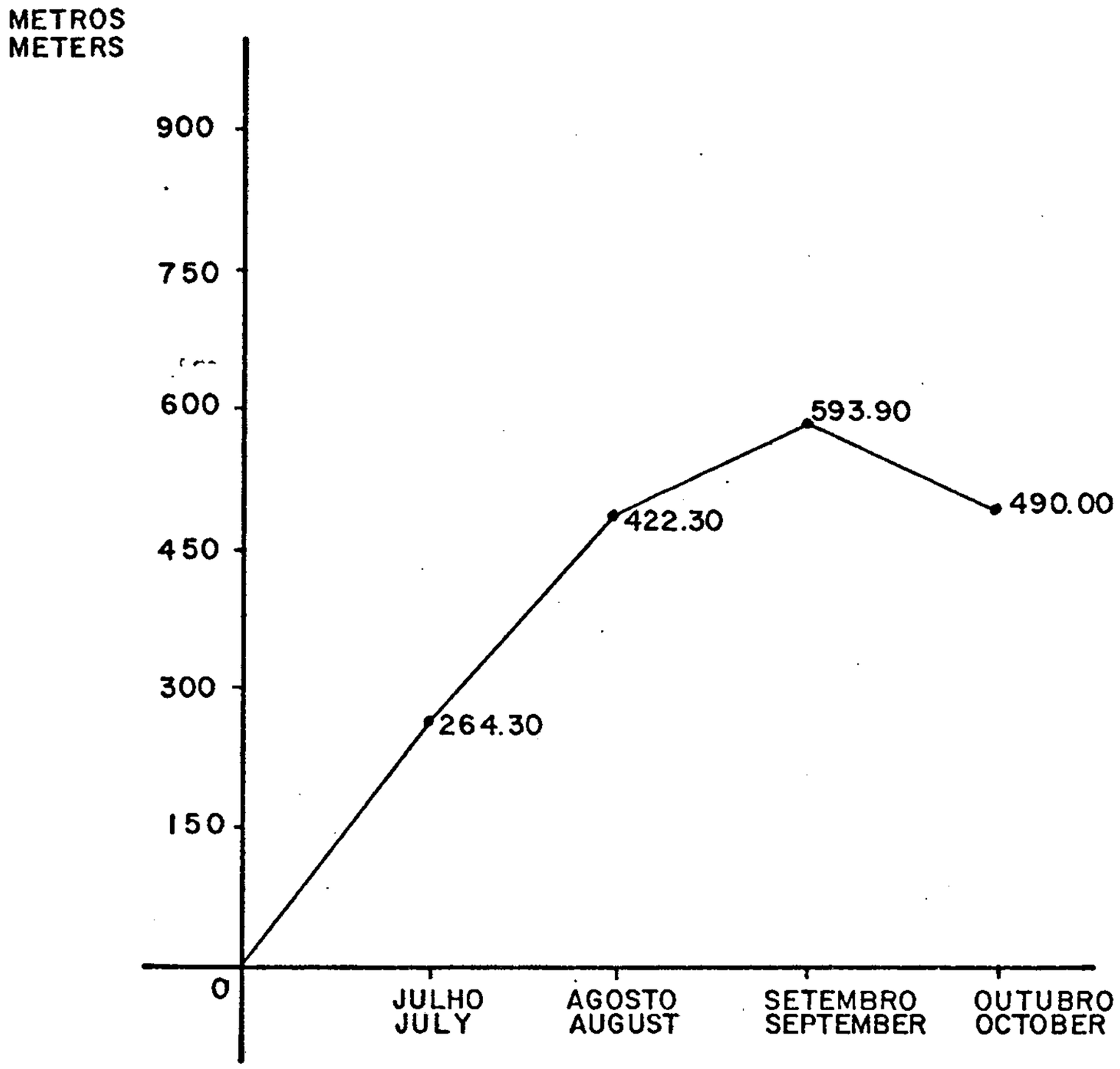


TOTAL 1.770,55

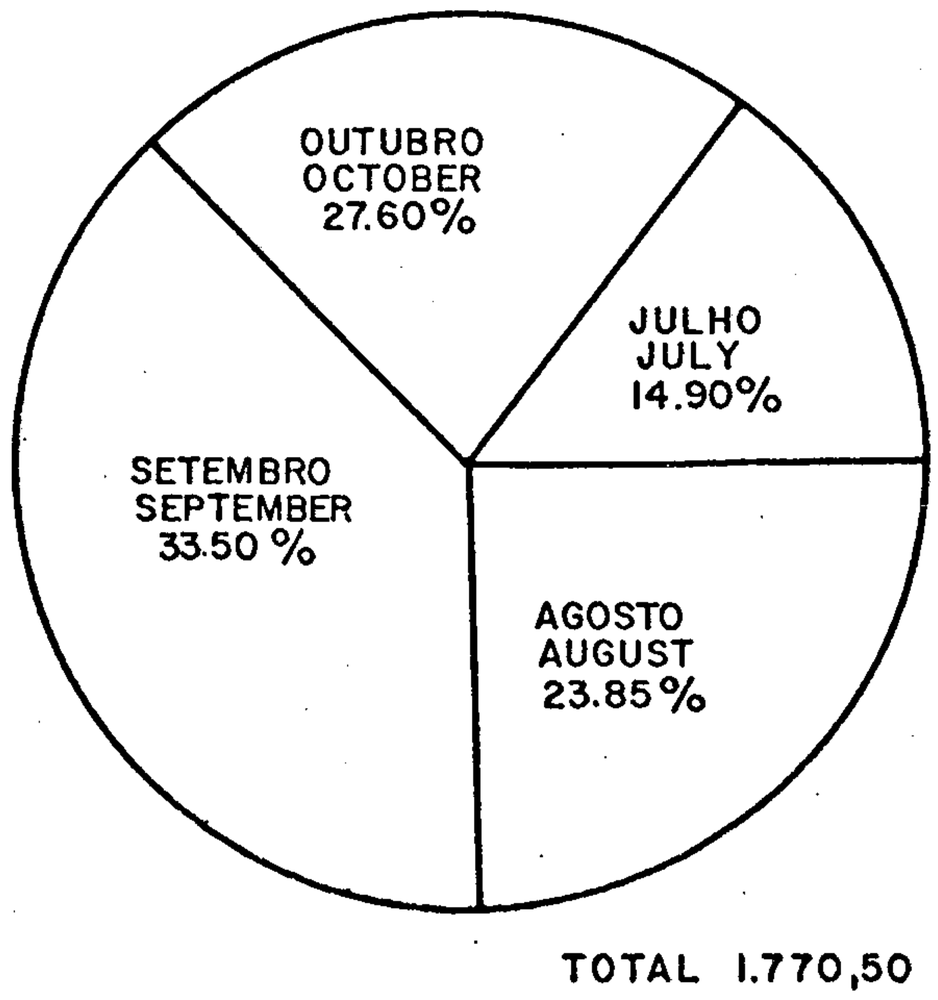
OBS. ESTA SONDA NO MÊS DE OUTUBRO/82
OPEROU APENAS DURANTE 20 DIAS
THIS DRILL RIG OPERATED
FOR ONLY 20 DAYS IN OCTOBER/82

DIAGRAMA 5.6
DIAGRAM

PRODUÇÃO MENSAL DA SONDA BBS_17A CC 8232
MONTHLY PRODUCTION OF BBS. 17A DRILL RIG - CPRM NR 8232



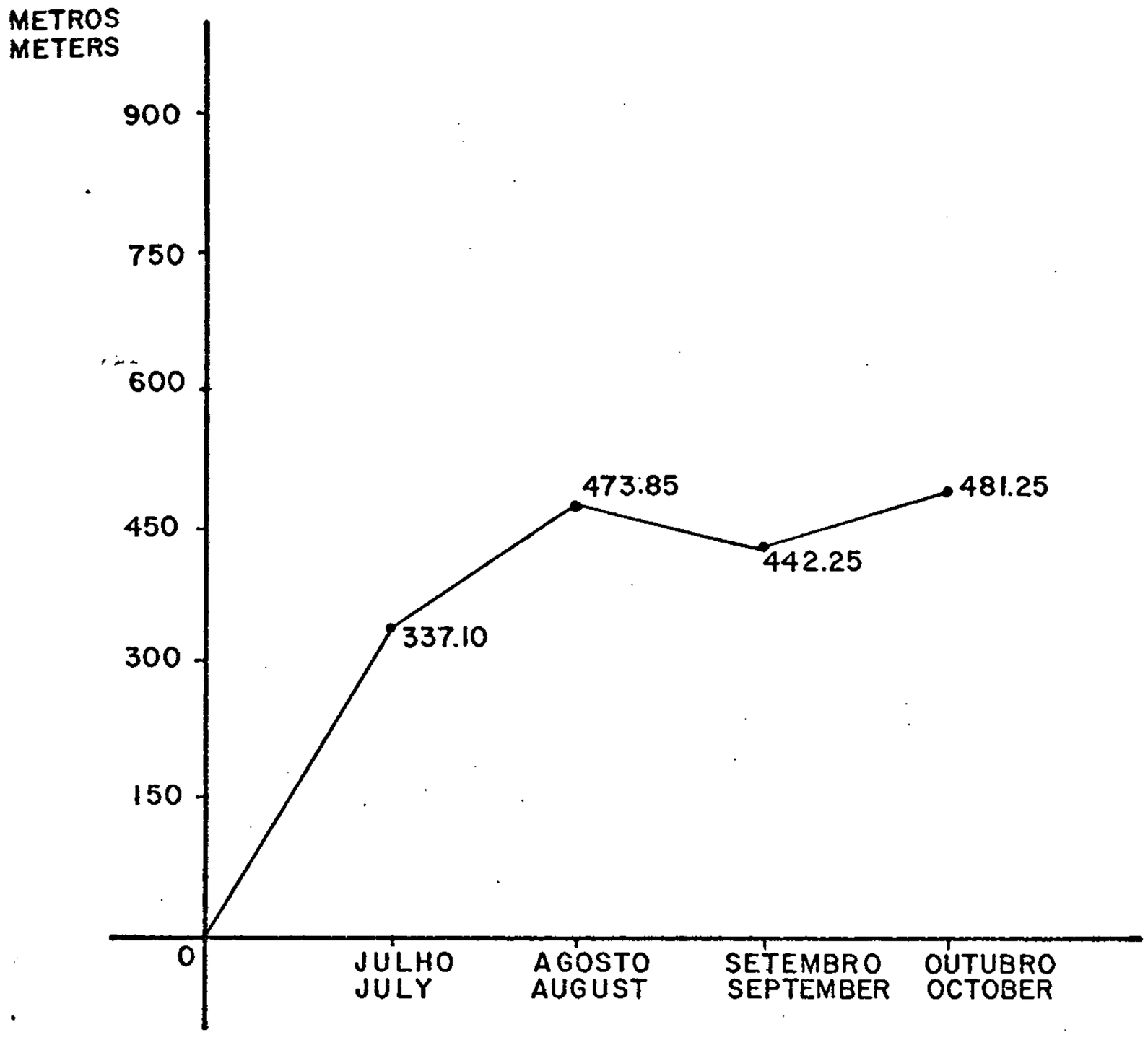
GRAPH 5·8



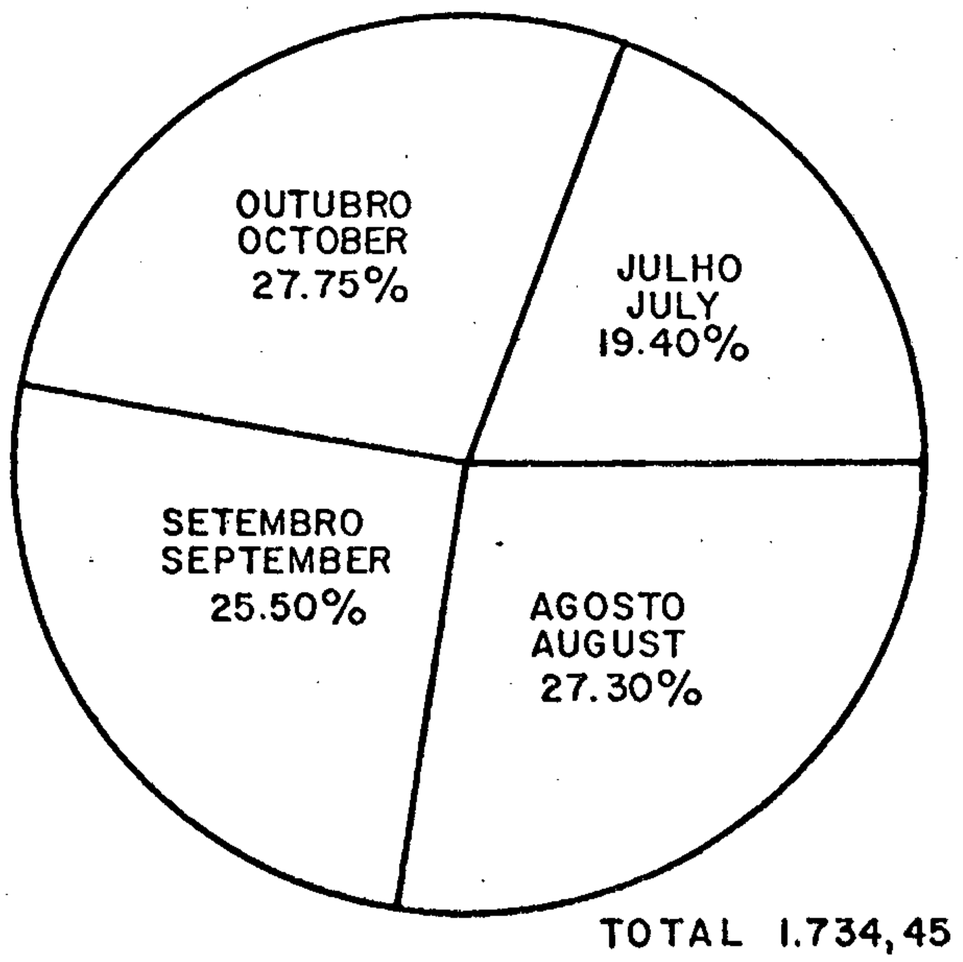
TOTAL 1.770,50

DIAGRAMA 5·7
DIAGRAM

PRODUÇÃO MENSAL DA SONDA BBS_17A CC 8243
MONTHLY PRODUCTION OF BBS_17A DRILL RIG- CPRM NR. 8243



GRAPH 5·9



TOTAL 1.734,45

DIAGRAMA 5-8
DIAGRAM

QUADRO DEMONSTRATIVO DE FREQUÊNCIA DAS DIVERSAS OPERAÇÕES DE SONDAGEM EM JULHO /82

TABLE SHOWING FREQUENCY OF THE DRILLING OPERATIONS IN JULY / 82

DIAS ÚTEIS DISPONÍVEIS PARA PERFURACÃO = 145,0 DIAS

WORK DAYS AVAILABLE FOR DRILLING=145,0 DAYS

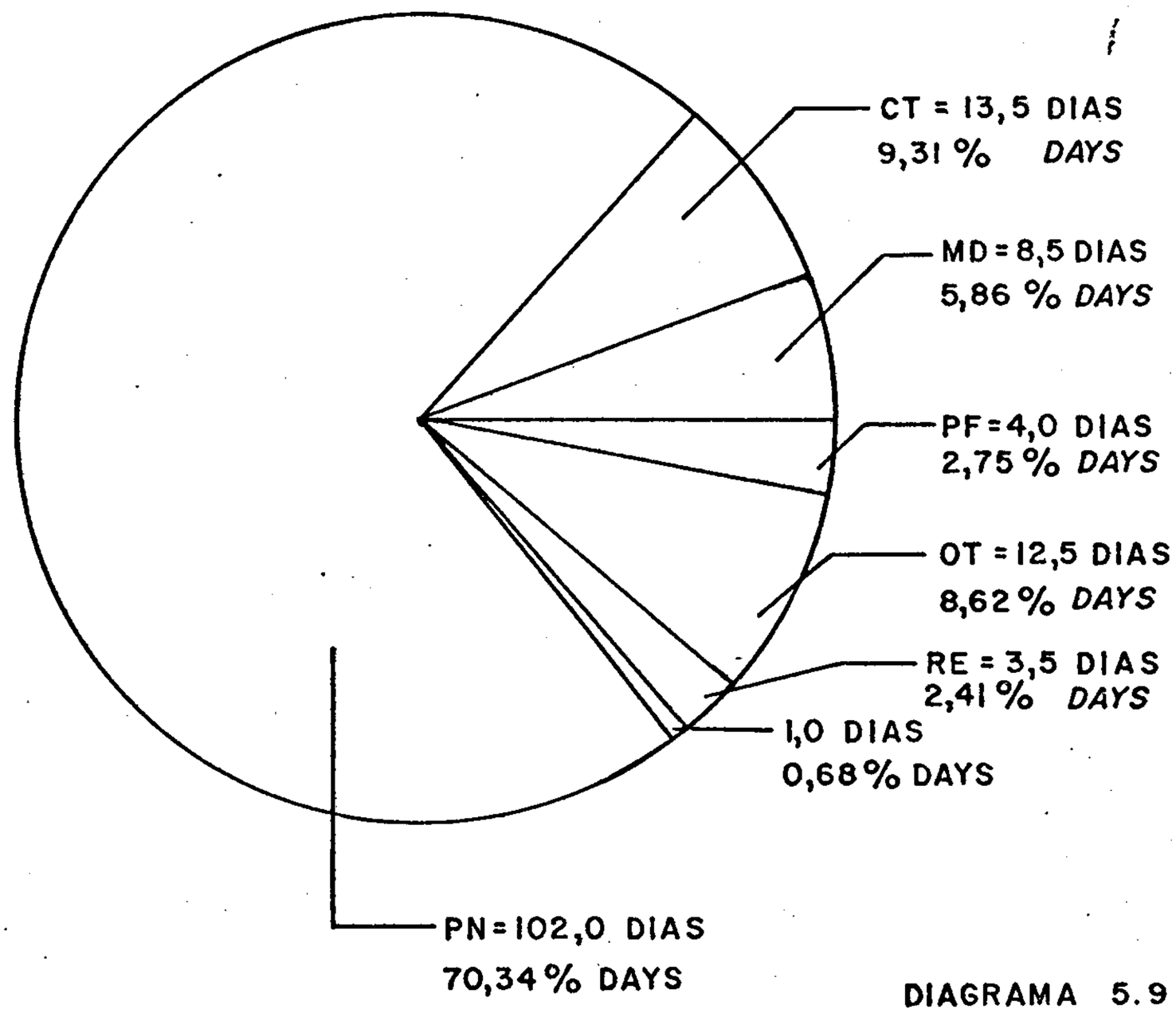


DIAGRAMA 5.9
DIAGRAM 5.9

LEGENDA
LEGEND

PN = DIAS REALMENTE UTILIZADOS COM PERFURAÇÃO
ACTUALLY WORKING DAYS SPENT IN DRILLING

PS = PESCARIA
FISHING

RE = RECORTE
REAMING

PF = PERFILAGEM
LOGGING

OT = OUTROS MOTIVOS
MISCELLANEOUS

MD = MUDANÇA
MOVING

CT = REPAROS MECÂNICOS
MECHANICAL REPAIRS

QUADRO DEMONSTRATIVO DE FREQUÊNCIA DAS DIVERSAS OPERAÇÕES DE SONDAGEM EM AGOSTO/82

TABLE SHOWING FREQUENCY OF THE DRILLING OPERATIONS IN AUGUST/82

DIAS ÚTEIS DISPONÍVEIS PARA PERFURACÃO = 159,5 DIAS

WORK DAYS AVAILABLE FOR DRILLING=159,5 DAYS

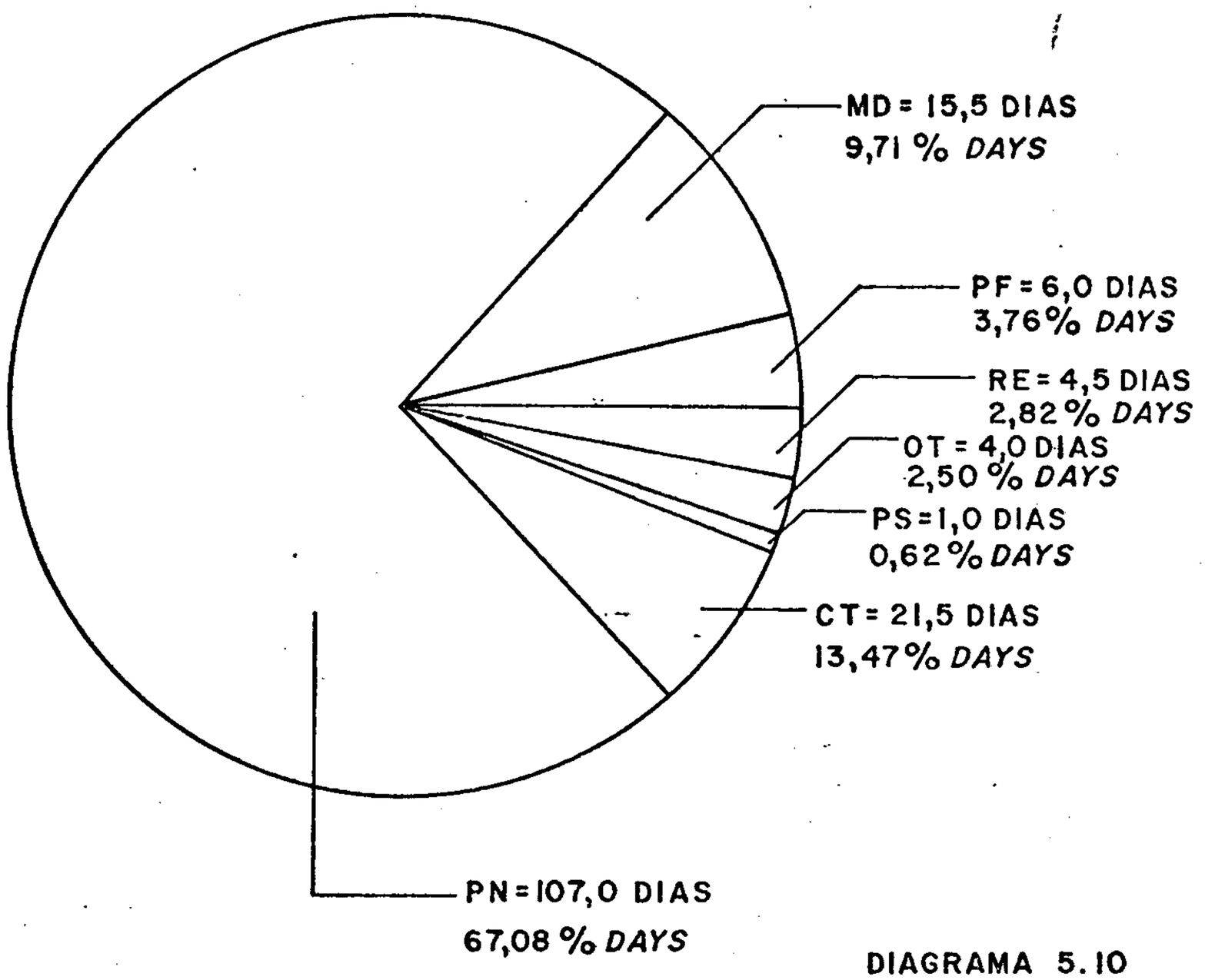


DIAGRAMA 5.10
DIAGRAM 5.10

LEGENDA
LEGEND

PN = DIAS REALMENTE UTILIZADOS COM PERFURAÇÃO
ACTUALLY WORKINS DAYS SPENT IN DRILLING

PS = PESCARIA
FISHING

RE = RECORTE
REAMING

PF = PERFILAGEM
LOGGING

OT = OUTROS MOTIVOS
MISCELLANEOUS

MD = MUDANÇA
MOVING

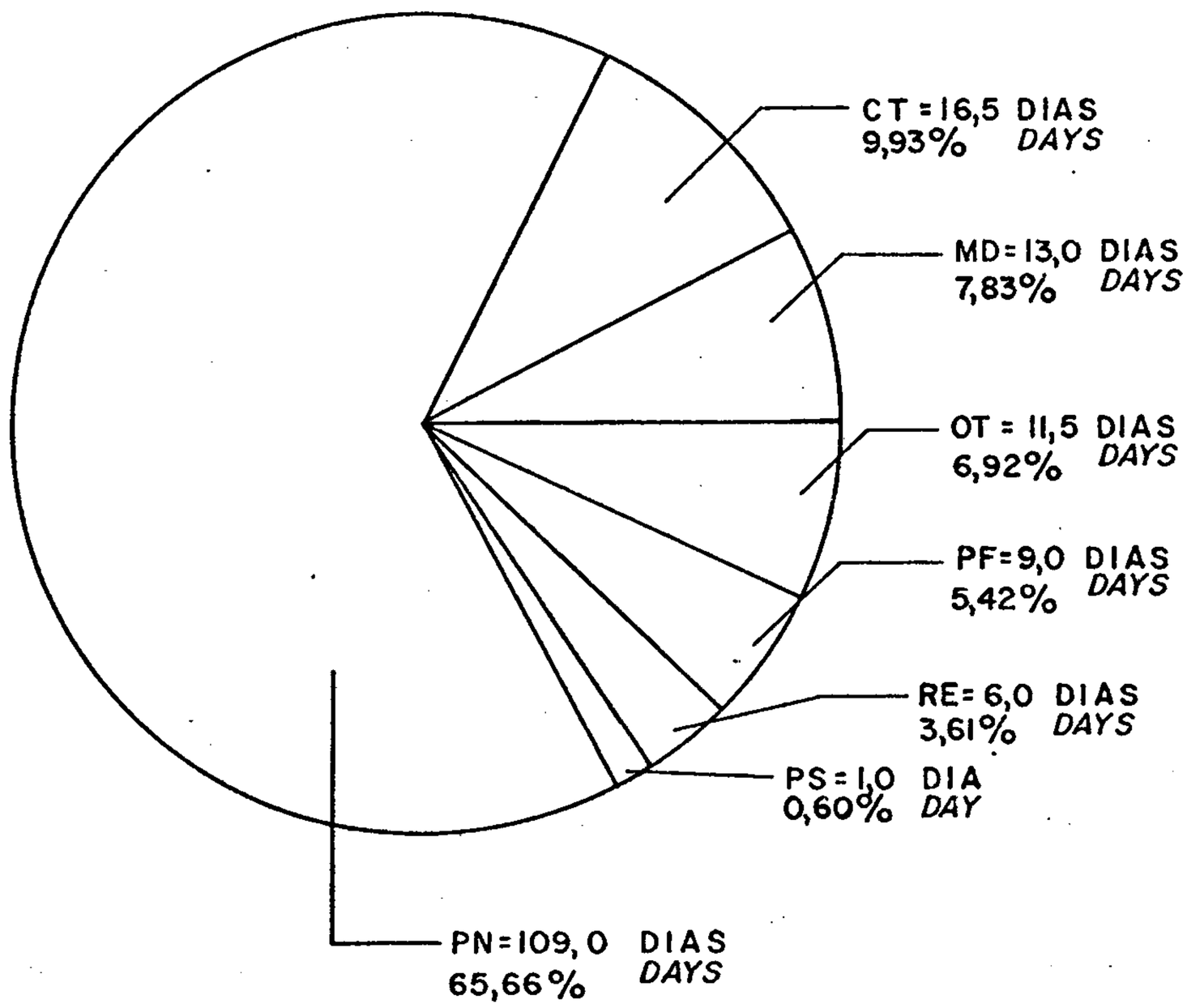
CT = REPAROS MECÂNICOS
MECHANICAL REPAIRS

QUADRO DEMONSTRATIVO DE FREQUÊNCIA DAS DIVERSAS OPERAÇÕES DE SONDAGEM EM SETEMBRO/82

TABLE SHOWING FREQUENCY OF THE DRILLING OPERATIONS IN SEPTEMBER/82

DIAS ÚTEIS DISPONÍVEIS PARA PERFURAÇÃO = 166,0 DIAS

WORK DAYS AVAILABLE FOR DRILLING 166,0 DAYS



LEGENDA
LEGEND

PN = DIAS REALMENTE UTILIZADOS COM PERFURAÇÃO
ACTUALLY WORKINS DAYS SPENT IN DRILLING

PS = PESCARIA
FISHING

RE = RECORTE
REAMING

PF = PERFILAGEM
LOGGING

OT = OUTROS MOTIVOS
MISCELLANEOUS

MD = MUDANÇA
MOVING

CT = REPAROS MECÂNICOS
MECHANICAL REPAIRS

DIAGRAMA 5.11
DIAGRAM

QUADRO DEMONSTRATIVO DE FREQUÊNCIA DAS DIVERSAS OPERAÇÕES DE SONDAGEM EM OUTUBRO /82

TABLE SHOWING FREQUENCY OF THE DRILLING OPERATIONS IN OCTOBER/82

DIAS ÚTEIS DISPONÍVEIS PARA PERFURAÇÃO = 123,0 DIAS

WORK DAYS AVAILABLE FOR DRILLING 123,0 DAYS

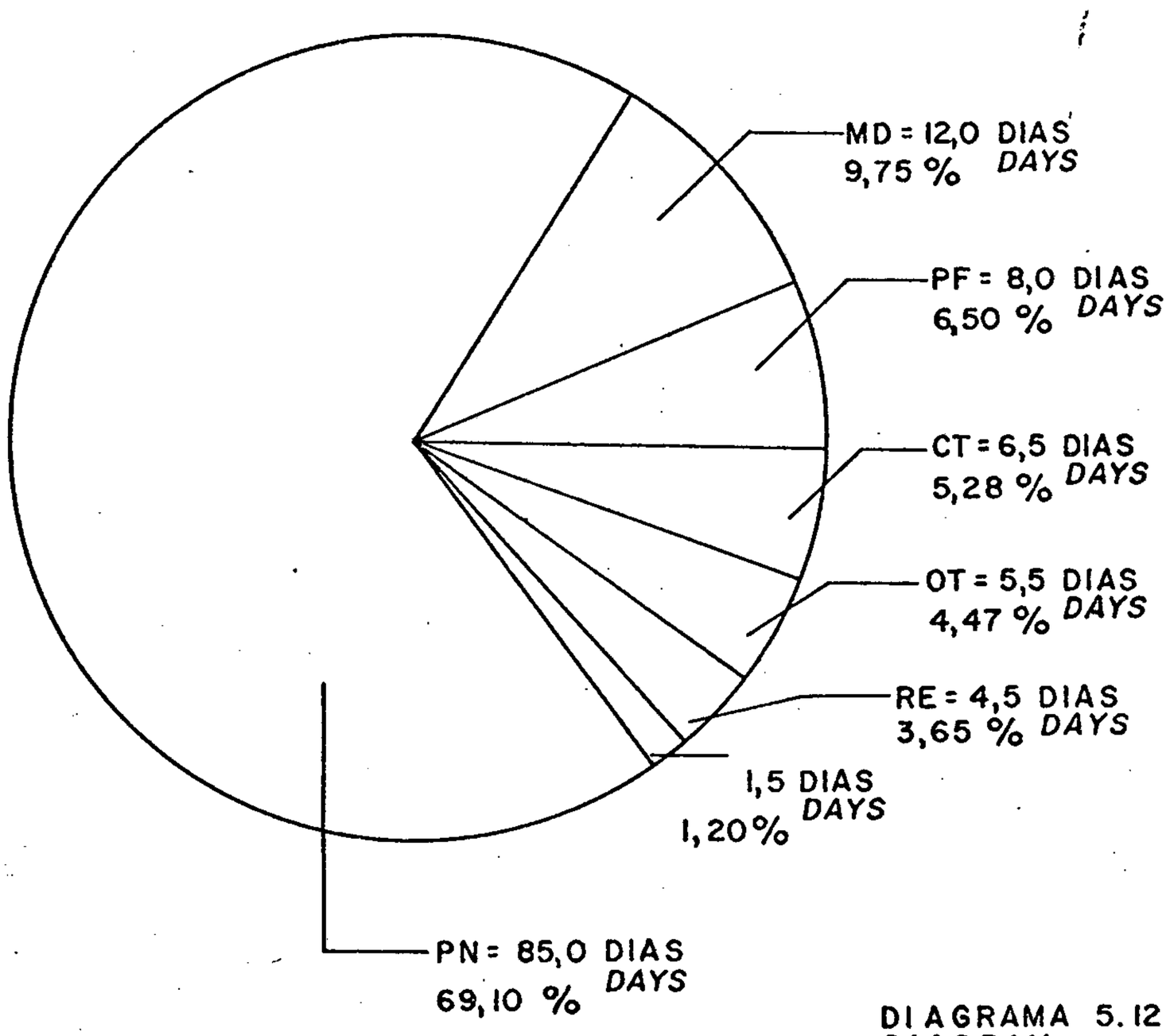


DIAGRAMA 5.12
DIAGRAM

LEGENDA
LEGEND

PN = DIAS REALMENTE UTILIZADOS COM PERFURAÇÃO
ACTUALLY WORKING DAYS SPENT IN DRILLING

PS = PESCARIA
FISHING

RE = RECORTE
REAMING

PF = PERFILAGEM
LOGGING

OT = OUTROS MOTIVOS
MISCELLANEOUS

MD = MUDANÇA
MOVING

CT = REPAROS MECÂNICOS
MECHANICAL REPAIRS

QUADRO DEMONSTRATIVO DE FREQUÊNCIA DAS DIVERSAS OPERAÇÕES DE SONDAGEM NOS MESES DE JULHO, AGOSTO, SETEMBRO E OUTUBRO/82

TABLE SHOWING FREQUENCY OF THE DRILLING OPERATIONS IN THE MONTHS OF JULY, AUGUST, SEPTEMBER, OCTOBER/82

DIAS ÚTEIS DISPONÍVEIS PARA PERFURAÇÃO = 593,5 DIAS
WORK DAYS AVAILABLE FOR DRILLING = 593,5 DAYS

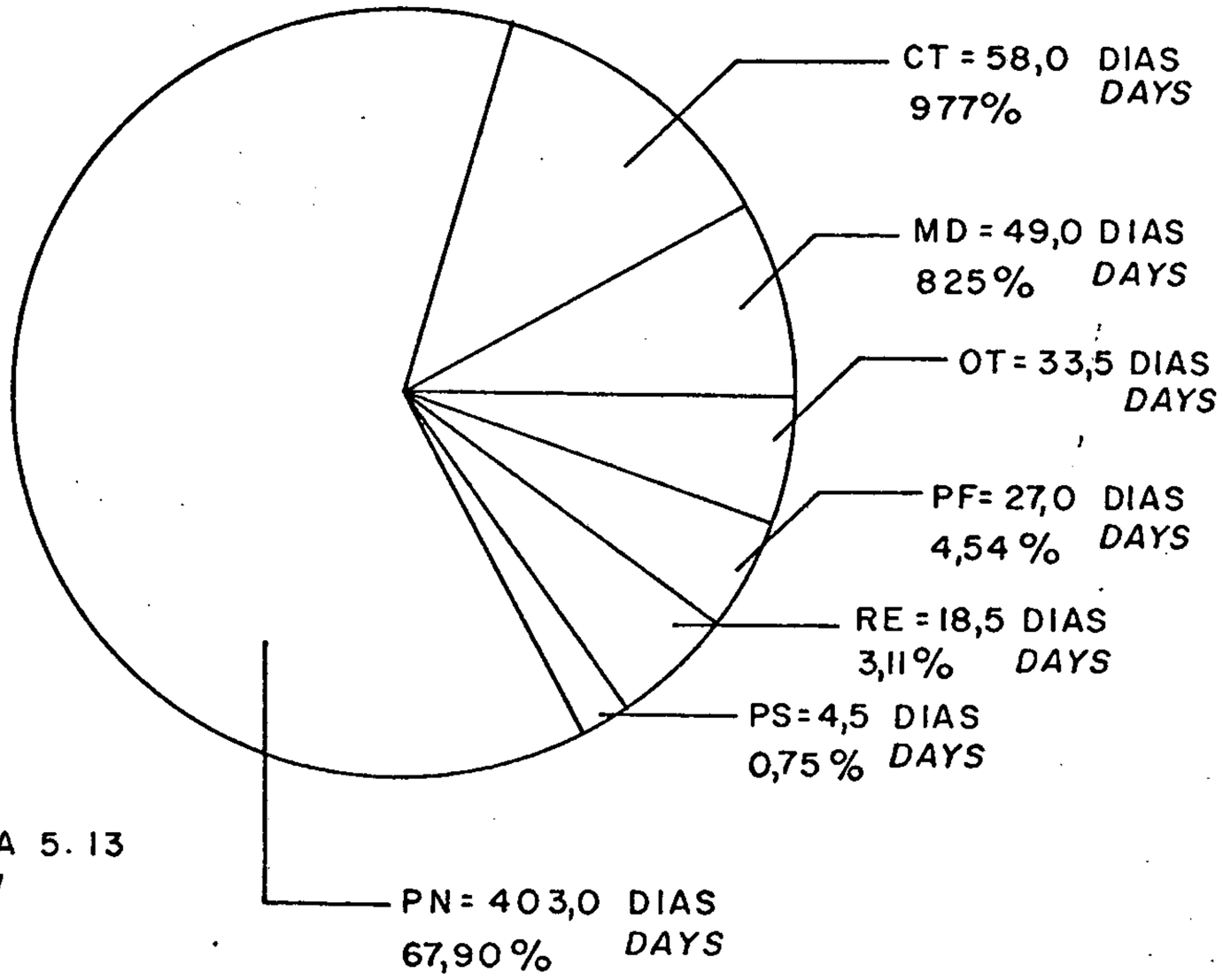


DIAGRAMA 5.13
DIAGRAM

METRAGEM MÉDIA PERFURADA POR SONDA, POR DIA DE PERFURAÇÃO
AVERAGE METER DRILLED LENGHT BY DRILL BY PER DRILLING DAY

LEGENDA
LEGEND

PN = DIAS REALMENTE UTILIZADOS COM PERFURAÇÃO
ACTUALLY WORKING DAYS SPENT IN DRILLING

PS = PESCARIA
FISHING

RE = RECORTE
REAMING

PF PERFILAGEM
LOGGING

OT = OUTROS MOTIVOS
MISCELLANEOUS

MD = MUDANÇA
MOVING

CT = REPAROS MECÂNICOS
MECHANICAL REPAIRS

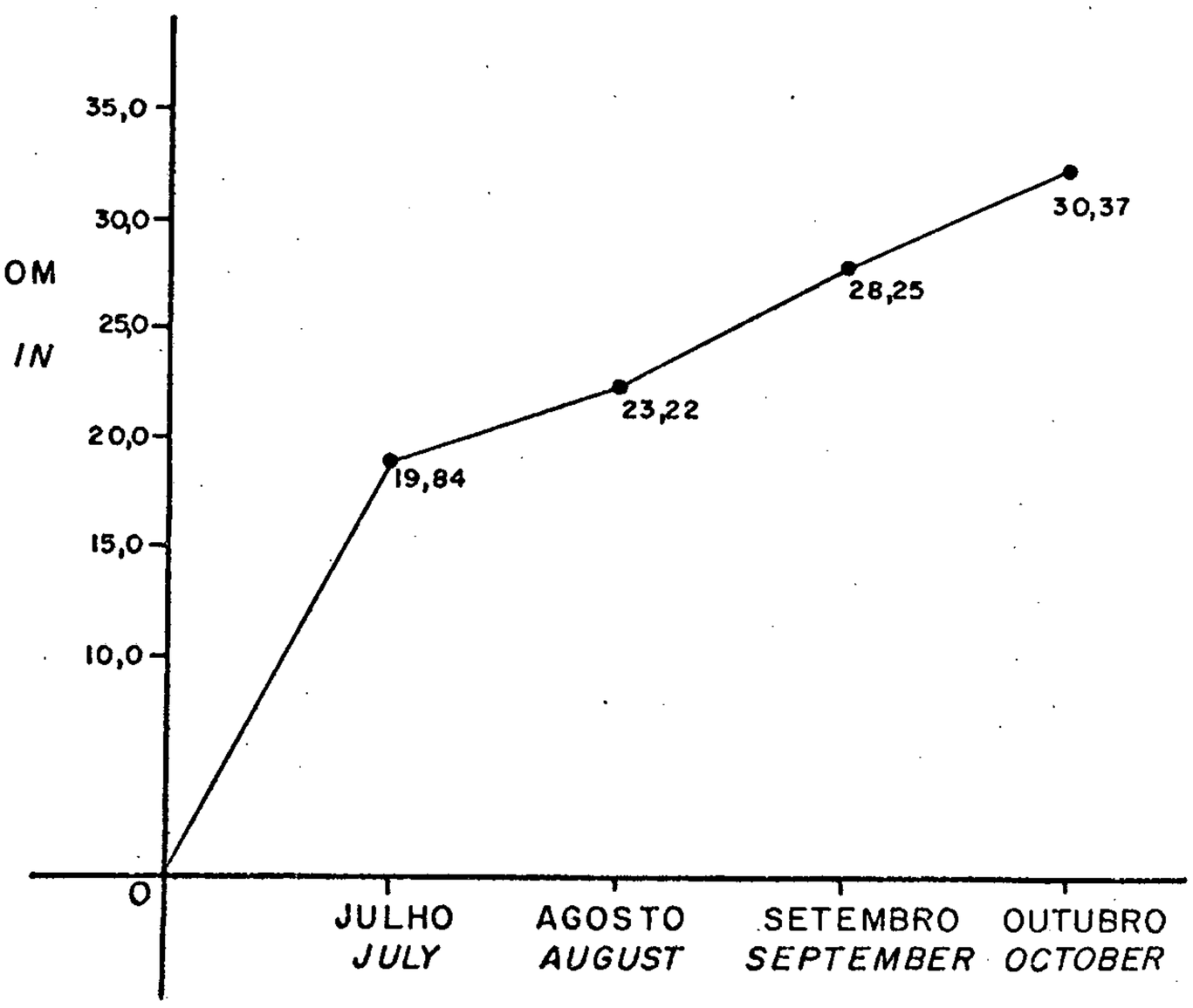


GRÁFICO 05
GRAPH

CAPÍTULO 6

ATIVIDADE 6 - PERFILAGEM GEOFÍSICA

6.1 INTRODUÇÃO

6.1 - INTRODUÇÃO

Este relatório está baseado em informações técnicas a respeito das perfilagens realizadas nos furos de sondagem do projeto Moçambique Programa Mucanha-Vuzi.

Durante a elaboração do relatório procuramos informar quanto ao equipamento de perfilagem e tecer comentários sobre cada tipo de perfil, produção e conclusões.

A perfilagem geofísica foi executada pelo engenheiro eletrônico Penido Stella, que tem grande experiência na execução de todo o tipo de perfilagem geofísica, tendo trabalhado em programas exploratórios para carvão que a CPRM executa na região sul do Brasil.

As informações do equipamento de perfilagem possuem referência completa e diagrama em bloco do funcionamento do mesmo. Os comentários possuem uma introdução física explicando a origem, escalas usadas e padrões que são levados em consideração.

A produção da perfilagem consta de uma tabela completa, onde estão todos os dados necessários das atividades realizadas.

Finalmente temos as conclusões baseadas nas informações acima e as aplicações em outros órgãos do projeto.

6.2 OBJETIVOS

6.2 - OBJETIVOS

O objetivo principal da perfilagem no projeto de pesquisa de carvão é de facilitar a comparação de perfis litológicos a fim de identificar as camadas de interesse.

Outras aplicações importantes são:

1 - Interpretação de trechos (intervalos) mal recuperados pelo equipamento de sondagem.

2 - Comparação de profundidades para com os testemunhos de sondagem.

3 - Facilidade de visualização para a descrição litológica.

4 - Fornecimento de dados importantes para o estudo de hidrogeologia do local.

5 - Comprovação da existência de minerais que podem ocorrer na área mesmo não sendo de interesse do projeto.

6.3 EQUIPAMENTO DE PERFILAGEM

6.3 - EQUIPAMENTO DE PERFILAGEM

O equipamento de perfilagem utilizado no projeto foi o Mount Sopris 3000 NB Série nº 03 de fabricação americana.

Este equipamento é composto de três partes principais:

6.3.1 - Sonda de Perfilagem

A sonda de perfilagem possui um diâmetro de 3 cm e comprimento de 150 cm com uma armadura metálica, uma cobertura plástica sobre a mesma e um cabeçote para conexão com o cabo coaxial.

A sonda é composta de dispositivos para deteção de raios gama e de um eletrodo para medidas de resistência e potencial espontâneo, fazendo com que os três perfis sejam corridos simultaneamente.

A sonda de raios gama possui um Cristal Cintilométrico de 1/2 x 1 1/2 polegadas com tempo morto de $7,0 \times 10^{-6}$ s e fator K de $6,2 \times 10^{-6}$ (fator de correção fornecido pelo fabricante). O eletrodo para medidas do perfil elétrico está localizado na extremidade inferior da sonda e distante de 50 cm do cristal.

O transporte dos sinais elétricos de informação para a superfície é realizado por meio de um cabo coaxial (4 condutores) de diâmetro de 3/16 polegadas.

6.3.2 - Chassis

O chassis possui uma estrutura metálica reforçada para a fixação do tambor de cabo coaxial, registrador e dispositivos para a determinação da velocidade da sonda de perfilagem.

O tambor do guincho possui 960 m de cabo coaxial e pode girar com uma velocidade controlada através de um motor de corrente contínua fixado no mesmo chassis.

6.3.3 - Registrador

O registrador é composto de um gabinete, módulos e sistema de registro. O gabinete possui uma armadura metálica fixada no chassis e contém apoio para os módulos e para o sistema de registro. Os módulos são em forma de gavetas (cartuchos) embutidos no gabinete e tem a finalidade de interpretar as informações dos dispositivos sensoriais para comandar o sistema de registro. Os módulos possuem chaves que selecionam uma escala de sensibilidade desejada, ajuste inicial e final da margem de registro, ajuste da constante de tempo, ajuste de deslocamento da curva no caso de perfil elétrico e ajuste para a calibração do equipamento. O sistema de registro é obtido através de servomecanismo, no qual os servo motores recebendo informação dos módulos acionam dispositivos mecânicos que escrevem os perfis. Cada circuito de servomecanismo representa um canal do registrador, e, para realizar simultaneamente o perfil de raios gama, SP e resistência dispomos dos três canais existentes no equipamento. O movimento do papel do registrador está sincronizado com o movimento da sonda de perfilagem em uma proporção tal que define a escala de sensibilidade (1:100 ou 1:500).

A resposta do perfil é linear e o papel (carta log) é composto de duas faixas (pistas), sendo cada uma com largura de 120 mm que representa 12 divisões, isto é, uma divisão é igual a 1,0 cm. Na pista da esquerda temos a curva de raios gama e SP, na pista da direita temos a curva de resistência.

6.3.4 - Calibração do Equipamento

A calibração do equipamento é uma operação obrigatória que define o grau de confiabilidade da curva de resposta

do perfil. De acordo com o contrato, foram realizadas calibrações antes e depois de cada perfilagem e anexadas juntamente com os perfis.

Na calibração do perfil de raios gama dispomos de um padrão igual a 5.700 (CPS), também se faz a medida da medida da leitura da intensidade de raios gama da superfície (Back Ground = BG) e ainda se faz o ajuste da margem inicial de contagem (zero elétrico).

Nas calibrações dos perfis de resistência e potencial espontâneo dispomos de padrões conhecidos e iguais a 100 Ohms e 100 mV, respectivamente.

6.3.5 - Transporte e Montagem do Equipamento

As três partes principais do equipamento foram instalados em três caixas de madeira e transportados em carrocerias de veículos utilizados no projeto, e não em cabine apropriada para a instalação completa do mesmo.

Utilizou-se caixas de madeira porque elas vedam totalmente a penetração de poeira que existe em grande quantidade nos acessos da região. Tal vedação não se consegue utilizando cabines de veículos para a instalação definitiva do equipamento.

6.3.6 - Manutenção

A manutenção do equipamento era realizada semanalmente e incluindo também manutenção preventiva.

Vários defeitos ocorreram no equipamento tais como:

- Ruptura do transistor da unidade complementar do amplificador de pulsos da sonda cintilométrica.
- Desligamento do coletor do guincho para o sinal de resistência e SP.

- Danificação das correias do odômetro (indicador de profundidade).
- Outros defeitos menores que ocorrem constantemente nas operações.

6.3.7 - Gerador

O gerador utilizado para o fornecimento de energia elétrica é de marca Honda Modelo E 2500 com uma tensão de saída de 110 V regulados e uma potência máxima de dissipação igual a 2.500 W.

Este gerador é bastante portátil e não dispõe de base apropriada para a fixação, como também permite um funcionamento normal durante 7 horas em interrupção.

6.4 - PERFIS GEOFÍSICOS

Este capítulo procura explicar a parte de cada perfil geofísico realizado nas perfilagens do projeto.

De acordo com o contrato foram realizadas três perfis (Raios Gama, Potencial Espontâneo, Resistência) em duas escalas de profundidade para cada furo perfilado (1:100 e 1:500).

6.4.1 - Perfis de Raios Gama = GR

O perfil de raios gama mede a intensidade de radiação gama natural da rocha. Este perfil é muito importante para a determinação de camadas carbonosas quando comparado com o perfil de resistência que é corrido simultaneamente.

O gráfico da curva de raios gama é de forma retangular (cartesiano), sendo que na abscissa temos a medida de intensidade da grandeza (valor da radiação gama) em CPS/DIV e na ordenada temos a indicação da profundidade do perfil em metros, numa das duas escalas de profundidade 1:100 ou 1:500.

A escala de sensibilidade usada no perfil de raios gama foi padronizada em 10 CPS/DIV, sendo esta a que mostrou melhor sensibilidade ao longo do perfil e melhor comparação para com os outros perfis.

As medidas da radiação gama de acordo com o comportamento físico dos materiais foram satisfatórias. De uma maneira geral com valor baixo para as camadas de carvão, sendo em média de 25 CPS. Para os arenitos o valor é um pouco maior com média de 30 a 35 CPS, e para sedimentos argilosos o valor é ainda um pouco maior que 40 CPS.

A unidade CPS significa "Choques por Segundo" ou "Colisões por Segundo". Fisicamente esta unidade mede a quantidade média de colisões núcleo-atômicas que ocorrem entre as partículas que compõem o material, em uma unidade de tempo.

6.4 PERFIS GEOFÍSICOS

A velocidade de registro do perfil gama para poder ser compatível com a constante de tempo do equipamento foi padronizada em 3 metros por minuto.

A percentagem de erro introduzida pelo sistema de filtragem do módulo do equipamento foi de um valor médio para ser compatível com a escala de sensibilidade sendo esta de PE% = 2, isto significa que os valores obtidos estão a $\pm$ 2% do valor da irradiação correta.

Outros fatores de correção tais como fator "K" (fornecimento pelo fabricante), amortecimentos provocados pelos revestimentos, influência da lama de perfuração e aquecimento do equipamento de perfilagem tem uma aplicação menor já que não se trata de uma pesquisa de minerais radioativos.

6.4.2 - Perfil de Resistência = RTC

O perfil de resistência é realizado por processo convencional que utiliza dois eletrodos, sendo um móvel (eletrodo sonda) que é acoplado a sonda de perfilagem e um outro (eletrodo terra) que é colocado na superfície.

A variação da resistência elétrica obtida é proporcional a variação de potencial entre os eletrodos para uma corrente elétrica de freqüência igual a 30 Hz. Esta resistência depende da estrutura física do material atravessado pelo eletrodo sonda e da composição ionica e quantidade da água presente na formação.

Este perfil é de grande importância para a determinação das camadas de carvão quando comparado com o perfil de raios gama por apresentar um valor mais alto de resistência e baixo valor de gama.

A forma do gráfico da curva de resposta é idêntico ao do raios gama, cuja abscissa mede o valor de resistência em Ohms/div. A escala de sensibilidade foi padronizada em 50 Ohms/div, e dependendo da situação do furo de sondagem foi utilizada a escala de 20 Ohms/div.

A causa de não se conseguir uma única escala de sensibilidade para todos os perfis deve-se ao fato de não conseguir uma homogeneidade no fluido de perfuração e contato de eletrodo terra com o subsolo devido as variações das características de aterramento. (Solo Arenoso. Cascalho, etc).

Um fator que deve ser levado em consideração são as perturbações que ocorrem no perfil de resistência devido a zona invadida pelo fluído na perfuração, furo jorrante e perda de fluído ocasionado por fendas existentes na parede do furo.

As medidas da resistência nos perfis tiveram os seus valores bastante razoáveis, sendo para as camadas de carvão de boa qualidade com um valor de 100 a 150 Ohms acima do valor da resistência de revestimento tomada como base.

Não foi possível correr o perfil resistência na extremidade superior dos furos de sondagem devido a existência de revestimento com profundidades variando desde 3,00 até 15,00 m, isto dependendo do material da superfície.

6.4.3 - Perfil Potencial Espontâneo = SP

O equipamento que realiza o perfil SP utiliza os mesmos eletrodos usados para correr o perfil resistência, porém com uma corrente elétrica da natureza contínua.

O perfil SP é de suma importância para o estudo de hidrogeologia, o qual determina a capacidade de condução de uma corrente de origem eletroquímica através de uma camada da formação, e, quando comparado com o perfil de resistência e raios gama pode-se informar a composição iônica (qualidade) da água presente em uma região produtiva (arenosa).

A qualidade do perfil SP depende das condições técnicas da perfuração em manter uma homogeneidade na lama (Densidade, Viscosidade, Rebôco e Limpeza). Devido ao jorro da perfuração foi deixado de correr este tipo de perfil em vários furos por motivo da impossibilidade de registro. Outras interfe

rências também foram ocasionadas pelo uso de graxa nas ferramentas de sondagem (Hastes de Perfuração).

A padronização da escala de sensibilidade é difícil de conseguir devido as mudanças das características da lama e tempo de circulação. Para o nosso caso foram utilizadas as escalas de 5 mV/div, 10 mV/div e 20 mV/div.

O gráfico de resposta da curva "SP" é semelhante ao da curva de raios gama e resistência, onde na abscissa temos a medida da variação do potencial em mV/div.

6.5 PRODUÇÃO DA PERFILAGEM

6.5 - PRODUÇÃO DA PERFILAGEM

A perfilagem no projeto Moçambique Programa Mucanha-Vuzi obteve ótimos resultados com uma produção conforme prevista, abrangendo todos os furos de sondagem realizados na área.

Para cada furo de sondagem foram realizadas duas perfilagens em escalas de profundidades diferentes 1:100 e 1:500, com exceção dos furos 01-VB-82, 02-VB-82, 03-VB-82, 04-VB-82, 05-VB-82, 06-VB-82, 08-VB-82, 10-VB-82, 11-VB-82, 13-VB-82 e 15-VB-82 que não tiveram a perfilagem na escala de profundidade 1:500, isto devido às engrenagens de escalas estarem em reparos.

A produção do perfil raios gama foi ótima, alcançando um total de 9697,60 m. Somente não foram perfilados pequenos intervalos no final da perfuração devido ao revestimento da parte superior do furo e alguma sedimentação no fundo.

A produção do perfil resistência também foi ótima, alcançando um total de 8537,70 m. Somente não foram perfilados os intervalos que continham revestimentos no início da perfuração e sedimentação no final da mesma.

A produção do perfil potencial espontâneo foi razoável, alcançando um total de 4756,80 m. Esta produção deve-se as condições impostas pela perfuração, interferências externas, etc, conforme explicadas na parte anterior.

Todos os dados referentes a produção da perfilagem constam na tabela de produção anexada neste relatório.

OBSERVAÇÕES DA TABELA DE PRODUÇÃO

FURO 01 - VB - 82 - Perda total de fluído (lama) aos 13 metros de profundidade.

FURO 02 - VB - 82 - Não foram corridos os perfis de 237,70 a 196,00 m devido a aterros e desmoronamentos nas paredes do furo, acrescentando perigos da prisão da sonda de perfilagem.

FURO 03 - VB - 82 - Não foi possível correr o perfil SP de 95,00 até a superfície devido a existência de jorro em 120,00 m de profundidade.

FURO 07 - VB - 82 - Revestimento NW trancado (preso) de 64,00 m até a superfície, intervalo com revestimento BW trancado de 168,75 até 202,05 m não foi corrido o perfil elétrico nesses intervalos.

FURO 08 - VB - 82 - Aterros no final da perfuração.

FURO 13 - VB - 82 - Não foram corridos os perfis de 94,00 até 73,00 m, devido as mesmas condições apresentadas pelo Furo 02-VB-82.

FURO 21 - VB - 82 - Revestimento NW trancado (preso) até aos 45,00 m.

FURO 25 - VB - 82 - Perda total de fluído aos 21,20 m.

FURO 26 - VB - 82 - Interferências no perfil SP de 37,00 m até a superfície.

FURO 30 - VB - 82 - Revestimento NW de 6,10 m desceu na perfuração e localizou-se no intervalo de 13,50 a 19,60 m, porém não foi descontado na metragem do perfil elétrico.

FURO 34 - VB - 82 - Não foi corrido o perfil elétrico de 210,30m até a superfície devido a existência de revestimento BW. O mesmo não pode ser retira

do devido ao perîgo de desmoronamentos das paredes do furo.

FUROS FH - 01 - VB - 82, FH - 02 - VB- 82 e FH - 03 - VB- 82
Foram realizados para estudo de hidrogeolo gia, os mesmos estavam revestidos em grande parte, impossibilitando assim a corrida do perfil elétrico.

NOTA: Pode-se observar na tabela de produção que vários furos não tiveram possibilidade de correr o perfil SP, conforme explicado na parte anterior sobre perfil potencial espontâneo - SP.

6.6 CONCLUSÕES

6.6 - CONCLUSÕES

Durante sua realização os trabalhos de perfilagem foram acompanhados por outros órgãos do projeto. Todos os resultados obtidos tiveram aplicação imediata em geologia, sondagem e hidrogeologia.

Todos os dados fornecidos a geologia tiveram seus resultados satisfatórios como discriminados abaixo:

- Falhas na recuperação de testemunhos e confirmação da profundidade.
- Confirmação de materiais oxidados sílticos, carbonatados, regiões erodidas etc.
- Facilidade no estudo de levantamento dos mergulhos das camadas carbonosas e identificação das mesmas.
- Identificação de contatos entre as regioes que constituem a área de pesquisa.
- Agrupamento com o perfil litológico para a formação do perfil composto.

Para o estudo de hidrologia foram transmitidos todos os dados necessários sobre intervalos contendo arenitos, compreendendo a sua espessura, profundidade, granulometria aproximada e possíveis intercalações argilosas.

Tendo em vista a quantidade de trabalho e as dificuldades de acesso e transporte oferecida pode-se ver que a perfilagem teve ótima produção num intervalo de tempo previsto.

6.7 RECOMENDAÇÕES

6.7 - RECOMENDAÇÕES

Baseando-se nos resultados de perfilagem obtidos nesta primeira fase e em experiências em outras regiões carboníferas do mundo e também na quantidade de dados a serem obtidos na próxima fase exploratória, recomenda-se, em adição aos perfis já executados na primeira fase, a execução dos seguintes perfis geofísicos:

- perfil densidade, em vista da baixa densidade do carvão quando comparado com as outras rochas; esta técnica necessitaria ser combinada com o perfil cáliper, pois tal combinação possibilita a determinação da espessura e da estrutura das camadas de carvão.
- perfil sônico, pois a velocidade da rocha dá indicações para identificar precisamente as camadas de carvão, uma vez que elas são péssimos transmissores de energia acústica em termos de velocidade de tempo de trânsito.

Ao recomendar-se o uso de diferentes técnicas de perfilagem deve-se salientar que em bacias carboníferas de ambientes deposicionais rasos, como é o caso da bacia carbonífera Mucanha-Vuzi, uma interpretação litológica e estratigráfica não pode ser feita a partir de poucos perfis, e sim pelo uso conjunto de vários deles. Como já dito, o perfil SP apresentou resultados apenas razoáveis, não tendo acrescentado informações às obtidas pelos outros dois métodos, exceto em estudos hidrogeológicos.

Em resumo, a combinação dos perfis de raios gama, resistência, densidade, cáliper e sônico aumentaria consideravelmente o detalhe geológico do depósito carbonífero de Mucanha-Vuzi, facilitando o árduo trabalho de descrição de um grande volume de perfis de furos da segunda fase, bem como permitindo a obtenção de uma melhor interpretação da configuração estrutural das camadas de carvão.

CAPÍTULO 7

ATIVIDADE 7 - HIDROGEOLOGIA

7.1 INTRODUÇÃO

7.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo refere-se aos trabalhos de Hidrogeologia executados em Moçambique dentro do programa de exploração e avaliação do carvão de Mucanha-Vuzi (atividade 7 do contrato GSECHI-CPRM de 12.01.82).

De acordo com os termos contratuais, a pesquisa hidrogeológica se propunha a analisar, basicamente, as prováveis influências do sistema hidrogeológico local provocadas em eventuais operações mineiras na área. Tendo como limite sul a albufeira da barragem de Cahora Bassa, a análise deverá incluir, naturalmente, a influência que este reservatório d'água possa ter sobre as mesmas.

O estudo hidrogeológico no campo teve a duração de 70 dias, cobrindo o período de 27.08.82 a 04.11.82, e foi conduzido pelo hidrogeólogo Albert Mente que completou 100 dias de permanência em Moçambique. Nos serviços de campo, ajudaram: dois funcionários do GSECHI, os auxiliares de topografia António Bento da Silva e João Victorino Andrigo, além de diversos auxiliares braçais do local.

Os trabalhos de campo englobaram as seguintes tarefas: coleta de dados básicos nos furos de carvão, análise preliminar dos dados obtidos, implantação de uma rede de piezômetros, além da construção de outros poços de observção hidrogeológica a margem da albufeira. Foram coletadas amostras d'água em cerca de 30 furos, de algumas ocorrências de água superficial e de chuva, para análise completa no laboratório.

Os trabalhos de gabinete consistiram na análise definitiva das informações coletadas, a elaboração de diversos mapas e seções hidrogeológicas visando, principalmente, determinar os princípios básicos que condicionam o sistema hidrogeológico da área. Em última análise, estes serviram como fundo para a verificação das influências que futuras obras mineiras possam provocar nas condições hidrogeológicas locais. Fez-se , também, uma avaliação conclusiva sobre a adequabilidade dos

resultados obtidos, postulando-se algumas recomendações para e ventuais estudos hidrogeológicos a nivel de maior detalhamento.

7.2 OBJETIVOS

7.2 *OBJETIVOS*

A preocupação básica original, com relação a possíveis problemas hidrogeológicos no contexto da exploração de carvão, reside no fato de que ao sul da área de estudo situa-se a albufeira de Cahora Bassa. Este corpo de água superficial de grande extensão, representa para a área de estudo um limite hidrogeológico natural de recarga, passível a influenciar as futuras operações mineiras de forma imprevisível.

Além do mais, logo depois da execução dos primeiros furos para a pesquisa de carvão, ficou evidenciado que a área faz parte de um sistema hidrogeológico confinado que se apresenta, ao menos parcialmente, sob condições de artesianismo (ocorrência de poços surgentes). Esta nova circunstância, até então desconhecida, merecia ser estudada com igual atenção, vez que poderia trazer, também, incoveniências imprevisíveis para os trabalhos de lavra no futuro.

Diante deste quadro, e levando em conta que se trata do estudo hidrogeológico inical da área, o primeiro objetivo do trabalho corresponde à determinação do esquema básico do sistema hidrogeológico local. Uma vez conhecido este esquema, o segundo objetivo que surgiu foi de ordem prática, qual seja, a análise das possíveis conseqüências das condições hidrogeológicas locais nas operações de lavra de carvão previstas.

7.3 METODOLOGIA DE TRABALHO

7.3 METODOLOGIA DE TRABALHO

Como metodologia de trabalho, adotou-se uma seqüência de atividades que normalmente fazem parte na rotina de cada estudo hidrogeológico a nível preliminar, mas que foram adaptadas aos objetivos, às peculariidades da área de estudo e às condições particulares de trabalho que se apresentaram.

7.3.1 Coleta de Dados Básicos nos Furos de Carvão

Uma vez concluídos, os furos de prospecção de carvão, foram utilizados para a coleta de dados básicos de hidrogeologia. Assim sendo, o espaçamento entre as observações hidrogeológicas é igual ao da pesquisa de carvaão, ou seja, em geral, de 1.000 metros e, excepcionalmente, de 500 metros.

Todos os furos foram executados no diâmetro de 4,5 polegadas e completados com um revestimento de 3 polegadas na sua parte superior, variando em comprimento de 6 a 45 metros, com média em torno de 10 metros. A parte inferior dos furos ficou sem revestimento em razão das paredes se apresentarem estáveis, por consistirem de rochas consolidadas. A parte do revestimento de proteção acima da superfície varia entre 0,50 e 2,50 metros.

O procedimento normal da coleta de dados básicos nos furos de carvão consiste dos seguintes serviços:

. determinação dos níveis estáticos d'água; parte dos níveis piezométricos acima da superfície do solo foram medidos em piezômetros especialmente construídos (ver item 7.3.3);

. medição das temperaturas de água e ambiental;

. medição da condutividade d'água; utilizou-se um condutivímetro portatil marca HIDROCEAN, indústria brasileira, com variação de medição entre 0 e 20.000 microhms/cm;

. medição de pH d'água; utilizou-se um pH-metro , tipo laboratório de campo, marca METRONIC, indústria francesa, com variação de medição entre 4,5 e 8,8;

. obtenção de amostras d'água para análise química estensiva no laboratório.

Antes de iniciar-se o procedimento acima descrito, os furos foram sujeitos a um processo de limpeza, objetivando a retirada da água utilizada durante a perfuração e para permitir a entrada livre nos furos das águas contidas nos aquíferos captados. Ao mesmo tempo, efetuaram-se medições de controle dos níveis e da qualidade d'água para averiguação das mudanças ocorridas.

7.3.2 Análise Preliminar dos Dados

A análise preliminar dos dados visa o manuseio e avaliação das informações na fase inicial do estudo, de um lado para a formação das primeiras idéias hidrogeológicas da área e, de outro, para orientar a seqüência de serviços que ainda fosse necessários.

Constituiram-se nas seguintes atividades:

. análise lito-estratigráfica dos perfís dos furos;

. análise geológico-estrutural da área;

. análise hidrogeológica da área.

A análise lito-estratigráfica dos perfís dos furos foi efetuada em duas maneiras. De forma direta, graças à amostragem contínua dos furos, com recuperação quase que completa, e a descrição posterior detalhada pelos geólogos do campo, resultando em perfís lito-estatigráficos em diversas escalas (1:500, 1:100 e 1:20). De forma indireta, utilizando-se os resultados da perfilagem geofísica (perfís de raios-gama, potencial espontâneo e eletroresistividade). Na prática, utili -

zou-se a combinação das duas, podendo-se efetuar uma análise dos horizontes litológicos de carvão, arenitos, siltitos,etc, bastante conclusiva para toda a área (Anexos 7.2 e 7.3).

A análise geológica-estrutural da área fundamentou-se na integração dos resultados obtidos pela campanha de geofísica terrestre, o mapeamento geológico, o programa de sondagens e perfilagem geofísica, sendo interpretada pela equipe de geologia. O progresso desta análise, apresentado em forma de mapas e seções geológicas, foi acompanhado a rigor pelo setor de hidrogeologia, vez que representava conhecimento básico, também, para este setor.

A análise hidrogeológica da área representa a interpretação dos dados geológicos-estruturais com a introdução dos conceitos básicos de hidrogeologia, tais como, condutos preferenciais de água (aquíferos), camadas confinantes (aquicludes, aquitardos), condições de pressões piezométricas (individualizadas em camadas únicas ou mistas em multicamadas) , condições de recarga e descarga, hidroquímica, etc. Vale observar que o detalhamento da análise foi proporcional ao estágio (nível) em que o estudo estava sendo executado. No presente estudo, correspondendo ao nível preliminar, a análise hidrogeológica fixou-se no estabelecimento das características básicas do sistema hidrogeológico local.

7.3.3 Construção da Rede de Piezômetros

Na construção da rede de piezômetros procedeu-se de duas maneiras. A maioria dos piezômetros foram construídos utilizando-se furos exploratórios para carvão. Um número menor (04) foi concebido como poços de observação hidrogeológica especiais.

Do total de 44 furos exploratórios de carvão na área, 38 estão localizados dentro do Bloco Bohozi, que abriga o principal depósito de carvão. Dentre estes 38 furos, 17 foram escolhidos para transformação em poços de observação hidrogeológica (piezômetro), objetivando o estudo mais detalhado

dos aquíferos profundos da área. A transformação foi efetuada pela colocação de revestimento de tubos de p.v.c. (plástico), de 2 1/2 polegadas de diâmetro, em profundidades que variam de 36 a 235 metros, com média em torno de 130 metros, a fim de isolar os aquíferos superiores. O total de tuvos colocados foi de 2.257 metros lineares.

Um dos quatro poços de observação hidrogeológica especiais foi construído junto ao poço profundo e surgente VB-10. A sua profundidade é de 50 metros, sendo construído com a finalidade de se obter uma idéia da diferença das pressões hidráulicas do conjunto dos aquíferos profundos e do aquífero freático.

Os outros três poços de observação hidrogeológica especiais foram construídos à margem da albufeira. Têm como objetivo, o estudo do comportamento do gradiente hidráulico de água do subsolo nas camadas geológicas da margem da albufeira de Cahora Bassa, ou seja, o relacionamento entre água subterrânea e o nível d'água da albufeira em condições de limite. Para este efeito, os três poços foram alinhados conforme uma reta perpendicular à albufeira, à distâncias da linha d'água ocorrente no mês de outubro/82, de respectivamente,100, 560 e 960 metros e construídos com respectivas profundidades de 40, 60 e 80 metros. O diâmetro dos furos é de 4 1/2 polegadas, utilizando-se revestimento de proteção de 3 polegadas para a parte superior dos mesmos.

7.3.4 Análises Hidroquímicas de Laboratório

Foram coletadas 53 amostras d'água, com as seguintes procedências:

. água subterrânea profunda	: 29
. água subterrânea rasa	: 03
. água superficial - rio Bohozi	: 01
. água superficial - albufeira	: 01
. água de chuva	: 01

O número maior das amostras em comparação ao das procedências é devido a coleta de várias amostras duplas como medida de segurança ou tomadas em datas diferentes.

Foi solicitada a determinação das seguintes propriedades físico-químicas das águas: condutividade elétrica , resíduo provável, pH, principais anions (Cl, SO_4, HCO_3, CO_3 , f) e cations (Ca, Mg, Na, K), alcalinidade total e dureza total.

7.3.5 Síntese Hidrogeológica

Com base no acervo de dados hidrogeológicos obtidos no campo e determinados em laboratório, efetuou-se uma análise final, tendo como objetivo principal a determinação das características básicas do sistema hidrogeológico local.

Elaboraram-se diversos mapas, seços hidrogeológicas e figuras, visando representar as condições hidrogeológicas da área numa maneira mais clara possível. Salienta-se que o esquema apresentado é um quadro qualitativo preliminar, compatível ao estágio de conhecimento atual da área.

7.3.6 Análise em Relação a Operações Mineiras

Embora ainda muito prematura quanto a prognósticos dos tipos de lavra de carvão a serem empreendidos, parte-se das duas opções momente existentes:

. lavra a céu aberto;
. lavra em mina subterrânea.

As condições de ocorrência dos depósitos de carvão na área permitem indicar que, pelo menos no período inicial de lavra, a mineração será efetuada conforme a primeira opção, ou seja, a céu aberto. Além disto, as mesmas condições indicam que a remoção da cobertura pode envolver operações que atingem profundidades até 80 metros da presente superfície de solo aproximadamente.

Partindo-se desta hipótese de trabalho, analisa-se a seguir as mudanças que poderiam surgir dentro do quadro hidrogeológico local, e suas conseqüências para as operações de mineração, principalmente no que tange às condições de artesianismo existentes e, também, com respeito às águas da albufeira ao sul da área.

7.4 RESULTADOS OBTIDOS

7.4 RESULTADOS OBTIDOS

7.4.1 Apresentação dos Dados Básicos

Os dados básicos obtidos nos furos de carvão são apresentados em duas formas: como sumário em forma de quadro (Anexo 7.1) e visualisados em perfís lito-estratigráficos com acréscimo de informações hidrogeológicas relevantes (Anexos 7.2 e 7.3).

7.4.1.1 Sumário das informações hidrogeológicas dos furos de carvão

No Anexo 7.1, foram reunidas, num quadro, todas as informações coletadas nos furos de carvão. Os diversos números (1 até 11) relacionam as diversas informações específicas anotadas:

. 1 - Camadas de arenito, pacotes de carvão e embasamento.

Registraram-se em ordem estratigráfica as camadas de arenito e pacotes de carvão encontrados no furo, além do fato do embasamento ter sido atingido ou não.

Dividindo a seqüência geológica nas Série Produtiva e Série de Tiloides (inferior), observa-se que dos 38 furos executados no Bloco Bohozi, 14 atingem exclusivamente camadas de arenito da Série Tiloides, 19 da Série Produtiva, enquanto 05 furos captam arenitos pertencentes a ambas as séries.

. 2 - Profundidade final dos furos - metros.

As profundidades finais dos furos variam de 57,20 a 453,00 metros, a grande maioria (75%) situando-se na faixa entre 100 e 300 metros.

. *3 - Cota da boca dos furos - metros.*

As cotas dos furos variam entre 328 e 451 metros, encontrando-se a maioria absoluta (86%) entre 328 e 375 metros e o restante em cotas mais elevadas que a última.

. *4 - Profundidade dos níveis estáticos nos furos comuns.*

Entende-se como furos comuns, os furos exploratórios de carvão que não foram transformados em poços de observação hidrogeológica (piezômetros) . Deve-se observar, porém, que as medições dos níveis estáticos só foram efetuadas após um processo rigoroso de limpeza dos furos, conforme descrito no item 7.3.1.

As profundidades dos níveis estáticos apresentam variação desde + 74,63 metros até valores positivos, nos casos dos furos surgentes. Estes valores foram estimados em alguns poucos a duas dezenas de metros acima do solo. Dos furos não-surgentes, as profundiades dos níveis estáticas situam-se entre 0 e - 25 metros, havendo três casos de profundidades maores (- 64, - 67 e - 74,63 metros, respectivamente) relacionados com locais de topografia salientada. Quanto aos furos surgentes, tem-se apenas uma idéia da altura potencial deste níveis pela observação das vazões de jorro livre dos furos, baseando-se no fato de que maiores vazões correspondem a maiores pressões piezométricas. Deste modo, podem ser esperados níveis piezométricos positivos altos para os furos VB-03 e VB-10, que apresentam vazões de jorro livre de 8 e 22 m^3/hora , respectivamente, valores notáveis em comparação com os da ordem de alguns m^3/hora observados na maioria dos outros furos surgentes.

. *5 - Profundidade dos níveis estáticos nos piezômetros.*

Entende-se como piezômetros aqueles furos de carvão que foram transformados em poços de observação hidrogeológica (ver item 7.3.3).

Julgou-se de especial interesse o condicionamento de um determinado número de furos surgentes para medição dos seus respectivos níveis piezométricos acima do solo, com vistas a elaboração do mapa piezométrico do conjunto dos aquíferos profundos da área. Foram construídos piezômetros com até 12 metros de altura, atendendo as necessidades de todos os furos surgentes, com exceção dos furos de números VB-03 e VB-16, que apresentaram níveis piezométricos mais elevados.

. *6 - Cota dos níveis estáticos dos furos.*

As cotas dos níveis estáticos nos furos variam entre 332,16 e 385,33 metros, situando-se a maioria absoluta (79%) na faixa entre 340 e 370 metros.

. *7 - Condutividade elétrica das águas nos furos.*

Os valores de condutividade elétrica das águas nos furos variam entre 870 e 3.500 microhms/cm , encontrando-se a maioria absoluta (90%) na faixa de 1.000 a 3.000 microhms/cm. Se expressa como soma dos sais totais dissolvidos, 700 a 2.000 p.p.m (ou miligramas/litro). Tratam-se, portanto, de águas que podem ser qualificadas como ligeiramente salgadas.

. *8 - Temperatura das águas nos furos versus temperatura de ambiente.*

Medições da temperatura das águas nos furos procuraram detetar temperaturas anômalas com relação à

temperatura média anual do ambiente. Tomando como média anual para o período de medições a temperatura ambiental de 30°C, destacam-se os furos de números 03, 12, 16 e 36, com temperaturas mais altas de, respectivamente, 11, 7, 8 e 8,5 graus Celsius. Conhecendo as profundidades dos aquíferos que davam origem às temperaturas anômalas altas das águas, pode-se obter o gradiente geotérmico deuma área. Em nosso caso, o gradiente geotérmico é de 1 °C para cada 25 metros de profundidade, correspondendo, portanto, a um valor pouco maior do que o de 1 °C/33 metros, geralmente adotado como médio. É possível que a atividade tectônica e magnética da área tenha contribuído para este fenômeno.

. 9 - pH das águas nos furos.

Os valores de pH da águas nos furos variam de 7,1 a 7,9, com a grande maioria (74%) situando-se na faixa de 7,3 a 7,6. São, portanto, águas com ligeira tendência alcalina.

. 10 - Amostras d'água para análise química no laboratório.

Indicam-se os furos nos quais amostras d'água foram tomadas para análise química no laboratório . Diversos furos foram amostrados duas vezes como medida de segurança ou em datas diferentes para efeito de comparação, com respeito a mudanças químicas com o tempo. No local do furo VB-10, foi tomada uma amostra da parte superior e outra da parte inferior das camadas aquíferas.

. 11 - Profundidade dos canos p.v.c. nos piezômetros.

Indicam-se as profundiades dos tubos de p.v.c.

colocados nos furos de carvão para a sua transfor mação em piezômetros.

7.4.1.2 Perfis lito-estratigráficos e informações hidrogeológicas dos furos de carvão.

Nos Anexos 7.2 e 7.3, apresentam-se o conjunto dos perfís lito-estratigráficos dos furos de carvão acrescentados com informações hidrogeológicas, tais como, o posicionamento das diversas camadas de arenito (aquíferos) e pacotes de carvão, as profundiades do início da surgência e perdas de água durante a perfuração, a identificação dos furos surgentes e dados técnicos de revestimento no caso dos furos transformados em piezômetros. Trata-se, portanto, também, de um sumário de dados básicos junto com as informações hidrogeológicas mais relevantes dos furos de carvão, porém de forma visualisada para facilitar o seu estudo.

7.4.2 Apresentação dos Dados Elaborados

A análise dos dados básicos obtidos dos furos e piezômetros, combinados com os de outras fontes, geraram informações específicas que foram apresentadas em forma de mapas hidrogeológicos e hidroquímicos e em seções hidrogeológicas.

7.4.2.1 Mapas hidrogeológicos e hidroquímicos

Foram elaborados 4 mapas específicos que serão discutidos a seguir:

. *Mapa 1 (Anexo 7.4) - Mapa de superfície piezométrica e linha de fluxo do conjunto de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - out/nov, 82.*

As pressões piezométricas nos furos representam a resultante das pressões encontradas nos diversos

aquíferos captados. Em princípio, distingue-se dois grupos de aquíferos: um dentro da seqüência não-carbonosa (Série de Tiloides) e outro fazendo parte da seqüência carbonosa (Série Produtiva). Dos 38 furos existentes no Bloco Bohozi, 14 atingem exclusivamente os aquíferos da Série de Tiloides, 19 exclusivamente os da Série Produtiva e 5 aquíferos de ambas as séries. Sendo assim, o presente mapa de curvas isopiezométricas não retrata as pressões hidráulicas de um determinado aquífero, mas sim é representativo para o conjunto de aquíferos profundos presentes no Bloco Bohozi. Mesmo assim, as curvas isopiezométricas e linhas de fluxo, válidas para outubro e novembro de 1982, apresentam-se de forma coerente, indicando a área norte como a área de recarga e com escoamento generalizado do fluxo dirigido para o sul, de acordo com o condicionamento estrutural dos aquíferos dentro da depressão geológica dos quais fazem parte. Pode-se observar, também, que certas falhas, com direção geral norte-sul, apresentam-se concordantes com as linhas de fluxo sugerindo que possam atuar como bons condutores de água subterrânea. Outras falhas,com sentido geral leste-oeste, funcionam com grande probalidade como barreiras ao escoamento de água de subsolo, pelo seu posicionamento perpendicular às linhas de fluxo.

. *Mapa 2 (Anexo 7.5) - Mapa de condutividade elétrica das águas subterrâneas do conjunto de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - out/nov, 82.*

Da mesma forma que o Mapa 1 não é representativo para um aquífero em particular, e sim, para o conjunto de aquíferos profundos presentes no Bloco Bohozi, o Mapa 2 deve ser considerado nos mesmos termos. Apesar desta inconveniência, o quadro que

se apresenta é, também, bastante coerente. Sabendo que valores crescentes de condutividade elétrica correspondem a aumentos de salinidade nas águas e que este acréscimo ocorre, normalmente, no sentido geral dos fluxos subterrâneos, consegue-se indicar a direção geral destes fluxos no Mapa 2. Assim, observa-se que os fluxos são, também, dirigidos para o sul, em notável concordância com a direção geral dos fluxos indicada pelo Mapa 1. Vale salientar, ainda, que a área oriental (onde encontram-se os furos 20, 42, 43, 25, 41, 44) se contrapõe a esta regra. A explicação deste fato é relacionada, provavelmente, à circunstância de que os aquíferos captados pelos furos referidos pertencem, sem exceçao, à parte superior da seqüência geológica (Série Produtiva) e que estes aquíferos estão localizados dentro da sua área de recarga, não havendo ainda tempo suficiente para que ocorresse um acréscimo de sais minerais nas águas em direção dos fluxos.

. *Mapa 3 (Anexo 7.6) - Mapa de pH das águas subterrâneas do conjunto de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - out/nov, 82.*

Como nos caso dos Mapas 1 e 2, o Mapa 3 somente é válido para o conjunto de aquíferos profundos presentes no Bloco Bohozi e para o período indicado (out/nov, 82). Geralmente, os valores de pH aumentam no sentido em que os fluxos subterrâneos se dirigem. Baseado neste princípio, podem ser indicadas as direções gerais destes fluxos no Mapa 3, observando-se que o quadro que se apresenta corresponde bastante bem com o dos Mapas 1 e 2.

. *Mapa 4 (Anexo 7.7) - Mapa de zoneamento de artesianismo, com indicação das profundidades de início do confinamento surgente do conjunto de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - out/nov, 82.*

Neste mapa indicam-se, para o Bloco Bohozi, as áreas dos furos surgentes e não-surgentes. É uma indicação aproximativa de acordo com o espaçamento entre os furos e válida para o período de outubro e novembro de 1982. Além da zona norte que corresponde à área de recarga, observa-se uma área central ocupada pelos furos 23, 35, 18, 01,33, 34, 17, 09 e 04, onde não ocorre artesianismo (surgência). O resto da região do Bloco Bohozi deve ser considerado com potencial de artesianismo, mesmo na área oriental onde se situam os furos 42 , 43, 25, 41 e 44, e que foram indicados como não-surgentes. Os últimos não jorraram devido ao fato que foram programados exclusivamente para pesquisa dos pacotes de carvão principais da Série Produtiva, sem terem progredido, portanto, nos aquíferos mais profundos da Série de Tiloides, onde devem existir condições de maior pressão confinada e, provavelmente, até de artesianismo. No Mapa 4 apresentam-se, também, uma série de curvas indicando as profundidades em que iniciou-se o confinamento surgente. Trata-se de uma indicação aproximativa baseada nas informações indiretas obtidas junto às equipes de sondagem. Em mais de uma ocasião, foram registrados dois níveis de surgência, demonstrando a presença de camadas múltiplas de pressões diferentes. Normalmente, as pressões aumentam com a profundiade, de acordo com o condicionamento estrutural dos aquíferos situados em depressão do tipo graben, com mergulhos dirigidos para o sul e tendo como zona de recarga a área situada no limite norte. Em alguns casos, a presença de dois níveis de surgência pode ser atribuída à ocorrência de falhas dando origem à pressões artesianas quando foram atingidas pelas perfurações.

. *Mapa 5 - Mapa hidroquímico dos conjuntos de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - out/nov, 82.*

Dentre os diversos métodos de tratamento gráfico de análises químicas, destaca-se o de PIPER (1953), como instrumento eficaz para a segregação dos resultados das análises, visando o estudo crítico das relações hidroquímicas de uma área. Utilizando o diagrama triangular de PIPER, fora plotados todos os resultados das análises químicas disponíveis (ver Mapa 5 - figura de encarte).

Pelo método podem ser distinguidos diversos tipos de qualidade de água:

I - Bicabornatadas cálcicas e/ou magnesianas;
II - Sulfatadas e/ou cloretadas cálcicas e/ou magnesianas;
III - Cloretadas e/ou sulfatadas sódicas;
IV - Bicarbonatadas sódicas;

de acordo com sua localização em certas subáreas no losango central.

Observa-se que as águas da área de estudo se situam nas subáreas III e IV, classificando-se, portanto, como Cloretadas e/ou Sulfatadas sódicas e Bicarbonatadas sódicas, respectivamente. Quanto às últimas, nota-se, ainda, uma diferenciação em subtipos IVA e IVB. O subtipo IVB, em comparação com o subtipo IVA, se situa, porcentualmente,mais perto dos seus respectivos vértices (bicarbonatado e sódico) de denominação deste tipo de água.

Plotando no mapa da área, os diversos tipos de qualidade d'água, segundo seus locais (poços) de origem, conseguiu-se obter uma delimitação hidroquímica do conjunto de aquíferos profundos no Bloco Bohozi - válida para outubro e novembro de 1982 (Mapa 5).

Nota-se, neste mapa, diversas zonas onde predominam determinados tipos de água, refletindo, em linhas gerais, as mesmas condições aquíferas naquelas zonas. Assim, encontra-se,ao Noroeste da área, uma zona com tipo de água III, provindo dos aquíferos mais profundos (5,6, 7, 8) da Série de Tiloides. Na parte central, predominam dois tipos de água: o tipo IVA, ocupando o espaço mais ao Norte, é geralmente relacionado aos aquíferos menos profundos (3, 4, 5) da Série de Tiloides, e o tipo III, situado mais ao Sul, que é ligado aos aquíferos mais profundos (A, B, C) da Série Produtiva. Na parte extremo Sul da área, predomina o tipo IVB, que provem do conjunto completo dos aquíferos da Série Produtiva (, , , A, B, C).

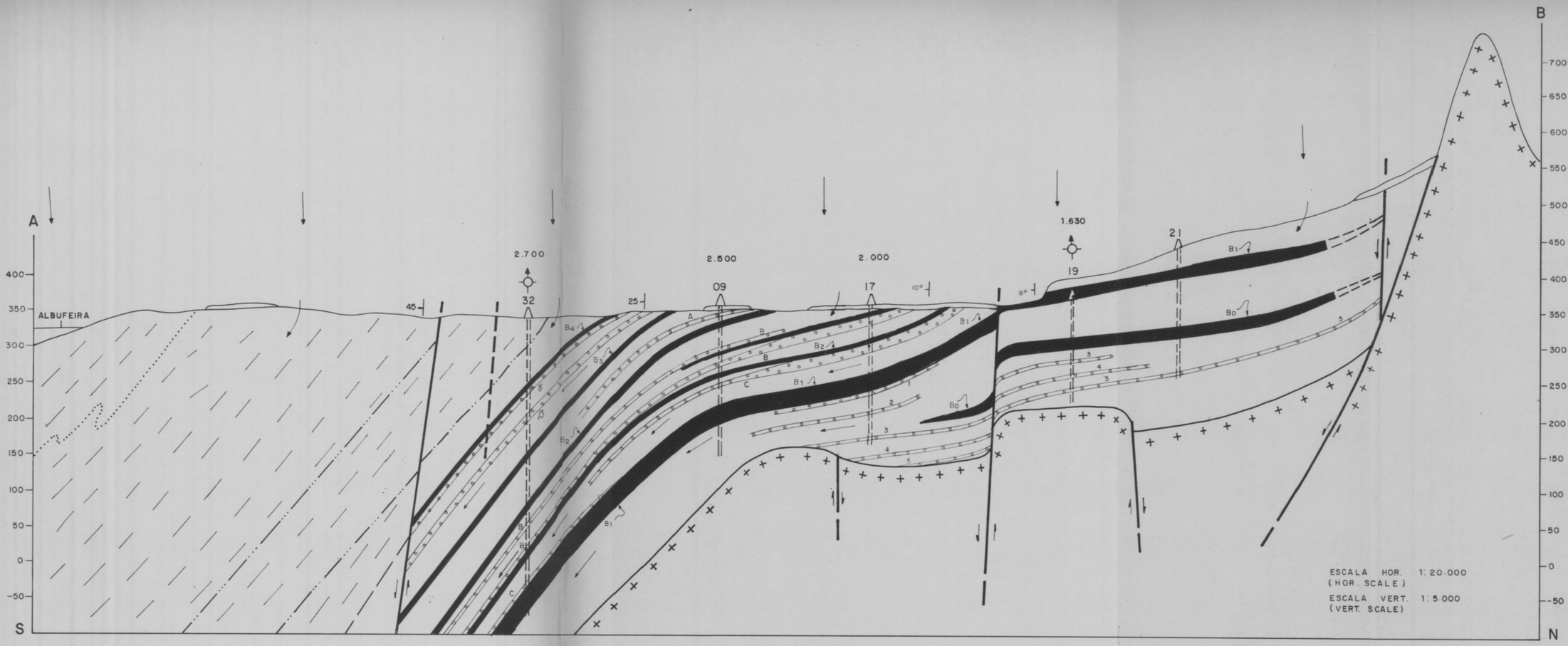
Com base neste quadro, parece que as águas da área são originalmente do tipo IV - Bicarbonatadas sódicas - sendo o subtipo IVB, com valores porcentuais mais altos, provavelmente, o mais evoluido em tempo e espaço. A partir do tipo IV, formou-se o tipo de água Cloretada e/ou Sulfatada sódica , podendo as camadas de carvão ter contribuído a esta transformação.

7.4.2.2 Seções hidrogeológicas esquemáticas

Foram elaboradas seis seções hidrogeológicas esquemáticas: cinco na área do Bloco Bohozi e uma à margem da alfubeira de Cahora Bassa, que serão abordadas a seguir.

. *Seções hidrogeológicas esquemáticas na área do Bloco Bohozi (Figuras 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 e 7.5).*

Observa-se o sistema de camadas aquíferas múltiplas (arenitos), separadas por camadas ou pacotes confinantes (siltitos e carvão), podendo-se dis



Siltito e/ou arenito siltoso (Siltstone and/or silty sandstone)

γ, β, A, B, C, 1, 2, 3, 4, 5 Camadas de arenito identificadas - aquíferos (γ, β, A, B, C, 1, 2, 3, 4, 5 Classified sandstone layers - aquifers)

B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 Pacotes de carvão principais (B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 Principle coal complexes)

Camadas de carvão (Coal seams)

Embasamento cristalino (Crystalline basement complex)

Mergulhos de camadas (Dip of strata)

45° Mergulho de 40 graus (40 degree dip)

Falha (Fault)

23 Furo normal e respectivo número (Normal well with respective number)

24 Furo jorrante e respectivo número (Flowing well with respective number)

Precipitação (Precipitation)

Fluxo subterrâneo (Ground water flow)

1.630 Condutividade elétrica d'agua do furo micromhos/cm (Electric conductivity of well water micromhos/cm)

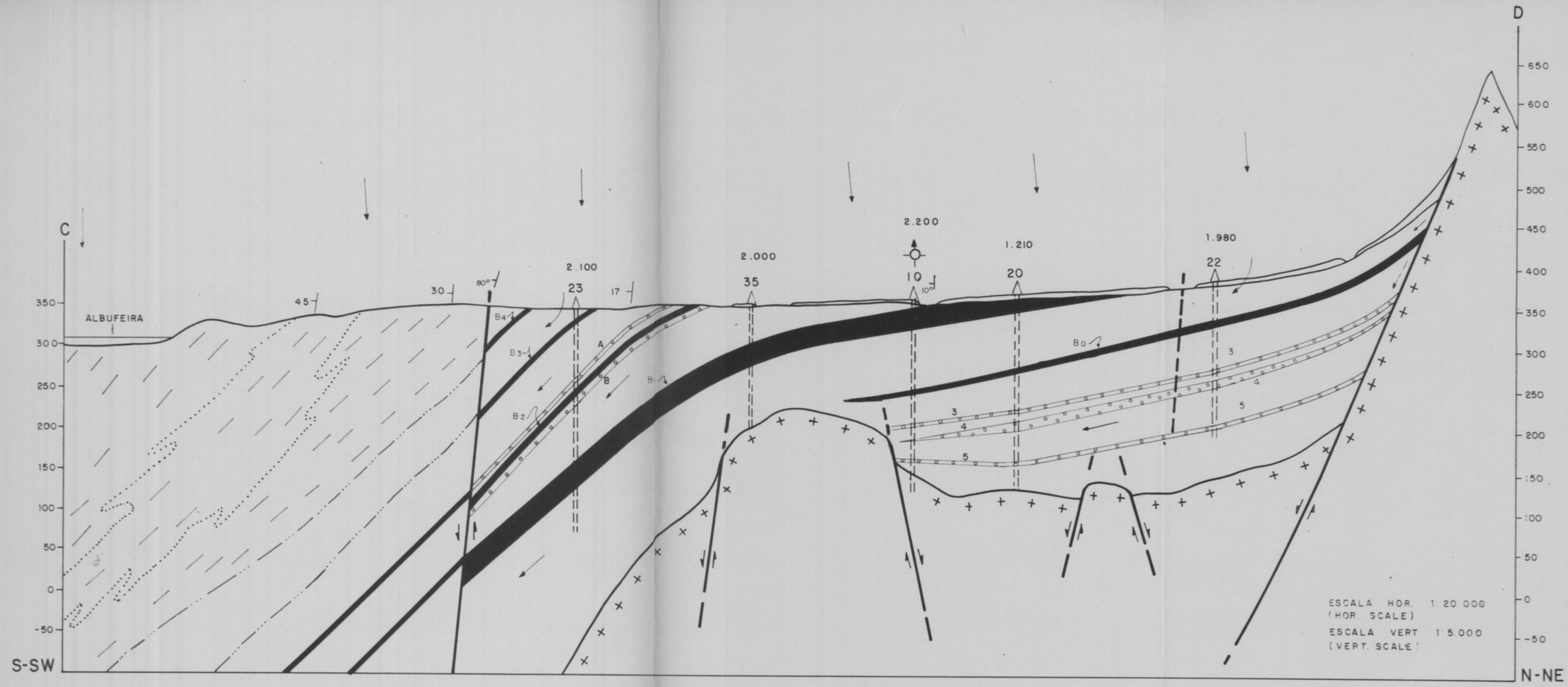
Fratura (Fracture)

FIG. 7.1

SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA ESQUEMATIZADA NORTE-SUL AO LONGO DOS FUROS 21, 19, 17, 09 E 32 BLOCO BOHOZI

(NORTH-SOUTH ORIENTATED HYDROGEOLOGICAL SCHEMATIC SECTION ALONG WELLS 21 19 17, 09 AND 32 - BOHOZI BLOCK)

CPRM



	Siltito e/ou arenito siltoso	(Siltstone and/or silty sandstone)	20 — Furo normal e respectivo número — (Normal well with respective number)
	A, B, 3, 4, 5 - Camadas de arenito identificados - aquíferos	(A, B, 3, 4, 5 - Classified sandstone layers - aquifers)	10 — Furo jorrante e respectivo número — (Flowing well with respective number)
	B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 - Pacotes de carvão principais	(B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 - Principle coal complexes)	Precipitação — (Precipitation)
+ + +	Embasamento cristalino	(Crystalline basement complex)	Fluxo subterrâneo — (Ground water flow)
	Mergulhos de camadas	(Dip of strata)	2.100 — Condutividade elétrica d'agua do furo - micromhos/cm — (Electric conductivity of well water - micromhos/cm)
80°	Mergulho de 80 graus	(80 degree dip)	Fratura — (Facture)
	Falha	(Fault)	

FIG. 7.2

SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA ESQUEMATIZADA NORDESTE-SUDOESTE AO LONGO DOS FUROS 22, 20,10,35 E 23- BLOCO BOHOZI

(NORTHEAST-SOUTHWEST ORIENTATED HYDROGEOLOGICAL SCHEMATIC SECTION ALONG WELLS 22,20,10,35 AND 23-BOHOZI BLOCK)

CPRM

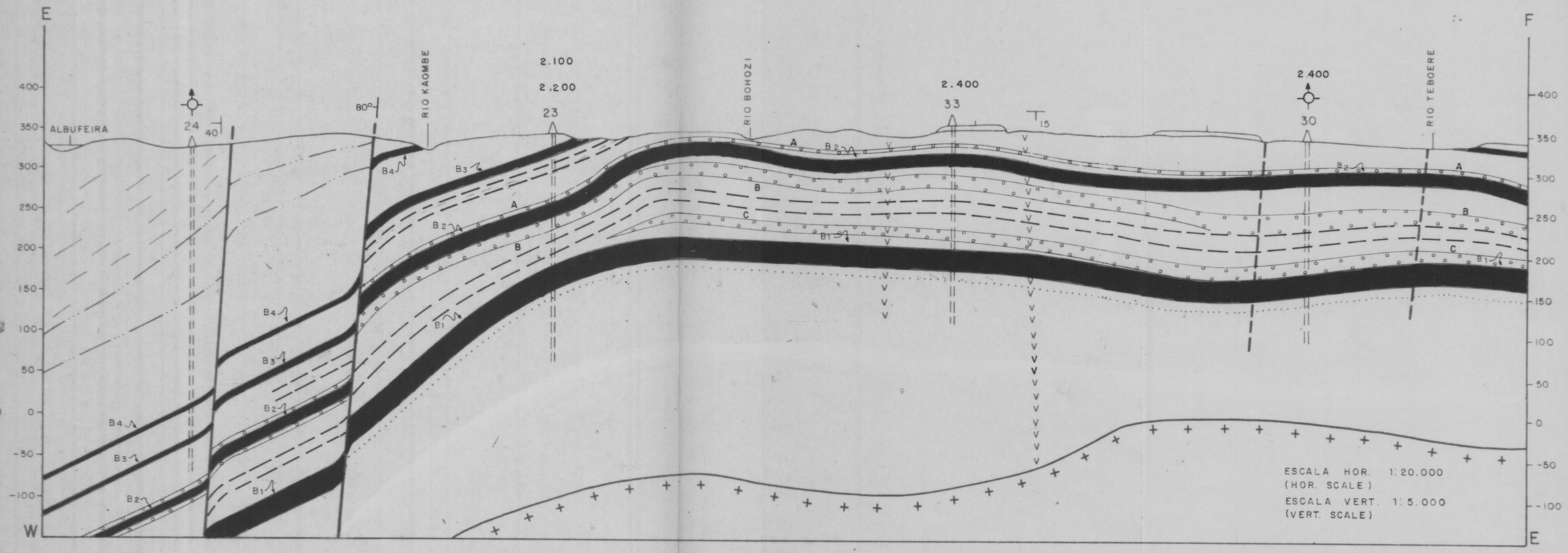


FIG. 7.3

SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA ESQUEMATIZADA LESTE OESTE AO LONGO DOS FUROS 30, 33, 23 E 24 BLOCO BOHOZI

(EAST – WEST ORIENTATED HYDROGEOLOGICAL SCHEMATIC SECTION ALONG WELLS 30, 33, 23 AND 24 – BOHOZI BLOCK)

	Siltito e/ou arenito siltoso	(Siltstone and/or silty sandstone)	
	A, B, C – Camadas de arenito identificadas – aquíferos	(A, B, C – Classified sandstone layers – aquifers)	
	B_1, B_2, B_3, B_4 – Pacotes de carvão principais	(B_1, B_2, B_3, B_4 Principle coal complexes)	
	Camadas de carvão	(Coal seams)	
+ + +	Embasamento cristalino	(Crystalline basement complex)	
	Fratura	(Fracture)	
>>>>>	Diques doleríticos	(Doleritic diks)	
.....	Contato	(Contact)	
	Mergulhos de camadas	(Dip of strata)	
40°	Mergulho de 40 graus	(40 degree dip)	
	Falha	(Fault)	
23	Furo normal e respectivo número	(Normal well with respective number)	
24	Furo jorrante e respectivo número	(Flowing well with respective number)	
2.400	Condutividade elétrica dagua do furo – micromhos/cm	(Electric conductivity of well water – micromhos/cm)	

CPRM

	Siltito e/ou arenito siltoso	(Siltstone and/or silty sandstone)
	∝, A, B, C, 1, 2, 3, 4, 5 Camadas de arenito identificados - aquíferos	(∝, A, B, C, 1, 2, 3, 4, 5 Classified sandstone layers - aquifers)
	B1 B2, B3, B4 - Pacotes de carvão	(B1, B2, B3, B4 - Principle coal complexes)
+ + +	Embasamento cristalino	(Crystalline basement complex)
	Mergulhos de camadas	(Dip of strata)
45°	Mergulho de 45 graus	(45 degree dip)
	Falha	(Fault)

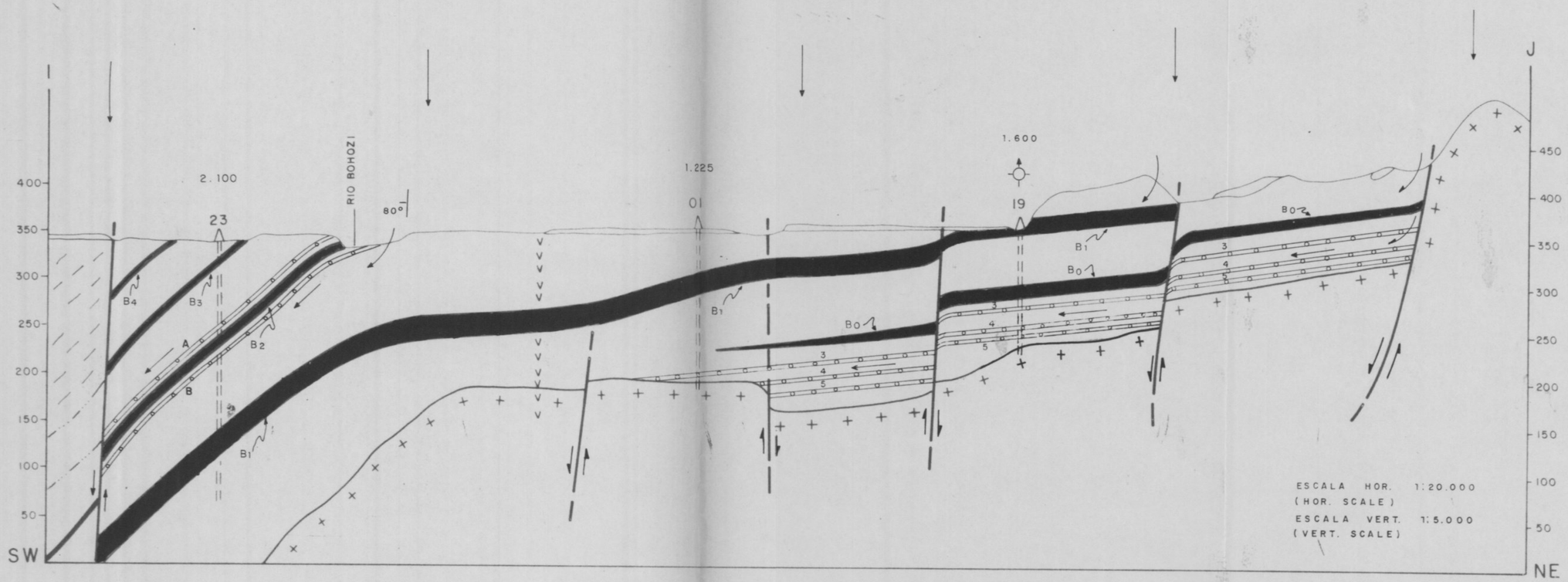
01	Furo normal e respectivo número	(Normal well with respective number)
11	Furo jorrante e respectivo número	(Flowing well with respective number)
2.000	Condutividade elétrica d'água do furo - micromhos/cm	(Electric conductivity of well water - micromhos/cm)
	Fratura	(Fracture)

FIG. 7.4

SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA ESQUEMATIZADA LESTE-OESTE AO LONGO DOS FUROS 28, 04, 17, 01 35, 11, 12, 36 E 37 - BLOCO BOHOZI

(EAST - WEST ORIENTATED HYDROGEOLOGICAL SCHEMATIC SECTION ALONG WELLS 28, 04, 17, 01, 35, 11, 12, 36 AND 37 - BOHOZI BLOCK)

CPRM



ESCALA HOR. 1:20.000
(HOR. SCALE)
ESCALA VERT. 1:5.000
(VERT. SCALE)

	Siltito e/ou arenito siltoso	(Siltstone and/or silty sandstone)	01	Furo normal e respectivo número	(Normal well with respective number)
	C, B, 3, 4, 5 – Camadas de arenito identificados - aquíferos	(C, B, 3, 4, 5 – Classified sandstone layers - aquifers)	19	Furo jorrante e respectivo numero	(Flowing well with respective number)
	Bo, B1, B2, B3, B4 – Pacotes de carvão principais	(Bo, B1, B2, B3, B4 – Principle coal complexes)		Precipitação	(Precipitation)
+ + +	Embasamento cristalino	(Crystalline basement complex)		Fluxo subterrâneo	(Ground water flow)
	Mergulhos de camadas	(Dip of strata)	1.630	Condutividade elétrica d'água do furo – micromhos/cm	(Electric conductivity of well water — micromhos/cm)
80°	Mergulho de 80 graus	(80 degree dip)			
	Falha	(Fault)			
	Fratura	(Fracture)			

FIG. 7.5

SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA ESQUEMATIZADA NORDESTE-SUDOESTE AO LONGO DOS FUROS 19, 01 E 23 – BLOCO BOHOZI

(NORTHEAST – SOUTHWEST ORIENTATED HYDROGEOLOGICAL SCHEMATIC SECTION ALONG, WELLS 19, 01 AND 23 – BOHOZI BLOCK)

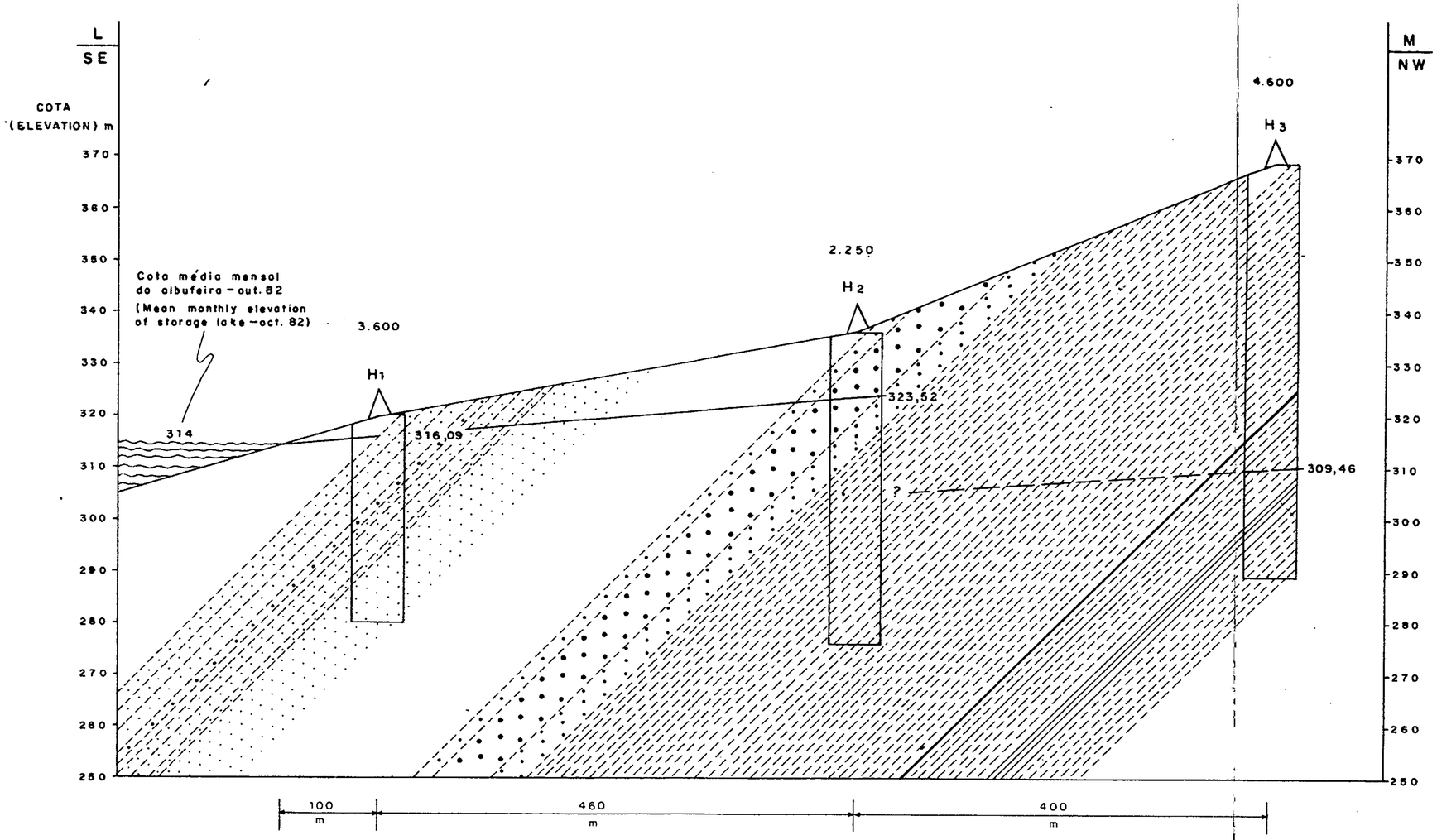
CPRM

tinguir dois subsistemas de aquíferos: um pertencente à seqüência de tiloides (arenitos 1, 2, 3 , 4 ...) e outro formando parte da seqüência produtiva (arenitos , , , A, B, C). Os pacotes principais de carvão são indicados como B0, B1, B2 , B3 e B4 e as camadas como B1S1, B1S2, etc. Símbolos de poços surgentes, valores de condutividade elétrica de água, a indicação esquematizada da precipitação e do percurso dos fluxos subterrâneos (nas seções com orientação norte-sul) completam o quadro hidrogeológico das seções apresentadas.

. *Seção hidrogeológica esquemática à margem da albufeira de Cahora Bassa.(Figura 7.6).*

Dos três furos de observação hidrogeológica (H1 , H2 e H3), executados conforme as especificações indicadas e situados ao longo de uma linha perpendicular ao espelho d'água da albufeira, no mês de outubro/82 (cota média mensal sendo de 314 metros), o mais próximo à albufeira (H1) é situado numa seqüência litológica predominantemente arenosa, o mais afastado (H3) numa seqüência de siltito e o intermediário (H2) tem a terça parte superior em arenito e o restante inferior em siltito. Todas as seqüências pertencem a K3 (parte superior) do Karroo, havendo mergulhos fortes (45°) em direção sul. Da margem da albufeira, em direção norte, a topografia do terreno sobe, no início (de H1 para H2) suavemente, com declive de 4%, e depois (de H2 para H3) mais acentuado, com declive de 14%, em direção ao norte.

Os níveis estáticos encontrados indicam que os dois furos H1 e H2, com cotas de, respectivamente, 316,09 e 323,52 metros, encontram-se aparentemente em perfeito equilíbrio hidráulico com o nível d'água da albufeira, cuja cota é de 314 metros. O



Siltito carbonoso
(Carbonaceous siltstone)

Arenito grosso
(Coarse grained sandstone)

Arenito médio
(Medium grained sandstone)

Arenito fino
(Fine grained sandstone)

Siltito
(Siltstone)

Camadas de argila ou argilosas
(Clay layers)

Furo normal e respetivo número
(Normal well with respective number)

4.600
H2
Valor da condutividade elétrica da água do poço em micro-omhs/cm – out, 82
(Electric conductivity value of well water in micro-omhs/cm – oct, 82)

309,46
Cota do nível da água – out, 82
(Elevation of water level – oct, 82)

FIG.7-6 – SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA ESQUEMATIZADA NORTE-SUL PERPENDICULAR À ALBUFEIRA AO LONGO DOS FUROS H1, H2 E H3

(HYDROGEOLOGICAL SCHEMATIC SECTION PERPENDICULAR TO THE STORAGE LAKE ALONG WELLS H1, H2 AND H3)

ESCALA HOR. 1:5.000
(HOR. SCALE)
ESCALA VERT. 1:1.000
(VERT. SCALE)

nível estático do furo H3, porém, indica um valor supreendentemente baixo, correspondendo a cota de 309,46 metros, onde era de se esperar um valor mais elevado do que o do H2, tendo em vista a posição topográfica mais alta do furo H3 e sendo a sua seqüência litológica composta de granulometria fina (siltito). A explicação mais coerente que foi encontrada parte da hipótese de que foram regis - trados dois sistemas diferentes de pressão hidráu lica: um ligado à seqüência arenosa e em equilí - brio com o nível d'água da albufeira, e outro pertencente à seqüência de siltito cujo comportamento aparentemente independe do nível d'água da albufeira ou, pelo menos, é influenciado de forma menos direta. Se confirmada esta hipótese, teria repercussão prática bastante favorável em relação às futuras obras de mineração nas proximidades da albufeira.

7.4.3 Os Princípios do Sistema Hidrogeológico Local

Da análise dos dados elaborados (mapas e seções hidrogeológicas), pode-se estabelecer o seguinte esquema hidrogeológico local com referência à área do Bloco Bohozi (Figura 7.7):

. a - A seqüência geológica da área é constituída de diversas camadas de arenitos, variando de fino a muito grosso, situados intercalados entre camadas de granulação mais fina, tais como siltitos e carvão. As primeiras formam aquíferos nos quais o fluxo subterrâneo é feito com relativa facilidade principalmente em sentido horizontal, enquanto as últimas comportam-se como confinantes, impedindo ou dificultando a passagem do fluxo em todos os sentidos, horizontal ou vertical.

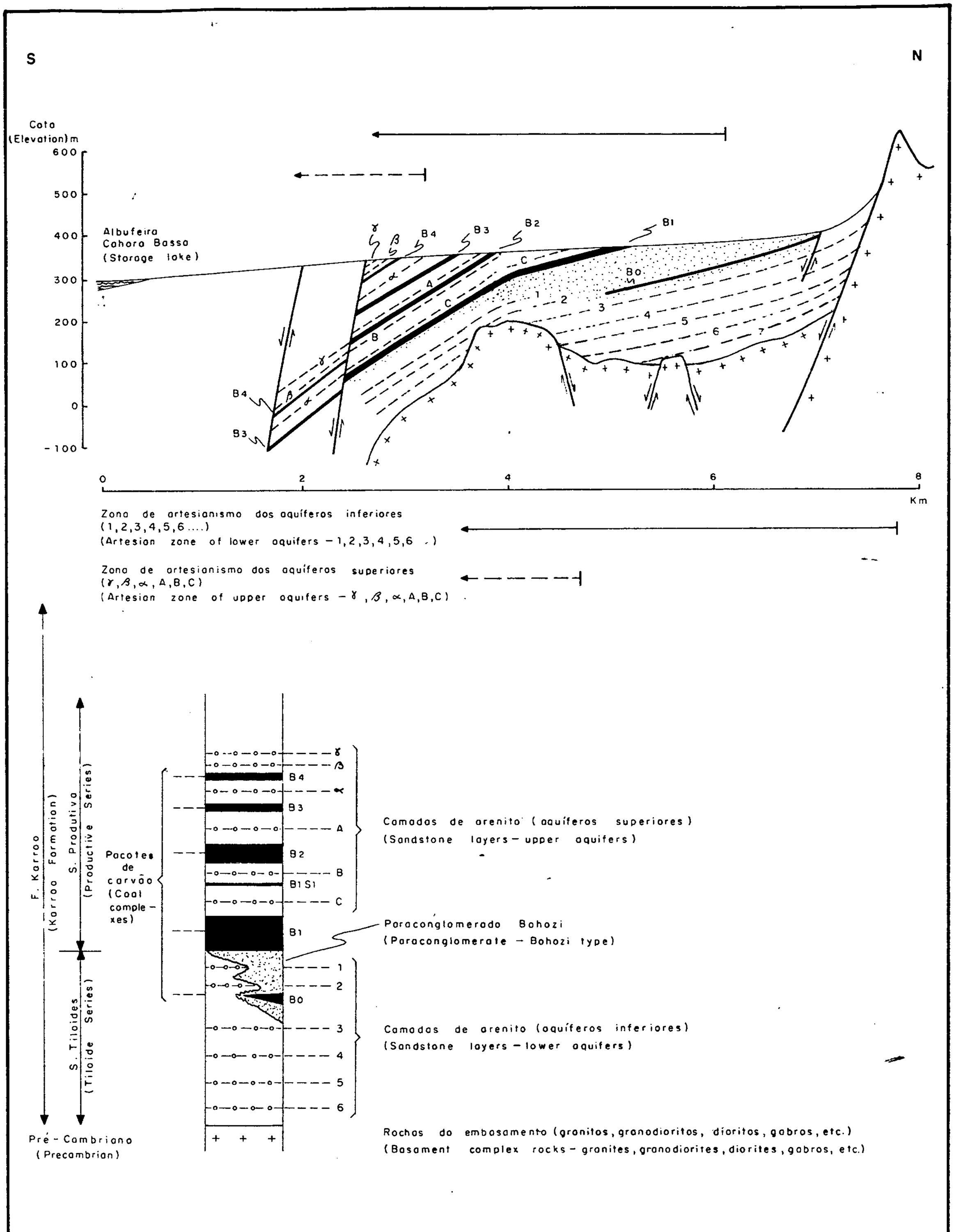


FIG. 7.7 ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO LOCAL – BLOCO BOHOZI
(LOCAL HYDROGEOLOGICAL SCHEME – BOHOZI BLOCK)

. b - As diversas camadas preenchem uma depressão tectônica do embasamento, de tal forma que a zona de contato com o solo antigo ao norte corresponde a um relevo topográfico acentuado, ao mesmo tempo que as camadas apresentam-se com mergulhos suaves dirigidos para o sul. Esta disposição estrutural da depressão do tipo graben torna possível a formação de uma série de aquíferos confinados, uns sobrepondo-se aos outros e mergulhando em direção ao centro da depressão. A área de recarga, e parte da área de circulação dos aquíferos, situam-se dentro da região estudada. Quanto à sua área de descarga, supõe-se que seja situada cerca do eixo da depressão ao sul e, portanto, fora da região de estudo.

. c - A série de aquíferos pode ser subdivida em dois grupos. Um grupo,formado pelos aquíferos denominados 1, 2, 3, 4 ..., é situado na parte predominantemente não-carbonosa da seqüência geológica (correspondendo aos depósitos de tilóides do Brito de Carvalho) e o outro, formado pelos aquíferos chamados , , , A, B e C, é encontrado na parte carbonosa (Série Produtiva). Observa-se que a denominação dos diversos aquíferos foi feita de forma completamente arbitrária.

. d - De acordo com a sua situação geográfica,distinguem-se as seguintes três subáreas, cada uma com um comportamento hidrogeológico pouco diferente das outras (ver Anexo 7.7):

Bohozi Ocidental (compreendida pelos furos 10,11, 12, 24, 03, 36, 14, 37, 15 e 16). Área com artesianismo extenso, devido aos aquíferos inferiores da Série de Tilóides na parte norte e devido aos aquíferos superiores da Série Produtiva na parte

sul.

Bohozi Central (compreendida pelos furos 26, 21, 05, 19, 08, 27, 35, 18, 01, 17, 04, 28, 23, 33 , 09, 30, 29, 34, 32 e 31). Área com artesianismo mais restrito. No setor norte, o artesianismo provem dos aquíferos inferiores da Série de Tilóides em combinação com a presença de falhas profundas ocorrendo em sentido ESE-WNW, que funcionam como barreiras subterrâneas. No setor sul, o artesianismo é devido aos aquíferos superiores situados na parte produtiva da seqüência geológica (Série Produtiva), que se apresenta com mergulhos fortes em direção sul.

Bohozi Oriental (compreendida pelos furos 42, 43, 25, 41 e 44). Área caracterizada por ausência de artesianismo nos aquíferos superiores (Série Produtiva) e no topo da Série de Tilóides. O comportamento hidrogeológico,em profundidades maiores, é, até o momento, desconhecido, vez que nenhum dos furos executados atingiu as camadas inferiores da seqüência geológica. Supõe-se que este comportamento é algo similar ao da Bohozi Ocidental,portanto com artesianismo extenso nos aquíferos mais profundos da Série de Tilóides.

. e - Toda a área do Bohozi é recortada por falhas com orientação geral norte-sul (ora de direção NNE-SSW, ora NNW-SSE) e outras de sentido NW-SE. Situadas dentro da configuração piezométrica e fluxos subterrâneos do conjunto de aquíferos da área, é provável que as primeiras mencionadas falhas se comportem como bons condutores hídricos subterrêneos e as últimas como barreiras ao escoamento de água do subsolo.

. f - As condições hidrogeológicas à margem da

albufeira de Cahora Bassa indicam a presença de um gradiente hidráulico coerente e em conexão com o nível d'água do reservatório, nas camadas de arenito adjacentes. Nas camadas de siltito mais afastadas da albufeira e dentro do contexto estrututal local com mergulhos fortes em direção sul, o nível estático apresenta-se em condição de subpressão comparativamente às camadas de arenito anteriores, a pesar da posição topográfica mais elevada do ponto e a litologia mais fina das camadas presentes. Levam-se a crer, que o último nível pertence a um sistema de pressão hidráulica diferente daquele situado à margem da albufeira e, aparentemente, pouco influenciado pelo nível d'água da albufeira.

7.4.4 Operações Mineiras e Prováveis Interferências hidrogeológicas na área.

Mesmo que o atual estágio de conhecimento ainda não permita a determinação dos locais definitivos da mineração de carvão, é vantajoso se ter uma noção de como as operações mineiras seriam afetadas pelas condições hídricas da área, principalmente as subterrâneas. Este conhecimento é de fundamental interesse na formulação da concepção básica do futuro projeto mineiro.

A análise que se segue fundamenta-se nas premissas seguintes:

. 1 - as opções de operações mineiras aparentemente aplicáveis às condições de jazida de carvão do Bloco Bohozi;

. 2 - o esquema hidrogeológico local da área do Bloco Bohozi.

Enquanto que este último reflete as condições hidrogeológicas atuais em estado de equilíbrio, as primeiras re-

presentam os fatores de que poderão interferir neste estado , provocando certas modificações nas condições originais. A determinação da natureza e ordem de grandeza destas modificações é meta da presente análise. Vale frizar, que a análise é de caráter qualitativo, compatível com os dados de que se dispõem nesta fase de trabalho.

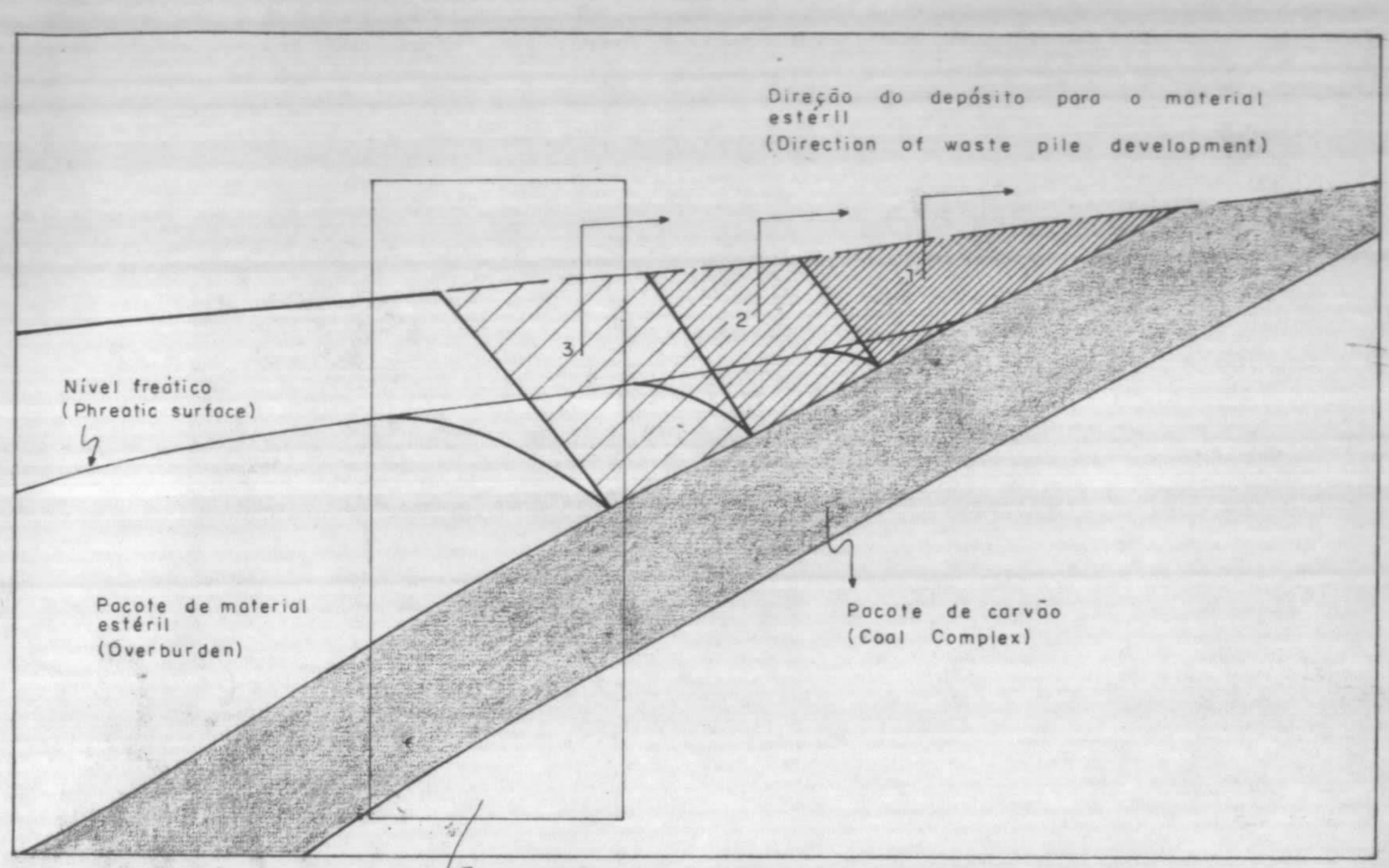
A jazida de carvão do Bloco Bohozi é, basicamente, constituída por cinco pacotes de carvão principais (B0, B1 , B2, B3 e B4) de qualidade variável, cuja espessura varia de alguns metros a duas ou três dezenas de metros e tendo mergulhos dirigidos para o sul. Nos primeiros três a quatro quilômetros de comprimento da jazida, contados a partir do seu contato com o embasamento ao norte, os mergulhos dos pacotes apresentam-se suaves (de 8^{o} a 10^{o}), tornando-se mais fortes (25^{o}) além deste limite. Toda a área é recortada por falhas com direção NNE-SSW ou NNW-SSE e outras de sentido geral NW-SE, dividindo o Bloco Bohozi em vários subblocos de maior e menor porte.

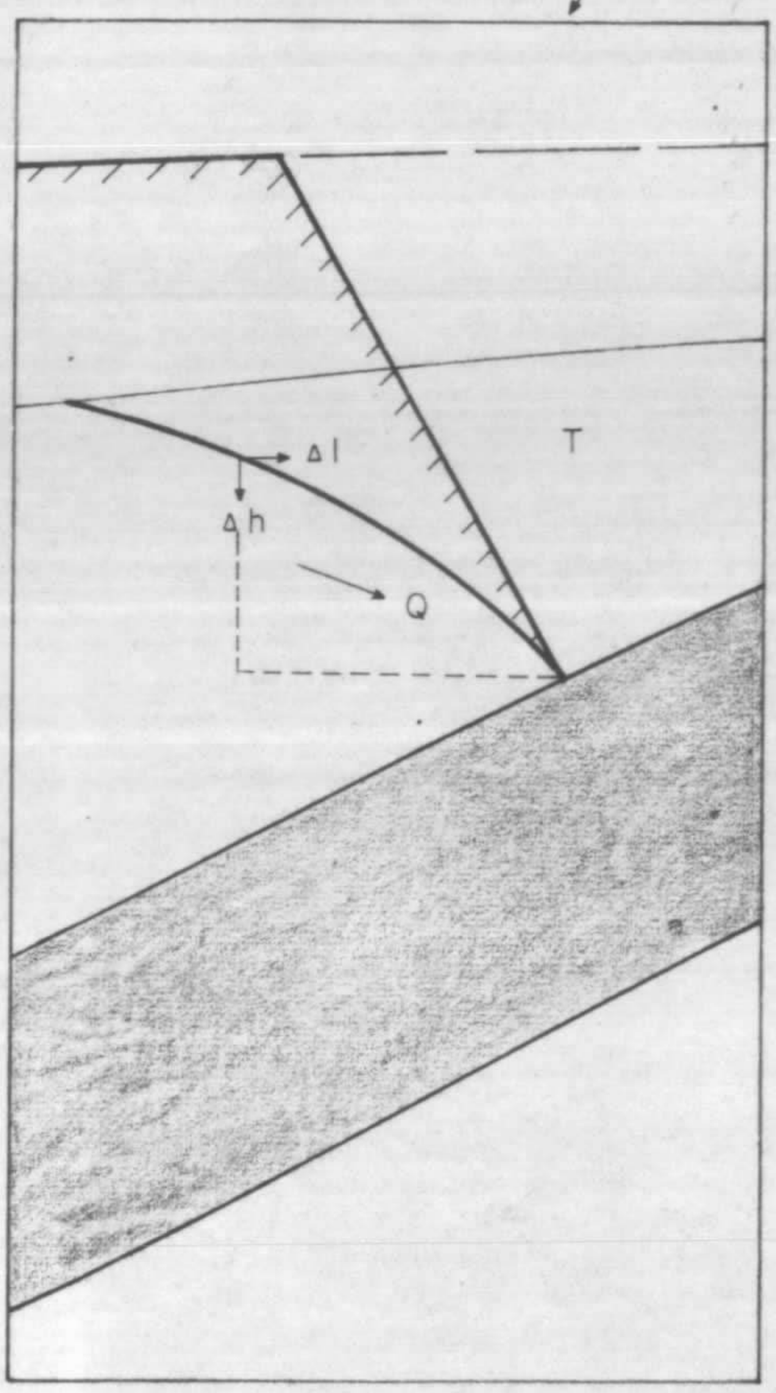
Da planta topográfica que determina as profundidades da capa e lapa dos cinco pacotes de carvão principais e as respectivas coberturas de sedimentos estéreis, pode-se concluir que a extração do carvão é técnicamente viável com operações mineiras a céu aberto. Além disto, foi estimada que a operacionalidade do desmonte de estéril em relação ao volume de carvão lavrável, pode requerer escavações de até 40 a 50 metros de profundiade abaixo da presente superfície do solo. Em se tratando de cinco pacotes de carvão principais e respectivas áreas de ocorrência, pode-se esperar no decorrer da exploração mineira, em princípio, até cinco áreas de lavra. Correspondem a cinco escavações de geometria alongada e dimensões variáveis, impostas à topografia original. É provável, ainda, que cada uma destas escavações seja executada de forma retalhada, de acordo com as necessidades técnicas que os subblocos da jazida impõem às condições da lavra.

Tomando o procedimento acima como uma das provâ -

veis opções de exploração mineira, procura-se determinar, em seguida, que influências o mesmo possa causar em relação às condições hidrogeológicas locais da área.

Em todas as cinco escavações, a operação do desmonte de estéril visa remover a capa de sedimentos para abrir campo e possibilitar a lavra dos leitos de carvão propriamente dita. Nesta operação, do ponto de vista hidrogeológico, encontrar-se-ão, invariávelmente, camadas de sedimentos em condições freáticas, ou seja, camadas com sua parte inferior saturada de água subterrânea e sua parte superior praticamente seca. Apresentam, pois, um nível de água em contato com o ar livre através da parte superior não-saturada das camadas, estando este nível, portanto, em equilíbrio com a pressão atmosférica do local. Ocasionalmente, nas camadas deve-se esperar pressões pouco maiores que atmosférica, devido a heterogeneidade dos sedimentos (alternância de arenitos, siltitos e argila), dando origem a condições de pressão litogeiramente confinada e de caráter localizado. Quanto às espessuras das partes saturadas das camadas, estas podem variar de alguns poucos a várias dezenas de metros, de acordo com as próprias espessuras totais das camadas, o seu controle estrutural, posição topográfica e estação do ano. O seu limite inferior corresponde à base impermeável das camadas, sendo provável que seja constituído pelos próprios leitos carbonosos fazendo parte do pacote de carvão principal subjacente, ou algum outro leito de material impermeável (argila), imediatamente acima do carvão. Com respeito às vazões d'água a serem encontradas nestas camadas quando forem atingidas pelas escavações, deve-se salientar, antes de tudo, que estas vazões são o resultado do processo de drenagem artificial originado pelas próprias escavações (ver Figura 7.8). Nas respectivas seqüências de escavações (1, 2, 3 ...), serão captadas espessuras crescentes de camadas saturadas que se traduzem em volumes de água de infiltração cada vez maiores. Conhecendo as dimensões geométricas das escavações e os parâmetros hidrodinâmicos dos terrenos (Transmissibilidade ou Coeficien-





1, 2, 3 ... Sucessivas escavações para remoção da capa de sedimentos estéreis

(1, 2, 3 ... Successive excavation to remove the overburden)

$$Q = T . i . L$$

$$= T . \frac{\Delta h}{\Delta l} . L$$

Q = Vazão de infiltração
(Infiltration discharge)

T = Coeficiente de transmissibilidade do terreno
(Coeficient of transmissibility of terrain)

$i = \frac{\Delta h}{\Delta l}$ = Gradiente hidráulico em determinado ponto
(Hydraulic gradient at certain point)

L = Largura da frente de infiltração
(Width of infiltration front)

FIG. 7-8 ESQUEMA DE DESMONTE DA COBERTURA DE ESTÉRIL E REBAIXAMENTO DO NÍVEL FREÁTICO A CÉU ABERTO
(SCHEME OF OVERBURDEN REMOVAL AND DRAWDOWN OF PHREATIC SURFACE IN OPEN PIT MINE)

te de Permeabilidade, gradiente hidráulico), as vazões de infiltração subterrâneas podem ser estimadas através da aplicação dos conceitos básicos de Darcy. Normalmente, constituem - se em vazões relativamente pequenas que os dispositivos técnicos das escavações (drenos, bombas, etc.) conseguem controlar como trabalhos rotineiros de mina.

Em virtude da pouca profundiade das escavações, o sistema de aquíferos profundos não será atingido, não havendo praticamente nenhuma possibilidade de que infiltrações do tipo surgente ocorram de forma direta. Observa-se,no Anexo 7.7, que a profundidade mínima de início do confinamento surgente do sistema artesiano da área situa-se a 80 metros da superfície do solo no seu limite norte, tornando-se rapidamente mais profundo em direção sul - condição esta que serve de apoio a afirmação feita acima. Todavia, as condições estruturais da área fazem com que infiltrações surgentes ainda possam se manifestar indiretamente ao longo das falhas profundas em contato hidráulico com os aquíferos artesianos em profundidade.Nestes casos, quando as falhas forem atingidas pelas escavações, haverá possibilidade de infiltrações desta natureza até com grandes vazões, dependendo da extensão da falha exposta. Teoricamente, seria possível, também, o controle deste tipo de infiltração pelos métodos e equipamentos modernos de minera - ção, porém a custos adicionais que repercutem negativamente no desempenho econômico da mina. Com relação à operações e à presença da albufeira ao sul da área, pode-se fazer as seguintes observações:

Conforme discutido no item 7.4.3.f, as condições hidrogeológicas na margem da albufeira são caracterizadas pela existência de um gradiente hidráulico coerente com o nível d'água do lago. Esta observação indica a ocorrência de infiltração das águas do lago até uma certa distância nas rochas vizinhas, quando estas são representadas por camadas perme - áveis, tais como arenitos, conglomerados, etc.Por outro lado, na circunstância de ocorrência de rochas impermeáveis, tais como siltitos, folhelhos, etc, demonstrou-se que tais rochas

comportam-se como barreiras hidrogeológicas, impedindo as infiltrações das águas do lago. Tal efeito das camadas impermeáveis é localmente enfatizado pela configuração estrutural da área, caracterizada por mergulhos da ordem de 45^{o} para sul, nas margens do lago.

Como pode ser observado no mapa geológico as formações que capeiam o complexo carbonoso hospedeiro das camadas de carvão, e que afloram entre a camada de carvão estratigraficamente mais elevada (B-4) e as margens do lago, compreendem várias camadas de siltitos, arenitos pelíticos, camadas de carvão, camadas argiláceas, etc, mapeadas como unidades K_2 e K_3.

Nestas circunstâncias, pode-se supor a ocorrência de várias camadas de rochas impermeáveis atuando como eficientes barreiras hidrogeológicas, impedindo, portanto, as infiltrações das águas do lago em direção às prováveis áreas das futuras minas.

Sumarizando, chega-se a seguinte conclusão: os dados atuais indicam, em princípio, que a albufeira de Cahora Bassa, ao sul da área, não apresenta sérios riscos à mineração de carvão a céu aberto, em virtude da existência de camadas impermeáveis atuando como barreiras hidrogeológicas entre o lago e as prováveis áreas de mineração de carvão.

7.5 ANÁLISE CONCLUSIVA E RECOMENDAÇÕES

7.5 ANÁLISE CONCLUSIVA E RECOMENDAÇÕES

Trata-se neste ítem da análise final das investigações hidrogeológicas realizadas e, principalmente, da adequalidade dos resultados obtidos. No final, será apresentada uma série de recomendações para futuros estudos hidrogeológicos a nível de maior detalhamento da área.

7.5.1 Análise Conclusiva

. Em comparação com a fase inicial da prospeção de carvão, o conhecimento das condições da água subterrânea da área aumentou bastante.

. Atualmente, o esquema do sistema hidrogeológico local foi determinado, particularmente no que concerne ao Bloco Bohozi - a principal jazida de carvão da área.

. De acordo com este esquema, existem três circunstâncias, no seu conjunto, que são mais sensíveis a qualquer ação que possa pertubar seu presente estado de equilíbrio e, portanto, mais fáceis de influenciarem nas futuras operações mineiras na sua vizinhança. Elas são relacionadas ao:

1 - aquífero confinado a grande profundiade, em grande parte artesiano;
2 - aquífero freático a pequena profundiade;
3 - aquífero freático à margem da albufeira ao sul da área.

. Com relação ao aquífero confinado e parcialmente artesiano, sua influência sobre operações mineiras a céu aberto, provalvelmente, deve ser cojsidcrada de pouca importância, exceto quando falhas profundas, em contato com este aquífero, forem atingidas.

Portanto, é de grande importância o conhecimento profundo das falhas na área, para evitar infiltrações surpreendentes durante as futuras obras mineiras.

. Com respeito ao aquífero freático, sua drenagem pelas operações mineiras a céu aberto não pode ser evitada e deve ser tomada em conta nos projetos definitivos da mina. Assim sendo, serão necessárias informações detalhadas sobre este aquífero e futuras investigações hidrogeológicas deverão incluir programas que forneçam dados quantitativos precisos relativos ao mesmo.

. O aquífero livre,na margem da albufeira de Cahora Bassa, não se estende muito além desta margem. Nas camadas subjacentes, ao Norte, parece existir um outro sistema hidráulico e independente do primeiro. Tais condições de limite relacionadas à albufeira terão, na sua vizinhança, uma influência menor sobre operações mineiras comparativamente a outras condições em que o aquífero livre marginal tivesse uma extensão ampla em direção à terra. No entanto, tais condições de limite favoráveis foram constatadas em apenas uma seção de três poços de observação, num local onde existem camadas arenosas com uma configuração estrutural de mergulhos fortes em direção ao Sul, seguidas, ao Norte, por camadas de granulação fina (siltitos). Portanto , estudos hidrogeológicos,no futuro, devem investigar as condições de limite junto à albufeira numa maneira mais ampla, através de um maior número de seções, refletindo condições litológicas e estruturais diferentes.

7.5.2 Recomendações

. Futuras investigações geológicas (incluindo trabalho geofísico, geologia de campo e perfurações), em escala maior, deverão fornecer um quadro geológico-estrutural da área do Bloco Bohozi bastante detalhado. O grau de detalhamento de conhecimento geológico é praticamente proporcional ao grau de exatidão que investigações hidrogeológicas possam atingir, uma vez que características dimensionais, estruturais e de limites dos aquíferos e camadas confinantes são diretamente dependentes da quantidade dos dados detalhados que poderiam ser obtidos.

. Um mapa estrutural bastante detalhado, com indicação do sistema de falhas existentes - principalmente, o das falhas profundas - deverá ser elaborado. Do ponto de vista hidrogeológico, um mapa desta natureza é de interesse especial para prever zonas potenciais de infiltração, tipo surgente invadindo minas. Obviamente, o conhecimento de taïs zonas é de extrema importância para o planejamento de operações mineiras.

. Um estudo hidrogeológico bastante profundo deverá ser realizado com relação ao aquífero livre da área, pois é este o aquífero que futuras minas a céu aberto afetarão diretamente e, eventualmente, drenarão. A intensidade de investigações necessárias a fim de que um projeto de drenagem satisfatória possa ser elaborado, depende da complexidade geológica e hidrológica da área, assim como da profundiade e extensão das escavações. Em nosso caso, investigações específicas, visando o aquífero livre, deverão obter os seguintes dados:

- características dimensionais detalhadas;
- características litológicas precisas;
- parâmetros hidráulicos adequados;

- contornos dos níveis freáticos;
- variações sazonais e, se for possível, anuais, dos níveis d'água subterrânea e as suas flutuações em resposta a variações dos níveis d'água da albufeira adjacente e do rio Bohozi, e d da precipitação.

Tais dados sómente poderão ser obtidos através da realização de um programa de perfurações de poços exploratórios, construção de poços de observação e piezômetros, execução de testes de bombeamento, implantação de escalas de medição de níveis d'água da albufeira e rio, além de um pluviômetro. Detalhes de um programa desta natureza podem ser encontrados no final deste item.

. Uma investigação tão detalhada quanto à anterior, deverá ser efetuada com respeito às condições de limite do aquífero livre na margem da albufeira. Em princípio, os métodos de estudo são os mesmos adotados na recomendação precedente, exceto que a construção de poços de observação será realizada ao longo de uma série de linhas perpendiculares à albufeira e que medições periódicas dos níveis d'água subterrânea e superficial (albufeira) se revestem de grande importância. Detalhes de uma investigação neste sentido podem ser encontrados, também, no final do presente item.

. Um certo número de poços de observações já existentes, e que se referem ao sistema aquífero profundo, deverá ser mantido e efetuadas medições periódicas dos seus níveis piezométricos com a finalidade de servirem como dados de referência.

. É aconselhável que as investigações hidrogeológicas sejam realizadas como uma atividade indepen

dente e separada dos objetivos específicos da pros
pecção de carvão. Isto se refere, particularmente,
às perfurações, uma vez que a perfuração de poços
exploratórios, a construção dos poços de observa -
ção, piezômetros e poços-teste em função de um es-
tudo hidrogeológico específico, requerem uma série
de determinadas operações que dificilmente se com-
binam com outros objetivos de estudo.

C A P Í T U L O 8

ATIVIDADE 8 - ANÁLISES E TESTES DE LABORATÓRIO

8.1 INTRODUÇÃO

8.1 INTRODUÇÃO

Os testemunhos de sondagem foram submetidos a ensaios e análises de forma a se enquadrarem nas Especificações Técnicas do Anexo I, item 4.8, do Contrato CPRM/GSECHI.

A meta final foi, naturalmente, determinar a qualidade do carvão para aplicações energéticas e metalúrgicas.

Além dos ensaios e análises para o carvão, foram também realizadas análises químicas de amostras de água.

Na rotina estabelecida para os estudos de carvão , os ensaios e análises obedeceram às seguintes etapas; 1) ensaio de afunda-flutua; 2) determinação do peso específico; 3) análise imediata (umidade, cinzas, matéria volátil, carbono fixo) ; 4) enxofre; 5) poder calorífico superior; 6) índice de inchamento (FSI); 7) ensaio de moabilidade (HGI); 8) flotação; 9) plastometria; 10) dilatometria; 11) micropetrografia; 12) fusibilidade das cinzas; 13) elementos maiores e menores das cinzas. Além dos ensaios mencionados, foram efetuados alguns testes geomecânicos.

De acordo com a solicitação do GSECHI, amostras de cinzas de carvão foram analisadas por espectografia de emissão com vistas à determinação de elemento germânio.

As análises efetuadas em amostras de água consistiram na caracterização das suas propriedades físico-químicas, a saber: 1) eletrocondutividade; 2) resíduo sólido; 3) determinação de pH; 4) principal aniontes e cationtes; 5) alcalinidade total; e 6) dureza.

Os estudos petrográficos consistiram na observação microscópica das seções delgadas de testemunhos de sondagem e das amostras de afloramentos pertencentes à série Produtiva.

A maioria dos ensaios e análises foram efetuados pelos principais laboratórios da CPRM: Laboratório Central de Análises Minerais (LAMIN) e Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) , ambos dotados dos mais modernos equipamentos. Algumas análises,

porém, foram encaminhadas a laboratórios especializados como a Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) e ao laboratório da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a qual é um consumidor em potencial do carvão a ser produzido na região de Mucanha-Vuzi.

LAMIN e CETEM efetuaram, aproximadamente, 5.400 determinações, incluindo as análises de rotina. O CETEM efetuou, também, os ensaios preliminares de lavabilidade e flotação. O laboratório da CSN efetuou 103 determinações, compreendendo os seguintes ensaios: 42 de plastometria; 25 de dilatometria; 11 de poder refletor da vitrinita; 11 de determinação de macerais; 03 de conteúdo de cinzas; 09 de granulometria; 02 de HGI. Os 16 ensaios geomecânicos e os 03 de fusibilidade de cinzas foram efetuados pela CIENTEC.

8.2 ENSAIOS E ANÁLISES DE ROTINA EM AMOSTRAS DE CARVÃO DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM

8.2 ENSAIOS E ANÁLISES DE ROTINA EM AMOSTRAS DE CARVÃO DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM

8.2.1 Preparação das Amostras

8.2.1.1 Objetivo

A metodologia utilizada tem por finalidade a preparação da amostra de carvão para as análises e ensaios a serem efetuados.

8.2.1.2 Equipamento

1. Britador de mandíbulas equipado com mandíbulas raiadas;
2. Pulverizador vertical equipado com discos de aço;
3. Quarteador tipo Jones;
4. Conjunto de peneiras;
5. Peneirador vibratório automático;
6. Balança analítica com senbilidade de grama.

8.2.1.3 Resumo do método

Uma amostra bruta, que pode variar de 2 a 50 kg, é britada na granulometria de 1/8" (6 mesh). O material britado é homogeneizado e, repetidamente, quarteado em quarteador tipo Jones, retirando-se as seguintes frações: 1) alíquota de 6 kg, para os ensaios de afunda-flutua; 2) alíquota de 200 g, denominada amostra de cabeça ou amostra representativa do total; 3) alíquota de 100 g, para determinação do peso específico.

A alíquota de 6 kg é submetida a peneiramento em peneirador automático, separando-se, assim, as frações: 1/8" x 200 mesh e - 200 mesh.

A fração 1/8" x 200 mesh é submetida ao ensaio de afunda-flutua em líquidos densos, obtendo-se as seguintes frações: - 1,35; 1.35/ - 1,50; 1,50/ - 1,65; 165/ - 1,85; 1,85/ - 2,10 e + 2,10 g/cm³.

Cada fração obtida e a amostra de cabeça são reduzidas por quarteamento até, aproximadamente, 100 g de material e, então, pulverizadas a 60 mesh. Após a pulverização, as amostras são submetidas aos seguintes testes e/ou análises: 1) análise imediata; 2) determinação do poder calorífico; 3) determinação de enxofre; 4) índice de inchamento (FSI).

8.2.2 Ensaio de Afunda-Flutua

8.2.2.1 Objetivo

Este ensaio tem por objetivo separar as frações de carvão em faixas de densidades conhecidas, para posterior elaboração das análises e conseqüente avaliação da qualidade do carvão.

8.2.2.2 Equipamento

1. Balança analítica com sensibilidade 0,01 g;
2. Quarteadores tipo Jones;
3. Densímetros;
4. Vidraria de laboratório.

8.2.2.3 Líquidos para o ensaio de afunda-flutua

São utilizados líquidos de densidades diferentes, os quais são preparados misturando-se nafta e percloroetileno, para obtenção dos de menor densidade, e bromoformio e percloroetileno, para os de densidades maiores. O controle das densidades desejadas é feito através de densímetros devidamente calibrados.

8.2.2.4 Resumo do método

A fração de carvão de grnulometria 1/8" x 200 mesh é colocada em um becher (copo de laboratório), com capacidade

de 4.000 ml, onde é adicionado líquido de densidade 2,10 g/cm³ até 2/3 do volume total do becher. Parte do carvão aí colocado afunda e parte flutua. Ambas as frações são retiradas, lavadas com nafta e secas a uma temperatura de 45° C. Obtem-se, assim, duas frações: uma de densidade superior a 2,10 e o flutuado (< 2,10), que será submetido à separação nos demais líquidos.

Essa metodologia se repete para os líquidos 1,85, 1,65, 1,50 e 1,35 g/cm³, nesta ordem.

O resultado do ensaio afunda-flutua é expresso em percentagem relacionada ao peso da amostra inicial (1/8" x 0 mesh).

8.2.3 Peso Específico

8.2.3.1 Objetivo

O peso específico determinado na amostra moída é o peso específico aparente, isto é, onde estão incluídos a umidade higroscópica, as impurezas e o ar existente entre os poros das partículas de carvão. Essa determinação é efetuada na amostra "de cabeça" e no material flutuado no líquido da densidade 1,85.

8.2.3.2 Equipamento

1. Estufa;
2. Balança analítica de sensibilidade até 0,018;
3. Vidraria de laboratório;
4. Termômetros.

8.2.3.3 Resumo do método

Um cilindro graduado, com capacidade de 1.000 ml, é cheio com água destilada até uma determinada marca. Parte dessa água é retirada e reservada. A amostra pesada e seca é colocada no cilindro; a mistura é agitada e o volume inicial é completa-

do com parte da água que havia sido retirada e reservada. O restante dessa água é pesado, representando, assim, o volume de água deslocado pela amostra. Esse volume é convertido em peso utilizando-se tabelas de correção de temperatura. O peso específico aparente é, então, calculado dividindo-se o peso da amostra pelo valor do volume de água deslocado.

8.2.4 Análise Imediata

Esta análise inclui as seguintes determinações:

1. Umidade;
2. Cinzas;
3. Matéria Volátil;
4. Carbono Fixo.

8.2.4.1 Determinação da umidade

8.2.4.1.1 Objetivo

Determinar a evaporação da água higroscópica existente no carvão, sob controle rígido de variação de peso e temperatura.

8.2.4.1.2 Equipamento

1. Estufa até 200° C de temperatura;
2. Balança analítica de sensibilidade 0,1 mg.
3. Pesa-filtros.

8.2.4.1.3 Resumo do método

1 g de carvão é aquecida , em um pesa-filtro previamente pesado em estufa a 105-110° C, até peso constante. O valor da umidade é obtido por diferença das pesagens inicial e final.

8.2.4.2 Cinzas

8.2.4.2.1 Objetivo

Determinar o peso do resíduo estéril do carvão resultante da combustão dos constituintes orgânicos e da oxidação do material inorgânico, após a queima em forno elétrico e sob rígido controle de peso e temperatura.

8.2.4.2.2 Equipamento

1. Forno elétrico, tipo mufla, para temperaturas até 1.000° C;
2. Balança analítica com sensibilidade de 0,1 mg;
3. Cadinho de quartzo ou porcelana, com tampa.

8.2.4.2.3 Resumo do método

1 g de carvão é aquecida a uma temperatura de 775 ± 25° C, até peso constante.

8.2.4.3 Determinação da matéria volátil

8.2.4.3.1 Objetivo

Determinar os elementos voláteis do carvão quando aquecido em forno elétrico e na ausência de oxigênio, sob controle rígido de tempo, peso e temperatura.

8.2.4.3.2 Equipamento

1. Forno elétrico, tipo mufla, até 1000° C de temperatura;
2. Balança analítica de sensibilidade 0,1 mg;
3. Cadinho de porcelana ou quartzo, de dimensões padrão, com tampa.

8.2.4.2.3 Resumo do método

1 g de carvão é aquecida em um cadinho com tampa em forno elétrico durante 7 minutos a uma temperatura de 950° C.

8.2.4.4 Carbono fixo

8.2.4.4.1 Cálculo

Valor calculado por diferença , somando-se os valores de umidade, cinza e matéria volátil, isto é:

% C fixo = 100 - (umidade + cinzas + matéria vola - til).

8.2.5 Determinação de Enxofre

8.2.5.1 Finalidade

Determinar o conteúdo de enxofre total em uma amostra de carvão, utilizando-se um forno de indução.

8.2.5.2 Equipamento

1. Forno de indução - LECO;
2. Balança analítica - sensibilidade até 0,1 mg;
3. Cadinho de aluminite com tampa;
4. Vidraria de laboratório;
5. Reagentes químicos.

8.2.5.3 Resumo do método

0,1 g de carvão é aquecido em forno de indução, na presença de oxigênio e sob determinadas condições. Os óxidos de enxofre são coletados e oxidados a ácido sulfúrico, o qual é determinado por titulação com uma solução de perclorato e utilizando-se sulfonazo III como indicador.

NOTA: Este método é rápido e preciso para a determinação do enxofre em carvão. Substitui, com vantagem, o tradicional método de Eschka, preciso porém lento.

8.2.6 Poder Calorífico Superior

8.2.6.1 Objetivo

Determinar o calor produzido pela combustão de uma determinada quantidade de carvão, a volume constante em uma bomba calorimétrica.

8.2.6.2 Equipamento

1. Calorímetro adiabático - PARR;
2. Balança analítica - sensibilidade até 0,1 mg;
3. Balança analítica - sensibilidade até 0,1 g.

8.2.6.3 Resumo do método

1 g de carvão é queimado numa bomba adiabática de oxigênio, sob condições controladas e levando em conta as correções termoquímicas e de temperatura.

8.2.7 Índice de Inchamento - FSI

8.2.7.1 Objetivo

Este método tem por finalidade indicar, quantativamente, as propriedades coqueificantes do carvão.

8.2.7.2 Equipamento

1. Cadinho de sílica com tampa de porcelana e uma tampa extra perfurada;
2. Termopar e potenciômetro;

3. Peso de 500 g;
4. Aparelho de gás, constituído de um conjunto de queimador e controlador de fluxo.

8.2.7.3 Resumo do método

1 g de amostra é aquecida em um cadinho de sílica , a uma temperatura de 820 $\pm$ 5° C, durante 2 1/2 minutos. O bo - tão de coque resultante é comparado com um perfil padrão que varia de 0 a 10.

8.2.8 Ensaios de Rotina e Resultados de Análises

Os resultados, de análise e ensaios a que o carvão é submetido, são colocados em formulários próprios (Tabela 8.1).

A Tabela 8.2 mostra o número total de determinações efetuados pelo Laboratório Central de Análises Químicas (LAMIN) para o Programa Mucanha-Vuzi.

8.2.9 Pessoal Técnico

O pessoal técnico envolvido no programa analítico possui longa experiência no estudo e análise de materiais geológicos, incluindo carvão.

A equipe,constituída por 2 técnicos-senior, 4 técnicos-junior e 8 auxiliares de laboratório, está sob a coordena - ção geral da engenheira-química Maria Leopoldina Martins Lastres, com 30 anos de experiência e, especificamente, 10 anos em análises de carvão, e sob a coordenação da geóloga Malvina Pomerancblum, com 29 anos de experiência e, especificamente, 5 anos em estudos de carvão. Ambas são membros da Comissão para Carvão e Coque da Sociedade Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

8.2.10 Normas Técnicas

Para ensaios e análises de carvão foram utilizadas as seguintes normas:

Sociedade Brasileira de Normas Técnicas - ABNT: CE 1:13:01, baseada nas normas da International Standards Organization - ISO e da American Standards for Testing Material - ASTM, Comissão D-5 para Carvão e Coque.

CPRM

LABORATÓRIO CENTRAL DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN

RESULTADOS DE ANÁLISES

BOLETIM:
REFERÊNCIA :
INTERESSADO:
AMOSTRA Nº:
PROCEDÊNCIA:
PESO DA AMOSTRA:
TIPO DA AMOSTRA:

DATA: ___/___/___ ANALISTA: _____

DATA: ___/___/___ ANÁLISTA: _____

GRANULOMETRIA		PESO %	CINZA %	MATÉRIA VOLÁTIL %	UMIDADE HIGROSCÓPICA %	CARBONO FIXO %	ENXOFRE %	FSI	PESO ESPECÍFICO (DA CAMADA)	PESO ESPECÍFICO (FLUTUADA EM)	PODER CALORÍFICO SUPERIOR cal/g
	AMOSTRA DE CABEÇA										
	DENSIDADE										
200 # x 0											
	TOTAL										

OBS: 1. Os resultados acima referem-se à amostra recebida pelo Laboratório.

Chefe do LAMIN

QUADRO 8.2 - DETERMINAÇÕES ROTINEIRAS DE CARVÃO POR FURO E POR CAMADA

TABLE 8.2 - ROUTINE COAL DETERMINATIONS IN EACH DRILL HOLE PER COAL SEAM

CAMADA COAL SEAM / FURO DDH	B_0	B_{1Inf} B_{1lower}	B_{1Sup} B_{1Upper}	B_{1Med} B_1 MIDDLE	B_1 S	B_2 I	B_2	B_2 S	B_3 I	B_3	B_4	TOTAL p/FURO TOTAL PER DDH
01-VB	-	120	80									200
02-VB	40	40										80
03-VB	40											40
05-VB	-	40	-									40
09-VB			40	40			40					120
10-VB	-	120	80									200
11-VB		160	80									240
12-VB		80	80		120		80					360
14-VB	40											40
15-VB	80											80
17-VB						40	80					120
18-VB						40	40					80
19-VB	40											40
20-VB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21-VB	120	120	120									440
22-VB	40											40
23-VB		120	80				120			80		400
25-VB		80	40									120
26-VB	40	40	40	40								160
28-VB		80	80									160
29-VB			40	40		40	40	40		40		240
30-VB			120			40	120	80				360
31-VB							40			40	40	120
32-VB		40	40				40				40	120
33-VB		40	80				40					160
35-VB			40									40
36-VB		40	40				40					120
37-VB					40	40	40			40	40	200
38-VB							40			80		120
39-VB							40					40
41-VB		40	120				80		40	40		320
42-VB							80	40	80			200
43-VB							40				40	80
44-VB		40		40			40					120
TOTAL P/CAMADA TOTAL PER SEAM	400 (B_0)	1.320 (B_{1Inf})	1.200 (B_{1Sup})	160 (B_{1med})	160 (B_{1med})	200 (B_2 I)	1.000 (B_2)	120 (B_2 S)	40 (B_3 I)	400 (B_3)	120 (B_4)	5.200

OBSERVAÇÕES
REMARKS

A) Os números referem-se aos seguintes ensaios e/ou determinações:

1 - Afunda-flutua;
2 - Peso específico;
3 - Análise imediata (umidade, cinzas, matéria volátil, carbono fixo);
4 - FSI;
5 - Poder calorífico superior.

B) Os intervalos de amostragem estão detalhados na Tabela 8.2

A) The figures refer to the following tests or analyses and/or determinations:

1 - Sink-and-float;
2 - Specific gravity;
3 - Proximate analyses (moisture, ashes, volatile matter fixed carbon),
4 - FSI;
5 - Gross Calorific value.

B) The sampled intervals are shown in Table 8.2

8.3 ENSAIOS E ANÁLISES EM AMOSTRAS ESPECIAIS DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM

8.3 ENSAIOS E ANÁLISES EM AMOSTRAS ESPECIAIS DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM

8.3.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é a caracterização do carvão para avaliação de seu potencial metalúrgico e energético. Estes estudos fornecem dados preliminares.

Os testes foram desenvolvidos em testemunhos de sondagem, especialmente coletados para o desenvolvimento das várias atividades envolvidas no estudo, a saber: britagem a 1/2" e 1/8", análise granulométrica com classificação em faixas de granulometria, separação em meios densos e flotação.

Deve-se ressaltar que a metodologia aqui utilizada não difere, na essência, da metodologia descrita no item 8.2 , porém ocorre que os estudos efetuados neste item já são feitos em escala piloto, utilizando-se grande volume de amostras.

As amostras estudadas correspondem a duas camadas de carvão: B_1 superior e B_1 inferior (Tabela 8.3). Os métodos utilizados são descritos a seguir.

8.3.2 Amostra da camada B_1 inf

Esta amostra foi composta por testemunhos de sondagem provenientes da camada B_1 inf, do furo 10-VB-82, perfazendo um total de 195.800 g. Estes testemunhos foram recebidos, acondicionados em sacos plásticos e identificados conforme mostra a Tabela 8.3.

8.3.2.1 Preparação da amostra

Os testemunhos de sondagem tinham diâmetro de 47 mm e a britagem selecionada foi de 1/2", de acordo com a dimensão do testemunho de sondagem. Usou-se o britador de mandíbulas da CIMAQ, em circuito fechado com peneira de 1/2".

COAL SEAM BANCO	DDH FURO	SAMPLED INTERVAL CAMADA (m)	WEIGHT PESO (g)
B_1 inf	10.VB-82	36,80 - 40,50	45.500
	10.VB-82	36,80 - 40,50	37.000
	10.VB-82	40,82 - 44,37	24.500
	10.VB-82	40,82 - 44,37	32.000
	10.VB-82	45,57 - 48,25	40.300
	10.VB-82	45,57 - 48,25	16.500
B_1 sup	10.VB-82	16,87 - 21,41	32.500
	10.VB-82	16,86 - 21,41	42.300
	10.VB-82	22,20 - 29,84	22.200
	10.VB-82	22,20 - 29,84	49.000
	10.VB-82	22,20 - 29,84	43.500
	10.VB-82	22,20 - 29,84	37.500

Table 8.3 - B_1 inf and B_1 sup coal samples submitted to the tests

Tabela 8.3 - Relação das camadas B_1 inf e B_1 sup, submetidas aos testes.

Após britagem de toda a amostra em 1/2", foi feita uma homogeneização em pilha longitudinal e dela foram retira - das cinco alíquotas(A, B, C, D e E), de aproximadamente 39 kg cada.

A alíquota A foi selecionada pra testes de coqueificação e determinação de moabilidade Hardgrove; a alíquota B para análise granulométrica; a alíquota C para ensaios de meio denso e flotação; a alíquota D para britagem a 1/8"; e a alí - quota E para análise química completa.

8.3.2.2 Amostra B_1 inf para testes de coqueificação e moabilidade Hardgrove

A alíquota A, pesando cerca de 39 kg, foi classificada em 28 M: a fração fina foi arquivada e a fração grosseira (1/2" x 28 M) passada nas densidades 1,35 e 1,50 g/cm³. Os produtos, flutuado em 1,35 (- 1,35) e afundado em 1,35, e o flutuado em 1,50 (1,35 - 1,50), foram enviados para a Siderúrgica de Volta Redonda (CSN), para serem feitos testes de coqueificação e moabilidade Hardgrove, respectivamente.

A seguir são mostradas as tabelas dos resultados obtidos.

FRAÇÃO	PESO (%)	DESTINO
1/2" x 28 M	88,8	para meio denso
- 28 M	11,2	arquivo
TOTAL	100,0	-

Tabela 8.4 - Resultado da classificação com amostra B_1 inf - fração 1/2" x 28 M

DENSIDADE (g/cm³)	PESO (%)	DESTINO
- 1,35	8,9	para teste de coqueificação
1,35 - 1,50	19,6	para teste Hardgrove
+ 1,50	71,5	arquivo

Tabela 8.5 - Resultado do ensaio densimétrico com amostra B_1 inf - fração 1/2" x 28 M

8.3.2.3 Análise granulométrica B_1 inf (britagem 1/2")

A alíquota B, pesando cerca de 39 kg, foi peneirada a seco nas peneiras de 1/4", 1/8" e 28 M e a úmido nas de 65 , 100 e 200 malhas.

Foram feitas análises de cinza por fração granulométrica e os resultados obtidos são apresentados na Table 8.6.

GRANULOMETRIA	INDIVIDUAL		ACUMULADO	
	PESO (%)	CINZA (%)	PESO (%)	CINZA (%)
+ 1/4"	48,5	45,7	48,5	45,7
+ 1/8"	18,3	41,2	66,8	44,5
+ 28 M	23,3	31,6	90,1	41,2
+ 65 M	5,8	28,6	95,9	40,4
+ 100 M	1,1	28,6	97,0	40,3
+ 200 M	1,5	30,8	98,5	40,2
- 200 M	1,5	41,7	100,0	40,2

Tabela 8.6 - Análise granulométrica da camada B_1 inf - britagem 1/2".

8.3.2.4 Ensaios densimétricos B_1 inf (britagem 1/2")

A alíquota C, pesando cerca de 39 kg, foi classificada em duas faixas granulométricas para os ensaios de meio denso.

FAIXA GRANULOMÉTRICA	PESO (%)
1/2" x 28 M	88,7
28 x 200 M	8,9
- 200 M	2,4

Tabela 8.7 - Classificação da alíquota C da camada B_1 inf

Os cortes foram feitos nas densidades de: 1,35, 1,40, 1,45, 1,50, 1,65, 1,85 e 2,10 g/cm³.

Foram feitas análises de cinzas em todas as frações densimétricas e análises de enxôfre, matéria volátil e FSI nos flutuados até 1,65 g/cm³.

Os resultados obtidos estão nas Tabelas 8.8 e 8.9 , com as respectivas curvas de lavabilidade (Gráficos 8.1 e 8.2).

Da amostra C, foi retirada uma alíquota representativa da fração 28 M x 0, para testes de flotação, que serão mostrados posteriormente.

8.3.2.5 Análise química completa da amostra global B_1 inf (britada a 1/2")

Com a alíquota E, pesando cerca de 39 kg, foi feita toda a preparação para envio ao laboratório de análise química.

Resultados obtidos:

- Cinza : 42,9%

DENSITY DENSIDADE (%)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL				CUMULATIVE ACUMULADO		
	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉRIA VOLÁTIL (%)	FSI FSI	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
- 1.35	9.8	9.1	1.54	21.4	8.0	9.8	9.1
1.35 - 1.40	4.2	15.5	1.40	27.4	7.0	14.0	11.0
1.40 - 1.45	5.8	20.6	1.54	25.5	6.5	19.8	13.8
1.45 - 1.50	7.0	23.2	1.63	24.9	6.0	26.8	16.3
1.50 - 1.65	18.2	30.3	1.62	23.1	4.0	45.0	22.0
1.65 - 1.85	17.8	46.0	-	-	-	62.8	28.8
1.85 - 2.10	15.8	58.2	-	-	-	78.6	34.7
+ 2.10	21.4	78.1	-	-	-	100.0	44.0

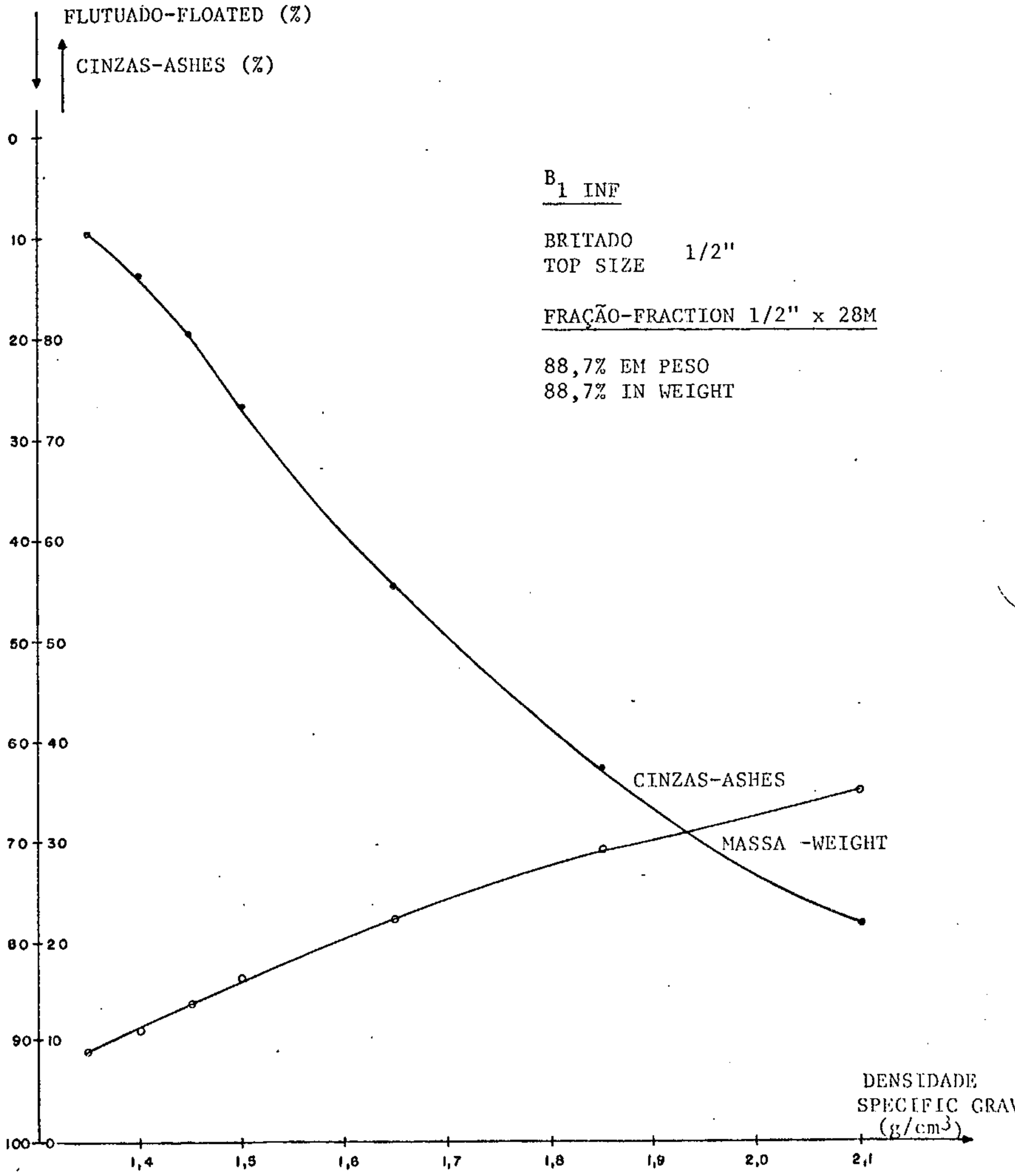
Table 8.8 - Densimetric Test of B_{1inf} - crushed 1/2".

Fraction: 1/2" x 28 M - 88,7% in weight

Tabela 8.8 - Ensaio Densimétrico com Banco Inferior ($B_{1\ inf}$) - Britagem 1/2"

Fração: 1/2" x 28 M - 88,7% em peso.

GRAPH 8.1



$B_{1\ INF}$

BRITADO
TOP SIZE 1/2"

FRAÇÃO-FRACTION 1/2" x 28M

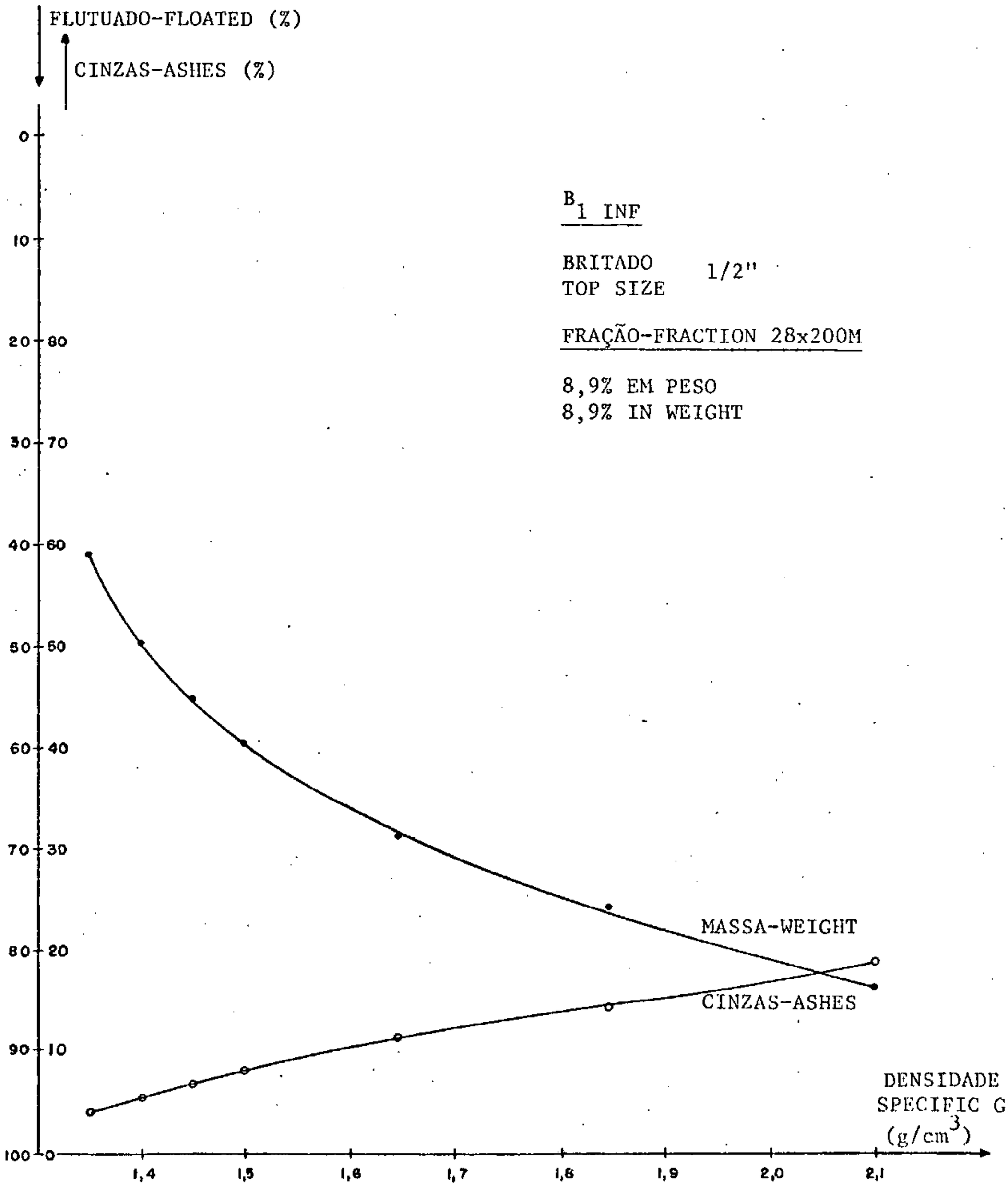
88,7% EM PESO
88,7% IN WEIGHT

DENSITY DENSIDADE (g/m^3)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL				CUMILATIVE ACUMULADO		
	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉRIA VOLATÍL (%)	FSI FSI (%)	WEIGHT PESO (%)	ASH CINZA (%)
- 1.35	41.6	4.1	1.28	30.0	8.5	41.6	4.1
1.35 - 1.40	8.5	11.8	1.25	28.	7.5	50.1	5.4
1.40 - 1.45	5.4	18.8	1.16	25.1	6.0	55.5	6.7
1.45 - 1.50	4.5	23.5	1.14	22.5	4.0	60.0	8.0
1.50 - 1.65	9.0	32.2	0.94	20.5	1.0	69.0	11.2
1.65 - 1.85	6.8	46.0	-	-	-	75.8	14.3
1.85 - 2.10	8.4	59.0	-	-	-	84.2	18.8
+ 2.10	15.8	77.4	-	-	-	100.0	28.0

Table 8.9 - Densimetric test of B 1 inf - crushed 1/2"
Fraction: 28 x 200 M - 8.9% in weight
Ultra-fine ash analysis result:
- 200 M fraction: 2.4% weight and 41.7% ash

Tabela 8.9 - Ensaio densimétrico de (B 1 inf) - Britagem 1/2".
Fração: 28 x 200 M - 8,9% em peso
Resultado da análise de cinza do ultra fino:
Fração-200M: 2,4 peso com 41,7% cinza

GRAPH 8.2



$B_{1\ INF}$

BRITADO 1/2"
TOP SIZE

FRAÇÃO-FRACTION 28x200M

8,9% EM PESO
8,9% IN WEIGHT

- Enxofre : 1,24%
- Carbono Fixo : 35,3 %
- Matéria Volátil : 21,8 %
- Umidade : 1,03%
- Poder Calorífico Superior : 4.606 cal/g

8.3.3 Estudos com Amostra da Camada B_1 inf Britada a 1/8"

A alíquota D, pesando cerca de 39 kg, foi toda britada em 1/8", em circuito fechado com peneira de 1/8".

Após britagem de toda a amostra em 1/8", foi feita uma homogeneização em pilha longitudinal e dela foram retiradas quatro alíquotas (F, G, H e I), de aproximadamente 9.700 gramas.

A alíquota D-F foi selecionada pra análise química completa; a alíquota D-G para ensaios de meio denso; a alíquota D-H para testes de flotação; e a alíquota D-I para análise granulométrica.

8.3.3.1 Análise química completa da amostra D-F : B_1 inf (britada a 1/8")

Resultados obtidos:

- Cinza : 44,1 %
- Enxofre : 1,28%
- Carbono Fixo : 35,5 %
- Material Volátil : 20,4 %
- Umidade : 1,36%
- Poder Calorífico Superior : 4.488 cal/g

8.3.3.2 Análise granulométrica da amostra D-I: B_1 inf

A alíquota D-I foi peneirada a seco na peneira de

28 M e a úmido nas de 65, 100 e 200 malhas.

Foram feitas análises de cinza por fração granulométrica e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 8.10.

GRANULOMETRIA	INDIVIDUAL		ACUMULADO	
	PESO (%)	CINZA (%)	PESO (%)	CINZA (%)
+ 28 M	65,9	45,6	65,9	45,6
+ 65 M	17,4	37,2	83,3	43,8
+ 100 M	3,2	35,0	86,5	45,3
+ 200 M	4,8	35,7	91,3	43,1
- 200 M	8,7	41,4	100,0	43,0

Tabela 8.10 - Análise granulométrica da camada B_1 inf, britagem 1/8"

8.3.3.3 Ensaios densimétricos com amostra D-G: B_1 inf

A alíquota D-G foi classificada em duas faixas granulométricas para os ensaios de meio denso.

FAIXA GRANULOMÉTRICA	PESO (%)
1/8" x 28 M	64,9
28 x 200 M	23,7
- 200 M	11,4

Tabela 8.11 - Classificação da alíquota D-G da camada B_1 inf

Os cortes foram feitos nas densidades de: 1,35 , 1.45, 1,50, 1,65, 1,85 e 2,10 g/cm³.

Foram feitas análises de cinza em todas as frações densimétricas e análise de enxofre, matéria volátil e FSI nos flutuados até 1,65 g/cm³.

Os resultados obtidos estão nas Tabelas 8.10 e 8.11, com as respectivas curvas de lavabilidade (Gráficos 8.3 e 8.4).

8.3.4 Estudos com Amostra da Camada B_1 sup Britada a 1/2"

Esta amostra foi composta por testemunhos de sondagem provenientes da camada superior do furo 10-VB-82, perfazendo um total de 227.900 gramas. Estes testemunhos foram recebidos acondicionados em sacos plásticos e identificados conforme mostra a Tabela 8.3.

8.3.4.1 Preparação da amostra B_1 sup

Os testemunhos de sondagem tinham diâmetro de 47 mm e a britagem selecionada foi de 1/2", imposta pela dimensão dos testemunhos de sondagem a nós enviados. Usou-se britador de mandíbulas marca CIMAQ, em circuito fechado com peneira de 1/2".

Após britagem de toda a amostra em 1/2", foi feita a homogeneização em pilha longitudinal e dela foram retiradas cinco alíquotas (A, B, C, D e E), de aproximadamente 39 kg, sendo arquivado o restante.

A alíquota A foi selecionada para testes de coqueificação e determinação de moabilidade Hardgrove; a alíquota B para análise granulométrica; a alíquota C para ensaios de meio denso e flotação; a alíquota D para britagem a 1/8"; e a alíquota E para análise química completa.

8.3.4.2 Amostra B_1 sup para testes de coqueificação e moabilidade Hardgrove

A alíquota A, pesando cerca de 39 kg, foi classificada em 28 M: a fração fina foi arquivada e a fração grosseira

DENSITY DENSIDADE (g/cm³)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL					CUMULATIVE ACUMULADO	
	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR. ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉRIA VOLÁTIL (%)	FSI	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
- 1.35	8.9	7.3	1.31	29.8	7.5	8.9	7.3
1.35 - 1.40	8.1	14.8	1.28	27.3	6.5	17.0	10.9
1.40 - 1.45	7.3	22.2	1.32	24.7	5.0	24.3	14.3
1.45 - 1.50	5.7	28.6	1.34	22.5	4.0	30.0	17.0
1.50 - 1.65	12.7	34.6	1.22	20.6	1.0	42.7	22.2
1.65 - 1.85	14.8	47.0	-	-	-	57.5	28.6
1.85 - 2.10	17.4	57.6	-	-	-	74.9	35.3
+ 2.10	25.1	77.7	-	-	-	100.0	45.9

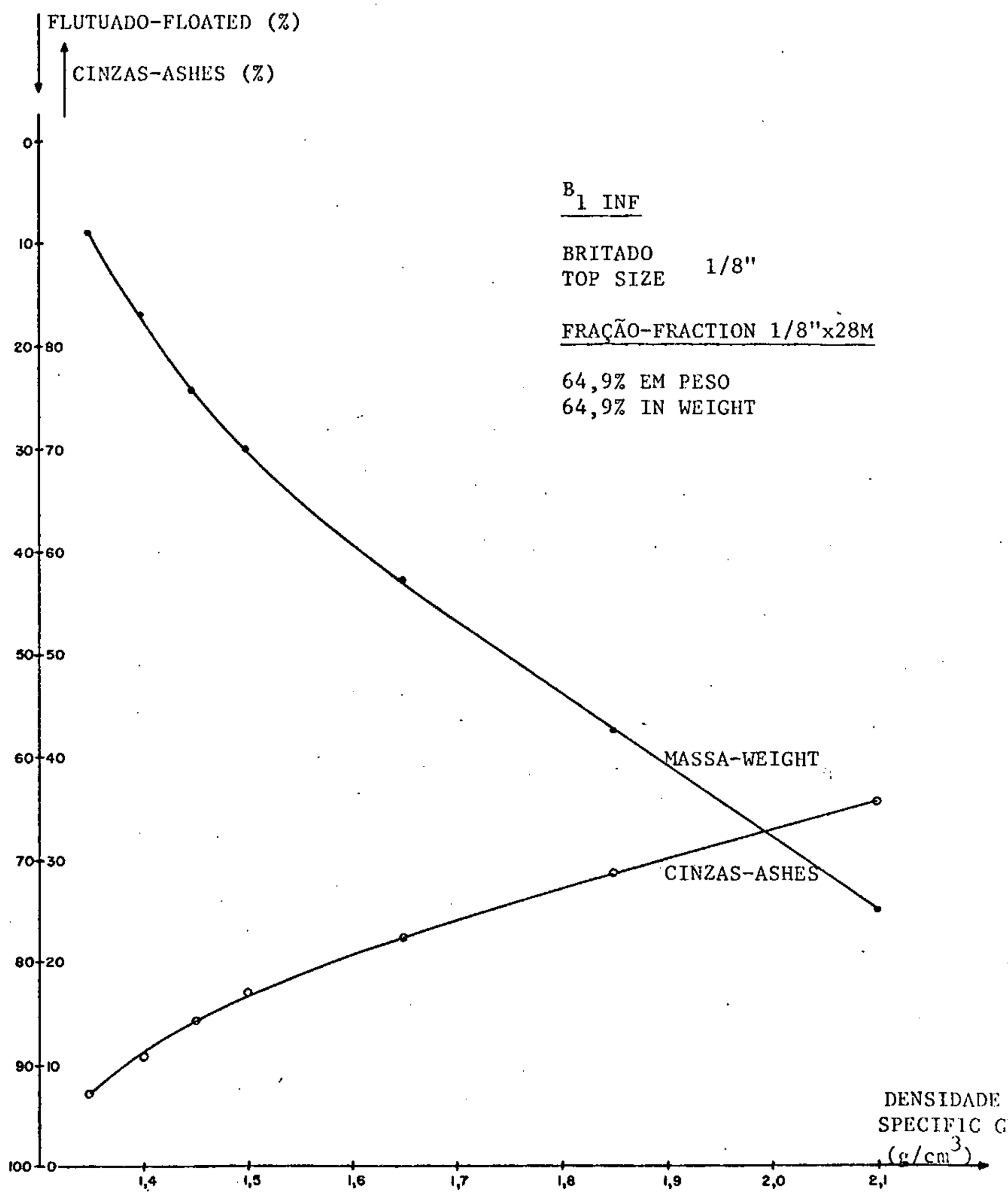
Table 8.12 - Densimetric Tests - crushed to 1/8".

Fraction: 1/8" x 28 M - 64.9% in weight

Tabela 8.12 - Ensaio Densimétrico com Banco Inferior ($B_{1\ inf}$) - Britagem 1/8".

Fração: 1/8" x 28 M - 64,9% em peso.

GRAPH 8.3



B_{1} INF

BRITADO
TOP SIZE 1/8"

FRAÇÃO-FRACTION 1/8"x28M

64,9% EM PESO
64,9% IN WEIGHT

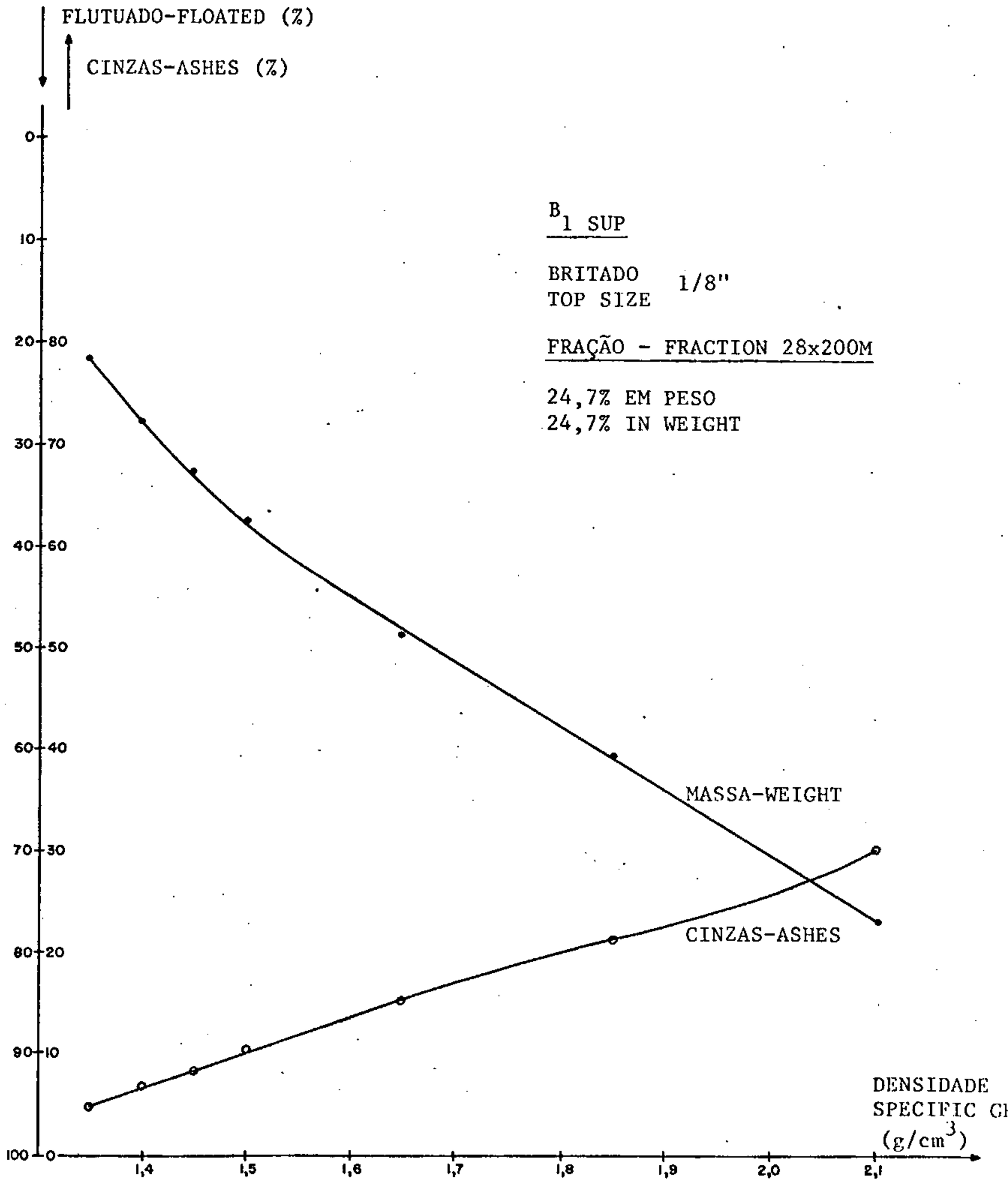
DENSITY DENSIDADE (g/cm³)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL					CUMULATIVE ACUMULADO	
	WEIGTH PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉIRA VOLÁTIL (%)	FSI	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
- 1.35	17.7	4.9	1.49	30.2	8.5	17.7	4.9
1.35 - 1.40	12.0	10.0	1.14	28.8	8.0	29.7	7.0
1.40 - 1.45	9.4	13.9	1.39	27.0	7.0	39.1	8.7
1.45 - 1.50	5.2	22.6	1.04	23.7	4.0	44.3	10.3
1.50 - 1.65	13.0	31.9	0.94	20.5	1.5	57.3	15.2
1.65 - 1.85	10.2	45.6	-	-	-	67.5	19.8
1.85 - 2.10	11.2	58.4	-	-	-	78.7	25.3
+ 2.10	21.3	76.9	-	-	-	100.0	36.3

Table 8.13 - Densimetric Tests (B_{1inf}) - crushed to 1/8".
Fraction: 28 x 200 M - 23.7% in weight.
Ultra-fine ash analysis result:
- 200 M Fraction: 11.4% weight and 41.7% ash.

Tabela 8.13 - Ensaio Densimétrico com Banco Inferior ($B_{1\ inf}$) - Britagem 1/8".
Fração: 28 x 200 M - 23,7% em peso.

Resultado da análise de cinza do ultra-fino:
Fração - 200 M: 11,4% peso com 41,7% cinza.

GRAPH 8.4



$B_{1\ SUP}$

BRITADO 1/8"
TOP SIZE

FRAÇÃO - FRACTION 28x200M

24,7% EM PESO
24,7% IN WEIGHT

(1/2" x 28 M) passada nas densidades 1,35 e 1,50 g/cm³.

Os produtos flutuado em 1,35 (- 1,35) e afundado em 1,35, e o flutuado em1,50 (1,35 - 1,50) foram enviados para a Siderúrgica de Volta Redonda (CSN), para serem feitos testes de coqueificação e moabilidade Hardgrove, respectivamente.

A seguir são mostradas as tabelas dos resultados obtidos.

FRAÇÃO	PESO (%)	DESTINO
1/2" x 28 M	89,5	para meio denso
- 28 M	10,5	arquivo
TOTAL	100,0	-

Tabela 8.14 - Resultado da classificação da amostra A - B_1 sup

DENSIDADE (g/cm³)	PESO (%)	DESTINO
- 1,35	8,9	para testes de coqueificação
1,35 - 1,50	14,2	para teste Hardgrove
+ 1,50	76,9	arquivo

Tabela 8.15 - Resultado do ensaio densimétrico com amostra A - B_1 sup - fração: 1/2" x 28 M.

8.3.4.3 Análise granulométrica B_1 sup (britagem 1/2")

A alíquota B, pesando cerca de 39 kg, foi peneirada a seco nas peneiras de 1/4", 1/8" e 28 M e a úmido nas de 65, 100 e 200 malhas.

Foram feitas análises de cinza por fração granulométrica e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 8.16.

GRANULOMETRIA	INDIVIDUAL		ACUMULADO	
	PESO (%)	CINZA (%)	PESO (%)	CINZA (%)
+ 1/4"	48,8	51,5	48,8	51,5
+ 1/8"	18,5	46,0	67,3	50,0
+ 28 M	23,1	35,8	90,4	46,4
+ 65 M	5,3	32,3	95,7	45,6
+ 100 M	1,2	32,2	96,9	45,4
+ 200 M	1,5	33,4	98,4	45,2
- 200 M	1,6	46,9	100,0	45,3

Tabela 8.16 - Análise granulométrica da camada B_1 sup - britagem 1/2"

8.3.4.4 Ensaios densimétricos B_1 sup (britagem 1/2")

A alíquota C, pesando cerca de 39 kg, foi classificada em duas faixas granulométricas para os ensaios de meio denso.

FAIXA GRANULOMÉTRICA	PESO (%)
1/2" x 28 M	89,8
28 x 200 M	7,9
- 200 M	2,3

Tabela 8.17 - Classificação da alíquota C: B_1 sup

Os cortes foram feitos nas densidades de : 1,35 , 1,40, 1,45, 1,50, 1,65, 1,85 e 2,10 g/cm³.

Foram feitas análises de cinzas em todas as frações densimétricas e análise de enxofre, matéria volátil e FSI nos flutuados até 1,65 g/cm³.

Os resultados obtidos estão nas Tabelas 8.18 e 8.19, com as respectivas curvas de lavabilidade (Gráficos 8.5 e 8.6).

Foi retirada da amostra C, uma alíquota representativa da fração 28 M x 0 para testes de flotação, que serão mostrados posteriormente.

Análise química completa da amostra global B_1 sup (britada 1/2")

Com a alíquota E, pesando cerca de 39 kg, foi feita toda a preparação para envio ao laboratório de análise química.

Resultados obtidos:

- Cinza : 46,0 %
- Enxofre : 1,17%
- Carbono Fixo : 34,4 %
- Matéria Volátil : 19,6 %
- Umidade : 1,27%
- Poder Calorífico Superior : 4.352 cal/g

8.3.4.5 Estudos com amostra da camada B_1 sup a 1/8"

A alíquota D, pesando cerca de 39 kg, foi toda britada em 1/8", em circuito fechado com peneira de 1/8".

Após britagem de toda a amostra em 1/8", foi feita uma homogeneização em pilha longitudinal e dela foram retiradas quatro alíquotas (F, G, H e I), de aproximadamente 9.700 gramas.

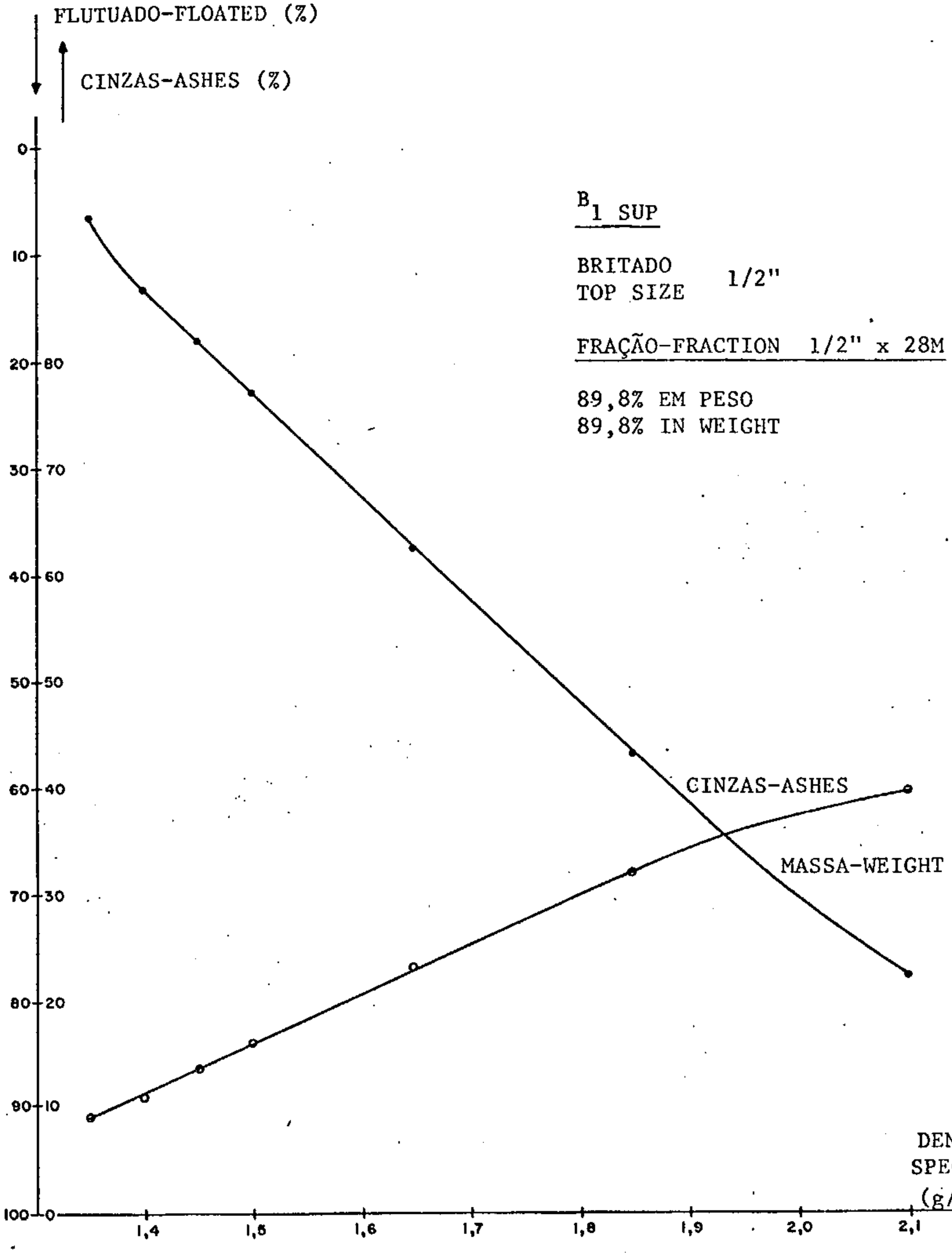
A alíquota D-F foi selecionada pra análise química completa; a alíquota D-G para ensaios de meio denso; a alíquota D-H para testes de flotação; e a alíquota D-I para análise granulométrica.

DENSITY DENSIDADE (g/cm³)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL					CUMULATIVE ACUMULADO	
	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉRIA VOLÁTIL (%)	FSI	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
- 1.35	9.7	9.1	1.34	29.6	8.0	9.7	9.1
1.35 - 1.40	4.1	15.8	1.45	28.2	7.5	13.8	11.1
1.40 - 1.45	4.7	20.5	1.47	26.2	6.5	18.5	13.5
1.45 - 1.50	4.8	25.4	1.45	24.2	4.0	23.3	15.9
1.50 - 1.65	14.7	34.3	1.25	20.9	1.5	38.0	23.0
1.65 - 1.85	19.1	49.1	-	-	-	57.1	31.7
1.85 - 2.10	21.1	59.8	-	-	-	78.2	39.3
+ 2.10	21.8	79.1	-	-	-	100.0	48.0

Table 8.18 - B_{1sup} Densimetric Tests - crushed to 1/2".
Fraction: 1/2" x 28 M - 89.8% in weight

Tabela 8.18 - Ensaio Densimétrico com Banco Superior ($B_{1\ sup}$) - Britagem 1/2".
Fração: 1/2" x 28 M - 89,8% em peso.

GRAPH 8.5



$B_{1\ SUP}$

BRITADO
TOP SIZE 1/2"

FRAÇÃO-FRACTION 1/2" x 28M

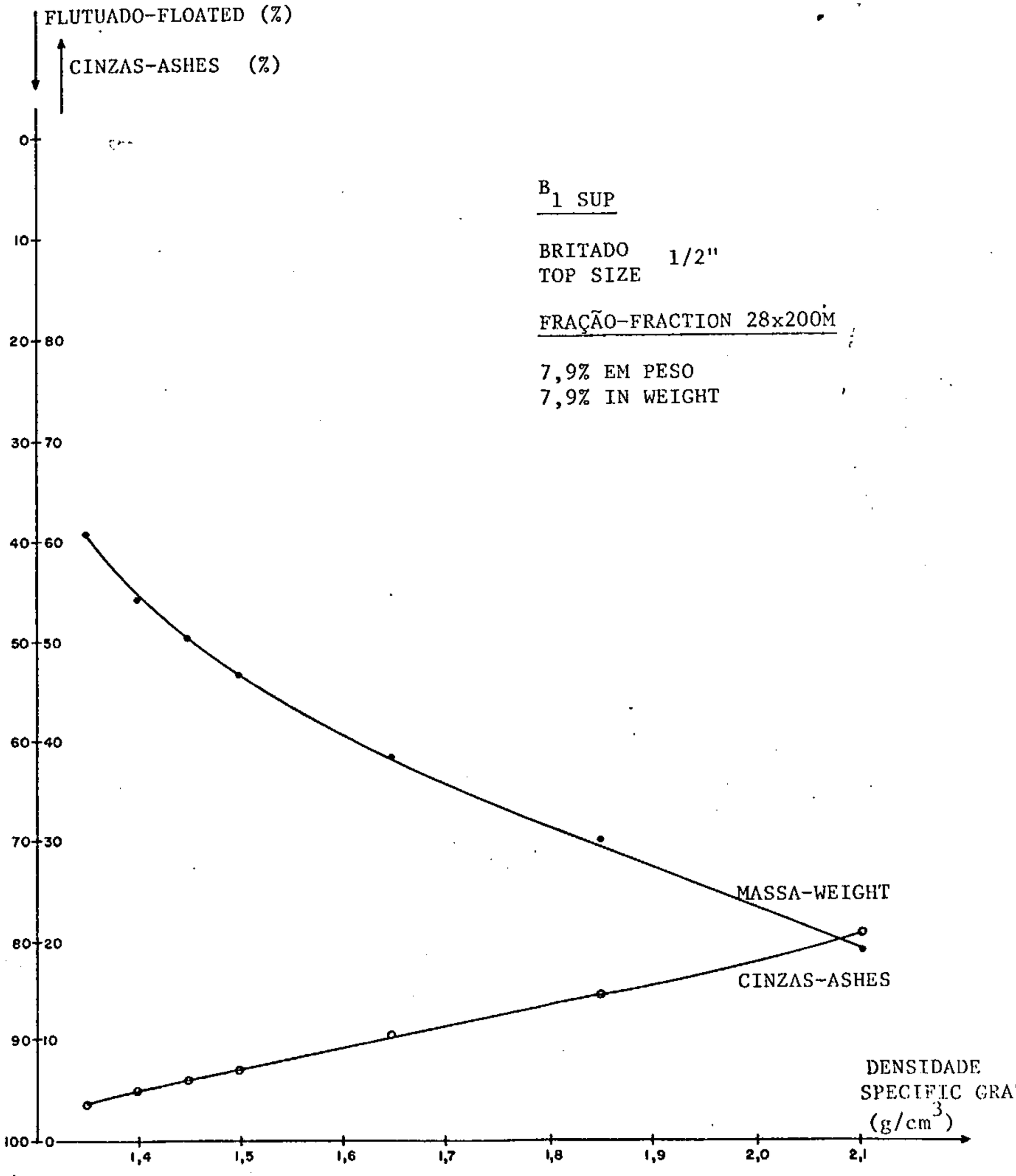
89,8% EM PESO
89,8% IN WEIGHT

DENSITY DENSIDADE (g/cm³)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL					CUMULATIVE ACUMULADO	
	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉRIA VOLÁTIL (%)	FSI	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
- 1.35	39.7	3.8	1.18	30.4	8.5	39.7	3.8
1.35 - 1.40	6.4	12.3	1.17	28.3	7.5	46.1	5.0
1.40 - 1.45	3.9	18.6	1.12	25.6	4.5	50.0	6.1
1.45 - 1.50	3.7	22.7	1.06	22.6	2.0	53.7	7.2
1.50 - 1.65	8.4	31.0	0.96	20.3	1.0	62.1	10.4
1.65 - 1.85	7.9	45.6	-	-	-	70.0	14.4
1.85 - 2.10	11.0	61.1	-	-	-	81.0	20.7
+ 2.10	19.0	78.1	-	-	-	100.00	31.6

Table 8.19 - B_{1sup} Densimetric Test - crushed to 1/2".
Fraction: 28 x 200 M - 7.9% in weight
Ultra-fine ash analysis result:
- 200 M Fraction: 2.3% weight and 45.9% ash.

Tabela 8.19 - Ensaio Densimétrico com Banco Superior ($B_{1\ sup}$) - Britagem 1/2".
Fração: 28 x 200 M - 7,9% em peso.
Resultado da análise de cinza do ultra-fino:
Fração - 200 M : 2,3% peso com 45,9% cinza.

GRAPH 8.6



B_{1} SUP

BRITADO 1/2"
TOP SIZE

FRAÇÃO-FRACTION 28x200M

7,9% EM PESO
7,9% IN WEIGHT

8.3.4.5.1 Análise química completa da amostra D-F: B_1 sup (britada 1/8")

Resultados obtidos:

- Cinza : 45,6 %
- Enxofre : 1,27%
- Carbono Fixo : 34,3 %
- Matéria Volátil : 18,7 %
- Umidade : 1,38%
- Poder Calorífico Superior : 4.380 cal/g

8.3.4.5.2 Análise granulométrica da Amostra D-I : B_1 sup

A alíquota D-I foi peneirada a seco na peneira de 28 M e a úmido nas de 65, 100 e 200 malhas.

Foram feitas análises de cinza por fração granulométrica e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 8.20.

GRANULOMETRIA	INDIVIDUAL		ACUMULADO	
	PESO (%)	CINZA (%)	PESO (%)	CINZA (%)
+ 28 M	62,5	46,7	62,5	46,7
+ 65 M	15,9	42,3	78,4	45,8
+ 100 M	4,2	41,4	82,6	45,6
+ 200 M	6,0	40,1	88,6	45,2
- 200 M	11,4	44,7	100,0	45,1

Tabela 8.20 - Análise granulométrica da camada B_1 sup - britagem 1/8"

8.3.4.5.3 Ensaios densimétricos com amostra D-G: B_1 sup

A alíquota D-G foi classificada em duas faixas granulométricas para os ensaios de meio denso.

FAIXA GRANULOMÉTRICA	PESO (%)
1/8" x 28 M	63,1
28 x 200 M	24,7
- 200 M	12,2

Tabela 8.21 - Classificação da alíquota D-G: B_1 sup

Os cortes foram feitos nas densidades de: 1,35, 1.45, 1,50, 1,65, 1,85 e 2,10 g/cm³.

Foram feitas análises de cinza em todas as frações densimétricas e análise de enxofre, matéria volátil e FSI nos flutuados até 1,65 g/cm³.

Os resultados obtidos estão nas Tabelas 8.22 e 8.23, com as respectivas curvas de lavabilidade (Gráficos 8.7 e 8.8).

8.3.5 Ensaios de Flotação com Amostras das Camadas B_1 sup e B_1 inf

Foram feitos quatro ensaios exploratórios de flotação com diferentes tipos de amostras (material - 28 M):

TESTE 501

Amostra da camada B_1 inf proveniente da britagem a 1/8", com 40,8% cinza.

TESTE 503

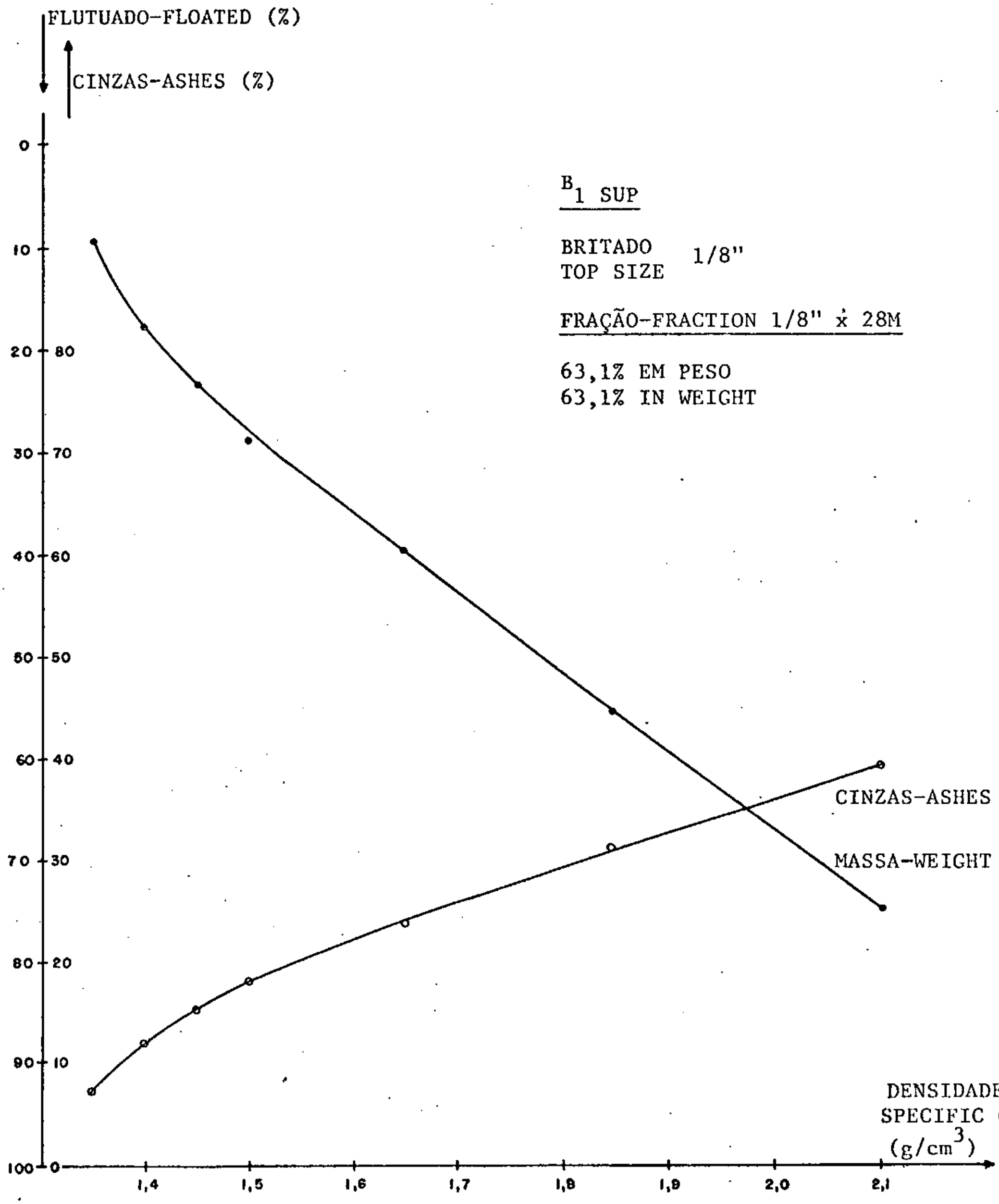
Amostra da camada B_1 inf proveniente da britagem a

DENSITY DENSIDADE (g/cm³)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL					CUMULATIVE ACUMULADO	
	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉRIA VOLÁTIL (%)	FSI	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
- 1.35	9.8	7.3	1.31	30.6	8.0	9.8	7.3
1.35 - 1.40	8.4	17.3	1.29	27.0	6.0	18.2	11.9
1.40 - 1.45	5.5	25.1	1.22	23.9	3.0	23.7	15.0
1.45 - 1.50	5.5	31.2	1.19	21.9	1.5	29.2	18.0
1.50 - 1.65	10.8	39.1	1.02	21.2	1.0	40.0	23.7
1.65 - 1.85	15.5	50.1	-	-	-	55.5	31.1
1.85 - 2.10	19.3	62.1	-	-	-	74.8	39.1
+ 2.10	25.2	78.8	-	-	-	100.0	49.1

Table 8.22 - B_{1sup} Densimetric Tests - crushed to 1/8"
Fraction: 1/8" x 28 M - 63.1% in weight.

Tabela 8.22 - Ensaio Densimétrico com Banco Superior ($B_{1\ sup}$) - Britagem 1/8".
Fração: 1/8" x 28 M - 63,1% em peso

GRAPH 8.7



B_{1} SUP

BRITADO
TOP SIZE 1/8"

FRAÇÃO-FRACTION 1/8" x 28M

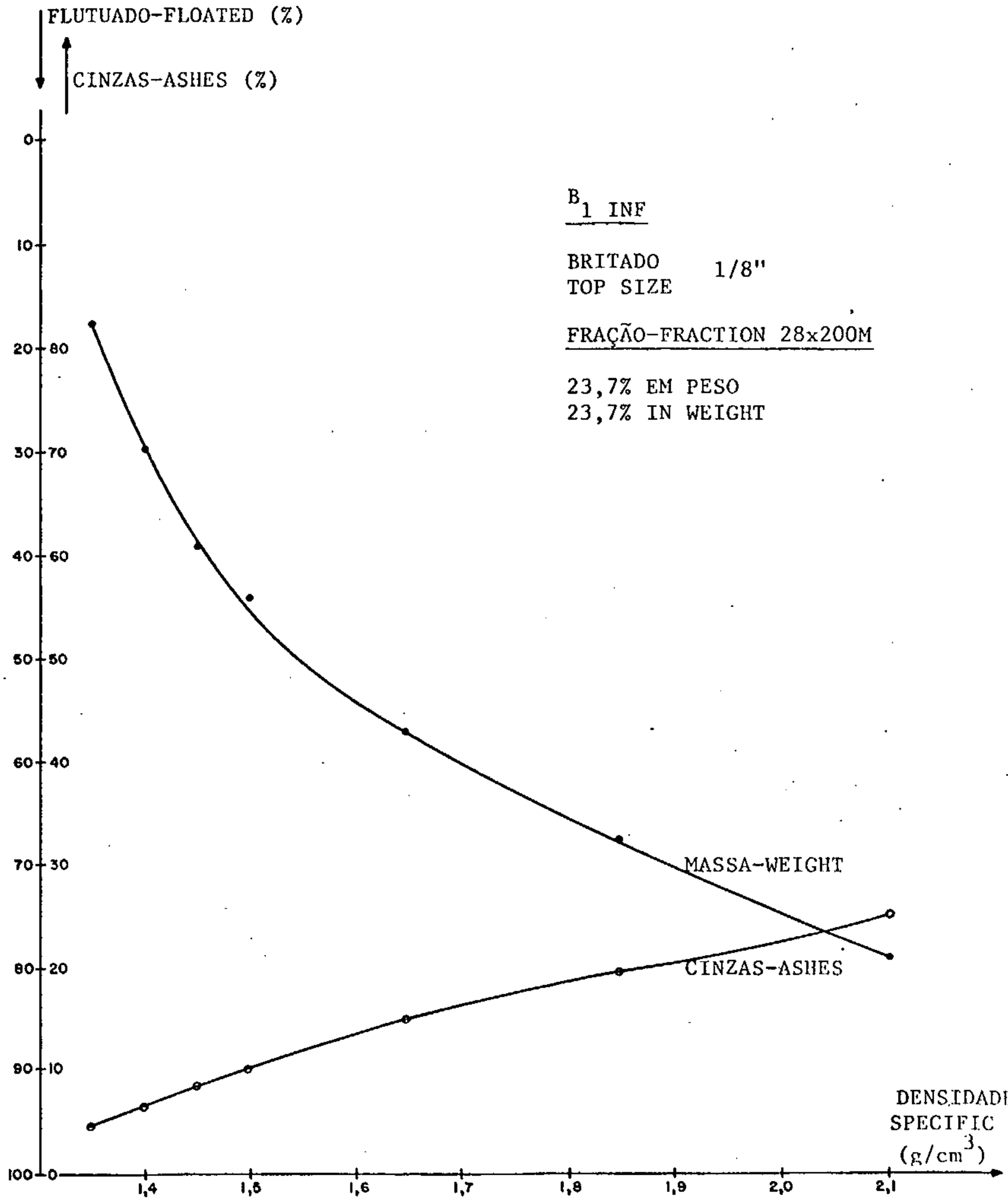
63,1% EM PESO
63,1% IN WEIGHT

DENSITY DENSIDADE (g/cm³)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL					CUMULATIVE ACUMULADO	
	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	SULFUR ENXOFRE (%)	VOLATILE MATTER MATÉRIA VOLÁTIL (%)	FSI	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
- 1.35	21.9	5.0	1.20	30.9	8.0	21.9	5.0
1.35 - 1.40	6.2	12.9	1.15	28.6	6.5	28.1	6.7
1.40 - 1.45	4.9	18.7	1.00	25.6	4.5	33.0	8.5
1.45 - 1.50	5.1	23.3	0.97	23.1	2.5	38.1	10.5
1.50 - 1.65	10.8	32.0	0.89	20.6	1.0	48.9	15.2
1.65 - 1.85	11.9	46.2	-	-	-	60.8	21.3
1.85 - 2.10	16.4	61.8	-	-	-	77.2	29.9
+ 2.10	22.8	78.5	-	-	-	100.0	41.0

Table 8.23 - B_{1sup} Densimetric Test - Crushed to 1/8"
Fraction: 28 x 200 M - 24.7% in weight
Ultra-fine ash analysis result:
- 200 M Fraction: 12.2% wight and 44.9% ash.

Tabela 8.23 - Ensaio Densimétrico com Banco Superior ($B_{1\ sup}$) - Britagem 1/8".
Fração: 28 x 200 M - 24,7% em peso.
Resultado da análise de cinza do ultra-fino:
Fração - 200 M : 12,2% peso com 44,9% cinza.

GRAPH 8.8



$B_{1\ INF}$

BRITADO 1/8"
TOP SIZE

FRAÇÃO-FRACTION 28x200M

23,7% EM PESO
23,7% IN WEIGHT

1/2", com 35,6% cinza.

TESTE 505

Amostra da camada B_1 inf proveniente da britagem a 1/8", com 47,1% cinza.

TESTE 507

Amostra da camada B_1 sup proveniente da britagem a 1/2", com 41,8% cinza.

Estes ensaios de flotação foram feitos com controle de tempo (flotação cinética) e foram usados os reagentes: Metil-Isobutil Carbinol (224 g/t), adicionado escalonadamente, e Quero zene (100 g(t), adicionado integralmente no início.

8.3.5.1 Condições dos quatro ensaios

. 32 g/t MIBC + 100 g/t Qs

condicionar : 90 s

flotar . 30 s

1º concentrado

. Sem adicionar reagente

flotar : 30 s

2º concentrado

. + 32 g/t MIBC

flotar : 30 s

3º concentrado

. + 48 g/t MIBC

flotar : 60 s

4º concentrado

. + 48 g/t MIBC

flotar : 60 s

5º concentrado

. + 64 g/t MIBC

flotar : 180 s

6º concentrado e rejeito final

Manteve-se constantes nos ensaios:

. pH natural da polpa (6 a 7);
. rotação do rotor (900 rpm);
. percentagem de sólidos (5%);
. célula de flotação (DENVER de 5 litros).

Os resultados obtidos são mostrados a seguir (Tabelas 8.23 a 8.27), onde verifica-se ser possível obter produtos metalúrgicos e energéticos pelo processo de flotação.

8.3.6 Conclusão

Pelos resultados obtidos, tanto com a amostra B_1 inf como para a B_1 sup, é possível obter-se produtos metalúrgicos (10% cinza) e energéticos (20% cinza).

Nos ensaios de meio denso, obteve-se nas frações grosseiras as seguintes recuperações em massa para um produto com 10% cinza:

AMOSTRA	BRITAGEM	RECUPERAÇÃO EM MASSA (%)	CINZA (%)
B_1 inf	1/2"	12	10
B_1 inf	1/8"	15	10
B_1 sup	1/2"	11	10
B_1 sup	1/8"	15	10

As recuperações em massa poderão ser um pouco aumentadas, com o aproveitamento dos finos (28 M x 0), por flotação.

PRODUCT	CUMULATIVE FLOTATION TIME TEMPO DE FLOTAÇÃO ACUMULADO (s)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL		CUMULATIVE ACUMULADO	
		WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
1st concentrate	30	13.6	12.2	13.6	12.2
2nd concentrate	60	7.2	17.1	20.8	13.9
3rd concentrate	90	14.9	20.5	35.7	16.6
4th concentrate	150	20.8	38.2	56.5	24.5
5th concentrate	210	11.3	48.5	67.8	28.5
6th concentrate	390	8.5	55.4	76.3	31.5
waste	-	23.7	70.8	100.0	40.8

Table 8.24-(TEST 501): Flotation test for B_{1inf} Sample crushed to 1/8".

Tabela 8.24-(TESTE 501): Ensaio de flotação com Amostra $B_{1\ inf}$ britada a 1/8".

PRODUCT PRODUTO	CUMULATIVE FLOTATION TIME TEMPO DE FLOTAÇÃO ACUMULADO (s)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL		CUMULATIVE ACUMULADO	
		WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
1st concentrate	30	11.4	8.1	11.4	8.1
2nd concentrate	60	8.1	10.3	19.5	9.0
3rd concentrate	90	13.3	14.0	32.8	11.0
4th concentrate	150	35.5	34.0	68.3	23.0
5th concentrate	210	7.8	47.7	76.1	25.5
6th concentrate	390	6.6	51.7	82.7	27.6
waste	-	17.3	73.7	100.0	35.6

Table 8.25(TEST 503): Flotation test for $B_{1\ inf}$ Sample crushed to 1/2".

Tabela 8.25(TESTE 503): Ensaio de Flotação com Amostra $B_{1\ inf}$ britada a 1/2".

PRODUCT PRODUTO	CUMULATIVE FLOTATION TIME TEMPO DE FLOTAÇÃO ACUMULADO (s)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL		CUMULATIVE ACUMULADO	
		WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
1st concentrate	30	8.5	12.2	8.5	12.2
2nd concentrate	60	4.7	16.3	13.2	13.7
3rd concentrate	90	7.3	17.4	20.5	15.0
4th concentrate	150	23.8	32.6	44.3	24.5
5th concentrate	210	10.4	45.8	54.7	28.5
6th concentrate	390	8.9	54.1	63.6	47.1
waste	-	36.4	73.2	100.0	47.1

Table 8.26(TEST 505): Flotation test for $B_{1\ sup}$ Sample crushed to 1/8".

Tabela 8.26(TESTE 505): Ensaio de Flotação com Amostra $B_{1\ sup}$ britada a 1/8".

PRODUCT PRODUCT	CUMULATIVE FLOTATION TIME TEMPO DE FLOTAÇÃO ACUMULADO (s)	INDIVIDUAL INDIVIDUAL		CUMULATIVE ACUMULADO	
		WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)	WEIGHT PESO (%)	ASHES CINZAS (%)
1st concentrate	30	3.9	11.2	3.9	11.2
2nd concentrate	60	2.8	16.1	6.7	13.2
3rd concentrate	90	7.1	14.4	13.8	13.8
4th concentrate	150	31.3	22.7	45.1	20.0
5th concentrate	210	13.0	41.3	58.1	24.8
6th concentrate	390	12.5	49.7	70.6	29.1
waste	-	29.4	72.3	100.0	41.8

Table 8.27(TEST 507): Flotation test for $B_{1\ sup}$ Sample crushed to 1/2".

Tabela 8.27(TESTE 507): Ensaio de Flotação com Amostras $B_{1\ sup}$ britada a 1/2".

8.4 ENSAIOS E ANÁLISES ESPECIAIS

8.4 ENSAIOS E ANÁLISES ESPECIAIS

8.4.1 Ensaios de Coqueificação

Os ensaios de Dilatometria e Plastometria foram e - fetuados pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), de acordo com as normas da International Standard Organization (ISO) e da American Society of Technical Measures (ASTM) (normas ISO.349 e ASTM.D 2639, respectivamente).

Os resultados, já discutidos no capítulo 3 do volu - me II, são mostrados no Anexo 8.2.

8.4.2 Índice de Moabilidade Hardgrove - HGI

O HGI foi determinado segundo os procedimentos aceitos mundialmente, isto é, o carvão é colocado num moinho de bolas durante um período de tempo, equivalente a 60 revoluções do moinho. O carvão é previamente pesado e 50 g de carvão homoge - neizado é normalmente utilizado.

O resultado do HGI é dado em percentagem - e os resultados estão indicados no Anexo 8.3.

8.4.3 Ensaios de Fusibilidade

Em resumo, o procedimento é o seguinte:

1. As amostras de carvão são queimadas em um forno elétrico a uma temperatura de 775° C para obtenção de cinzas. Essas cinzas são peneiradas e moldadas para ensaio.
   Os testes de fusibilidade das cinzas foram efe - tuados em microscópio de aquecimento, sob condições oxidantes. Cópias dos resultados, originalmente impressos em filmes fotográficos, estão no Anexo 8.4, e os números são os seguintes:

A M O S T R A	TEMPERATURA DE DEFORMAÇÃO	TEMPERATURA DO HEMISFÉRIO	TEMPERATURA DO FLUXO
33-VB-82 (142,2 + 150,9)	1430	1560	1560
41-VB-82 (172,4+176,0+194,9)	1250	1400	1400
41-VB-82 (78,8 + 87,0)	1410	1560	1560

8.4.4 Elementos Maiores e Menores

Algumas amostras de testemunhos de sondagem foram analisadas com vistas aos elementos químicos maiores e menores existentes nas cinzas:

. Furo 03-VB-82, 16,27 (B_1 inf);
. Furo 25-VB-82, 75,26 (B_1 inf);
. Furo 30-VB-82, 75,1 (B_2).

Outras análises pra elementos maiores foram efetu - adas em amostras especiais:

. Fração 1/2" x 28 da camada B_1 inf, d = 1,35 x 1,50;
. Fração 1/2" x 28 da camada B_1 sup, d = 1,35 x 1,50.

Além da perda ao fogo, as amostras foram analisadas para: Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Cd, Cr, Mo, V, U, F, Na_2O, K_2O, P_2O_5, SO_3, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2, MnO, CaO, MgO.

Por solicitação do GSECHI, 92 amostras de cinzas foram analisadas por espectografia de emissão, com a finalidade de determinar o teor de Germânio (Ge), descrito como potencialmente alto na literatura geológica existente sobre a área. Os resultados obtidos já foram comentados no capítulo 3 do volume II.

Dependendo dos elementos a serem detetados, os mé - todos utilizados foram: absorção atômica, fluorimetria, eletrodo de ion específico e espectografia de emissão. A metodologia

foi a normalmente adotada para essas análises químicas. Os resultados obtidos estão no Anexo 8.5.

8.4.5 Ensaios Geomecânicos

. Compressão Uniaxial

Foram efetuados 10 testes de compressão uniaxial , assim distribuídos:

VB-01-82 : 2 testes;
VB-10-82 : 3 testes;
VB-11-82 : 5 testes.

A metodologia adotada foi a de acordo com a norma da International Society of Rock Mecanics (ISRM).

. Compressão Diametral

Seis testes foram efetuados em testemunhos de sondagem, conforme relação a seguir:

01-VB-82 : 1 teste ;
10-VB-82 : 2 testes;
11-VB-82 : 3 testes.

A metodologia seguiu as normas da ISRM. Os resultados estão no Anexo 8.6.

8.4.6 Análises de Água

A Tabela a seguir dá a metodologia seguida nas análises das amostras de água (Anexo 8.7).

D E T E R M I N A Ç Ã O	M E T O D O L O G I A
Condutividade elétrica (resí - duo provável seco a 180° C)	Condutividade
pH	Eletrodo de vidro
$CO_3^=$, HCO_3^- , Cl^-	Volumetria
$SO_4^=$	Resina trocadora de ion
NO_2^- , NO_3^- , $HPO_4^=$	Colorimetria
F^-	Eletrodo de ion específico
Na^+, K^+, Li^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Fe^{+++}	Espectrometria de absorção atômica
NH_4^+	Colorimetria
SiO_2	Colorimetria
Alcalinidade	Volumetria
Dureza	Volumetria

8.4.7 Análises Petrográficas

As seções delgadas (30 micra de espessura) foram preparadas utilizando-se uma serra marca Felker Dimet e Politrizes, marca Cimafer. Foram estudadas em microscópio de polarização marca Leitz, modelo Ortholux II Pol, seguindo a metodologia utilizada normalmente nesse tipo de estudo. Os resultados, já comentados no capítulo 3, volume II, estão no Anexo 8.9.

8.4.8 Análises Petrográficas de Carvão

O Anexo 8.8 mostra os resultados das medidas do poder refletor na vitrinita e dos estudos dos macerais efetuados em 13 amostras. O equipamento utilizado foi um microscópio marca Leitz, equipado com o microrefratômetro MPV II Pol BH.

C A P Í T U L O 10

ATIVIDADE 10 - COMPILAÇÃO DE DADOS

10.1 INTRODUÇÃO

10.1 INTRODUÇÃO

As atividades descritas neste capítulo estão de acordo com a Atividade 10 do Contrato GSECHI-CPRM de 12.01.82.

Neste capítulo foram incluídas as seguintes atividades:

- Descrição litológica dos testemunhos de sondagem;
- Compatibilização dos perfis litológicos aos geofísicos;
- Integração de ambos os perfis em logs compostos.

A compilação de dados relativos a outros assuntos, como por exemplo, geofísica de superfície, estudos econômicos, etc, foi desenvolvida dentro do contexto de cada capítulo específico, não sendo, portanto, considerados neste capítulo.

A descrição dos testemunhos de sondagem foi efetuada pelos geólogos: Aramis J. Pereira Gomes, José Eduardo Amaral, José Leonardo Andriotti, João Angelo Toniolo, auxiliados pelos técnicos de mineração: Vilson Goulart, Rogério de Souza, Almir Gomes Freire e Alvaro de Souza. Os geólogos acima mencionados, juntamente com o geofísico Fernando A. do Rego Barros, foram responsáveis pelo ajuste e integração dos perfis litológicos e geofísicos.

10.2 METODOLOGIA

10.2 METODOLOGIA

A descrição litológica dos testemunhos de sondagem foi efetuada no acampamento da CPRM, logo após a conclusão de cada furo. Os testemunhos foram descritos na escala de 1:100 e as seqüências carbonosas descritas na escala de 1:20.

A partir das descrições dos perfis na escala 1:100, foi efetuado um perfil resumido na escala de 1:500.

A descrição das camadas de carvão na escala 1:20 seguiu o procedimento recomendado por Schopf (1960). Maiores detalhes sobre a metodologia utilizada na descrição dos testemunhos de sondagem podem ser encontrados no capítulo 3.1.2 deste relatório.

Após a descrição litológica de cada furo de sondagem e da interpretação dos perfis geofísicos (gama e resistência), ambas as informações foram comparadas com a finalidade de compatibilizar os atuais níveis de intersecção de topo e base das diferentes camadas de carvão. Além disso, foi preparado um perfil composto, padronizado, onde, além da representação gráfica, é apresentada uma descrição suscinta dos diferentes tipos de rochas que ocorre em cada furo.

10.3 DADOS DE PRODUÇÃO

10.3 DADOS DE PRODUÇÃO

Todos os testemunhos de sondagem foram descritos na escala 1:100, totalizando cerca de 9.600 m de perfis litológi - cos. A extensão dos pacotes carbonosos descritos na escala de 1:20 foi de 1.114 m.

A dimensão total dos perfis litológicos de testemu- nhos de sondagem produzidos pelo projeto, nas diferentes esca - las, foi:

1:100	-	9.600 m
1:20	-	1.114 m
TOTAL	-	10.714 m

Os perfis compostos dos testemunhos, provenientes dos 44 furos de sondagem, são apresentados nos anexos 6.1 a 6.44.

10.4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

10.4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A sistemática adotada para a descrição dos testemunhos de sondagem do Programa Mucanha-Vuzi mostrou ser tecnicamente adequada e de custo razoável, permitindo uma alta média de aquisição e registro de dados de subsuperfície. Portanto, sua utilização em programas exploratórios de pré-viabilidade é altamente recomendável em outras áreas da bacia Chicoa-Mecucoé, ou em qualquer outra região.

C A P Í T U L O 12

ATIVIDADE 12 - SUPERVISÃO E RELATÓRIO FINAL

12. SUPERVISÃO E RELATÓRIO FINAL

12. SUPERVISÃO E RELATÓRIO FINAL

O Programa Mucanha-Vuzi foi executado sob a coordenação do escritório central da CPRM, localizado no Rio de Janeiro. Esta coordenação ficou a cargo dos geólogos senior: Luiz Antonio Gravatá Galvão, Mario Jorge Costa e Sabino Orlando C. Loguercio, que se encarregaram da supervisão técnica, administrativa e financeira do Programa.

Papel importante da equipe coordenadora foi promover e facilitar os contatos entre as autoridades de Moçambique, companhias subcontratadas e órgãos financiadores.

Outra função importante da coordenação foi supervisionar a execução das atividades programadas em todos os níveis, dentro dos critérios e padrões normalmente utilizados em suas atividades no Brasil e no exterior.

A execução do relatório final foi totalmente supervisionada e coordenada pela CPRM, estando sob a responsabilidade dos geólogos Mario Jorge Costa e Sabino Orlando C. Loguercio.

A ccordenação das atividades subcontratadas com a COBRAPI e o GEIPOT ficou a cargo do engenheiro José Elisio Paixão e do engenheiro Paulo Buarque de Nazaré, respectivamente.

C A P Í T U L O 13

ATIVIDADE 13 - AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DIVERSOS

13. AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DEIVERSOS

13. AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DIVERSOS

Como foi definido na Seção 6.1 (Anexo I do Contrato GSECHI-CPRM), equipamentos e materiais diversos foram adquiridos e exportados para Moçambique pela CPRM, para serem usados na execução dos serviços contratados. De acordo com o contrato acima mencionado, após a conclusão da Fase I do Programa Mucanha-Vuzi, esses bens serão transferidos para o GSECHI.

Na Tabela 13.1 estão relacionados os equipamentos e os materiais mencionados. De acordo com o orçamento que consta do contrato, foi estimado o valor de US$ 356,000.00 para aquisição dos bens mencionados.

O valor bruto dos bens adquiridos é de US$ 410,351,40, dos quais um total de US$ 53,345.73 corresponde a um crédito da CPRM na Carteira de Comércio Exterior - CACEX (Brasil), e a um valor líquido de US$ 357,005.67.

Uma relação completa dos bens adquiridos e exportados é apresentada na Tabela 13.2, onde estão especificados os equipamentos para exportação e embarque.

Os veículos e equipamentos mencionados na Tabela 13.2 encontram-se nos escritórios centrais do GSECHI, em Tete, e também no acampamento do rio Bohozi, e já estão sendo utilizados pelas autoridades moçambicanas. Portanto, as obrigações contratuais, referentes à Seção 6.1 (a) do Contrato GSECHI-CPRM de 01.12.82 e com o item 13 da Lista 1 do Acordo de Empréstimo nº 373 P, entre a República Popular de Moçambique e o Fundo OPEC, foram integralmente cumpridos.

TABELA 13.1

"6.1 - Equipamentos a serem adquiridos para o projeto:

a) 6 veículos utilitários, leves, com tração nas 4 rodas e guincho elétrico;
b) 1 caminhão de 7 a 10 t com grua (MUNCK);
c) 1 carroceria de madeira para o caminhão acima;
d) 2 tratores de esteiras com potência de 75 HP, dotados com lâmina frontal e ripper;
e) 2 escarificadores com três dentes para os tratores acima;
f) 1 trator de pneus com potência de 60 a 80 HP, tração simples, com reboque;
g) 2 grupos geradores, trifásicos, de 30 KVA;
h) 1 tanque de chapa para água com capacidade para 5.000 litros;
i) 2 caravanas (trailers), com ar condicionado, para guarda de equipamentos sensíveis;
j) material de acampamento (barracas de lona, bateria de cozinha, material de escritório e de desenho, utensílios diversos, etc);
k) equipamentos auxiliares (bússola, estereocópio , caderneta de campo, material para amostragem , martelo, lupa, etc);
1) 20% do valor dos equipamentos em peças sobressalentes.

OBS.: Os equipamentos e materiais acima relacionados serão adquiridos especificamente em função do Projeto, permanecendo, portanto, em Moçambique após a conclusão dos serviços."