

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO
ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO
GLACIAL PUGA NA REGIÃO DA BODOQUENA – MS.**

Guilherme José Rampazzo

Orientador: Prof. Dr. Jorge Kazuo Yamamoto

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF –2007/17)**

**SÃO PAULO
2007**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900024326

**AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO
ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO
GLACIAL PUGA NA REGIÃO DA BODOQUENA – MS.**

Aluno: Guilherme José Rampazzo

Orientador: Prof. Dr. Jorge Kazuo Yamamoto



**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
TF - 2007/17**

**SÃO PAULO
2007**

TF
R177
GJ.a

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

AVANÇADO DE RECURSOS MINERAIS DE 1970
ASSOCIADOS AOS METAMORFISMOS DA FOLHAÇÃO
DE ACIAL, FOLHA NA REGIÃO DA BODOCUENA - SP.



Aluno: Guilherme José Romão
Orientador: José de Jesus Romão

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Geologia
da Universidade de São Paulo

MONOGRAFIA DE FOLHAÇÃO DE FOLHAÇÃO
DE 1970

1970
1970

**"Ah, o sorriso que tenho nos lábios é um sorriso geológico –
o sorriso de quem sabe, olha, vê e compreende."
(Monteiro Lobato – O Poço do Visconde)**

AGRADECIMENTOS

Graças à colaboração, apoio e principalmente incentivo de inúmeras pessoas, a etapa que me prepara para todo o resto de minha vida profissional vem sendo concluída e, de uma forma ou de outra, elas merecem ser agradecidas. É claro que será impossível citar todas, mas deixo claro que jamais serão esquecidas, por mais singela que tenha sido sua contribuição.

Chego a não ter palavras para explicar a extrema satisfação e agradecer a oportunidade de ter trabalhado neste projeto, que com dedicação e perseverança, desde o início, mostrou-se imensamente otimista em relação à sua viabilidade econômica em tão pouco tempo. Portanto, quero agradecer pela confiança depositada na minha pessoa para o desenvolvimento deste trabalho dada pelo professor Jorge Kazuo Yamamoto que desde 2003 tem me mostrado sempre os melhores caminhos para o desenvolvimento desse e de outros projetos, desde os cimentos pozolânicos ao mais novo recurso de ferro de Bodoquena.

Tão importante quanto o orientador foi o geólogo e, grande amigo, Thiago Piacentini, com o qual, juntos, desenvolvemos todo esse trabalho de mapeamento e avaliação do recurso. Certamente essa parceria foi o ponto mais forte desse trabalho e jamais será esquecida.

À Mineração Horii, detentora dos direitos minerários da área, que representada na pessoa de Kazuto Horii e com a colaboração de todos seus empregados: Lenier, Cláudio Severino (grande Claudião), Simei, Tonhão, Sidney Pinto e todos aqueles que participaram dos levantamentos de campo e das "rodas de tererê", por estarem sempre de bom humor e muito dispostos a ajudar na coroação desse trabalho, sem esquecer também de todos os "peões" que, sem reclamar, abriram picadas e carregaram muitas amostras, o meu agradecimento.

Aos funcionários do IG-USP, tanto dos laboratórios, biblioteca e administrativos, que constantemente, ao longo deste ano, estiveram prontos para transmitir sua vasta experiência em anos de casa, o meu reconhecimento e afeto.

Ao final de cinco anos no IG-USP, criei muitas amizades, tanto na minha turma quanto com aqueles que são meus "veteranos", e levo daqui à certeza que essas amizades são eternas, independentemente da distância. O Brasil é muito grande e cada um vai trilhar seu caminho por rotas distintas, porém a família da Geologia é pequena e muita unida. Um dia, no futuro haveremos de nos encontrar por aí como amigos e profissionais das ciências da terra.

Deixo aqui, um forte abraço a todos aqueles que ao longo dos 5 anos compartilharam trabalhos de campo, elaboração de relatórios e principalmente as festas, "geosam-

bas", aquela cervejinha depois do dia cansativo de campo e todos os outros momentos de confraternização e integração da turma.

Não posso deixar de citar alguns nomes aqui, com isso me relembro do grupo nota dez, o qual eu fiz parte, das disciplinas de metamórfica e mapeamento geológico, Leonardo Ferreira da Silva Siqueira e Paulo Miguel Haddad. Amizade, seriedade, competência e diversão foram o forte desse grupo.

Não tão menos importantes para minha formação foram: Rogério Brandi de Souza, Cícero Prado Machado, Gustavo Allonso Chavez, Otto Salgado Neto, Matheus Palla Moreno, Rodrigo Martins da Silva, Bruno Salmoni, Gabriel Zorzi, Laércio Bertossi, Rafael Barbim, Marcus Ucci, André Marconato e todos aqueles que por ventura não me recordei neste momento, mas que com certeza contribuíram infinitamente para essa conclusão de curso.

Sem me esquecer da mineirada, João Paulo Scalla Olini, Marcelo Ribeiro Santana, Matheus Miranda (futuro geólogo), Igor Rafael Buttignol, Lucas Duarte Decat, Juliano Borges, Elton Faria Dias, Tiago Cremonezzi, Lucas Pasqua Mantovani e todos os amigos do peito lá da terrinha que sempre me acompanharam mesmo antes de pensar em ser geólogo, e sei, sempre estarão à disposição para o que for preciso.

Por último, o mais importante, a minha família. Ao meu pai, Lúcio Rampazzo, esse sim, meu grande geólogo mestre, que em toda e qualquer hora, sempre esteve disponível e com extrema vontade de me transmitir seus conhecimentos, tanto na vida, no dia a dia, como na profissional. Minha mãe, Fátima Ramos Rampazzo, que soube, sempre com pulso firme, me educar da melhor forma possível e me criar sempre com muito amor e carinho. E por fim, minha irmã, Gisele Maria Rampazzo, que sempre me ajudou em tudo, principalmente durante a faculdade, quando os pais estavam distantes. Poderia escrever um livro sobre essas três pessoas e o quão é importante são para mim. Mas algumas palavras podem resumir tudo isso: MUITO OBRIGADO POR TUDO. TENHAM A CERTEZA QUE OS AMO MUITO.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1 OBJETIVOS	2
1.2 JUSTIFICATIVAS	3
1.3 HISTÓRICO DOS TRABALHOS REALIZADOS	4
1.4 ÁREA DE ESTUDO	7
1.5 GEOLOGIA REGIONAL	8
1.6 GEOLOGIA LOCAL	10
 2. MATERIAIS E MÉTODOS	 12
2.1 MAPEAMENTO GEOLÓGICO	12
2.2 ANÁLISE ESTRUTURAL	12
2.3 AMOSTRAGEM	12
2.3.1 Amostragem superficial	13
2.3.2 amostragem subsuperficial	13
2.4 ANÁLISE PETROGRÁFICA	14
2.5 ANÁLISE QUÍMICA	14
2.6 ANÁLISE POR DIFRATOMETRIA DE RAIOS X (DRX)	15
2.7 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO MINÉRIO	15
2.8 AVALIAÇÃO DO RECURSO/RESERVA – CUBAGEM	16
2.9 ENSAIO DE BENEFICIAMENTO	18
2.10 ATIVIDADES REALIZADAS	20
 3. RESULTADOS OBTIDOS	 21
3.1 MAPEAMENTO GEOLÓGICO	21
3.2 ANÁLISE ESTRUTURAL	21
3.3 ANÁLISE PETROGRÁFICA	25
3.4 ANÁLISE QUÍMICA	33
3.5 ANÁLISE POR DIFRATOMETRIA DE RAIOS X (DRX)	34
3.6 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO MINÉRIO	41
3.7 AVALIAÇÃO DO RECURSO/RESERVA – CUBAGEM	42
3.8 ENSAIO DE BENEFICIAMENTO	43

4. DISCUSSÃO DOS DADOS.....	46
5. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

ANEXOS

ANEXO I	- Mapa de Pontos	20
ANEXO II	- Mapa Geológico	22
ANEXO III	- Análises Químicas	24
ANEXO IV	- Perfis e Tabelas - Recurso Medido	26
ANEXO V	- Perfis e Tabelas - Recursos Indicado e Inferido	28
ANEXO VI	- Relatório Final dos Ensaios de Beneficiamento do Minério	30

FIGURA 14	Mineralogia: Análise BQ-087	28
FIGURA 15	Mineralogia: Análise BQ-092	28
FIGURA 16	Mineralogia: Análise BQ-093	28
FIGURA 17	Mineralogia: Análise BQ-101	29
FIGURA 18	Mineralogia: Análise BQ-120	30
FIGURA 19	Mineralogia: Análise BQ-242	31
FIGURA 20	Mineralogia: Análise BQ-224	32
FIGURA 21	Mineralogia: Análise BQ-226A	32
FIGURA 22	Mineralogia: Análise BQ-227B	33
FIGURA 23	Esquema de amostras de teste para análise de variação de área de 0% a 100%	34
DIFRATOGRAMA 1	Análise BQ-083	35
DIFRATOGRAMA 2	Análise BQ-083	35
DIFRATOGRAMA 3	Análise BQ-079	36
DIFRATOGRAMA 4	Análise BQ-093	36
DIFRATOGRAMA 5	Análise BQ-095	37
DIFRATOGRAMA 6	Análise BQ-098	37
DIFRATOGRAMA 7	Análise BQ-223	38
DIFRATOGRAMA 8	Análise BQ-124	39
DIFRATOGRAMA 9	Análise BQ-094A	39
DIFRATOGRAMA 10	Análise BQ-219L	39
DIFRATOGRAMA 11	Análise BQ-240	40
DIFRATOGRAMA 12	Análise BQ-243	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Cenário da Siderurgia Mundial	3
FIGURA 2	Crescimento na produção de aço desde 1950.....	4
FIGURA 3	Localização do Município de Bodoquena e da área de estudo	7
FIGURA 4	Mapa geológico da Faixa Paraguai indicando as ocorrências de formações ferríferas	8
FIGURA 5	Aspectos macroscópicos das mineralizações ferríferas da Formação Puga.....	10
FIGURA 6	Grão martitizado	11
FIGURA 7	Perfuratriz utilizada nas investigações do minério de ferro.....	14
FIGURA 8	Rota do processo físico para separação e concentração de magnetita	19
FIGURA 9	Estereograma com medidas planares de xistosidade.....	23
FIGURA 10	Estereograma com medidas polares de xistosidade.....	24
FIGURA 11	Estereograma com medidas dos <i>plunges</i> das lineações de estiramento mineral	25
FIGURA 12	Microfotografia: Amostra BDQ-004	26
FIGURA 13	Microfotografia: Amostra BDQ-043	27
FIGURA 14	Microfotografia: Amostra BDQ-062	28
FIGURA 15	Microfotografia: Amostra BDQ-062	28
FIGURA 16	Microfotografia: Amostra BDQ-083	29
FIGURA 17	Microfotografia: Amostra BDQ-101	30
FIGURA 18	Microfotografia: Amostra BDQ-138	30
FIGURA 19	Microfotografia: Amostra BDQ-223	31
FIGURA 20	Microfotografia: Amostra BDQ-224	32
FIGURA 21	Microfotografia: Amostra BDQ-225A.....	32
FIGURA 22	Microfotografia: Amostra BDQ-225B.....	33
FIGURA 23	Erro volumétrico da equação da área média para sólidos com variação de área de 0% a 100%	46
DIFRATOGRAMA 1	Amostra: BDQ-043	35
DIFRATOGRAMA 2	Amostra: BDQ-063	35
DIFRATOGRAMA 3	Amostra: BDQ-076	36
DIFRATOGRAMA 4	Amostra: BDQ-077	36
DIFRATOGRAMA 5	Amostra: BDQ-101	37
DIFRATOGRAMA 6	Amostra: BDQ-138	37
DIFRATOGRAMA 7	Amostra: BDQ-223	38
DIFRATOGRAMA 8	Amostra: BDQ-224	38
DIFRATOGRAMA 9	Amostra: BDQ-224A.....	39
DIFRATOGRAMA 10	Amostra: BDQ-225B.....	39
DIFRATOGRAMA 11	Amostra: BDQ-243C	40
DIFRATOGRAMA 12	Amostra: BDQ-243G	40

RESUMO

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Resultados de determinações de Fe (T) em duplicatas.....	34
TABELA 2	Determinação da densidade do minério.....	41
TABELA 3	Valores finais de recurso/reserva pelo método da média dos perfis	43
TABELA 4	Valores finais de recurso/reserva pelo método do tronco de cone	43
TABELA 5	Amostra 224 Xisto Mole: resultados da separação magnética	44
TABELA 6	Amostra 225A Xisto Duro: resultados da separação magnética.....	44
TABELA 7	Amostra 225 BIF: resultados da separação magnética	44
TABELA 8	Análises químicas de P para os concentrados magnéticos e concentrado após flotação	45

RESUMO

A grande demanda de minério de ferro para a indústria do aço e similares que ocorre atualmente e a que se projeta para um futuro de curto e médio prazos faz com que o mercado desse bem mineral passe por um momento impar interna e externamente, impulsionado principalmente pelo rápido desenvolvimento dos países asiáticos representados pela China e Índia. O Brasil, 5º produtor mundial de minério de ferro, possui uma posição estratégica no mercado internacional desta *commodity*, pois detém em seu território cerca de 7,2 % de todo o minério de ferro do mundo.

No entanto esses números não são suficientes o bastante para gerar uma calma nos projetos de pesquisa mineral no território nacional. Pelo contrário, empresas de grande porte no cenário mundial, cada vez mais se dedicam à pesquisa de novos recursos a fim de consolidar um patrimônio mineral capaz de suprir a demanda por até 50 anos de atividade ininterruptos.

A descoberta de uma nova ocorrência de minério de ferro por uma empresa de mineração no município de Bodoquena, MS, inserido em metadiamicititos da Formação Puga na Faixa Paraguai, com matriz contendo um teor altamente significativo de magnetita, despertou o interesse de investidores nacionais para uma pesquisa detalhada do depósito,. Isto gerou um convênio com o Instituto de Geociências da USP, possibilitando que alunos estagiários da graduação e graduandos da pós-graduação, desenvolvessem um trabalho a nível profissional onde a caracterização, qualificação e quantificação representam importantes pilares para a viabilização do empreendimento.

Importante ressaltar que, para o desenvolvimento das pesquisas delineadas nos planos propostos ao DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, foi executado os procedimentos de uma prospecção mineral clássica, iniciando com o mapeamento regional, depois em escala de detalhe, passando pela análise estrutural, amostragens pontuais, superficiais e de profundidade, análises petrográficas, químicas e mineralógicas, ensaios de beneficiamento e avaliação de recurso/reserva (quantificação).

Ao final de um ano de trabalho sintetizado nas três campanhas desenvolvidas *in loco*, inúmeros trabalhos de laboratório e escritório permitiram quantificar recursos da ordem de 140 milhões de toneladas de ferro contido através de métodos convencionais de cálculo de jazidas. No entanto, acredita-se que o depósito atinja alguns bilhões de toneladas de minério de ferro. Neste caso, uma pesquisa com maior nível de detalhamento torna-se se necessária, complementando o que até agora foi realizado.

ABSTRACT

The current high demand for iron ore for the steel industry and similar businesses, also estimated for medium and long terms, pushes the market for such mineral to experience a unique moment, both domestically and abroad, mainly impelled by the fast development of Asian countries, represented by China and India. Brazil, being the 5th largest iron ore producer in the world, holds a strategic position before the world market for such commodity, because it has within its bounds about 7,2% of all iron ore in the world.

However, these figures are not enough to lead to tranquility for mineral research projects in Brazil. On the other hand, worldly relevant companies have increasingly devoted to research for new resources so as to consolidate a mineral asset capable of meeting the demand for continuous 50 years of activities.

The discovery of iron ore by a mining company in Bodoquena, MS, inserted among metadiamictites of Puga Formation on Paraguay Belt, with a matrix displaying highly significant magnetite contents, has drawn the attention from domestic investors for a detailed study of the reserve. This has led to a partnership with the Institute for Geosciences from the University of São Paulo (USP), enabling both undergraduate and graduation students to develop work at professional level where the detailing, qualification and quantification represent the basis for the practicability of the entrepreneurship.

It is important to highlight that, for the evolution of the studies as defined on the plans presented to the DNPM – National Department for Mineral Production, proceedings to an ordinary search for the ore mine have been carried out, commencing with the mapping of the region, then progressive detailing, followed up by structural analysis, punctual, superficial and in-depth samples, petrographic, chemical and mineral analysis, processing tests and a quantification assessment.

After a year of work synthesized in the three campaigns developed *in loco*, extensive laboratory and office work have led to resource quantification, reaching an estimate figure of 140 million ton of iron ore through conventional methods of deposit calculation. However, it is believed that such deposit reaches billions of tons of iron ore. This way, a more detailed study is necessary in order to complement the work done to the present moment.

1. INTRODUÇÃO

Após a descoberta da pequena formação ferrífera (BIF) localizada na Fazenda São Manoel, em Bodoquena, MS, por funcionários da Mineração Horii Ltda, foi despertado o interesse tanto acadêmico quanto econômico deste recurso. Assim, passado pouco mais de dois anos após esta descoberta, o proprietário da fazenda que é também proprietário da mineradora sentiu-se bastante motivado para investir nessa nova fonte de recurso mineral.

A ocorrência de formação ferrífera bandada (BIF) na região da Serra da Bodoquena encontra-se em um contexto estratigráfico diferente dos depósitos de ferro conhecidos ao longo da Faixa Paraguai. Na porção setentrional da Faixa, há referências sobre BIF no Grupo Cuiabá nas regiões de Poconé, associado a sedimentos, possivelmente equivalentes a porções distais da Formação Puga, e em Nova Xavantina, associado à seqüência metavulcano-sedimentar. Já na porção meridional há os BIFs associados a manganês do Grupo Jacadigo, no Maciço do Urucum, na região de Corumbá, MS, e a recém descoberta de BIF na Serra da Bodoquena associada aos metadiamicititos glaciogênicos da Formação Puga descrita no presente trabalho.

Os metadiamicititos da Formação Puga são de matriz cinza esverdeada, pelítica e apresenta xistosidade, por vezes, crenulada. Clastos de quartzito e gnaiss, centi a decimétricos, perfazem cerca de 15% da rocha e estão geralmente estirados. Em direção ao topo desta formação, a matriz desta rocha torna-se magnetítica/hematítica e faz contato brusco com a camada de BIF. A formação ferrífera mais concentrada em magnetita ocorre como uma camada de pouca espessura com um mergulho preferencial médio de 45° E e encontra-se limitada no topo e na base por um diamicrito de matriz ferruginosa (Fe_2O_3 ~35%).

Exposições de metadiamicititos semelhantes, com matriz ferruginosa, foram também observadas durante a fase do mapeamento regional executada no mês de janeiro deste ano, onde se pôde comprovar a extensão e a continuidade desta ocorrência demonstrada através do levantamento aéreo-magnetométrico apresentado por Piacentini (2006). A ocorrência estende-se a cerca de 10 km ao sul e 20 km ao norte da Fazenda São Manoel, foco deste Trabalho de Formatura e de Piacentini (2006). Em todos os corpos mineralizados, que foram mapeados, seja no mapeamento regional ou nos mapeamentos de detalhe, executados nos meses de maio e julho deste ano, pode-se observar a presença de partes bastante concentradas em minerais magnéticos e ferruginosos, acreditando, assim, que em todas as lentes destas porções mineraliza-

das ocorra partes com maiores teores de ferro e menores quantidades de clastos na matriz do metadiamictito ferruginoso.

Blocos isolados de granito ocorrem nos BIFs, mas a ação tectônica dificulta a observação das relações entre os clastos e o bandamento original. Sabe-se que a ocorrência está inserida numa das partes mais deformadas da Faixa Paraguai; e os levantamentos estruturais de campo levam a crer que a Formação Puga esteja contida em uma zona de cisalhamento. Devido ao predomínio de medidas mergulhando para E e ausência de medidas para W e dobras parasitas, impossibilitando a reconstituição de dobras de tamanho macroscópico, mesmo que fossem isoclinais. A presença de BIF evidencia a interrupção na sedimentação terrígena da Formação Puga com precipitação química de ferro e sílica.

1.1 OBJETIVOS

No presente trabalho, o objetivo principal sempre foi, alcançar em ordem qualitativa e quantitativa números capazes de transformar o novo recurso mineral de ferro em uma nova reserva, onde os números pudessem expressar, mesmo que de forma preliminar, uma quantidade e um teor médio de ferro contido no recurso condizentes economicamente com o que se espera de formações ferríferas desse tipo, BIF's neo-proterozóicos associados a formações glaciogênicas.

A área escolhida engloba algumas fazendas distintas. A Fazenda São Manoel é propriedade da Mineração Horii, patrocinadora deste projeto, e foi selecionada para este trabalho devido à existência de uma trincheira aberta pelos mineradores permitindo acesso à formação ferrífera numa região onde os afloramentos são escassos e aos trabalhos iniciais executados por Piacentini (2006). Outras fazendas adjacentes inserem-se neste trabalho de prospecção mineral por motivos que serão evidenciados a seguir.

O estudo, como previsto no Projeto Inicial, engloba toda a fase de prospecção mineral, desde a fase de levantamento bibliográfico, mapeamento geológico regional, mapeamento geológico de detalhe, amostragem superficial, análises petrográficas, mineralógicas e químicas, ensaios de beneficiamento do minério, sondagens e avaliação geoestatística do recurso (cubagem).

1.2 JUSTIFICATIVAS

As reservas mundiais de minério de ferro são da ordem de 370 bilhões de toneladas, sendo que o Brasil possui cerca de 7,2% dessas reservas, colocando-se em 5º lugar no ranking mundial dos países detentores de maiores reservas de minério de ferro (DNPM – Anuário Mineral 2006,). Em termos de metal contido nas reservas, o Brasil ocupa um lugar de destaque no cenário mundial, devido aos altos teores de ferro em seus minérios, como pode ser observado na figura 1.



Figura 1: Cenário da Siderurgia Mundial (Revista Brasil Mineral).

Estes dados colocam o Brasil como uma potência mundial em termos de minério de ferro, mas não é suficiente o bastante para gerar uma calma no setor mineral, pois o enorme consumo de ferro para a fabricação de aço no mundo e o Fator China, impulsionam cada vez mais os altos investimentos de pesquisa mineral, especialmente desta *commodity*. Ressalta-se ainda que em 2005 as exportações brasileiras de minério e pelotas atingiram 224,1Mt, resultando em um aumento de 9,5% na quantidade e de 53,3% no valor das exportações em relação ao ano de 2004 e a China absorveu cerca de 24% do total de minério exportado. Na figura 2 pode-se ter uma noção da produção de aço ao longo dos tempos, desde 1950, e comprovar o crescimento da produção de aço a partir de 1994, impulsionados pelo rápido desenvolvimento da China.

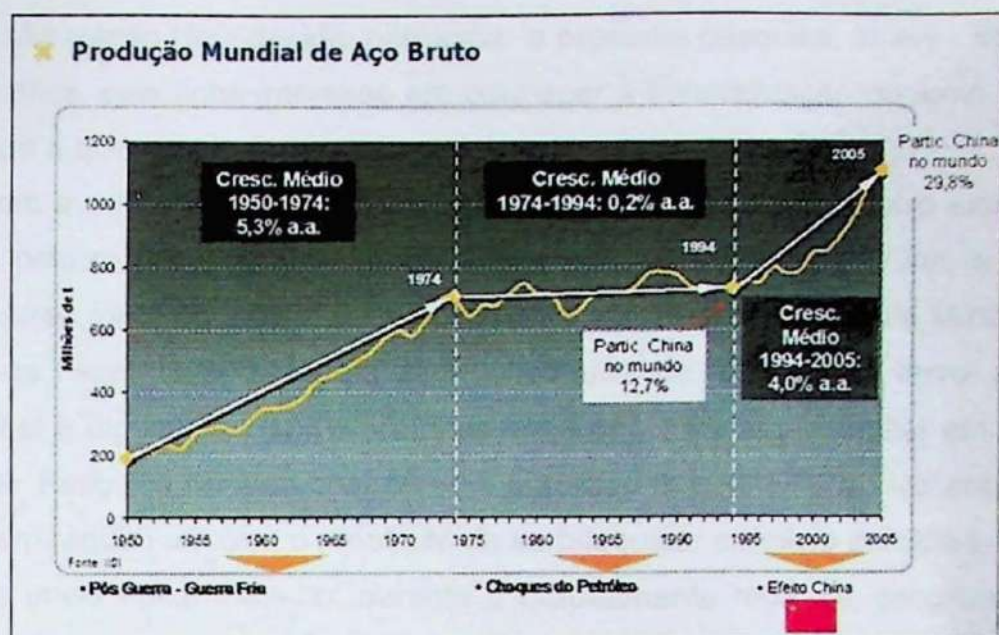


Figura 2: Crescimento na produção de aço desde 1950 (Revista Brasil Mineral).

Com esta breve síntese sobre o contexto do ferro no país, nota-se que o estudo de novos recursos e a caracterização de novas jazidas deste minério é de extrema importância para que o Brasil se consolide como grande, quiçá o maior, fornecedor de minério de ferro mundial. E com isso certamente será respeitado no mercado internacional, atraindo investimentos, tanto nacional como internacional, de empresas ligadas à mineração.

O Estado do Mato Grosso do Sul, atualmente ocupa o posto de 3º maior estado brasileiro em reservas de minério ferro (16,9%), com destaque para o Maciço do Uru-cum. Siderúrgicas localizadas em Corumbá são referências no estado, porém, um dos fatores que merece destaque e pode ser um dos principais motivos para a viabilidade econômica deste projeto é a presença de uma siderúrgica em Aquidauana, localizada a cerca de 110 km de Bodoquena, pois está no transporte do minério até às plantas de beneficiamento um dos custos mais elevados da produção do minério..

1.3 HISTÓRICO DOS TRABALHOS REALIZADOS

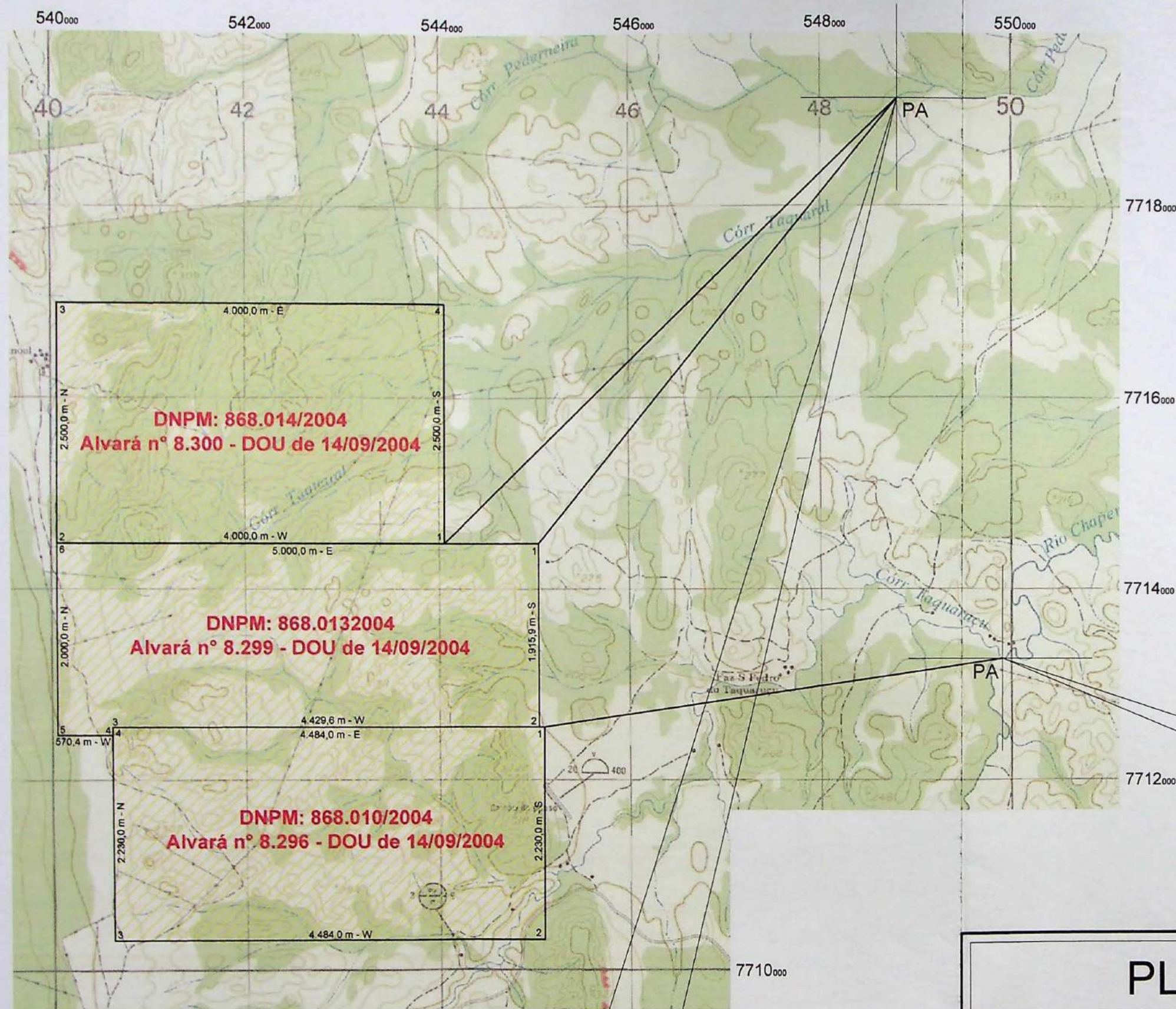
Como mencionado anteriormente, o trabalho é patrocinado pela Mineração Horii, situada no município de Bodoquena, MS. Refere-se a uma mineração que lava calcário calcítico para a fabricação de ração animal e está se preparando para entrar no concorrido mercado cimenteiro local, pois encontra-se instalada em Bodoquena a Fábrica de Cimentos Cauê, do Grupo Camargo Córrea.

A Mineração Horii decidiu patrocinar a presente pesquisa, através de uma iniciação científica, pois tinha interesse em conhecer a mineralização de ferro, bem como a qualidade e quantidade do recurso geológico.

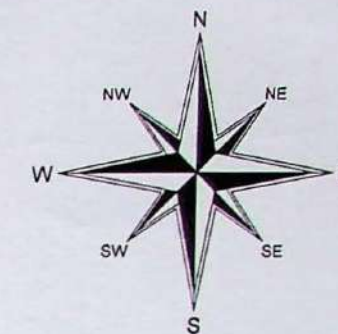
Com a descoberta desta nova ocorrência e o mercado do ferro extremamente aquecido pelo rápido desenvolvimento da nação chinesa, *Fator China*, a Mineração Horii requereu junto ao DNPM – Departamento Nacional de Pesquisa Mineral - áreas ao norte da Fazenda São Manoel para a pesquisa de **minério de ferro**. A Fazenda São Manoel e algumas fazendas vizinhas já se encontravam inseridas em 3 Requerimentos de Pesquisa Mineral com alvarás outorgados pelo DNPM. No entanto, estas áreas foram requeridas com o propósito de se pesquisar **calcário calcítico**.

Ao início deste trabalho, durante o mapeamento regional, percebeu-se a necessidade de focalizar os trabalhos na Fazenda São Manoel e nas vizinhas, pois as concessões que as acobertavam estariam com os prazos de vigências dos alvarás de pesquisa a expirar em setembro próximo. Concluída a etapa do mapeamento regional, todo trabalho foi concentrado nestas 3 concessões com alvarás por vencer, indicados pela **Planta de Situação** a seguir.

Foi realizado nesta fase, um mapeamento de detalhe sistemático, capaz de delimitar com rigor as partes mineralizadas, acompanhado de uma amostragem superficial para a realização de análises petrográficas, mineralógicas, químicas e ensaio de beneficiamento do minério para que os resultados obtidos pudessem compor o **Relatório Parcial de Pesquisa** das áreas em estudo. Este foi protocolizado em julho deste ano, seguindo as determinações estabelecidas pela **Portaria nº 23 de 16 de janeiro de 1997**, a qual estabelece os procedimentos para a solicitação de prorrogação do prazo de vigência da autorização de Pesquisa. Com este objetivo foi comunicando ao DNPM a ocorrência de outro mineral não previsto no requerimento original e também a ausência daquele requerido que foi o calcário calcítico. Assim, foi solicitada a prorrogação destes alvarás, para que as pesquisas ser complementadas numa outra etapa e a empresa titular das concessões não perdesse os investimentos já realizados e, conseqüentemente, as concessões, uma vez que o Mato Grosso do Sul vem se tornando uma nova potência nacional no mercado de ferro em razão das siderúrgicas já instaladas em Corumbá e Aquidauana, além de novos investidores estarem chegando ao estado, como é o caso da MMX Minerações, do empresário Eike Batista.



CARTA MILITAR
BODOQUENA - MS.: MI-2583/2
Ref. Cart.: SF-21-X-A-IV-2
Primeira Edição 1.988



LEGENDA



Processo DNPM nº 868.014/2004.
Área de 1.000,00 ha, concedida à pesquisa pelo alvará nº 8.300, publicado no DOU de 14/09/2004.



Processo DNPM nº 868.013/2004.
Área de 962,75 ha, concedida à pesquisa pelo alvará nº 8.299, publicado no DOU de 14/09/2004.



Processo DNPM nº 868.010/2004.
Área de 999,93 ha, concedida à pesquisa pelo alvará nº 8.296, publicado no DOU de 14/09/2004.

ALVARÁ DE PESQUISA Nº 8.296 - DOU de 14/09/2004
PA - Confluência do Córrego Taquaral com o Rio Chapena.
(Lat.: 20°40'44,1" S - Long.: 56°31'11,0" W)
Vetor de Amarração : 4875m - 81°23' 00"SW.

ALVARÁ DE PESQUISA Nº 8.300 - DOU de 14/09/2004
PA - Confluência do Córrego Taquaral com o Córrego Pederneira.
(Lat.: 20°37'35,0" S - Long.: 56°31'49,5" W)
Vetor de Amarração : 6641m - 45°47' 00"SW.

ALVARÁ DE PESQUISA Nº 8.299 - DOU de 14/09/2004
PA - Confluência do Córrego Taquaral com o Córrego Pederneira.
(Lat.: 20°37'35,0" S - Long.: 56°31'49,5" W)
Vetor de Amarração : 5965m - 39°05' 00"SW.

PLANTA DE SITUAÇÃO

REQUERENTE : KAZUTO HORII

LOCAL :

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

SITUAÇÃO

D.N.P.M. 868.010/04
868.013/04
868.014/04

ALVARÁ :
nº 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:50.000

G.J.RAMPAZZO

DESENHO

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

1.4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no município de Bodoquena, porção oeste do estado de Mato Grosso do Sul (Figura. 3). O município está situado a aproximadamente 260 km da capital do estado, Campo Grande, e a 70 km do município turístico de Bonito.

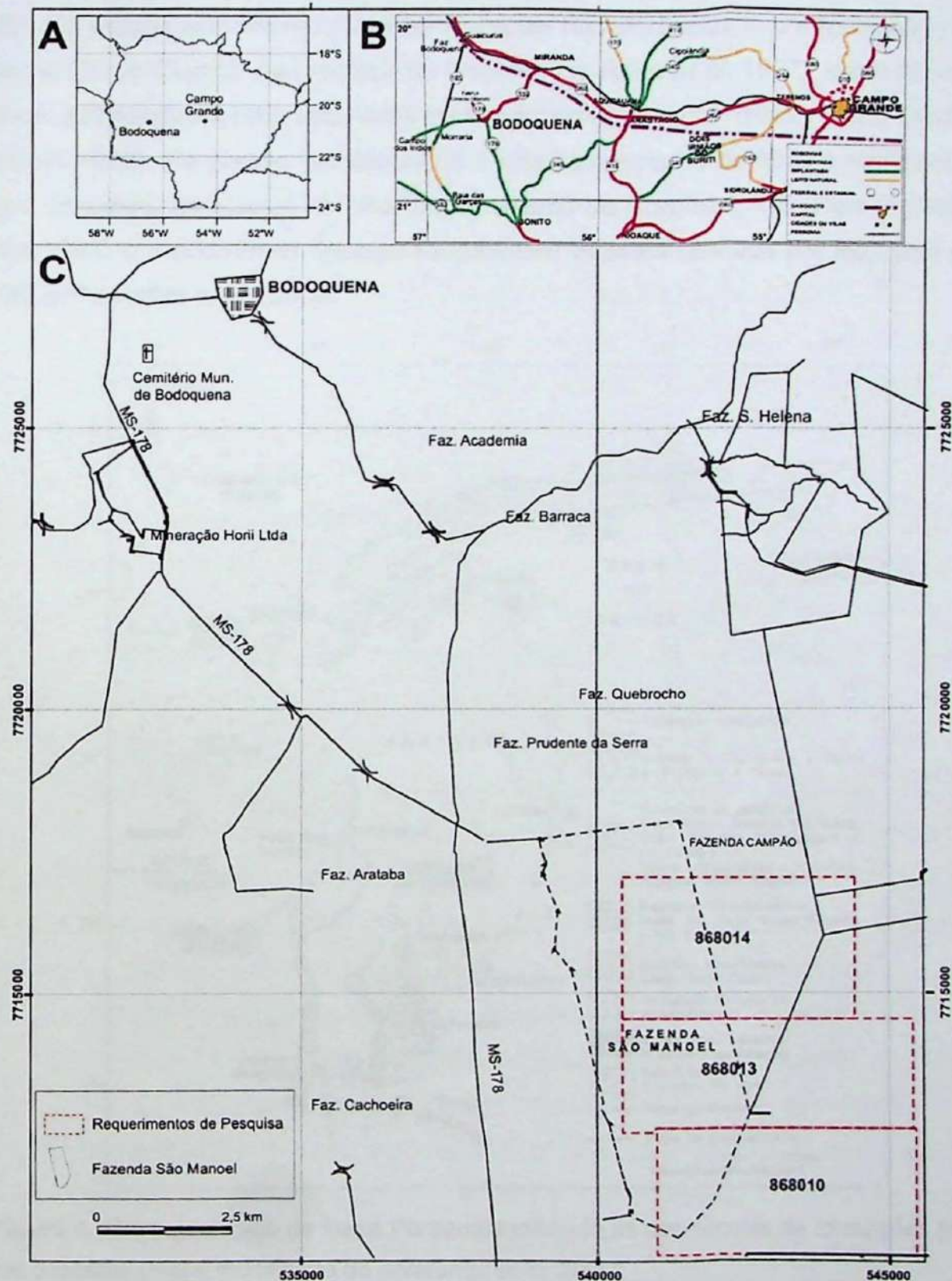


Figura 3. A) Mapa de situação de Bodoquena em relação a capital do Estado de Mato Grosso do Sul, Campo Grande; B) Principais rodovias de acesso; C) Localização da área de estudo (coordenadas UTM em metros, SAD-69, zona 21K).

1.5 GEOLOGIA REGIONAL

A região da Bodoquena está localizada na porção centro meridional da Faixa Paraguai (Figura 4), composta por rochas metassedimentares de baixo a médio grau de metamorfismo, depositadas na borda sul do Cráton Amazônico (Lacerda Fo. *et al.* 2006). Na porção setentrional da Faixa Paraguai há referências sobre formações ferríferas no Grupo Cuiabá, nas regiões de Poconé (Da Rosa *et al.* 1997), e em Nova Xavantina, associadas a uma seqüência metavulcano-sedimentar (Pinho 1990, Dantas & Martinelli 2003). Na porção meridional há o clássico depósito de ferro e manganês do Grupo Jacadigo, no Maciço de Urucum, na região de Corumbá, MS (Dorr II 1945, Almeida 1948) e a ocorrência descrita no presente trabalho relatada por Boggiani *et al.* (2006) e Piacentini *et al.* (2006).

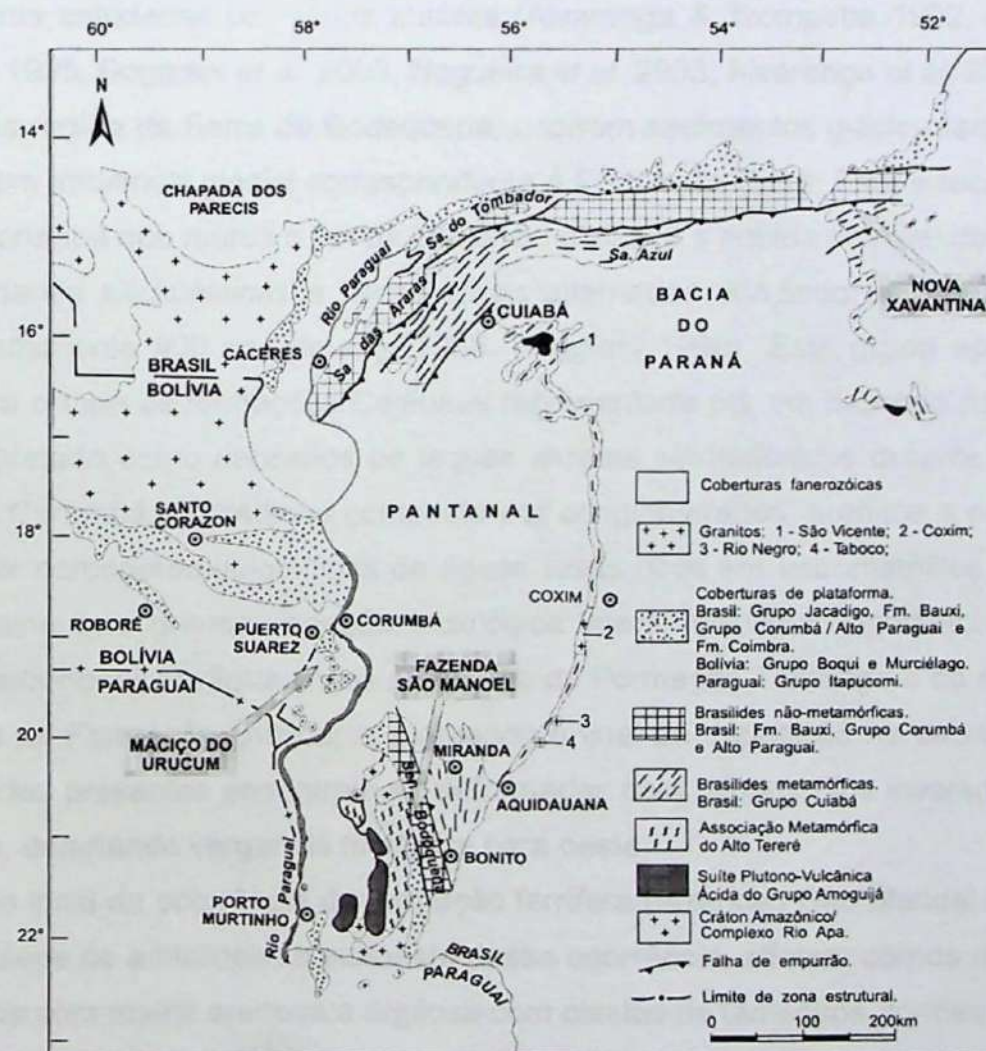


Figura 4. Mapa geológico da Faixa Paraguai indicando as ocorrências de formações ferríferas descritas (Mapa modificado de Alvarenga *et al.* 2000).

As associações estratigráficas que podem ser distinguidas na Faixa Paraguai são segundo Alvarenga & Trompette (1992): a unidade inferior constituída por fácies

glácio-marinhas e turbiditos com influência glacial compreendendo a Formação Puga, na Serra da Bodoquena e Cuiabá, gradando em direção a leste para o Grupo Cuiabá; a unidade carbonática que marca o fim da influência glacial e a subida do nível do mar, denominada por Grupo ou Formação Araras, na porção setentrional da Faixa Paraguai, e o Grupo Corumbá, na porção meridional, recobrem a Formação Puga; e, a unidade mais superior, que compreende uma sucessão de rochas siliciclásticas, aflorante apenas na parte norte, definida como Grupo Alto Paraguai.

O evento glacial foi correlacionado ao Marinoano (Alvarenga & Trompette 1992, Alvarenga *et al.* 2000) pelo fato de os diamictitos estarem sob rochas carbonáticas do Grupo Corumbá onde, próximo ao topo, há fósseis metazoários Ediacaranos *Cloudina* e *Corumbella* (Zaine 1991). Não há dados radiométricos confiáveis para esta unidade. Sua caracterização e passagem para as capas carbonáticas pós-glaciais têm sido recentemente estudadas por vários autores (Alvarenga & Trompette 1992, Boggiani & Coimbra 1996, Boggiani *et al.* 2003, Nogueira *et al.* 2003, Alvarenga *et al.* 2004).

Na região da Serra da Bodoquena, ocorrem sedimentos glácio-marinhos e turbiditos com influência glacial correspondente à Formação Puga. Esta é recoberta pelo Grupo Corumbá que marca o fim da influência glacial e a subida do nível do mar, incluindo unidades siliciclásticas e carbonáticas alternadas atingindo uma espessura de aproximadamente 600 m (Almeida 1965, Boggiani 1998). Este grupo apresenta da base para o topo as formações Cadiueus representada por um espesso pacote pelítico, interpretado como depósitos de leques aluviais sin-tectônicos durante a abertura da bacia Corumbá; Cerradinho composta por conglomerados, arenitos e pelitos recobertos por carbonatos dolomíticos de águas rasas ricos em estromatólitos da Formação Bocaina com grande variação faciológica lateral incluindo fosforitos; calcários e pelitos carbonosos de águas mais profundas da Formação Tamengo e os siltitos acinzentados da Formação Guaicurus marcando o final da deposição na bacia Corumbá. As unidades presentes encontram-se deformadas com falhamentos inversos e dobras isoclinais, denotando vergência tectônica para oeste.

No local da ocorrência da formação ferrífera (fazendas São Manoel e Campão) e em núcleos de anticlinais, a sudoeste dessa ocorrência, afloram corpos extensos de diamictitos com matriz arenosa a argilosa com clastos de tamanhos, formas e litologias variadas que não chegam a atingir 20% da rocha. Em núcleo de anticlinal da Fazenda Santa Terezinha foi observado bloco anguloso de 1,5 m de calcário calcítico e blocos decimétricos de granito. No topo dos diamictitos foi observada uma camada de dolomito de cor marrom clara a branco, laminado, a qual, possivelmente, pode ser um representante de capa carbonática, como observado no topo da Formação Puga no Morro

do Puga (Boggiani & Coimbra 1996, Boggiani *et al.* 2003) e em Mirassol do Oeste (Nogueira *et al.* 2003, Trindade *et al.* 2003).

1.6 GEOLOGIA LOCAL

Na área de estudo, envolvendo os três alvarás de pesquisa, os metadiamictitos da Formação Puga ocorrem alinhados segundo a direção norte sul por aproximadamente 30 km de extensão. Invariavelmente, encontram-se mergulhando a leste com ângulos variáveis entre 35 – 60°. Os metadiamictitos da Formação Puga apresentam matriz cinza esverdeada, pelítica, com xistosidade, por vezes, crenulada. Clastos de quartzito e gnaiss, centi a decimétricos, perfazem 15% da rocha e estão geralmente estirados. A matriz desta rocha grada para uma composição rica em magnetita até a formação ferrífera composta por bandas de magnetita alternadas com quartzo (Figura 5). Na área estudada, a Formação Puga encontra-se sobreposta à Formação Tamen-go (Grupo Corumbá), constituída por rochas carbonáticas de coloração cinza escura.



Figura 5. Aspectos macroscópicos das rochas mineralizadas em ferro da Formação Puga: (A) metadiamictito de matriz ferruginosa contendo clastos centi a decimétricos de gnaiss/quartzito; (B) formação ferrífera.

No geral, a magnetita é um mineral resistente ao intemperismo na superfície terrestre. Entretanto, é possível observar a alteração de magnetita para hematita através do processo de martitização (Figura 6a). Em laboratório, esta alteração ocorre somente em altas temperaturas, mas na maioria dos depósitos minerais, ocorre em temperaturas mais baixas e intemperismo incipiente (Ramdohr 1969). Tipicamente, finas lâminas de hematita formam-se ao longo dos planos octaédricos da magnetita

(Figura 6b); lamelas de hematita invadem, a partir das margens e rupturas, e podem até substituir completamente a magnetita (Ramdohr 1969).

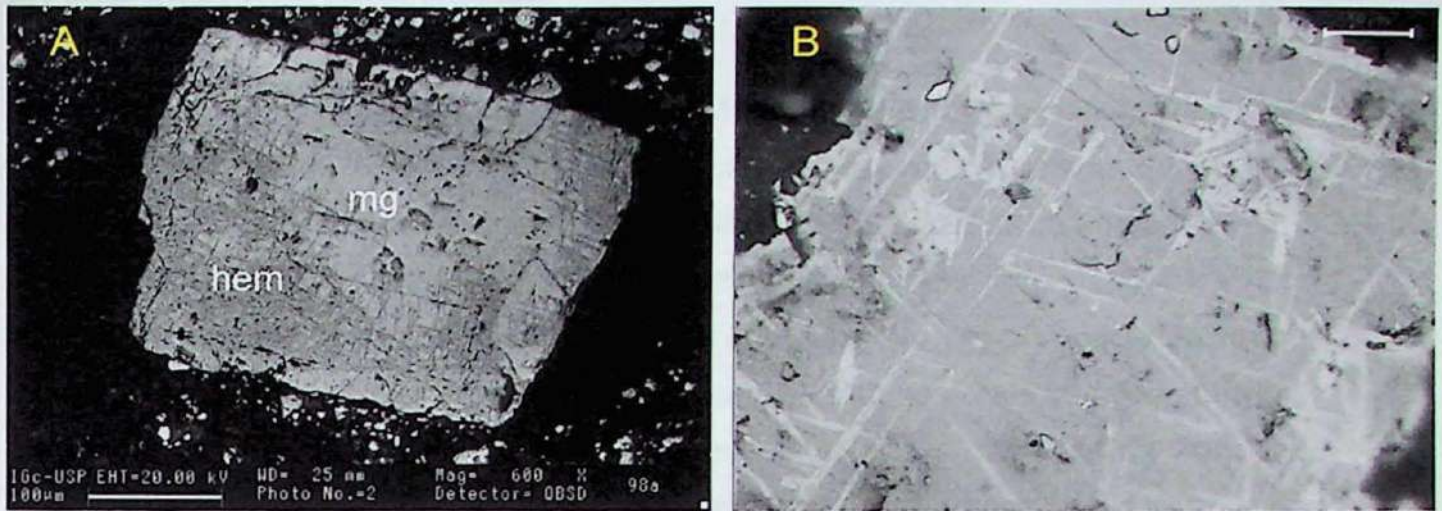


Figura 6. A) grão martitizado. Observar hematita, representada pelas bordas de coloração cinza escura, substituindo a magnetita, preservada no centro do grão (imagem de MEV obtida por elétrons retroespalhados. Escala: 100µm) – mg: magnetita, hem: hematita. B) fotomicrografia de grão mostrando finas lâminas de hematita formando-se ao longo dos planos octaédricos da magnetita (Escala: 10 µm). Piacentini, 2006.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MAPEAMENTO GEOLÓGICO

O mapeamento geológico foi fundamentado na metodologia clássica dos levantamentos geológicos, consistindo no reconhecimento de campo através de caminhamentos, descrições de afloramentos, medidas estruturais e coletas de amostras.

Inicialmente, foi realizado um reconhecimento regional aproveitando os acessos existentes, tais como estradas, caminhos e trilhas. Em seguida, visando o detalhamento da área de estudo, foi implantando um levantamento sistemático com base em linhas perpendiculares à estruturação predominante das camadas da Formação Puga, no sentido leste-oeste, uma vez que as ocorrências apresentam-se como corpos alongados no sentido norte-sul com xistosidade mergulhando em média, 45° para leste.

2.2 ANÁLISE ESTRUTURAL

A partir das medidas estruturais obtidas em campo, como a atitude da xistosidade principal da rocha e das lineações de estiramentos minerais de muscovita e quartzo, a interpretação do arcabouço estrutural da área mapeada, onde se inserem as ocorrências das mineralizações de ferro, foi efetuada através de estudos realizados em projeções estereográficas com o auxílio do *software* StereoNet Pro.

2.3 AMOSTRAGEM

Em razão do alto investimento exigido para a pesquisa de minério de ferro, principalmente no que se diz às campanhas de sondagem utilizando sondas rotativas com a recuperação de testemunhos, e aqui cumpre frisar que o preço médio por metro de testemunho recuperado situa-se na casa dos R\$200,00, o titular dos Alvarás de Pesquisas resolveu postergar estes gastos, motivado também por uma eventual negociação dos direitos minerários com empresas de maior poder financeiro, cabendo a estas, uma vez realizada as negociações, a conclusão das pesquisas programadas.

Com isso, todo o procedimento de avaliação foi realizado com as informações obtidas em superfície e em dados fornecidos por alguns furos rotopercussivos. Isso nos permite dizer que o grau de confiabilidade na continuidade vertical do depósito é

razoável, pois a coleta desse material expelido pela perfuratriz, não foi realizada de forma adequada, faltando ao dispositivo rotopercussivo um coletor de pó eficiente. Sendo assim, a amostragem foi efetuada através do pó que se depositava ao lado do furo. Estes procedimentos podem ter gerado dados pouco consistentes em relação a sua exatidão e precisão.

2.3.1 Amostragem superficial

A amostragem superficial foi realizada com o objetivo de se coletar dois tipos de amostras: **uma** para análises químicas condizentes com a caracterização e o controle da distribuição superficial dos teores de Fe, **outra** para os ensaios de beneficiamento. Neste caso, os materiais destinados às caracterizações tecnológicas inerentes ao tipo de minério foram coletados em afloramentos e trincheiras, na razão de, aproximadamente, 100 kg de material por ponto considerado.

2.3.2 Amostragem subsuperficial

Para investigação em subsuperfície, utilizaram-se trincheiras e sondagens rotopercussivas.

Trincheiras são escavações horizontais utilizadas para analisar grandes extensões do terreno, permitindo acesso a baixa profundidade (de 1 a 2 m) para exame do material *in situ*. Além do exame detalhado, permitem também a retirada de amostras em grandes quantidades. Conseqüentemente, se obtém uma maior representatividade dos materiais amostrados.

A sondagem rotopercussiva foi utilizada para investigação da distribuição vertical dos teores de Fe metálico, através da coleta do pó depositado ao lado da haste de perfuração. As sondagens mais profundas atingiram 15 metros. A sonda é constituída por uma perfuratriz (martelo), hastes de 3 m de comprimento, e é acionada por um compressor de ar (Figura 7). A coleta foi realizada a cada 1,5 m de avanço das hastes.



Figura 7: Perfuratriz utilizada nas investigações do minério de ferro.

2.4 ANÁLISE PETROGRÁFICA

A análise petrográfica foi realizada nas seções delgadas descritas ao microscópio óptico (luz transmitida), observando-se aspectos texturais, estruturais e composicionais das amostras. As seções delgadas foram preparadas no laboratório de laminação do Instituto de Geociências (IG) da USP.

2.5 ANÁLISE QUÍMICA

A metodologia utilizada para a determinação de Fe metálico é baseada na **titulação** com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Para a análise, adota-se o seguinte procedimento: pesa-se 0,30 g de pó da amostra e adição de 2,5 ml de $SnCl_2 \cdot H_2O$; dissolução em chapa quente com adição de 30 ml de HCl. A solução é então resfriada para a adição de cloreto estanhoso até conversão de todo Fe^{2+} em Fe^{3+} (solução torna-se branca). Em Acrescenta-se 15 ml de HgCl, seguido da adição de 20 ml de uma mistura ácida (composta por $H_3PO_4 + H_2SO_4 + H_2O$) e aproximadamente 8 gotas de um indicador, normalmente o difenilamino sulfonato de bário. Utilizando um agitador magnético inicia-se a titulação da solução com $K_2Cr_2O_7$ 0,1N.

Todas as análises foram realizadas no laboratório NOMOS ANÁLISES MINERAIS Ltda., localizado em Duque de Caxias no Rio de Janeiro.

2.6 ANÁLISE POR DIFRATOMETRIA DE RAIOS X (DRX)

As análises por DRX foram realizadas em doze amostras, algumas em complemento às análises petrográficas. As amostras selecionadas foram preparadas através do método do pó, ou seja, cominuição do material até frações de argila ou inferiores utilizando almofariz e pilão de ágata, e colocadas no suporte. As análises foram realizadas no laboratório de difração de raios-X do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do IG da USP.

O equipamento utilizado foi um difratômetro Siemens-Brucker modelo D5000, operando a 40 kV e 40 mA com 2θ entre 3 e 65°, em passos de 0,05° e 1s/passos, sendo utilizada a radiação Cu-K α ($\lambda=1,5118\text{\AA}$).

2.7 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO MINÉRIO

Para a determinação da densidade do minério foi utilizado o método da Balança de Jolly. Segundo Dana-Hurlbut (1976), trata-se de um dos melhores métodos para a determinação da densidade relativa de um mineral.

Esta balança funciona com base em uma mola, posicionada na frente de uma escala graduada. Pendura-se, na mola, a amostra cuja densidade relativa se quer determinar. Pelo princípio de Hook, o estiramento da mola é proporcional ao peso do mineral. Fazem-se então as seguintes leituras:

- a - Posição da mola com a amostra a seco
- b - Posição da mola com o mineral imerso em água.

A densidade é dada pela fórmula:

$$D = \frac{a}{(a - b)}$$

O material imerso na água sofrerá um empuxo para cima (Lei de Arquimedes) igual ao volume da água deslocada. Portanto a subtração da leitura do estiramento da mola com o mineral imerso em água do estiramento do mineral a seco nos dá seu volume em água. Como densidade da água foi considerado 1g/cm³.

Para este processo, foi utilizado uma Balança de Jolly adaptada do Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC, do Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT. A leitura das medidas foi estabelecida pelo peso, em gramas, das amostras secas e submersas, substituindo a leitura do estiramento da mola.

O resultado foi definido pela média aritmética da densidade de 20 fragmentos de minério de ferro coletados ao longo dos perfis realizados para a cubagem dos corpos mineralizados. Sabe-se que, no dimensionamento da tonelagem do minério, a densidade é uma variável de suma importância, razão pela qual foi dada especial atenção na determinação da densidade média a ser empregada nos cálculos finais.

2.8 AVALIAÇÃO DE RECURSO/RESERVA – CUBAGEM

Com a carência de dados resultantes de uma campanha de sondagem com recuperação de testemunhos e de profundidade adequadas para a utilização de métodos computacionais mais apropriados para este tipo de jazimento, restou somente a opção de adotar métodos convencionais para este cálculo inicial de reserva.

É interessante que, no caso dos métodos convencionais, a geometria dos blocos de cubagem é função da distribuição dos pontos de amostragem, bem como do método utilizado. A grande vantagem desses métodos está na sua simplicidade e, por isso, podem ser utilizados no campo para se ter uma primeira idéia da potencialidade do depósito mineral (Yamamoto, 2001).

Neste caso, foi adotado o **Método dos Perfis Padrão**, segundo o qual, os blocos de cubagem são delimitados por duas seções adjacentes de amostragem. Por esse método, calculam-se os recursos dos blocos de cubagem, sempre entre as seções de amostragem. Determina-se na realidade o recurso medido do depósito. O método é baseado no princípio da mudança gradual, que pressupõe que os valores de interesse mudam gradual e continuamente ao longo de uma reta ligando dois pontos de amostragem adjacentes (Yamamoto, 2001);

A utilização desta metodologia implicou nas seguintes realizações:

- a) Cálculo das áreas das seções, limitadas pelos contatos geológicos obtidos durante o mapeamento de campo;
- b) Divisão das seções em pequenos blocos distintos, observando as formações das amostragens disponíveis (superficiais), definindo assim, o teor médio de cada bloco;
- c) Cálculo da média ponderada do teor em função da área de abrangência, chegando-se ao teor médio de cada seção (tms);

$$tms = \frac{\sum_{i=1}^n tm_i . as_i}{\sum_{i=1}^n as_i}$$

- d) Computação do teor médio do bloco (tmb) entre duas seções adjacentes de amostragem;

$$tmb = \frac{tms_1 as_1 + tms_2 as_2}{as_1 + as_2}$$

- e) Definição do volume do bloco de cubagem por dois métodos:

- Equação da área média

$$V = \frac{(as_1 + as_2)}{2} ds$$

- Equação do tronco de cone

$$V = \frac{(as_1 + as_2 + \sqrt{as_1 as_2})}{3} ds$$

Onde ds é a distância entre as seções. A diferença entre os métodos será discutida posteriormente;

- f) O teor médio do depósito é estabelecido pela fórmula;

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^n tmb_i v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

- g) Avaliação dos recursos dos blocos, substituindo os valores do teor médio e do volume do bloco da equação abaixo, multiplicando pela densidade do minério, onde R é o valor do recurso/reserva de cada bloco individualizado, V o volume e T o teor médio encontrado para um determinado bloco. D a densidade média.

R = VDT

O recurso do depósito é obtido pela somatória dos recursos de cada bloco.

2.9 ENSAIO DE BENEFICIAMENTO

Para caracterização tecnológica do recurso mineral em estudo, as amostras volumétricas foram encaminhadas para o Laboratório NOMOS ANÁLISES MINERAIS Ltda., com o objetivo de desenvolver um processo físico de recuperação de magnetita para aplicação como matéria prima a ser utilizada na produção de ferro gusa.

A rota ou fluxograma do processo inicial para recuperação da magnetita foi totalmente desenvolvida pela empresa contratada, cabendo ao graduando somente a visita ao laboratório para entender e acompanhar os procedimentos estabelecidos no beneficiamento do material. O fluxograma encontra-se reproduzido na figura 8.

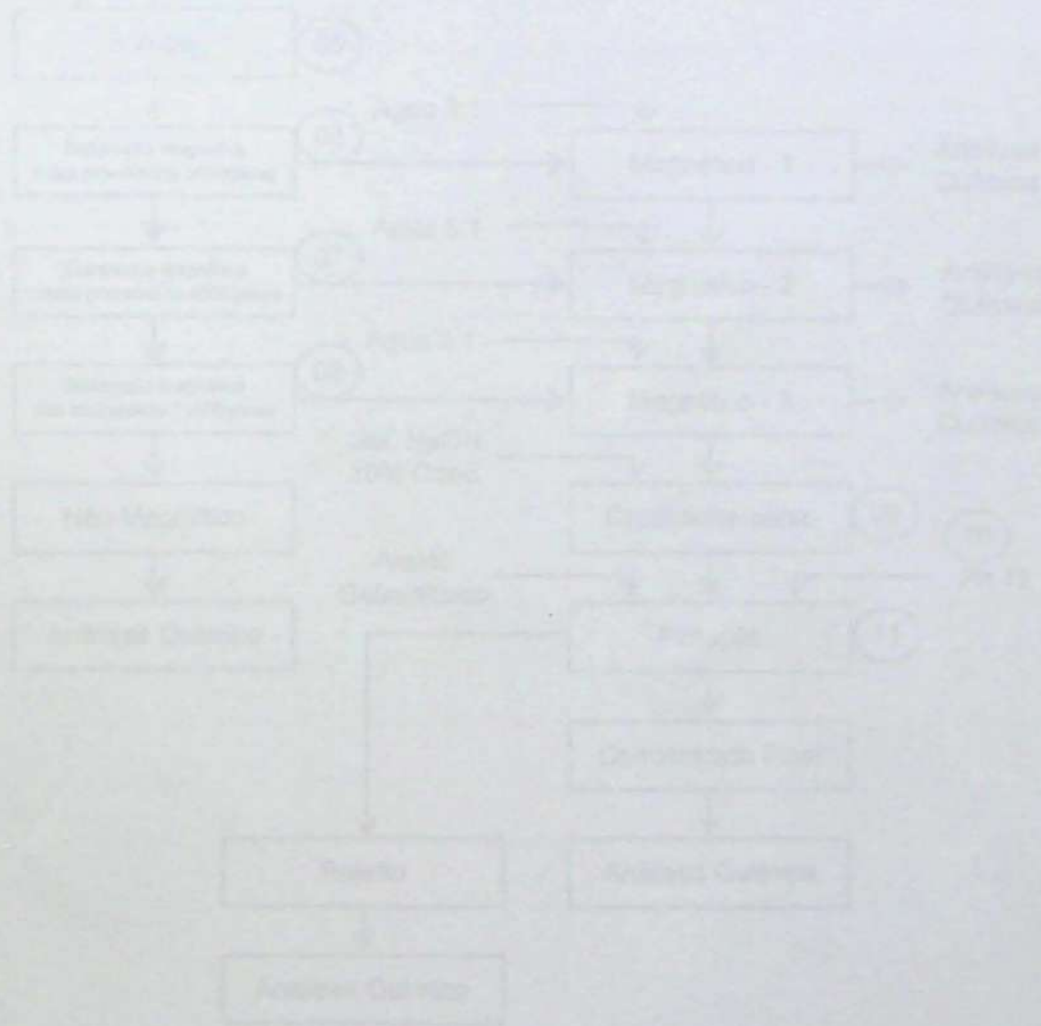


Figura 8: Rota do processo físico de recuperação da magnetita. Laboratório NOMOS ANÁLISES MINERAIS (2017).

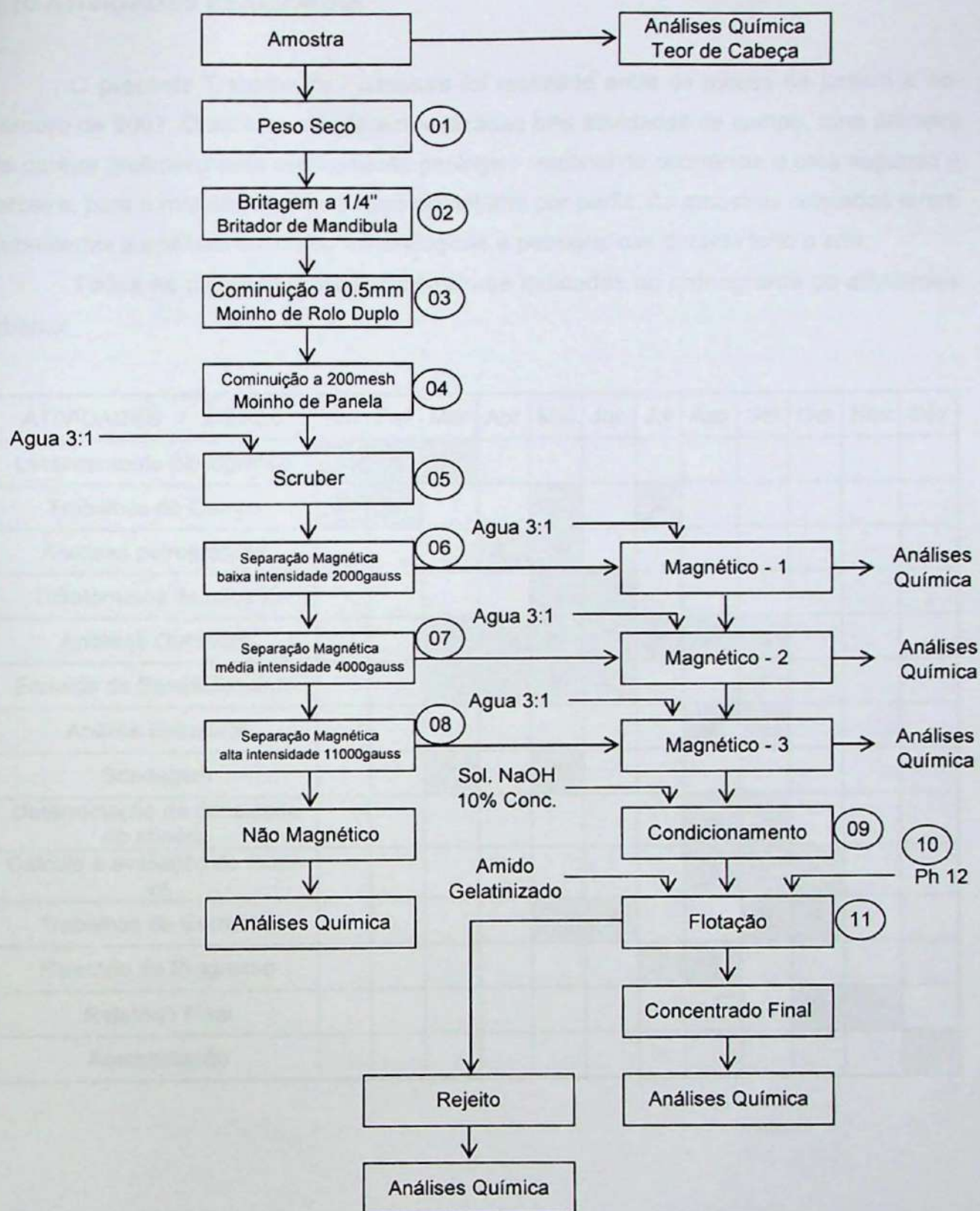


Figura 8: Rota do processo físico para separação e concentração de magnetita (NOMOS Análises Minerais Ltda.)

2.10 ATIVIDADES REALIZADAS

O presente Trabalho de Formatura foi realizado entre os meses de janeiro e novembro de 2007. Durante o ano, foram realizadas três atividades de campo, uma primeira de caráter preliminar para mapeamento geológico regional da ocorrência e uma segunda e terceira, para o mapeamento geológico de detalhe por perfis. As amostras coletadas foram submetidas a análises químicas, mineralógicas e petrográficas durante todo o ano.

Todas as outras atividades mostram-se indicadas no cronograma de atividades abaixo:

ATIVIDADES / MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Levantamento Bibliográfico	X	X	X									
Trabalhos de Campo	X	X			X		X					
Análises petrográficas				X	X							
Difratometria de raios X					X	X						
Análises Químicas			X	X	X	X	X	X	X			
Ensaio de Beneficiamento			X	X	X	X						
Análise Estrutural								X	X			
Sondagem			X		X							
Determinação da densidade do minério								X	X			
Cálculo e avaliação de reserva								X	X	X		
Trabalhos de Escritório					X	X			X	X		
Relatório de Progresso							X	X				
Relatório Final										X	X	
Apresentação												

3. RESULTADOS OBTIDOS

3.1 MAPEAMENTO GEOLÓGICO

No transcorrer do ano em curso, as pesquisas foram realizadas em três (3) etapas de campo. A primeira, ou inicial, teve por objetivo o mapeamento regional da ocorrência mineralizada em ferro e posteriormente, nas duas fases seguintes, o mapeamento de detalhe onde se delimitou os corpos mineralizados utilizando-se perfis paralelos entre si, com pontos de coletas de amostras e descrição dos afloramentos, espaçados de 100 e 100 metros um do outro. O resultado deste mapeamento encontra-se ao final deste trabalho. O Anexo I refere-se ao **Mapa de Pontos**, onde se observar a distribuição dos pontos descritos durante a coleta de dados no campo. Ressalta-se que os pontos nomeados com o prefixo **BDQ** referem-se à etapa de mapeamento geológico regional e que os pontos nomeados com o prefixo **PXX** referem-se aos perfis orientados de W-E, perpendiculares às estruturas principais do corpo estudado e pertencem à fase de mapeamento geológico de detalhe.

O Anexo II refere-se ao **Mapa Geológico** que retrata a continuidade do corpo mineralizado pelo interior dos três (3) alvarás de pesquisas, foco dos trabalhos realizados. Destaca-se neste mapa uma parte hachurada onde o mapeamento não pôde ser realizado por impedimento do proprietário do solo. Na impossibilidade de um acordo amigável entre as partes, titular da pesquisa e proprietário do imóvel, só restou ao primeiro o recurso previsto nos art. 37 e 38 do RCM – Regulamento do Código de Mineração. Com isso, o titular está dando andamento, na esfera civil, ao processo de ingresso através de mandato judicial. Nesta situação, o Código de Mineração resguarda os direitos não só o investidor em pesquisa mineral como também o dos superficiários. No momento o processo encontra-se sob análise no Fórum do Município de Bodoquena, MS.

3.2 ANÁLISE ESTRUTURAL

O estudo do arcabouço estrutural onde se inserem os alvarás de pesquisas, foco desta pesquisa, foi realizado através da obtenção das medidas, em campo, das atitudes da xistosidade principal e das lineações de estiramento mineral. Posterior-

mente os dados obtidos foram projetados em estereogramas para uma melhor compreensão do contexto estrutural predominante.

Durante os trabalhos de campo desenvolvidos, balizados pelos limites dos alvarás de pesquisa outorgados, observou-se que a xistosidade sempre apresentou direção norte-sul com mergulhos acentuados predominantemente entre 40 e 60° para o leste. Outro dado importante é que não foram obtidas medidas de xistosidade com caimento para oeste. Tal fato leva a concluir duas hipóteses, a princípio.

A primeira é de que o depósito mineral está inserido em uma zona de cisalhamento com movimento de cavalgamento para oeste, podendo ter uma componente de esforço horizontal, pois as medidas das lineações de estiramento mineral revelam uma obliquidade em relação ao plano da xistosidade da rocha.

A segunda hipótese, em um contexto local, com menor probabilidade de ser a verdadeira, é que as camadas expostas seriam os flancos de mega-dobras isoclinais, onde as charneiras teriam sido erodidas, restando somente os flancos das dobras com mergulhos sempre para o leste. Assim, o plano axial da dobra seria paralelo à xistosidade. No entanto, para essa hipótese ser válida, acredita-se que deveriam ter sido localizadas algumas dobras parasitas. Estas poderiam esclarecer todos os componentes de uma dobra, desde os flancos, charneira, plano axial, eixo da dobra, entre outros.

Sendo assim, a primeira hipótese, a qual o depósito estaria inserido em uma zona de cisalhamento parece ser mais cabível até o momento, ressalta-se que um melhor estudo estrutural deve ser realizado, pois o que ora apresenta-se é de âmbito local e representa muito pouco para o entendimento da Faixa Paraguai.

Na bibliografia, encontram-se dados estruturais que corroboram essa interpretação. No Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Mato Grosso do Sul, Lacerda Filho *et al.* (2006) relatam que a estruturação maior e mais expressiva corresponde às falhas inversas que projetam as rochas do Grupo Cuiabá sobre a zona externa Grupos Corumbá/Jacadigo a oeste segundo direções próximas de N25°W65°NE num claro transporte de massa de leste para oeste.

Os estereogramas apresentados a seguir retratam as medidas estruturais obtidas nas 3 etapas de campo realizadas durante o ano.

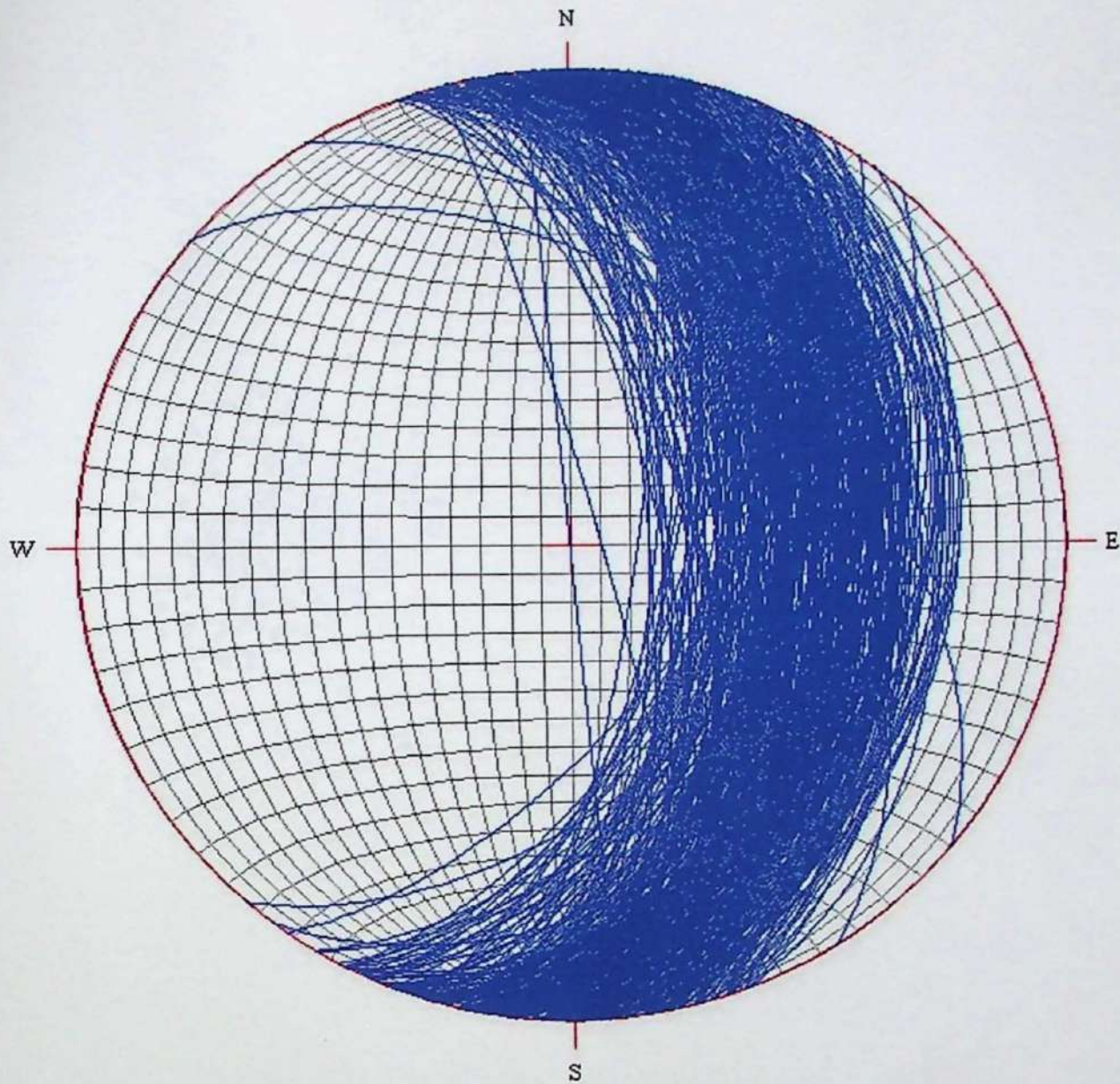


Figura 9: Estereograma com medidas planares de xistosidade, n° de medidas: 437.

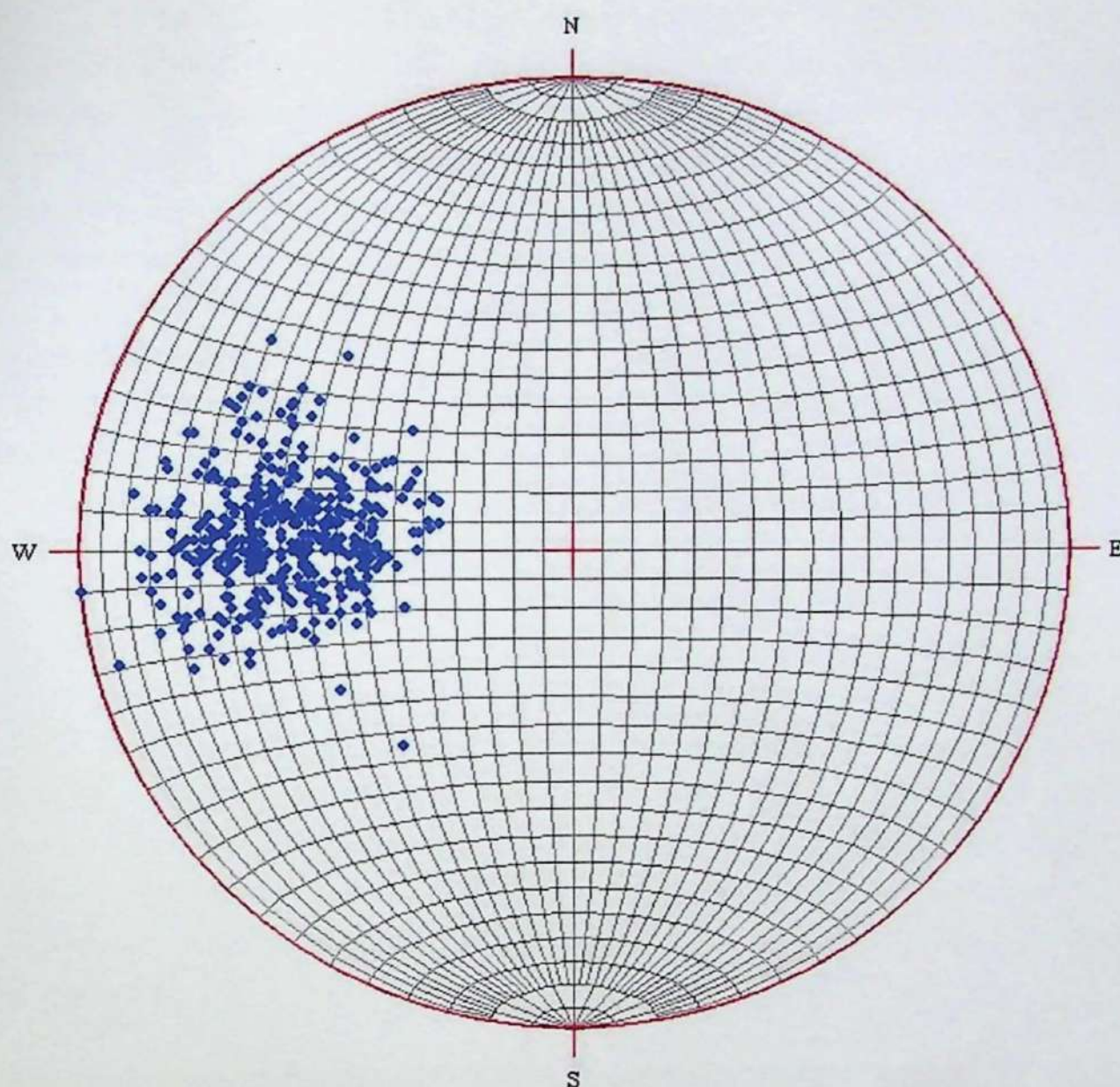


Figura 10: Estereograma com medidas polares de xistosidade, nº de medidas: 437.

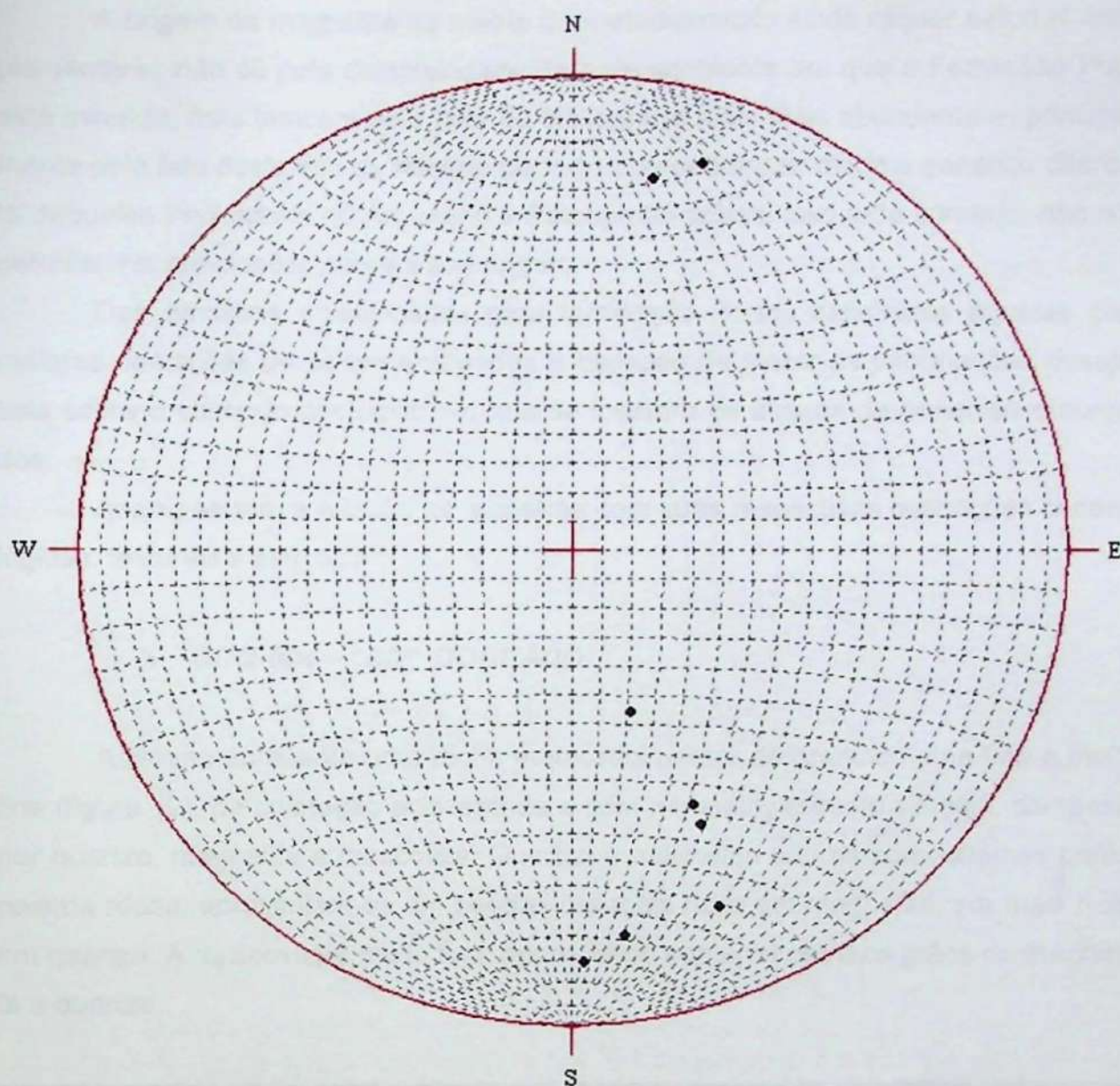


Figura 11: Estereograma com medidas dos *plunges* das lineações de estiramento mineral, mostrando um movimento de cavalgamento oblíquo ao plano da xistosidade, sendo o sentido de movimento de SE para NW, com ondulações. N° de medidas: 08.

3.3 ANÁLISE PETROGRÁFICA

A análise petrográfica, ferramenta de suma importância nesta fase inicial de pesquisa mineral, trouxe resultados bastante favoráveis, inclusive além dos esperados. Comprovou-se a real existência de magnetita nas rochas da Formação glacial Puga, formação esta que apresenta uma mineralogia de rocha metassedimentar bastante simples, composta essencialmente por quartzo, micas finas (muscovita e sericita), e a magnetita que também aparece finamente distribuída na matriz da rocha, com o diâmetro dos grãos variando de 0,01 mm até 0,2 mm.

A origem da magnetita na matriz do metadiamicrito ainda requer estudos complementares não só pela complexidade do paleoambiente em que a Formação Puga está inserida, mas também pela falta de bibliografia local mais abundante e, principalmente pelo fato deste tipo de minério de ferro apresentar um modelo genético diferente daqueles tradicionais do Arqueano e Paleoproterozóico. Isso tudo somado, não nos permite tirar conclusões sobre a sua origem.

Das amostras selecionadas para laminação, foram escolhidas aquelas com maiores condições de serem analisadas e capazes de trazer as informações desejáveis sobre o contexto geológico em que se inserem os alvarás de pesquisa outorgados.

Abaixo se tem a relação de amostras com suas respectivas descrições mineralógicas, texturais e estruturais:

- **BDQ-004 – “BIF” DOBRADO**

A lâmina apresenta uma rocha metassedimentar de granulometria fina à muito fina (figura 12), de coloração acinzentada e com mineralogia muito simples, composta por quartzo, magnetita e muscovita. Quartzo e magnetita são os componentes principais da rocha, apresentam-se em bandas ora mais ricas em magnetita, ora mais ricas em quartzo. A muscovita é muito fina, aparecendo somente entre os grãos de magnetita e quartzo.

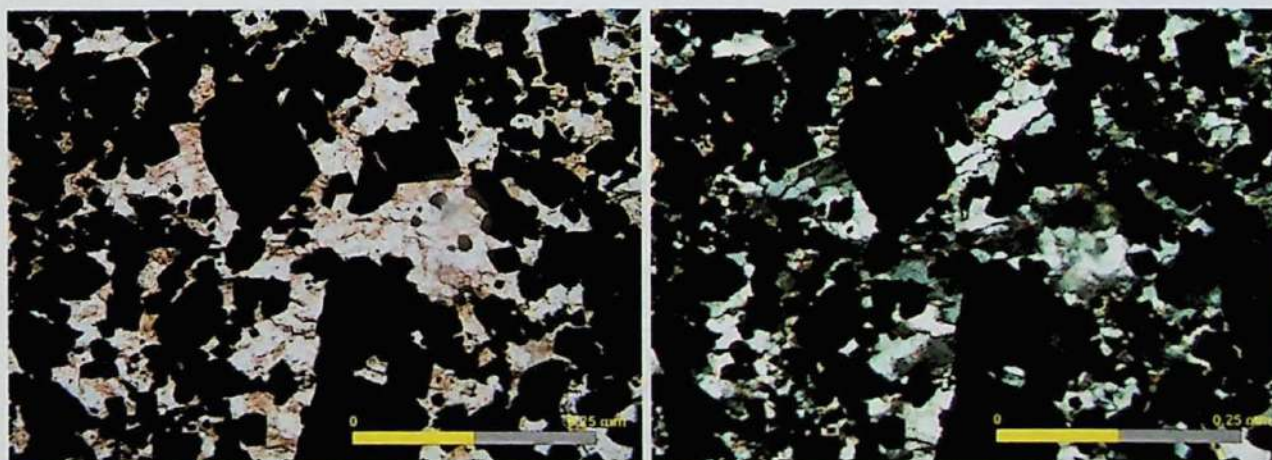


Figura 12: Amostra BDQ-004 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 20X). Notam-se grãos de magnetita de tamanhos variados chegando até a 0,1 mm.

- **BDQ-043 – METADIAMICTITO SEM MATRIZ FERRUGINOSA**

A lâmina demonstra uma rocha fina (Figura 13), xistosa de coloração amarelada clara. Apresenta uma forte xistosidade principal, bem marcada pela associação de minerais micáceos, sericita e muscovita. Notam-se na rocha bastantes grãos e clastos na matriz, estes estão estirados, deformados e gerando sigmóides, indicativos de movimento. Estes clastos apresentam tamanhos e composição variada, encontra-se desde grãos de quartzo e plagioclásio, até clastos de composição granítica. Ressalta-se que na matriz, concordantemente à foliação, há lentes de quartzo e quartzitos. Raros cristais de magnetita são encontrados também na matriz.

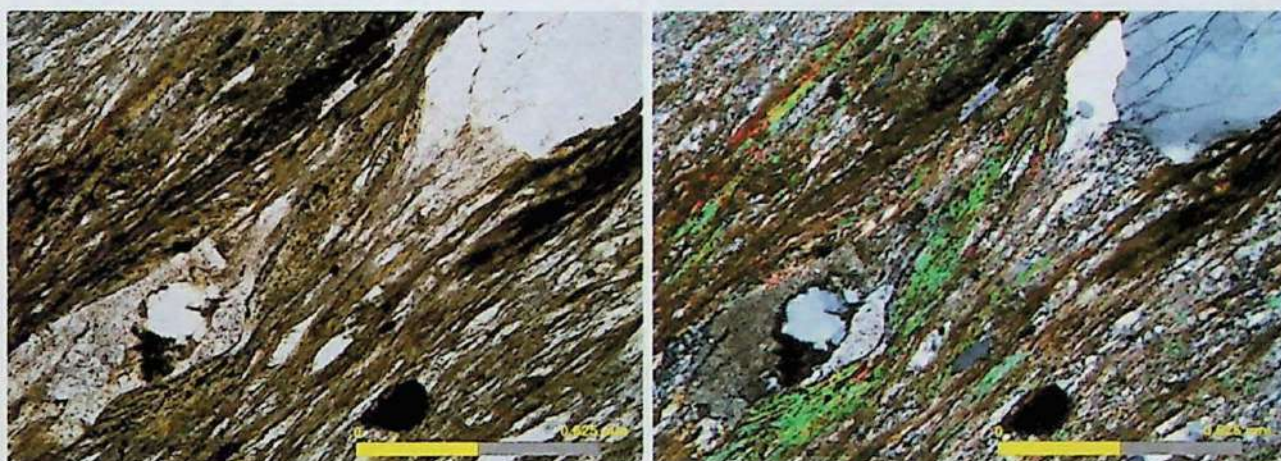


Figura 13: Amostra BDQ-043 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 8X). Nota-se matriz xistosa, composta por muscovita e sericita, além de clastos e grãos estirados de quartzo.

- **BDQ-062 – “BIF” BANDADO**

A lâmina apresenta uma rocha bastante escura de textura granoblástica e estrutura bandada (Figura 14), composta essencialmente por magnetita muito fina (Figura 15), chegando a casos raros a 0,2 mm; a muscovita ocorre nos interstícios dos grãos de magnetita e quartzo. A estrutura da rocha é bandada, apresentando uma variação de concentração de magnetita ao longo do bandamento.

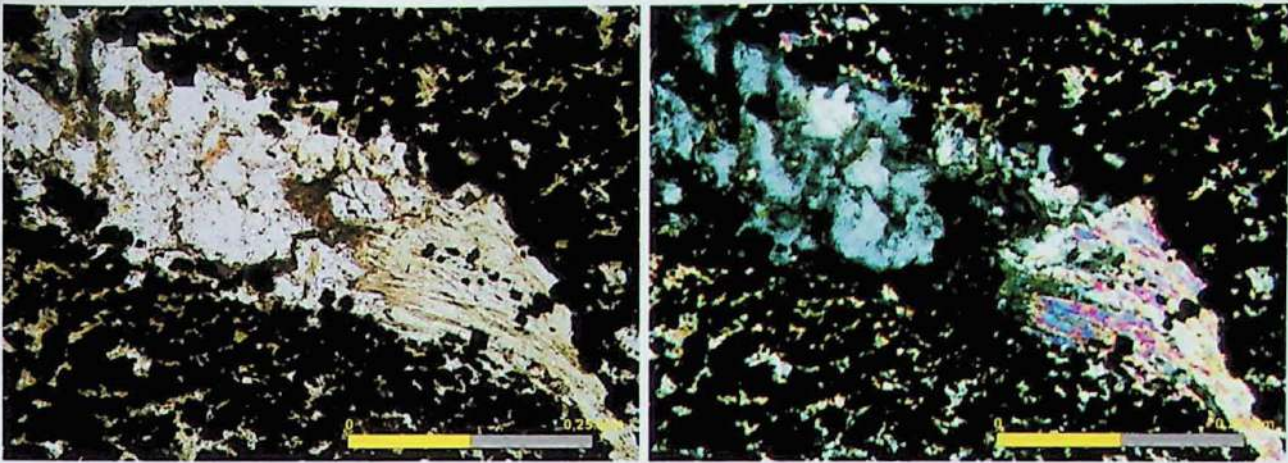


Figura 14: Amostra BDQ-062 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 20X). Nota-se uma matriz bandada, bastante concentrada em magnetita, ocorre na rocha lentes de quartzo com estruturas do tipo "sombras de pressão" compostas por minerais meta-pelíticos, muscovita.

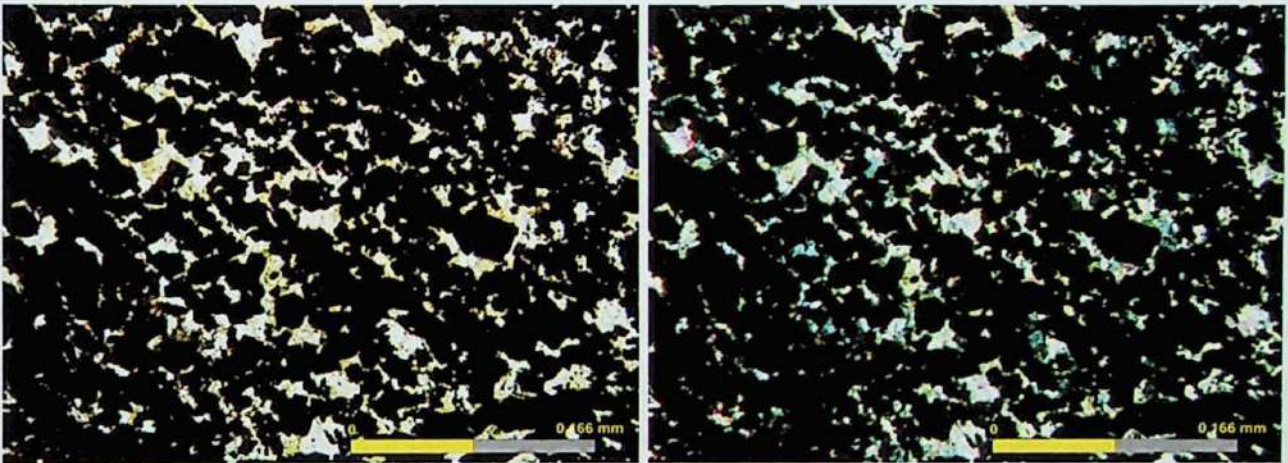


Figura 15: Amostra BDQ-062 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita. Nota-se uma matriz bandada, bastante concentrada em magnetita, ocorrendo quartzo e minerais meta-pelíticos nos interstícios (aumento 30X).

• **BDQ- 083 – METADIAMICTITO COM MATRIZ FERRUGINOSA**

A lâmina apresenta uma rocha de coloração clara, textura granolepidoblástica, estrutura xistosa intercalada por lentes de quartzo (Figura 16). A matriz da rocha apresenta foliações devido à sericita e muscovita, grãos e lentes de quartzo e magnetita fina (média de 0,02 mm) completam a composição. Encontram-se na matriz clastos de composição variada (essencialmente granítica) e bastantes grãos isolados de quartzo, estirados e rotacionados. Destaque para algumas pequenas lentes bastante concentradas de magnetita.

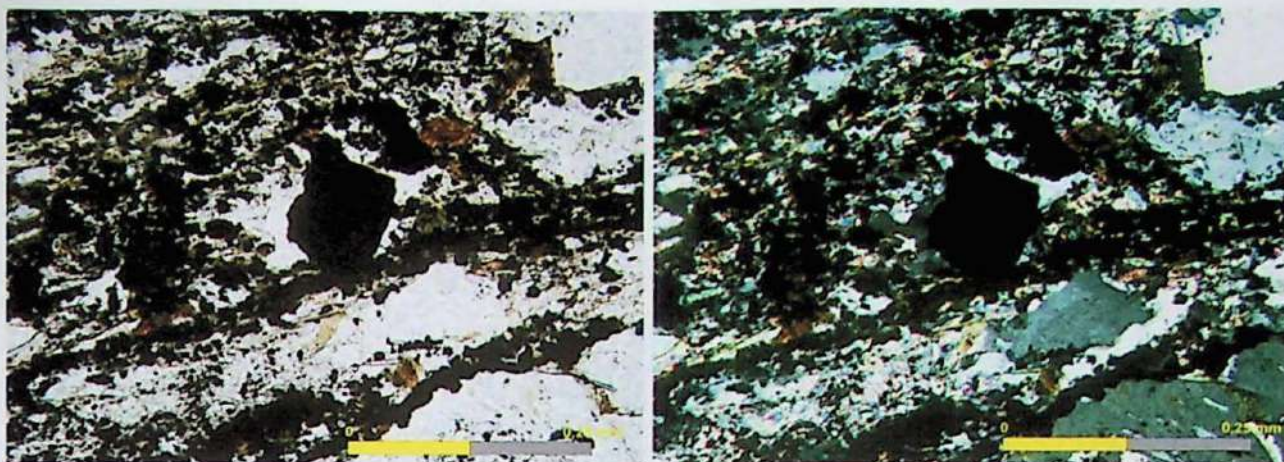


Figura 16: Amostra BDQ-083 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 20X). Nota-se uma matriz com orientação destacada pelas foliações micáceas, algumas finas camadas bastante concentrada em magnetita e raros cristais de tamanho próximo a 0,1 mm. Grãos de quartzo estirados também são vistos imersos na matriz da rocha.

- **BDQ-101 – METADIAMICTITO COM MATRIZ FERRUGINOSA**

A lâmina apresenta uma rocha bastante fina, estrutura foliada, e textura grano-lepidoblástica com presença de muitos grãos, lentes e clastos estirados e rotacionados (Figura 17).

A matriz é composta essencialmente pela associação sericita e muscovita mais cristais de magnetita de tamanho bastante reduzido. A magnetita ocorre concentrada nas foliações da matriz, intercalando-se com as foliações quartzosas e micáceas. A magnetita tem tamanho modal de 0,01 mm chegando a casos raros a 0,2 mm. Os grãos e clastos contidos na matriz são de tamanhos variados e composição também variada. Os clastos possuem tamanhos centimétricos e composições quartzosas e graníticas. Destaca-se que na borda das lentes e clastos ocorre sempre uma concentração bastante alta de magnetita.

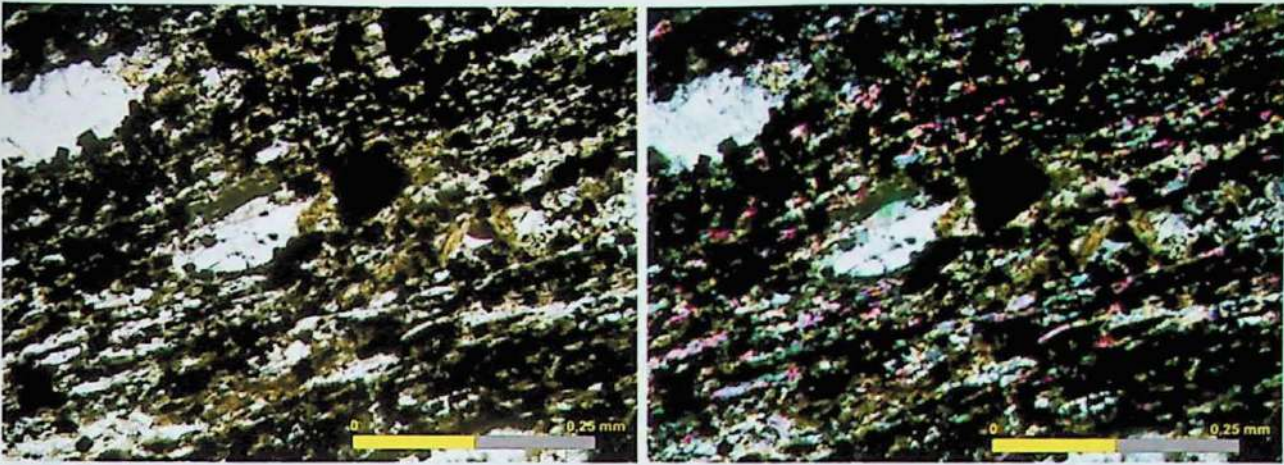


Figura 17: Amostra BDQ-101 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 20X). Nota-se uma matriz foliada por micas, bastante concentrada em magnetita que variam de tamanho (0,01 a 0,2 mm), ocorrendo também bastante clastos de quartzo estirados.

• **BDQ-138 – METADIAMICTITO SEM MATRIZ FERRUGINOSA**

A lâmina demonstra uma rocha fina, xistosa de coloração amarelada clara (Figura 18), com uma forte xistosidade principal, bem marcada pela associação de minerais micáceos, sericita e muscovita. Notam-se na rocha bastante grãos e clastos na matriz, estes estirados, deformados e gerando sigmóides, a composição destes é variada, destacando a presença de minerais como plagioclásio e feldspato potássico (microclínio). Não há cristais de magnetita, e alguns outros minerais serão analisados em análises de difratometria de raios-x.

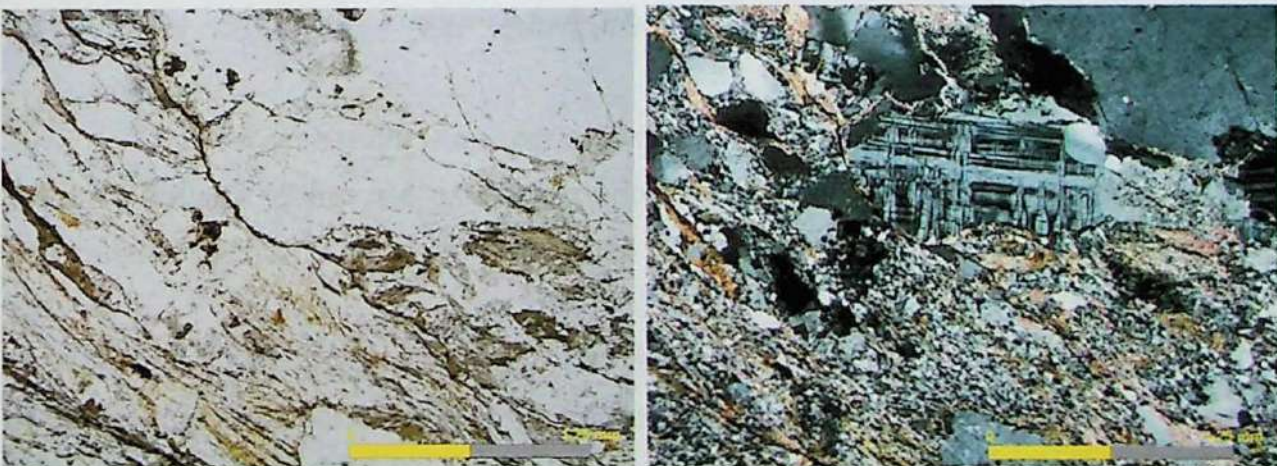


Figura 18: Amostra BDQ-138 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 4X). Nota-se uma matriz granolepidoblástica, foliada por micas e grãos de quartzo, sem concentrações de magnetita, ocorrendo grãos e clastos de plagioclásio e microclínio.

- **BDQ-223 – METADIAMICTITO COM MATRIZ FERRUGINOSA**

Ao contrário de todas as lâminas anteriores, esta apresenta uma rocha a qual não foi afetada pela xistosidade principal, tem uma estrutura pouco foliada, maciça em sua maioria (Figura 19). Possui uma coloração acinzentada, textura granoblástica. A matriz é composta por magnetita bastante fina (0,01 mm) quartzo e muscovita. Há bastante clastos de composição quartzosa e granítica. Bordejando estes clastos ocorrem grandes concentrações de magnetita fina, gerando pequenas lentes.

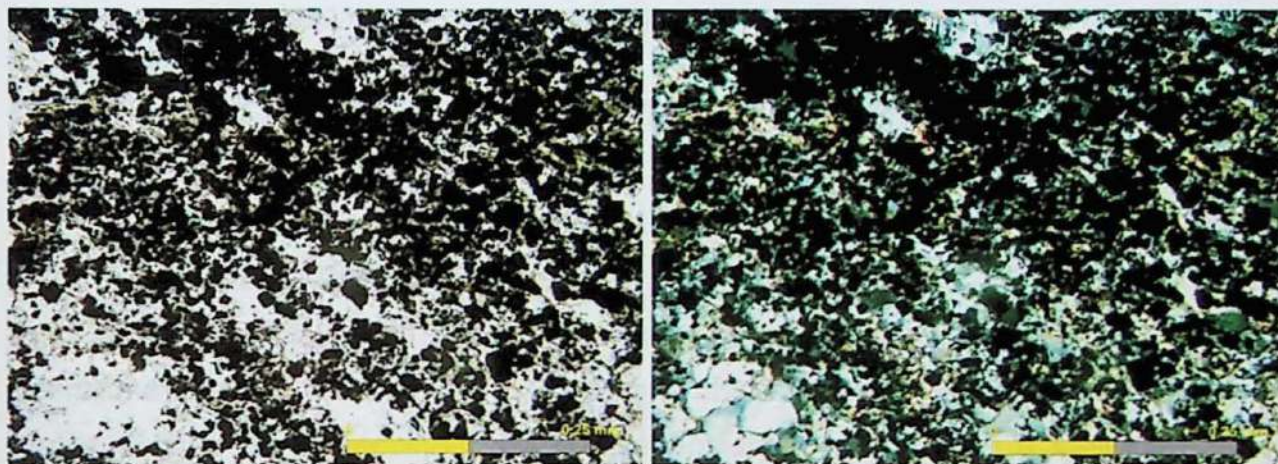


Figura 19: Amostra BDQ-223 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 20X). Nota-se uma matriz granoblástica, maciça, composta de magnetita, quartzo e alguns minerais micáceos, ocorrendo grãos e clastos de composição quartzosa e granítica.

- **BDQ-224 – “BIF” BANDADO**

A lâmina apresenta uma rocha bastante escura de textura granoblástica e estrutura bandada, composta essencialmente por magnetita muito fina, chegando a casos raros a 0,2 mm. Muscovita ocorre nos interstícios dos grãos de magnetita e quartzo.

Como dito, a estrutura da rocha é bandada, apresentando uma variação de concentração de magnetita ao longo do bandamento, e bandas formadas por minerais metapelíticos, como as muscovitas.

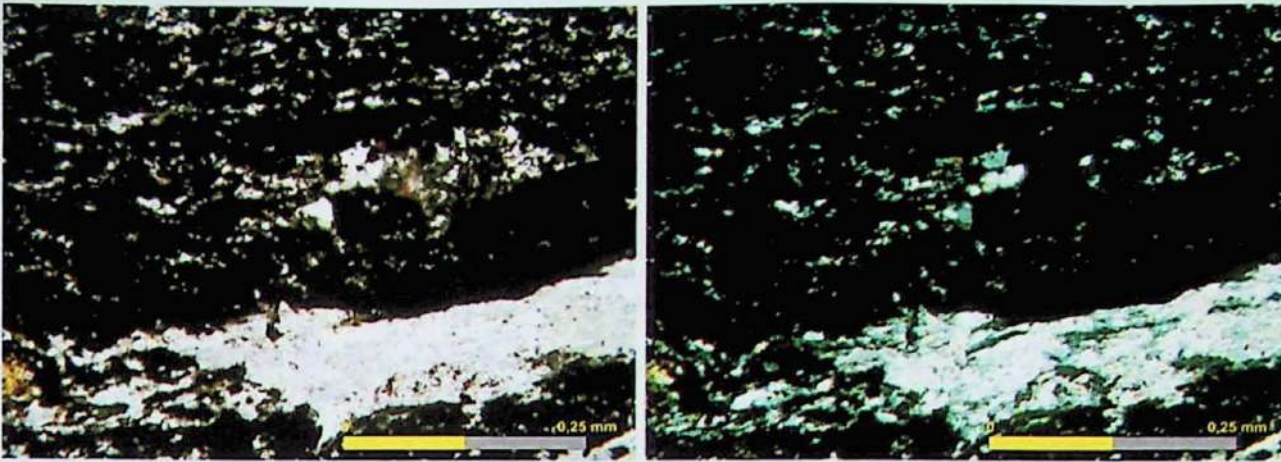


Figura 20: Amostra BDQ-224 com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 20X). Nota-se uma matriz granoblástica, maciça, composta de magnetita, quartzo e alguns minerais micáceos, ocorrendo grãos e clastos de composição quartzosa e granítica.

• **BDQ-225A – METADIAMICTITO COM MATRIZ FERRUGINOSA**

A lâmina apresenta uma rocha de coloração clara, textura granolepidoblástica, estrutura foliada intercalada por lentes de quartzo (Figura 21). A matriz da rocha é constituída essencialmente pelas foliações de sericita e muscovita, grãos e lentes de quartzo, e magnetita fina (média de 0,02 mm, chegando até 0,15 mm). Encontra-se na matriz clastos de composição variada (essencialmente granítica) e bastantes grãos isolados de quartzo, estirados e rotacionados. Destaque para algumas pequenas lentes bastante concentradas de magnetita ao redor dos clastos.

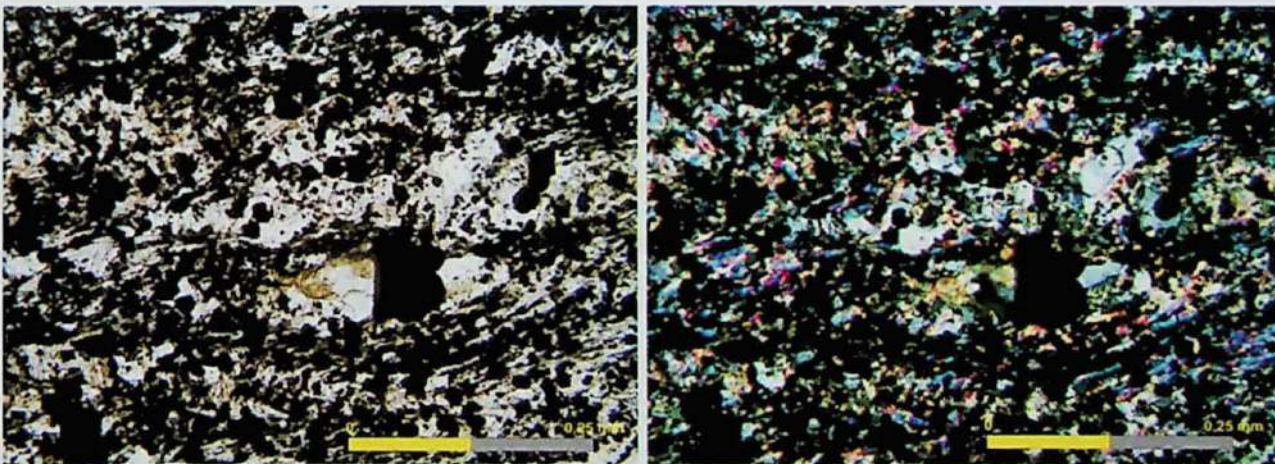


Figura 21:: Amostra BDQ-225A com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 20X). Nota-se uma matriz granolepidoblástica, foliada, composta de magnetita, quartzo e minerais micáceos, ocorrendo grãos e clastos de composição quartzosa.

• **BDQ-225B – “BIF” BANDADO**

A lâmina apresenta uma rocha bastante escura de textura granoblástica e estrutura bandada, composta essencialmente por magnetita muito fina, chegando a casos raros a 0,2 mm; ocorrem intercalações de lentes de quartzo bastante estiradas, gerando pequenos bandamentos quartzosos com muscovita (Figura 22).

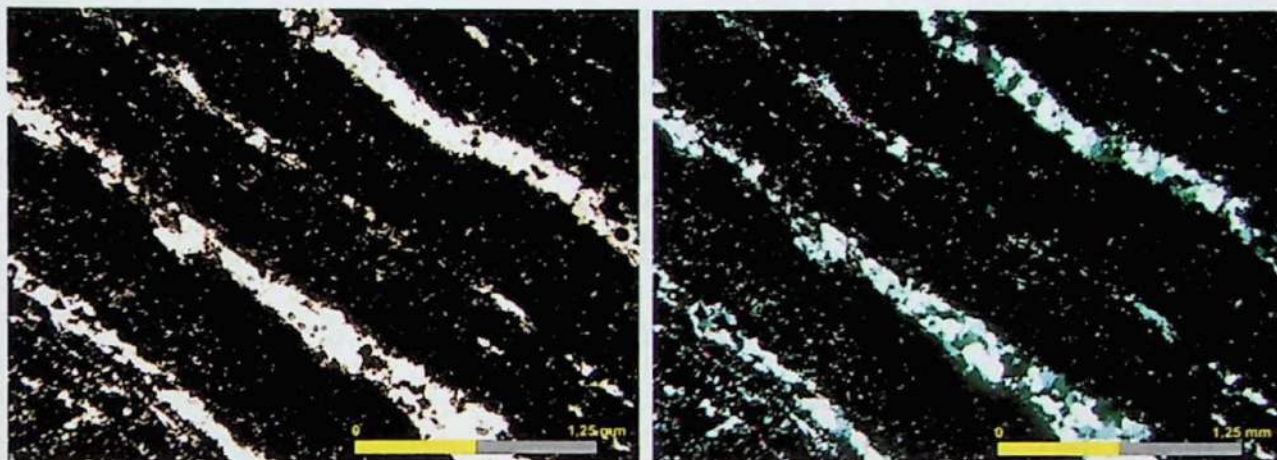


Figura 22: Amostra BDQ-225B com nicóis descruzados à esquerda e cruzados à direita (aumento 4X). Nota-se uma matriz granolepidoblástica, foliada, bastante concentrada em magnetita e intercalada com lentes estiradas de quartzo e muscovita nas foliações.

3.4 ANÁLISE QUÍMICA

Os resultados das análises químicas fornecidos pelo laboratório NOMOS Análises Minerais Ltda encontram-se no Anexo III.

O Laboratório NOMOS Análises Minerais Ltda faz um controle de qualidade das análises através de duplicatas, onde outra alíquota é analisada para fins de verificação da precisão e exatidão das determinações. Para o lote analisado, 16 amostras foram escolhidas e analisadas novamente, conforme os resultados apresentados na tabela 1.

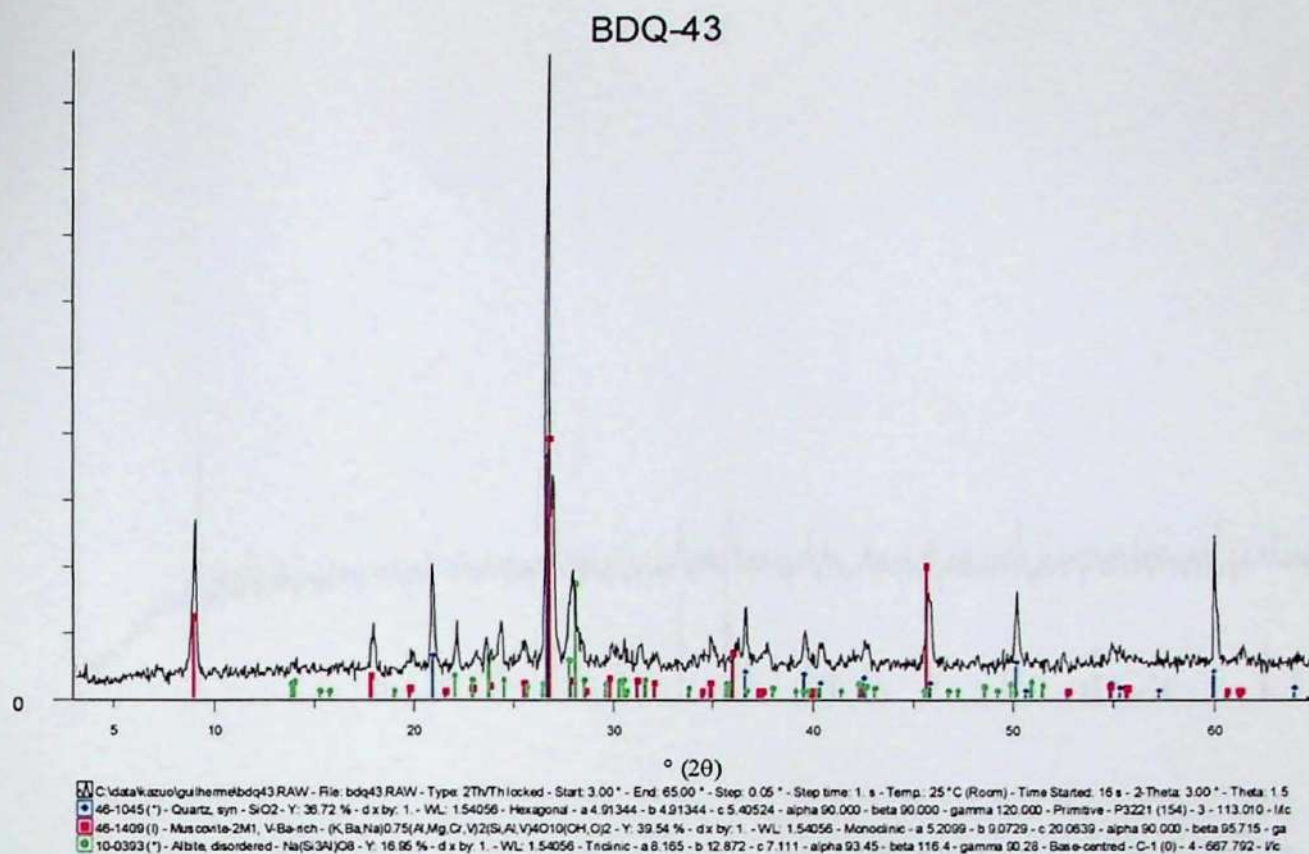
Tabela 1. Resultados de determinações de Fe metálico.

Amostra	% Fe (original)	% Fe (duplicata)
P4-06	35,33	35,54
P4-26	20,09	19,94
P6-00	5,29	5,54
F20-08	14,09	13,94
F22-03	13,87	14,26
F24-08	17,92	17,99
P6-27	37,35	37,55
P8-07	22,51	22,17
P9-16	17,42	17,42
P10-04	26,60	26,24
P12-07	25,97	26,28
P14-28A	25,39	24,59
F15-11	5,66	5,78
F17-03	14,81	14,59
F18-08	15,27	15,27

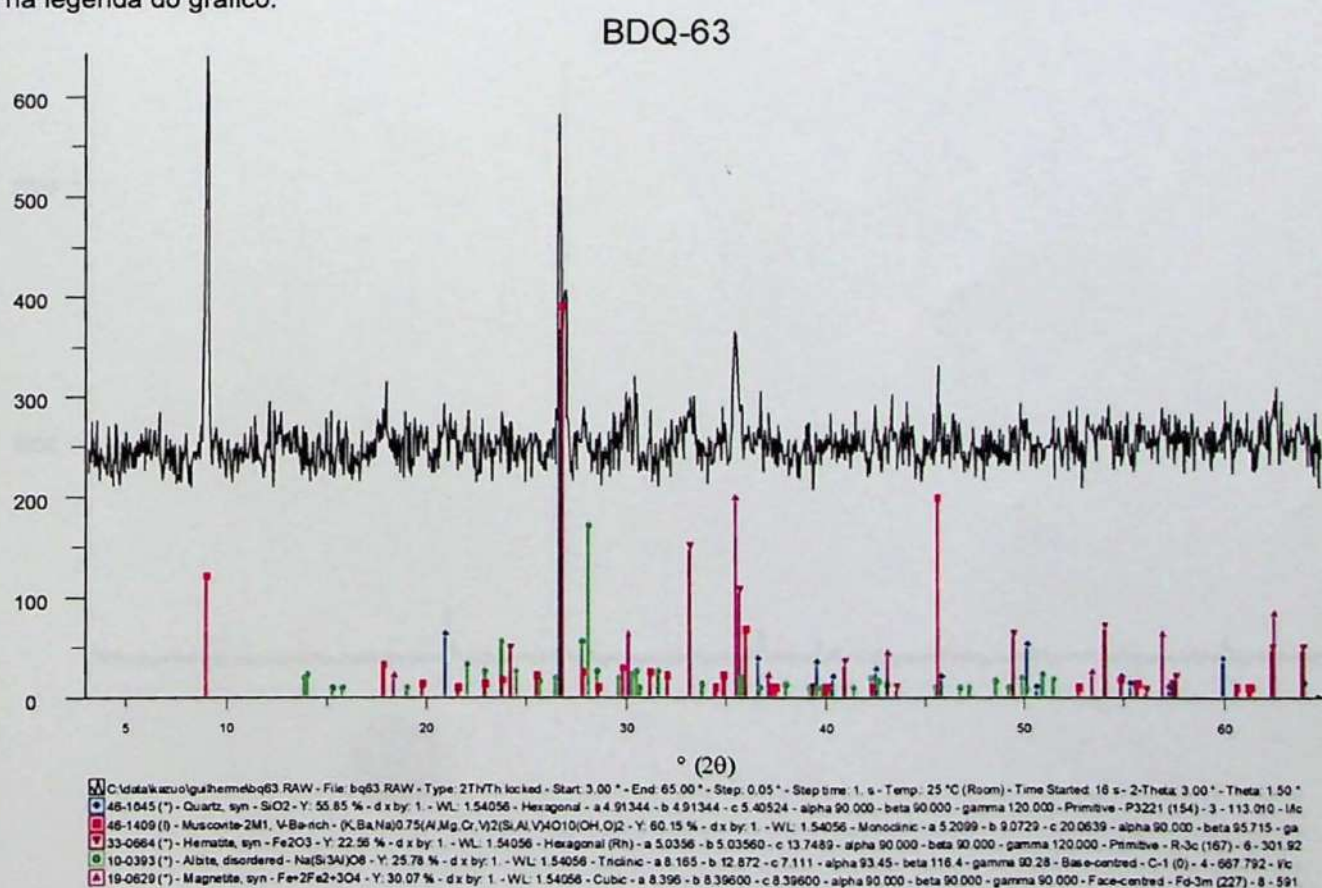
3.5 ANÁLISE POR DIFRATOMETRIA DE RAIOS X (DRX)

Doze amostras foram analisadas por difração de raios X, com o objetivo de complementar e confirmar os minerais identificados nas análises petrográficas. Os difratogramas encontram-se logo abaixo.

Em resumo, os difratogramas revelaram que os metadiamicritos sem matriz ferruginosa apresentam essencialmente quartzo, muscovita e feldspato, confirmando o que foi observado na petrografia. O feldspato provém de clastos que se encontram imersos na matriz. Por outro lado, os metadiamicritos com matriz ferruginosa apresentam além dos minerais citados anteriormente, magnetita e hematita. Provavelmente, parte da hematita deve-se à martitização da magnetita. Em laboratório esta alteração ocorre somente em altas temperaturas, mas na maioria dos depósitos minerais, ocorre em temperaturas mais baixas e intemperismo incipiente (Ramdohr 1969). Tipicamente, finas lâminas de hematita formam-se ao longo dos planos octaédricos da magnetita; lamelas de hematita invadem, a partir das margens e rupturas e podem até substituir completamente a magnetita (Ramdohr 1969), não se descartando a possibilidade da existência de hematita primária. Deve-se ressaltar que a hematita deve estar em pequenas quantidades em relação à magnetita.

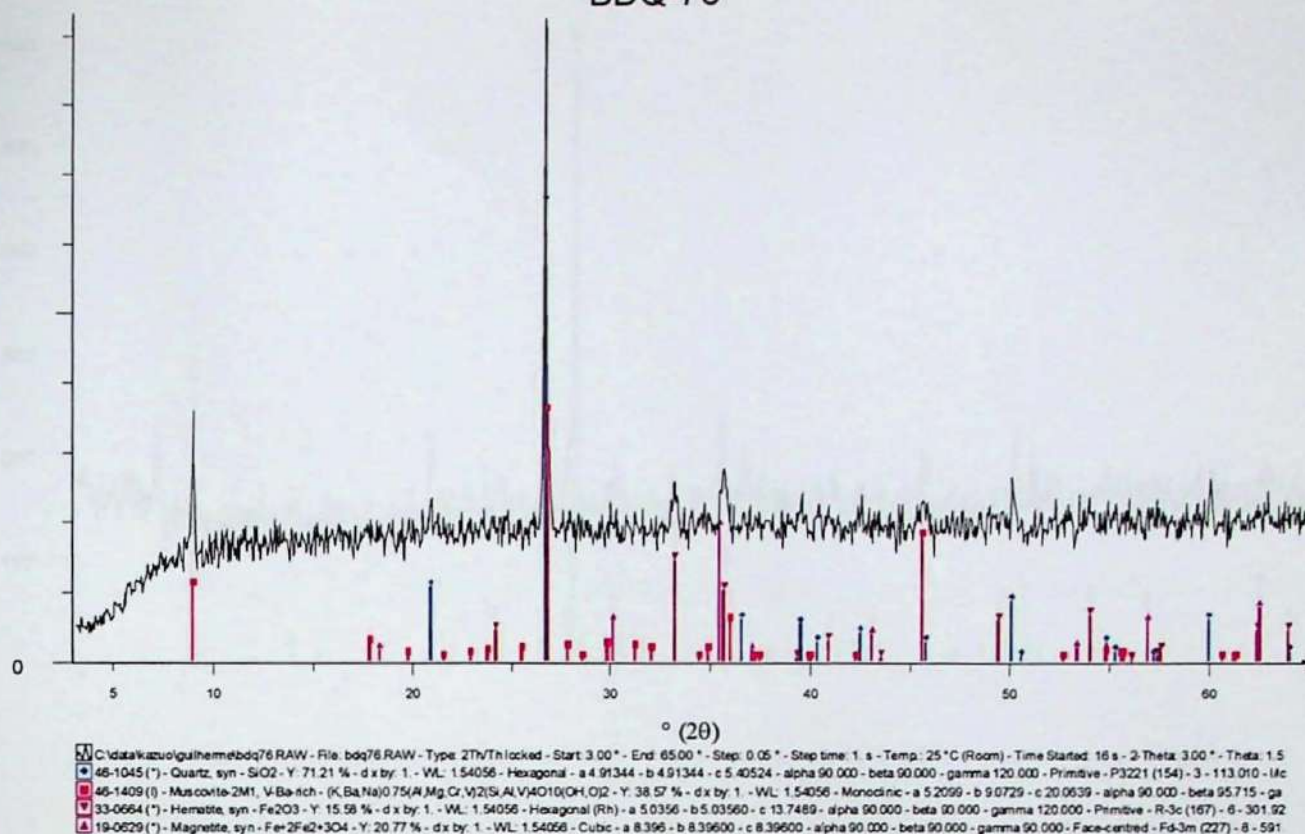


Difratograma 1: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-043, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.



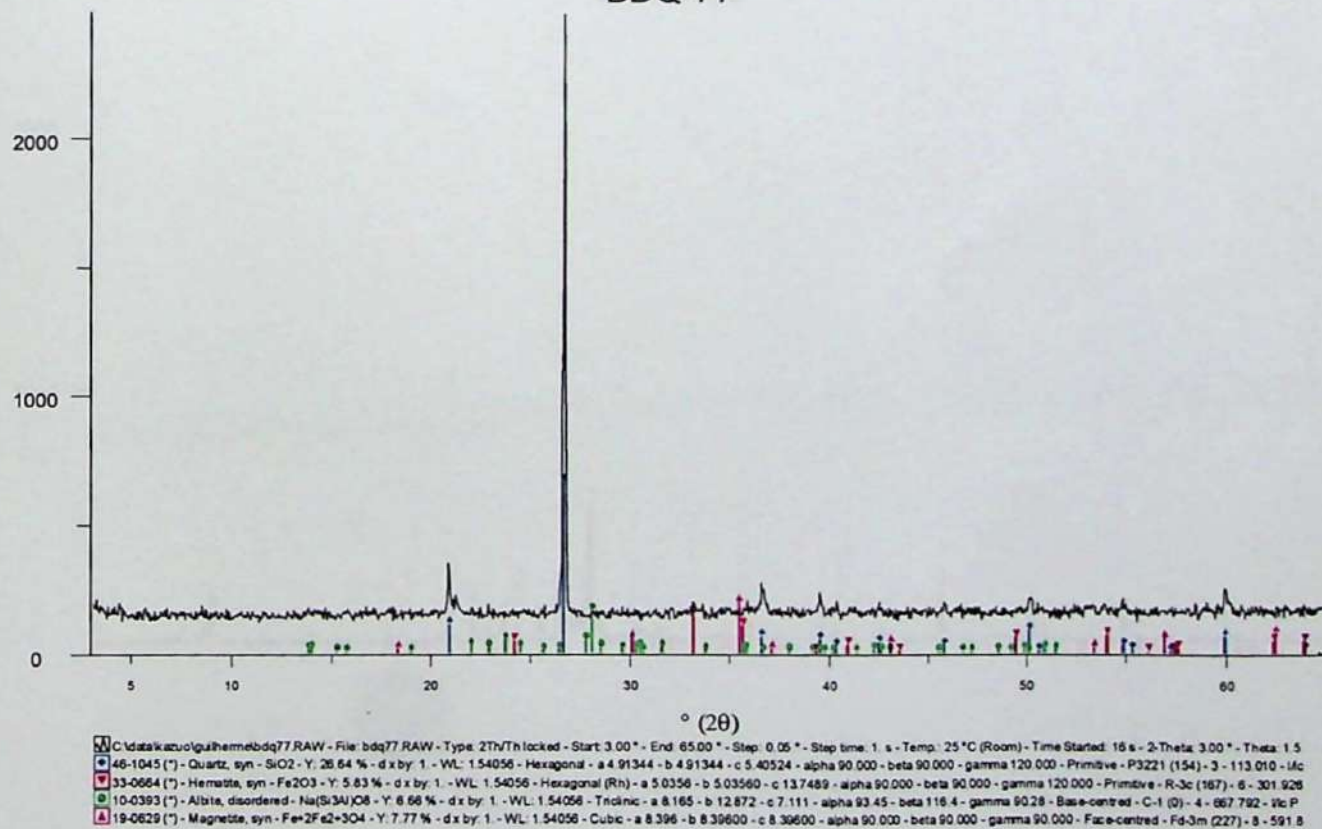
Difratograma 2: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-063, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.

BDQ-76

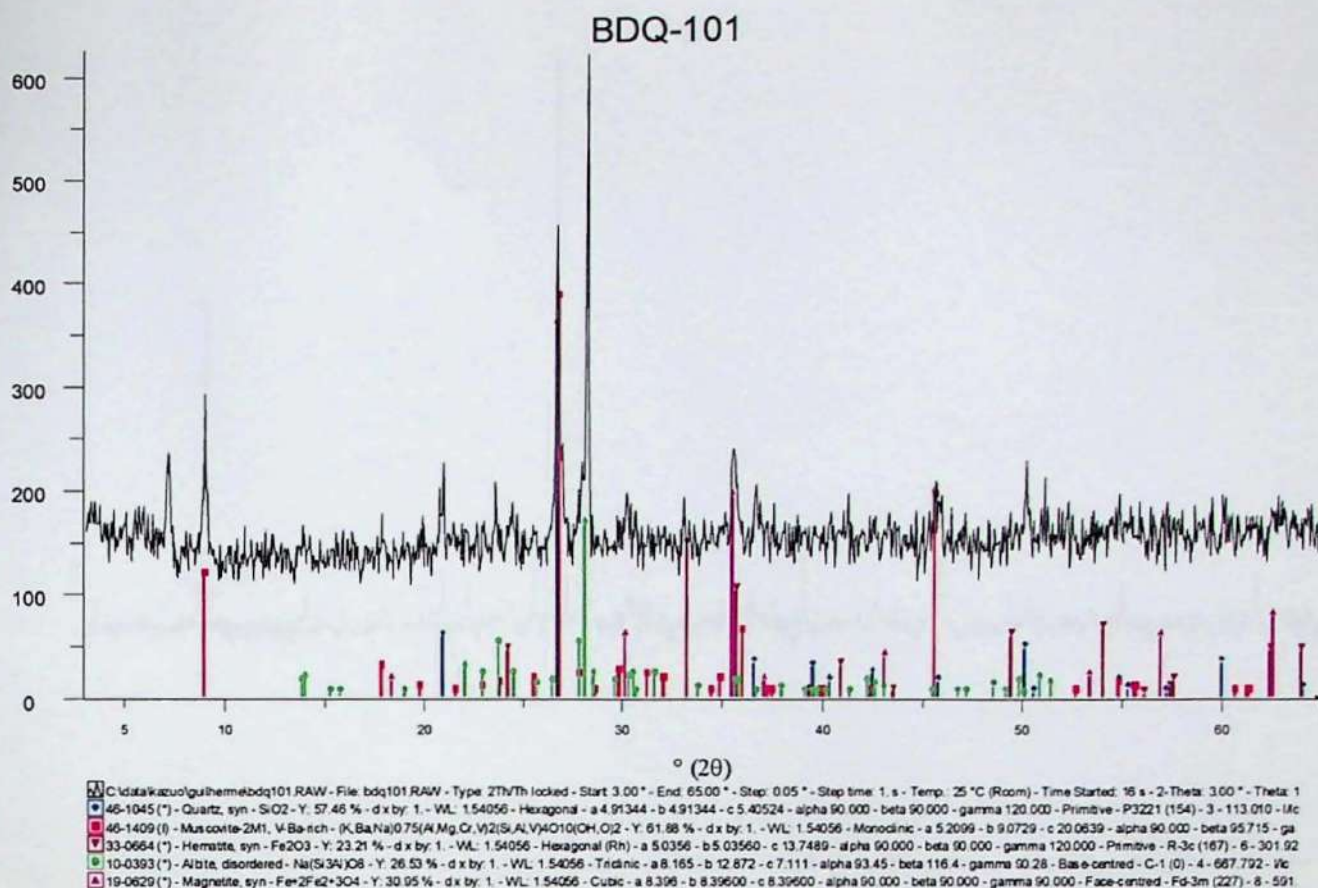


Difratograma 3: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-076, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.

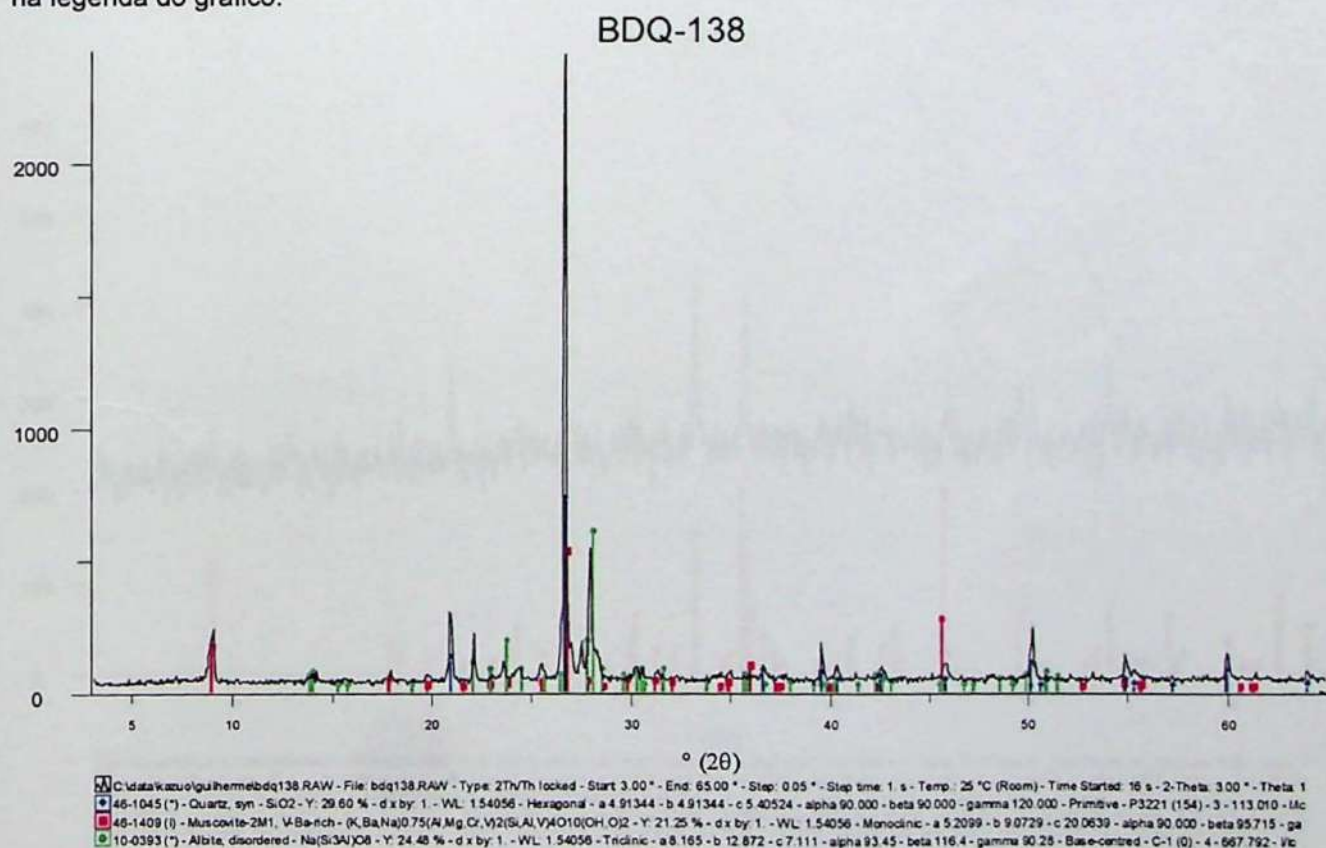
BDQ-77



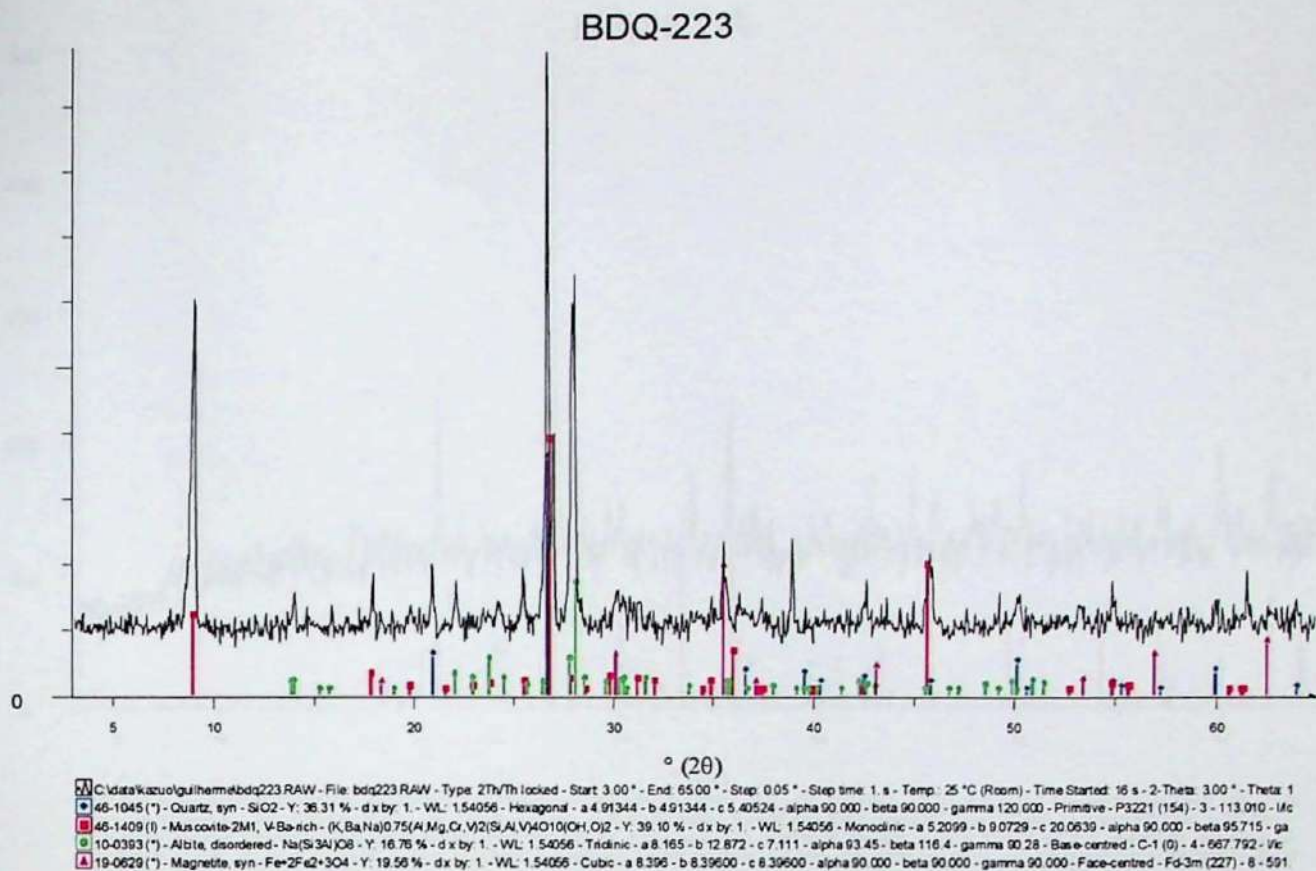
Difratograma 4: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-077, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.



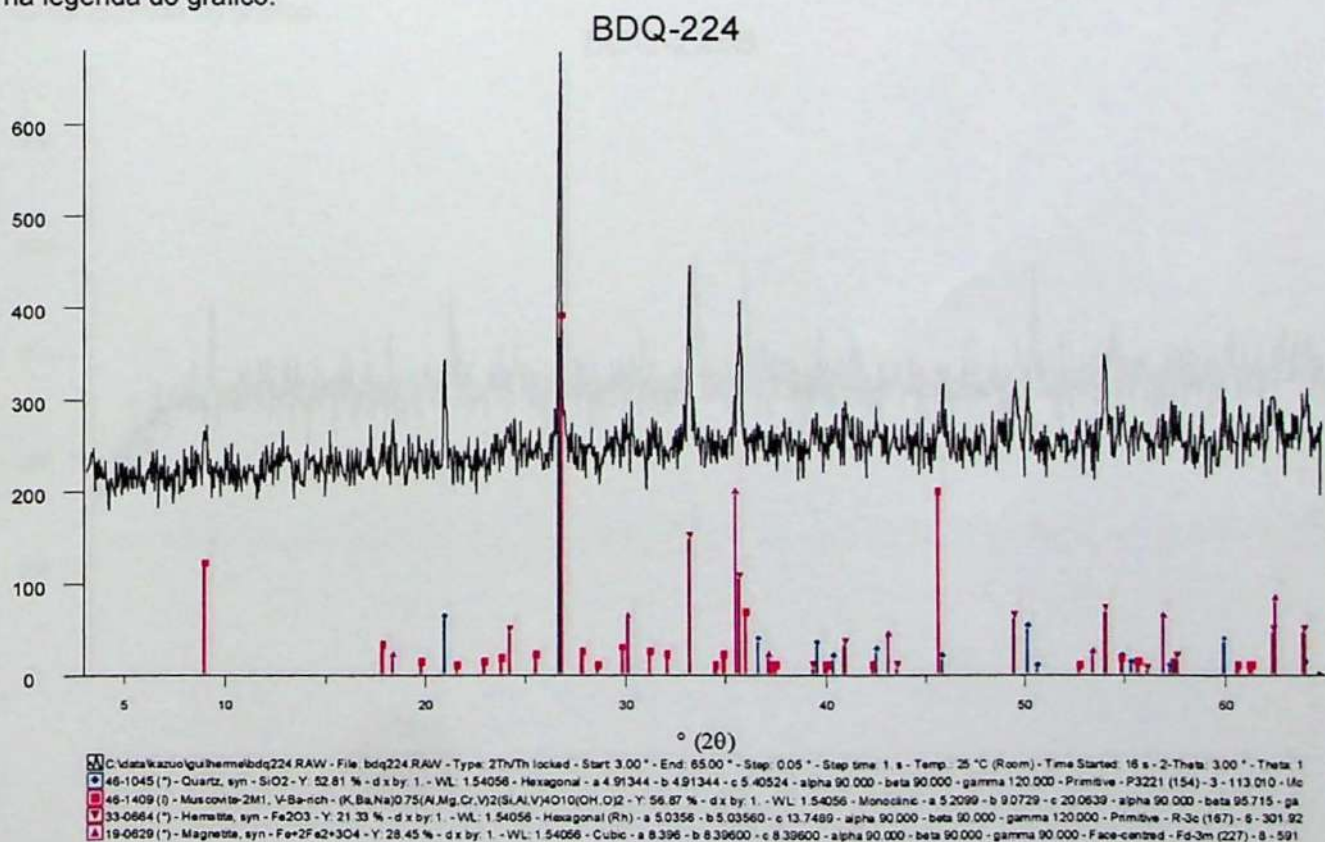
Difratograma 5: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-101, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.



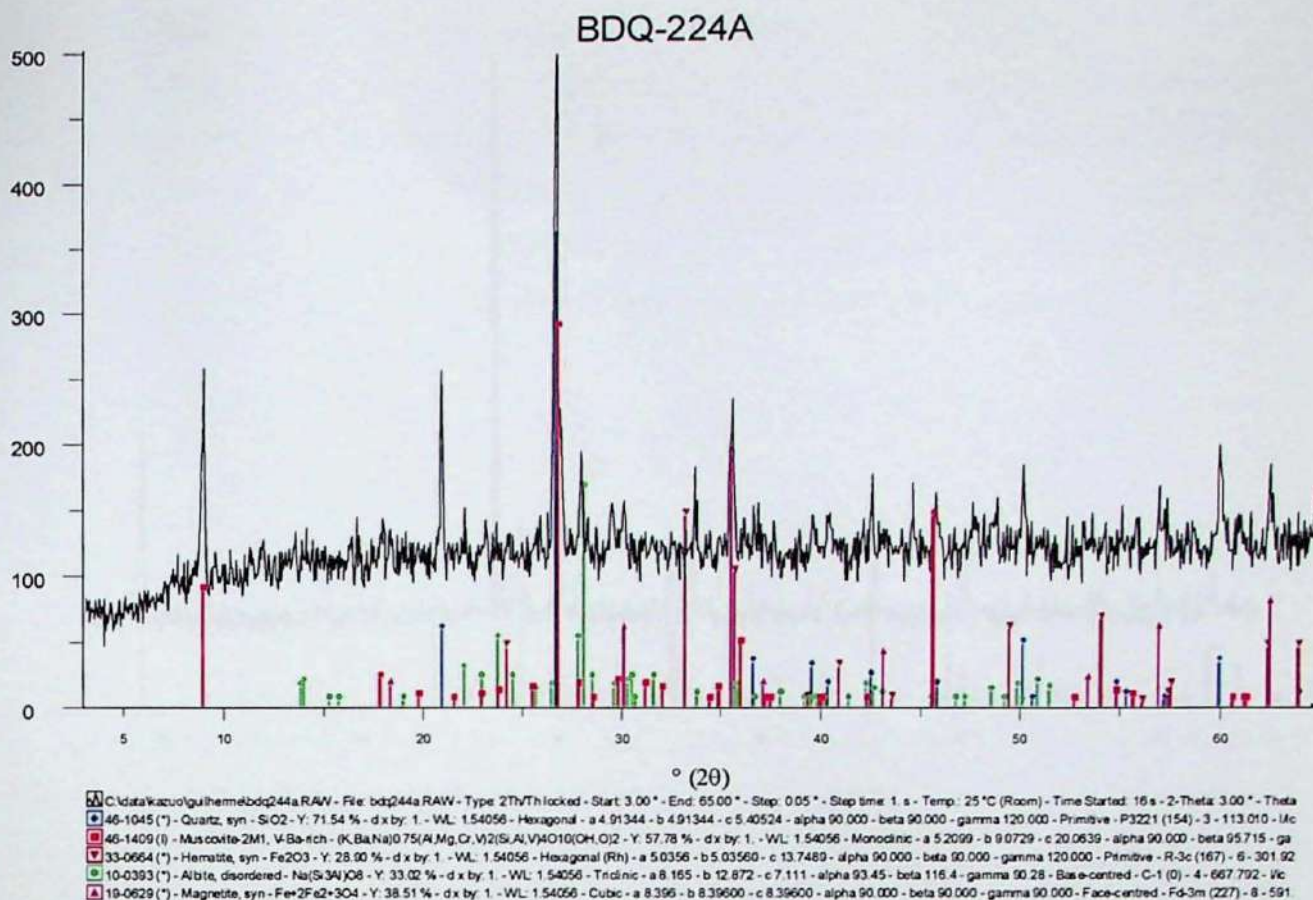
Difratograma 6: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-138, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.



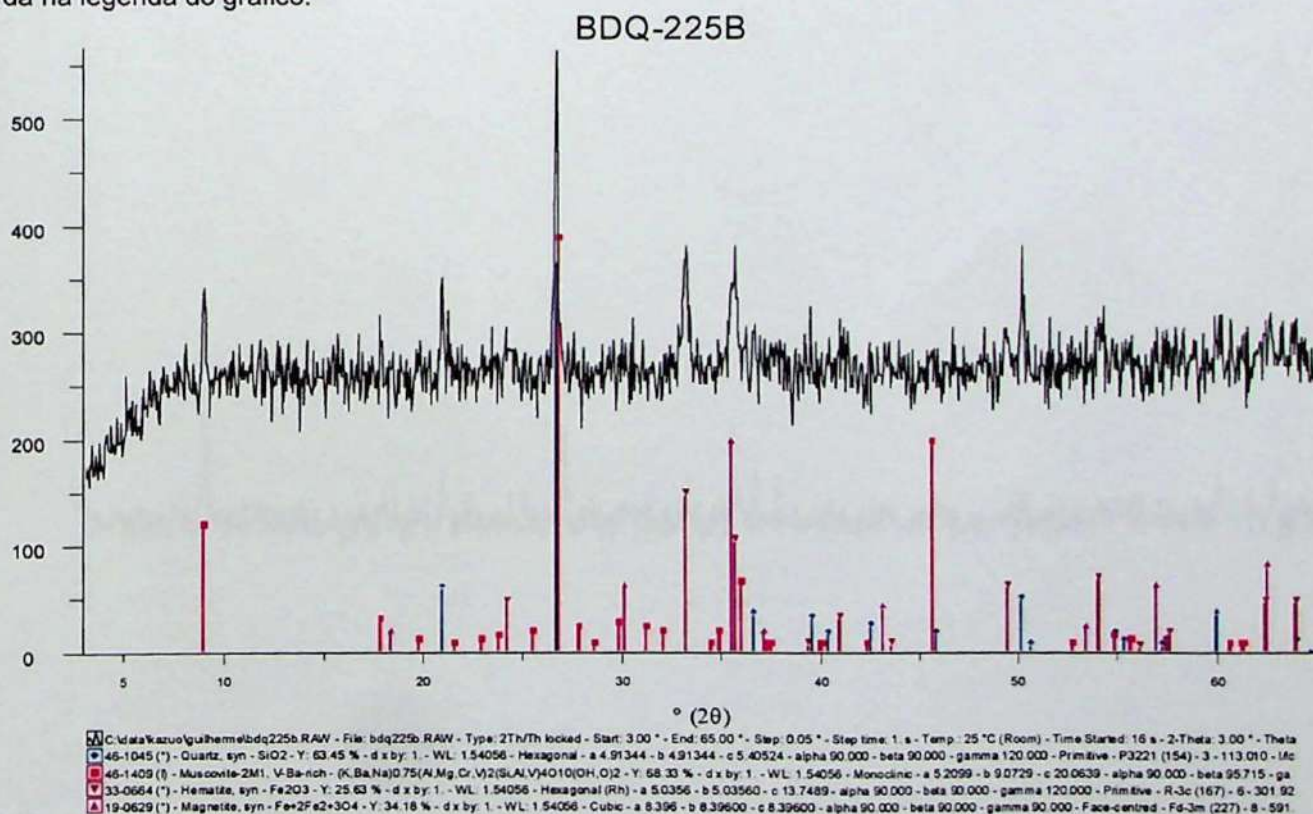
Difratograma 7: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-223, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.



Difratograma 8: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-224, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.

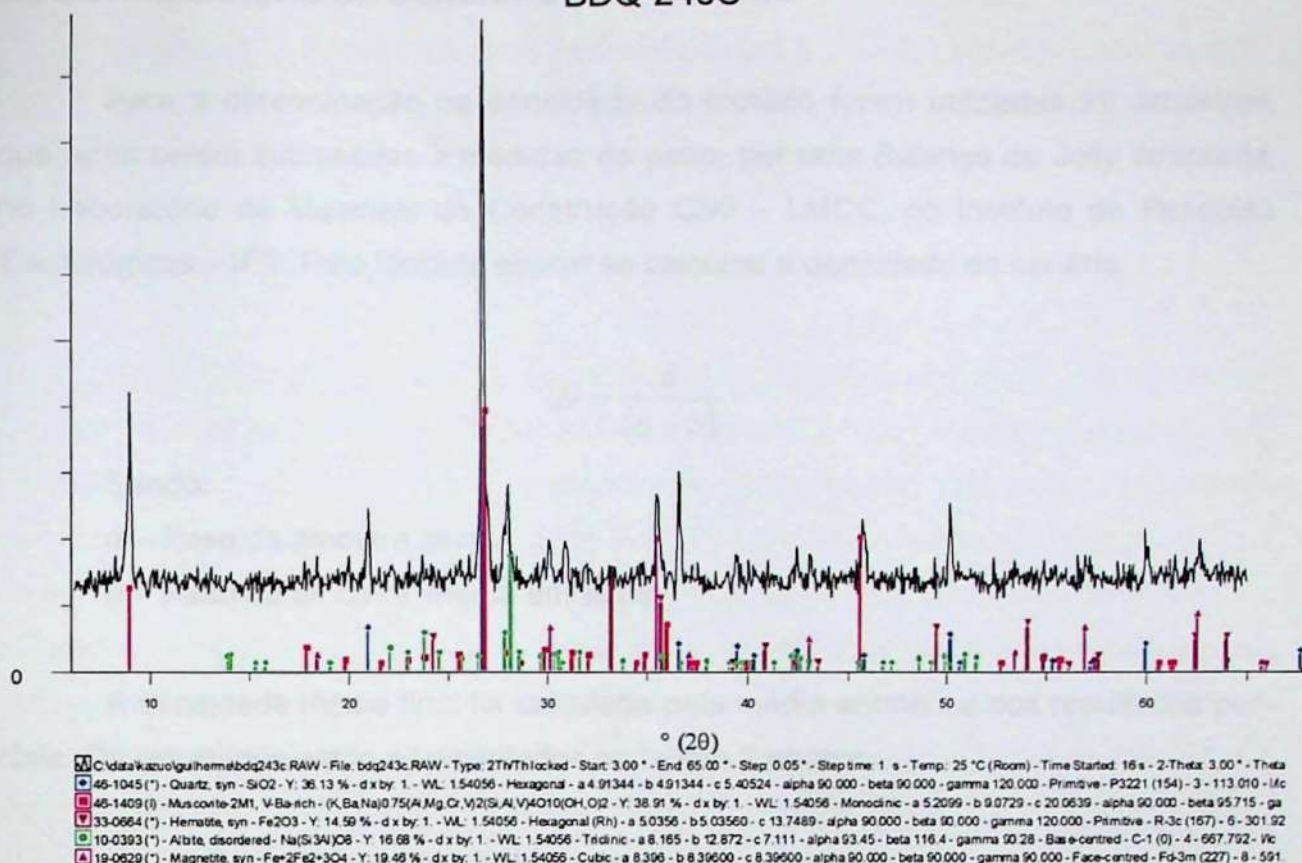


Difratograma 9: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-224A, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.



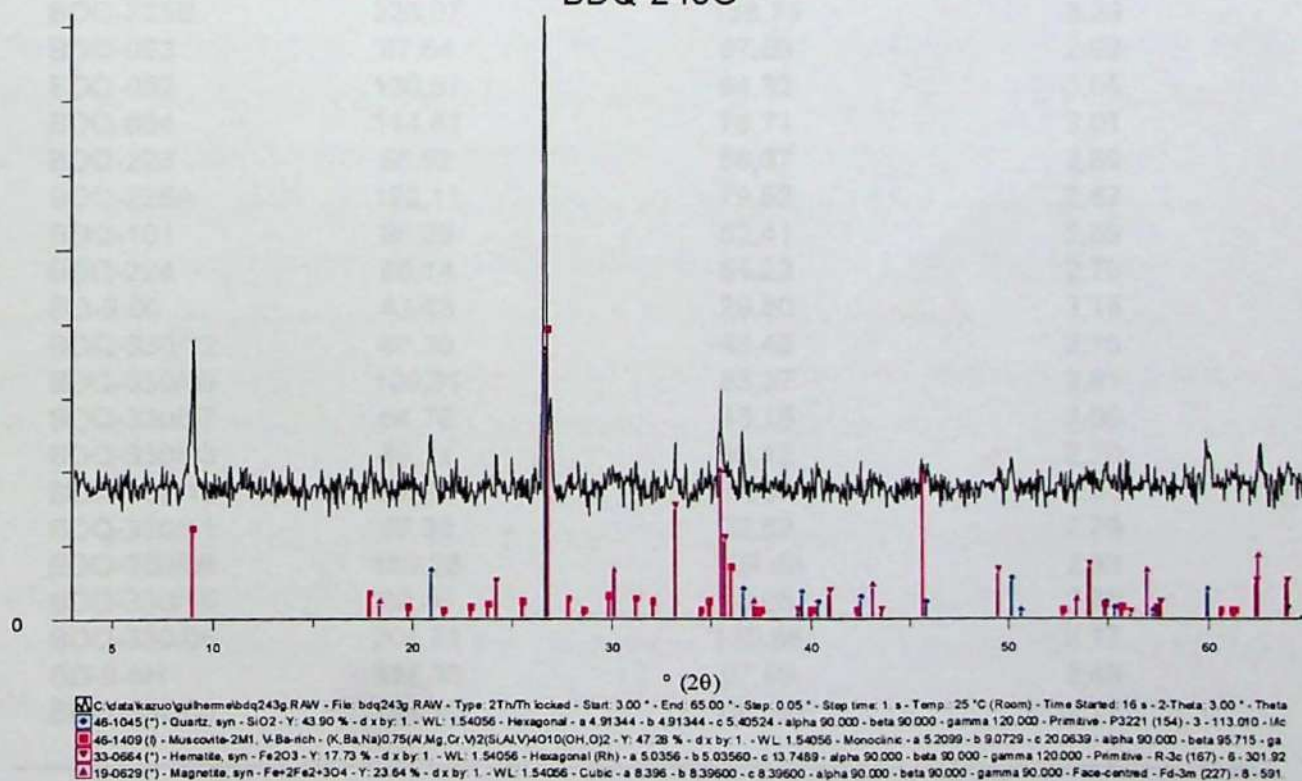
Difratograma 10: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-225B, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.

BDQ-243C



Difratograma 11: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-243C, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.

BDQ-243G



Difratograma 12: Análise por difração de raios-X da amostra BDQ-243G, composição mineralógica indicada na legenda do gráfico.

3.6 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO MINÉRIO

Para a determinação da densidade do minério foram utilizadas 20 amostras, que após serem submetidas a medidas de peso, por uma Balança de Jolly adaptada, no Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC, do Instituto de Pesquisa Tecnológicas – IPT, Pela fórmula abaixo se calculou a densidade do minério.

$$D = \frac{a}{(a - b)}$$

Sendo:

a – Peso da amostra seca

b – Peso da amostra imersa em água.

A densidade média final foi calculada pela média aritmética dos resultados parciais. Os resultados estão apresentados na tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Determinação da densidade do minério

Amostra	A- Peso Seco (g)	B- Peso Submerso (g)	Densidade (g/cm³)
BDQ-225B	228,07	158,75	3,29
BDQ-083	87,54	57,56	2,92
BDQ-062	130,57	94,82	3,65
BDQ-004	114,81	76,71	3,01
BDQ-223	86,62	56,67	2,89
BDQ-225A	122,11	79,52	2,87
BDQ-101	85,29	52,41	2,59
BDQ-224	86,14	54,22	2,70
BD-9-80	43,63	29,80	3,15
BDQ-330/12	68,30	43,45	2,75
BDQ-330/09	129,31	83,37	2,81
BDQ-330/17	64,76	43,19	3,00
BDQ-330/03	89,11	56,12	2,70
BDQ-330/18	52,91	34,96	2,95
BDQ-330/11	97,38	62,52	2,79
BDQ-330/08	169,28	109,48	2,83
BDQ-330/15	62,46	40,06	2,79
BDQ-330/06	204,81	130,88	2,77
BD-9-8H	137,33	97,99	3,49
BDQ-330/05	158,70	101,40	2,77
Densidade Média			2,94

Calculada a média aritmética das densidades parciais, obteve-se para o minério em questão, uma densidade correspondente a **2.94 g/cm³**. Este valor foi empregado no cálculo da tonelagem do recurso/reserva no depósito estudado.

3.7 AVALIAÇÃO DE RECURSO/RESERVA – CUBAGEM

Reportando ao subitem 2.8 do capítulo 2 (Materiais e Métodos), para o cálculo do recurso/reserva foi adotado o **Método dos Perfis Padrão** pelo simples fato do mapeamento geológico de detalhe e da amostragem realizada ter sido efetuado ao longo de perfis com direções oeste-leste. Esta direção como já ressaltado, é ortogonal à direção das camadas mineralizadas. Outro fator que pesou na escolha do método foi a disponibilidade de investimentos para que as campanhas de sondagens rotativas com recuperação de testemunhos fossem realizadas nesta oportunidade. Isto permitiria um melhor conhecimento e uma melhor determinação da continuidade vertical do depósito. Estes motivos nos levaram a adotar métodos convencionais de cálculo de recurso/reserva. E o dos **Perfis Padrão** foi o escolhido.

Observado durante as fases dos mapeamentos realizados que existiam dois corpos paralelos mineralizados, ambos com direção predominantemente norte-sul e mergulhos para o leste, adotaram-se as denominações de **Bloco W** e **Bloco E** para efeito de cálculo dos recursos/reservas. Ao final, os valores encontrados foram somados, representando então a área estudada.

Para o cálculo do **recurso medido** foram definidos blocos parciais através dos limites dos contatos geológicos observados em campo. Com isso, o contato geológico com nível topográfico mais baixo definiu a profundidade máxima do(s) bloco(s) considerado(s). Os perfis do recurso medido constam do Anexo IV, juntamente com os teores médios de cada seção e as tabelas utilizadas para os cálculos parciais de recurso/reserva medido.

Por outro lado, a definição do mapa geológico e a delimitação dos corpos mineralizados permitiram observar que as camadas mineralizadas apresentam grandes espessuras aparentes. Tal fato nos possibilitou a efetuar os cálculos dos recursos **indicados e inferidos** sem que se atingissem os valores do limite de profundidade obtido pela espessura aparente das camadas.

Para o cálculo do **recurso indicado**, estabeleceu-se uma profundidade de 100 metros na vertical a partir da cota definida pelo contato geológico de topografia mais baixa de cada seção. Os perfis assim elaborados constam do Anexo V, juntamente

com os teores médios de cada seção e as tabelas utilizadas para os cálculos parciais do recurso/reserva indicado.

Procedimento semelhante foi adotado para o cálculo de **recurso inferido**. No entanto estipulou-se uma profundidade de até 200 metros na vertical a partir do contato geológico de topografia mais baixa de cada seção. Conseqüentemente, foi estabelecida desta forma, uma continuidade de mais 100 metros de profundidade para além dos blocos gerados no cálculo do recurso/reserva **indicado**. O resultado encontrado, os desenhos dos perfis e tabelas utilizadas para os cálculos parciais do recurso/reserva **inferido** são apresentados também no Anexo V pois os valores encontrados são idênticos aos dimensionados para o recurso **indicado**.

Cumprе ressaltar que para se determinar o volume entre duas seções adjacentes há dois métodos de cálculos: um representado pela média das seções, e o outro, pelo cálculo do tronco de cone. Realizamos os dois procedimentos e a diferença entre eles será discutida no próximo capítulo.

A seguir são apresentadas as tabelas com os valores finais (Blocos **W + E**) referentes aos recursos/reservas medida, indicada e inferida para cada acima citado.

Tabela 3: Valores finais de recurso/reserva pelo método da média dos perfis

Classe de recurso/reserva	Recurso/Reserva (ton)	Teor médio do bloco (%)
<i>Medido</i>	142.385.234,88	28,07
<i>Medido + Indicado</i>	548.795.291,10	28,09
<i>Medido+Indicado+Inferido</i>	955.208.881,20	28,10

Tabela 4: Valores finais de recurso/reserva pelo método do tronco de cone

Classe de recurso/reserva	Recurso/Reserva (ton)	Teor médio do bloco (%)
<i>Medido</i>	140.696.749,67	28,06
<i>Medido+Indicado</i>	545.419.896,71	28,08
<i>Medido+Indicado+Inferido</i>	949.679.921,73	28,10

A princípio, pode-se notar que a diferença entre os métodos é bem pequena, gerando uma diferença menor que 1% do valor total final.

3.8 ENSAIO DE BENEFICIAMENTO

Foram enviadas três amostras para ensaios de beneficiamento, denominadas 224 Xisto Mole, 225A Xisto Duro e 225B BIF. Em seguida, são reproduz os resultados obtidos pelo Laboratório NOMOS Análises Minerais Ltda. A descrição dos procedimen-

tos e equipamentos utilizados encontra-se no relatório emitido por esse laboratório, conforme Anexo VI.

As amostras foram preparadas para os ensaios de beneficiamento através de britagens e moagens sucessivas, até que todo o material fosse reduzido a partículas menores que 200 mesh (0.074 microns), com vistas à liberação da magnetita de outros minerais agregados. Em seguida, o material é submetido à atrição com água, com o objetivo de liberar e limpar a superfície dos minerais. A polpa assim obtida é submetida a diversas separações magnéticas com intensidades crescentes de 2000 a 11000 gauss. Os resultados obtidos para as três amostras encontram-se resumidos nas Tabelas 5, 6 e 7, respectivamente para as amostras 224 Xisto Mole, 225A Xisto Duro e 225B BIF.

Tabela 5: Amostra 224 Xisto Mole: resultados da separação magnética.

Intensidade	Peso (g)	% peso	% Fe (T)	% Fe contido
2000	358,58	34,49	53,68	53,23
4000	217,08	20,88	49,24	29,56
11000	7,41	0,71	44,19	0,91
Totais	583,07	56,08	51,91	83,70

Tabela 6: Amostra 225A Xisto Duro: resultados da separação magnética.

Intensidade	Peso (g)	% peso	% Fe (T)	% Fe contido
2000	241,00	22,68	47,27	45,70
4000	280,95	26,44	31,11	35,05
11000	4,31	0,41	20,16	0,35
Totais	526,26	49,53	38,42	81,10

Tabela 7: Amostra 225 BIF: resultados da separação magnética.

Intensidade	Peso (g)	% peso	% Fe (T)	% Fe contido
2000	362,60	33,99	57,85	46,89
4000	317,63	29,78	53,12	37,72
11000	12,41	1,16	49,49	1,36
Totais	692,64	64,93	55,52	85,97

Os resultados mostram que com a separação magnética é possível recuperar mais de 80% do Fe contido nas três amostras analisadas pelo Laboratório NOMOS Análises Minerais Ltda. Entretanto, os teores de Fe (T) estão baixos, devido à presença de sílica na forma de quartzo. Assim, é necessário eliminar o quartzo para aumentar a quantidade de Fe (T). O processo adotado pelo Laboratório NOMOS Análises Minerais Ltda para aumentar o teor de Fe (T) foi a flotação do quartzo. Para isso, os produtos magnéticos das três amostras foram reunidos em um único concentrado com teor médio de Fe (T) de 49,36%. Após flotação, o concentrado apresentou um teor final de Fe (T) igual 69,72%, que apresenta excelentes condições de comercialização.

Portanto, a concentração de magnetita do metadiamictito com matriz ferruginosa envolve necessariamente as etapas de separação magnética a úmido e flotação do quartzo. Pelos resultados obtidos, pode-se afirmar que a separação da magnetita do metadiamictito com matriz ferruginosa é viável tecnicamente. Cabe ressaltar também que os minerais que compõem a matriz do metadiamictito com matriz ferruginosa facilitam o trabalho de concentração da magnetita, pois além do quartzo, há secundariamente feldspato e micas (muscovita e sericita).

Os concentrados magnéticos das três amostras volumétricas, bem como o concentrado após flotação foram analisados para o elemento P. Os resultados encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8: Análises químicas de P para os concentrados magnéticos e concentrado após flotação.

Amostra	P (%)
BDQ – 224	0,040
BDQ – 225A	0,020
BDQ – 225B	0,020
BDQ – CONC. FLOTAÇÃO	0,015

Os resultados de teores de P (%) obtidos para os concentrados magnéticos estão perfeitamente dentro dos limites praticados pelos produtores de minério de ferro no Brasil e aceitos internacionalmente, ressalta-se que altos teores de P, tornam o aço quebradiço.

A análise e interpretação de todos os resultados e ensaios até agora obtidos, confirmam a viabilidade técnica do minério de ferro nas áreas dos alvarás de pesquisa, justificando a continuidade dos trabalhos projetados. Com isso, certamente estes recursos se transformarão numa reserva com enorme potencial econômico.

4. DISCUSSÃO DOS DADOS

Ao adotar o método convencional dos Perfis Padrão para a caracterização quantitativa do minério de ferro pesquisado parcialmente em três das seis concessões da Mineração Horii Ltda., depara-se com uma diferença de resultados compararem duas vertentes possíveis de serem utilizadas nos cálculos dos volumes dos blocos: uma delas representada pela equação da área média e a outra, pela equação do tronco de cone (frustum).

Yamamoto (2001) retrata que a equação da área média é precisa quando as áreas são aproximadamente iguais, porém quando estas forem diferentes a equação do tronco de cone proporciona resultados mais exatos.

A seguir, a figura 23, representa o erro volumétrico como diferença entre os volumes real e o calculado pela equação da área média para sólidos com variação de área de 0% a 100% (cilindro, tronco de cone e cone).

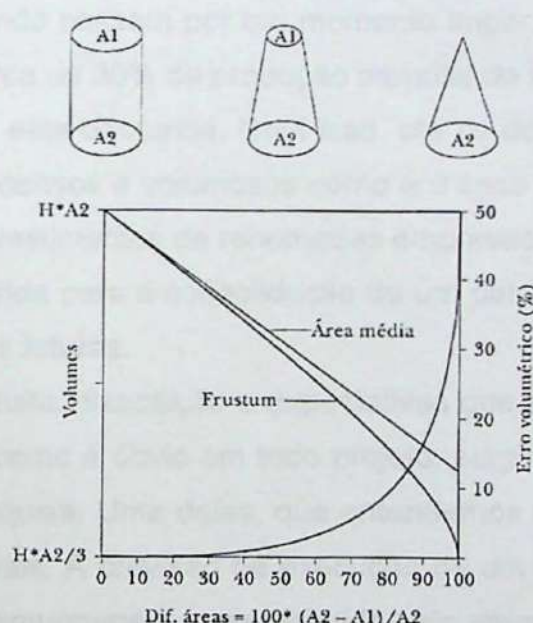


Figura 23: Erro volumétrico da equação da área média para sólidos com variação de área de 0% a 100% (Yamamoto, 2001).

Com isso, conclui-se que os volumes e os valores de recurso/reserva provenientes da equação do tronco de cone são mais representativos para o depósito estudado, pois as áreas das seções são sempre diferentes umas das outras. Mesmo assim é possível notar que a diferença entre os dois procedimentos executados é relativamente baixa, existindo casos que esta diferença é menor que 1% do valor final que quantificou o recurso. Isso nos permite afirmar que o erro no processo adotado é perfeitamente aceitável em função do tipo de minério pesquisado.

5. CONCLUSÕES

Após um ano de trabalho dividido em extensas campanhas de campo, ensaios laboratoriais e inúmeros trabalhos de escritório, todos voltados para uma região até então desconhecida ou com pouco conhecimento das potencialidades minerais conclui-se que um recurso mineral de extrema importância para o mundo atual, está por se transformar numa realidade técnico-comercial das mais significativas para o oeste sul mato-grossense. Trata-se de uma extensa ocorrência de minério ferro, localizada nos municípios de Bodoquena e Bonito.

Os trabalhos desenvolvidos permitiram não só enriquecer a bibliografia local, mas também, e principalmente, trazer informações quali e quantitativamente importantes para os investidores nacionais. Este trabalho tem a pretensão, a curto e médio prazo, que o recurso estudado venha a se transformar numa grande reserva.

É do conhecimento de todos que o mercado e a busca por novos depósitos de minério de ferro no mundo passam por um momento impar. Impulsionados pelo *Fator China* que consome cerca de 30% da produção mundial de ferro, e o Brasil está sendo fortemente atingido por esta demanda. Com isso, até os depósitos com baixo teor de ferro contido, porém, extensos e volumosos como é o caso do depósito estudado, estão atraindo grandes investimentos de renomadas empresas do setor mineral, nacional e internacional. É a corrida para a consolidação de um patrimônio mineral, estratégico para as suas pretensões futuras.

Foi com esse intuito, disposição e expectativas que se desenvolveu o presente trabalho. Dificuldades, como é óbvio em todo projeto, surgiram desde o início na execução do Plano de Pesquisa. Uma delas, que entendemos ser a principal, envolveu a amostragem dos materiais. A previsão de execução de um grande número de sondagens rotativas com testemunhagem foi substituída pela amostragem de superfície e de subsuperfície sistemáticas, motivadas pelos altos investimentos que deveriam ser realizados e a conseqüente ausência deles. Entende-se que a estrutura destes depósitos exige este tipo de caracterização, tornando o tratamento das informações mais confiáveis. No entanto, os trabalhos de amostragem desenvolvidos da maneira descrita, apoiados no mapeamento geológico superficial extremamente detalhado aliado à compreensão do arcabouço estrutural da área foi de total importância para que se pudesse entender o depósito mineral e com isso adotar um método de cálculo compatível com a sua estrutura e que apresentasse, ao final, resultados com um bom nível de confiabilidade.

No dimensionamento do recurso/reserva dos três alvarás de pesquisa, alvos deste trabalho, foi adotado o método convencional de cálculo dos **Perfis Padrão**. Entendeu-se que este método é o que melhor avalia o projeto, face aos dados levantados em campo através das seções oeste-leste e daqueles disponibilizados pelo laboratório.

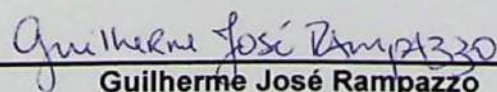
Os resultados obtidos provocaram um grande otimismo para que se continue a pesquisa, agora com o aporte de maiores recursos e o emprego de técnicas mais sofisticadas e adequadas. Certamente os resultados obtidos neste trabalho, da ordem de 140 milhões de toneladas de ferro metálico medido e mais 545 e 950 milhões de toneladas indicadas e inferidas, respectivamente, quando se considera espessuras na faixa de 100 metros para cada classe do recurso dimensionado, serão coroados de sucesso e motivo, a médio prazo, de um grande pólo produtor de minério de ferro.

Finalmente, cabe ressaltar que os dados obtidos referem-se somente a 30% da área total requerida pela Mineração Horii Ltda representada pelos 3 alvarás pesquisados. No entanto, é marcante a continuidade da mineralização ferrífera para o norte formando corpos alongados com mais de 10 km de comprimento. Isso tudo nos leva a acreditar num potencial da ordem de alguns bilhões de toneladas de ferro contido somente no interior das concessões que a empresa detém sobre a Formação Puga.

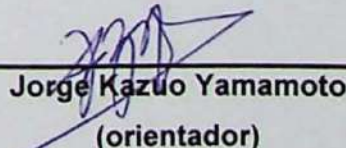
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de 1948. *Origem dos minérios de Ferro e Manganês de Urucum*. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, Boletim 119:1-58.
- ALMEIDA, F.F.M. de 1965. *Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso), Brasil*. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, Boletim 219:1-96.
- ALVARENGA, C.J.S. de & TROMPETTE, R. 1992. Glacially influenced sedimentation in the later Proterozoic of the Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **92**:85-105.
- ALVARENGA, C.J.S. de; MOURA, C.A.V.; GORAYEB, P.S.S.; ABREU, F.A.M. de 2000. Paraguay and Araguaia belts. *In*: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomas Filho, A., Campos, D.A. (eds). *Tectonic Evolution of South America*. 31st. International Geological Congress Rio de Janeiro, pp.: 183-193.
- ALVARENGA, C. J.S. de; SANTOS, R.V.; DANTAS, E.L. 2004. C-O-Sr isotopic stratigraphy of cap carbonates overlying Marinoan-age glacial diamictites in the Paraguay Belt, Brazil. *Precambrian Research*, **131**: 1-21.
- BEUKES, N.J. & GUTZMER, J. 2004. Distribution, Genesis and Palaeocological Significance of Iron Formation through time. *In*: 1st Symposium on Neoproterozoic-Early Paleozoic events in SW-Gondwana, Expanded Abstracts, IGCP-478, Second Meeting, Brazil, p.6-7.
- BOGGIANI, P.C. & COIMBRA, A.M. 1996. The Corumbá Group (Central South America) In The Context of late Neoproterozoic Global Changes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Resumo das Comunicações*, **68(4)**: 595-596.
- BOGGIANI, P.C. 1998. *Análise Estratigráfica da Bacia Corumbá (Neoproterozóico) – Mato Grosso do Sul*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 181 p.
- BOGGIANI, P.C.; FERREIRA, V.P.; SIAL, A.N.; BABINSKI, M.; TRINDADE, R.I.F.; ACEÑOLAZA, G.; TOSELLI, A.J.; PARADA, M.A. 2003. The cap carbonate of the Puga Hill (Central South America) in the context of the post-Varanger Glaciation. *In*: IV South American Symposium on Isotope Geology, Short Papers, Salvador, Brasil, v. 1, p. 324-327.
- BOGGIANI, P.C.; PIACENTINI, T.; FAIRCHILD, T.R.; YAMAMOTO, J.K.; CAMPANHA, G.A. DA C.; SÁ, F.R. DE; ZUQUIM, M. de P.S. 2006. Banded Iron Formation (BIF) associated with glacial sediments of the Puga Formation (Marinoan) in the Serra da Bodoquena (Mato Grosso do Sul, Brazil). *In*: Symposium on Neoproterozoic-Early Paleozoic events in SW-Gondwana, Expanded Abstracts, IGCP-478, Meeting, Punta del Este – Uruguay, p. 227-229.
- DANA, J.D. 1976. *Manual de Mineralogia*, revisto por Hurlbut Jr, C.S. 1976. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, v. 1, p 163-170.

- DANTAS, E.L. & MARTINELLI, C.C. 2003. Nd isotopes from the Araés Metavolcano-sedimentary sequence in the Paraguay Belt, Nova Xavantina, Mato Grosso, Central Brazil. *In: IV South American Symposium on Isotope Geology. Short papers*, Salvador, Brasil, v.1, p.168-169.
- DA ROSA, A.A.S.; PINHO, F.E.; GHELER, W.L. 1997. Formações ferríferas no Grupo Cuiabá, Neoproterozóico (?), MT. *In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Anais*. Cuiabá, MT, pp.99-102.
- DORR II, J.V.N. 1945. *Manganese and iron deposits of Morro do Urucum, Mato Grosso, Brazil*. Bull. U.S. Geol. Surv., 946A, 47p.
- LACERDA, FILHO, J.V.; BRITO, R.S.C.; SILVA, M.G.; OLIVEIRA, C.C.; MORETON, L.C.; MARTINS, E.G.; LOPES, R.C.; LIMA, T.M.; LARIZATTI, J.H.; VALENTE, C.R. 2006. Geologia e recursos minerais do Estado do Mato Grosso do Sul – Texto explicativo dos mapas geológicos e de recursos minerais do Estado do Mato Grosso do Sul – Escala 1: 1.000.000. Campo Grande, CPRM. 121p.
- NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C.; SIAL, A.N.; MOURA, C.A V.; FAIRCHILD, T.R. 2003. Softsediment deformation at the base of the Neoproterozoic Puga cap carbonate (southwestern Amazon craton, Brazil) Confirmation of rapid icehouse to greenhouse transition in snowball Earth. *Geology*, **31**: 613-616.
- PIACENTINI T. 2006. *Caracterização da Formação Ferrífera Bandada associada à Formação Glacial Puga na região da Bodoquena-MS*. Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 58 p.
- PIACENTINI, T.; BOGGIANI, P.C.; YAMAMOTO, J.K. 2006. Formação Ferrífera Bandada Associada à Formação Glacial Puga na região da Bodoquena, MS. *In: 43º Congresso Brasileiro de Geologia, 2006, Aracajú-SE. Anais*, 2006. p. 155.
- PINHO, F.E. 1990. *Estudo das rochas encaixantes e veios mineralizados a ouro do Grupo Cuiabá, na região denominada "Garimpo do Araés", Nova Xavantina - Estado do Mato Grosso*. Dissertação de Mestrado, CPGEU-UFRGS, 114p.
- RAMDOHR, P. 1969. The ore minerals and their intergrowths. Pergamon Press, London, 1174p.
- TRINDADE, R.I.F.; FONT, E.; D'AGRELLA FILHO, M.S.; NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C. 2003. Low-latitude and multiple geomagnetic reversals in the Neoproterozoic Puga cap carbonate, Amazon craton. *Terra Nova*, **15 (6)**: 441-446.
- YAMAMOTO J. K. 2001. *Avaliação e classificação de reservas minerais*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 226 p.
- ZAINE, M.F. 1991. *Análise dos fósseis de parte da Faixa Paraguai (MS, MT) e seu contexto temporal e paleoambiental*. Tese de Doutorado, IG-USP.


Guilherme José Rampazzo

(aluno TF 07/17)


Jorge Kazuo Yamamoto
(orientador)

Trabalho de Formatura 07/17

Avaliação dos recursos minerais de ferro associados aos metadiamictitos da Formação Glacial Puga na região da Bodoquena – MS.

50

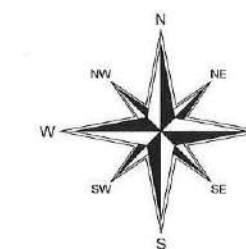
ANEXOS

TF 2007 / 17

**AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS
AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA NA REGIÃO
DA BODOQUENA – MS.**

ANEXO I.

MAPA DE PONTOS



CARTA MILITAR
BODOQUENA - MS.: MI-2583/2
Ref. Cart.: SF-21-X-A-IV-2
Primeira Edição 1.988

Compilada com dados topográficos, levantados durante 06/2007, por meio de GPS Geo dêsico equipado com RTK e auxiliado por três bases.

Execução: ENGTOP - Engenharia e Topografia LTDA

LEGENDA

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- LIMITES
Propriedades
ESTRADAS DE RODAGEM
Caminho
Trilha
PONTOS DE CONTROLE
Horizontal e vertical 270
HIDROGRAFIA
Drenagens
Rio
TOPOGRAFIA
Cotas Altimétricas

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- LITOTIPOS
○ Meta-Diamictito sem matriz ferruginosa / Xisto senécito
● Meta-Diamictito com matriz ferruginosa
● Calcário calcítico

- SÍMBOLOS
○ Ponto descrito / amostrado
● Furos de Sondagens
F19 Sn principal, xistossidade com valor angular de mergulho
BDQ - 143 Nome dos pontos do reconhecimento regional
PXX-01 Nomes dos pontos do mapeamento sistemático
F12 Nome dos Furos de Sondagens

- Alvarás de Pesquisa
Áreas de ingresso não permitido

MAPA DE PONTOS

REQUERENTE : KAZUTO HORII

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

M_PONTOS

D.N.P.M. 868.010/04
868.013/04
868.014/04

ALVARÁ :
nº 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :
1:20.000

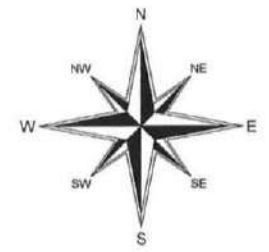
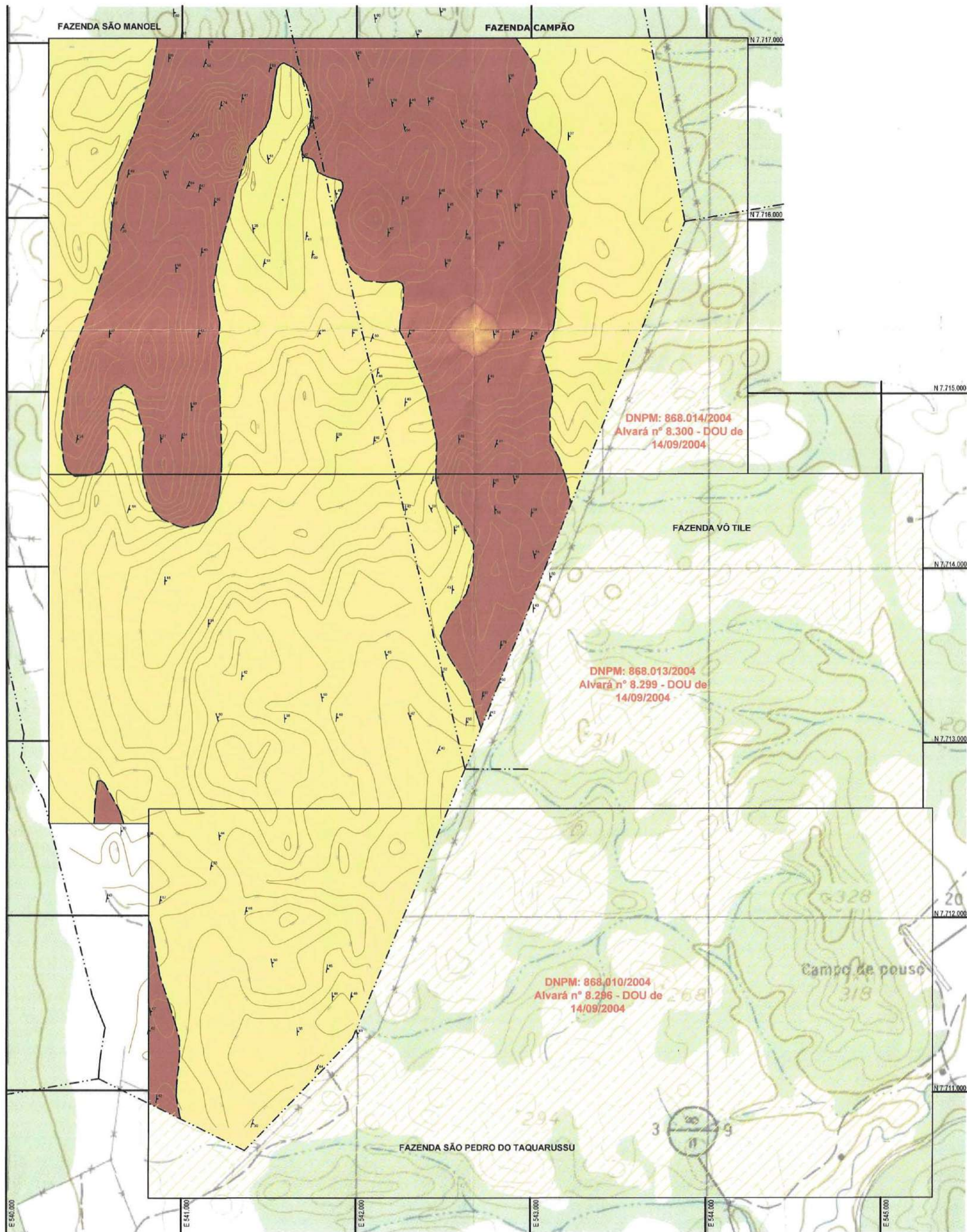
TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J.RAMPAZZO
DESENHO

ANEXO II.

MAPA GEOLÓGICO

MAPA GEOLÓGICO



CARTA MILITAR
BODOQUENA -MS.: MI-2583/2
Ref. Cart.: SF-21-X-A-V-2
Primeira Edição 1.988

Compilada com dados topográficos, levantados durante 06/2007, por meio de GPS Geo dístico equipado com RTK e auxiliado por três bases.

Execução: ENGTOP - Engenharia e Topografia LTDA

LEGENDA

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- LIMITES
Propriedades
- ESTRADAS DE RODAGEM
Caminho
Trilha
- PONTOS DE CONTROLE
Horizontal e vertical 270
- HIDROGRAFIA
Drenagens
Rio
- TOPOGRAFIA
Cotas Altimétricas

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Formação Puga
- Meta-Diamicrito sem matriz ferruginosa / Xisto sericitico
Rocha de estrutura foliada e textura granolepidoblástica, cuja matriz é composta essencialmente por quartzo, muscovita e sericita. Os clastos de dimensões centimétricas são compostos essencialmente por rochas de composição granítica.
 - Meta-Diamicrito com matriz ferruginosa
Rocha estrutura foliada e textura lepidogranoblástica. Além de quartzo, muscovita e sericita, estas rochas apresentam magnetita em feixes variáveis. A magnetita ocorre na forma de grãos muito finos disseminados na matriz da rocha ou formando pequenas lentes de alta concentração.
- SÍMBOLOS
- Sn principal, xistossidade com valor angular de mergulho
 - Contato litológico inferido
 - Alvarás de Pesquisa
 - Áreas de ingresso não permitido

MAPA GEOLÓGICO

REQUERENTE : KAZUTO HORII

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

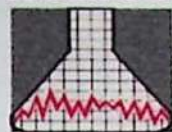
SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍCIO

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :	
M_GEOLÓGICO	
D.N.P.M.	888.010/04 888.013/04 888.014/04
ALVARÁ :	n° 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04, publicado no DOU de 14/09/04.
ESCALA :	1:20.000

ANEXO III.

ANÁLISES QUÍMICAS

NOMOS**LABORATÓRIO****CERTIFICADO DE ANÁLISE**

CLIENTE:

KAZUTO HORII

DATA 28/05/2007

TIPO DE AMOSTRA:

MINÉRIO FERRO

METODOLOGIA:

TITULAÇÃO

Furos de Sondagens

Amostra	% Fe
F03-01	19,92
F03-02	21,15
F03-03	20,25
F03-04	19,90
F03-05	19,59
F03-06	18,90
F03-07	18,74
F03-08	19,59
F03-09	19,08
F03-10	18,20

F04-01	21,16
F04-02	18,66
F04-03	19,66
F04-04	20,74
F04-05	18,58
F04-06	20,04
F04-07	21,26
F04-08	19,92
F04-09	19,78
F04-10	19,90

F05-01	20,56
F05-02	24,11
F05-03	24,85
F05-04	22,22
F05-05	23,46
F05-06	23,45
F05-07	24,20
F05-08	23,06
F05-09	18,82
F05-10	20,84

F06-01	31,68
F06-02	26,12
F06-03	26,39
F06-04	31,27
F06-05	34,04
F06-06	22,23
F06-07	22,55
F06-08	22,09

Perfis sistemáticos

Amostra	% Fe
P01-06	45,85
P01-08	37,98
P01-10	46,20
P01-13	16,56
P01-17	32,10
P01-18	24,67
P01-20	19,22
P01-21	20,33
P01-22	24,81
P01-23	21,17
P01-24	43,64

P03-06	35,15
P03-07	39,17
P03-08	21,26
P03-09	22,90
P03-10	29,82
P03-11	30,85
P03-16	38,40
P03-17	19,53
P03-18	20,61
P03-19	18,48
P03-20	19,18
P03-21	27,68
P03-22	42,67
P03-23	26,39
P03-24	14,21
P03-25	16,81
P03-26	30,99
P03-27	16,23

Trincheiras

Amostra	% Fe
TR-1A SACO 60	20,11
TR-1A SACO 61	19,07
TR-1B	33,09
TR-1B	33,17
TR-1C SACO 58	36,56
TR-1C SACO 59	37,67

Pontos de Campo

Amostra	% Fe
BDQ - 243A	19,84
BDQ - 243B	31,04
BDQ - 243C	19,63
BDQ - 243D	23,72
BDQ - 243E	24,96
BDQ - 243F	17,12
BDQ - 243G	34,15
BDQ - 243H	18,12
BDQ - 243I	26,43
BDQ - 244A	18,85
BDQ - 244B	36,11
BDQ - 244C	21,49
BDQ - 244D	19,01
BDQ - 244E	28,18
BDQ - 244F	28,26
BDQ - 244G	16,48
BDQ - 249A	22,23
BDQ - 249B	22,24
BDQ - 253C	18,02
BDQ - 253D	19,44
BDQ - 253E	22,97
BDQ - 253F	23,28
BDQ - 253G	16,95
BDQ - 259A	27,03
BDQ - 259B	27,71
BDQ - 259C	56,54
BDQ - 259D	28,27
BDQ - 260A	18,45
BDQ - 260B	13,36
BDQ - 260C	15,42
BDQ - 260D	14,08
BDQ - 265A	16,41
BDQ - 265B	23,84
BDQ - 265C	12,80
BDQ - 265D	19,83
BDQ - 266	32,21

Furos de Sondagens

F06-09	29,70
F06-10	24,02

F07-01	41,31
F07-02	33,96
F07-03	23,34
F07-04	26,99
F07-05	30,08
F07-06	29,70
F07-07	28,49
F07-08	29,43
F07-09	26,88
F07-10	26,71

F08-01	22,57
F08-02	23,66
F08-03	22,73
F08-04	26,10
F08-05	18,56
F08-06	20,87
F08-07	25,55
F08-08	23,93
F08-09	24,45
F08-10	24,81

F10-01	32,17
F10-02	24,87
F10-03	19,99
F10-04	20,16
F10-05	15,92
F10-06	27,29
F10-07	18,52
F10-08	21,72
F10-09	21,09
F10-10	21,90

F12-01	24,02
F12-02	22,37
F12-03	24,19
F12-04	22,54
F12-05	19,91
F12-06	27,96
F12-07	22,80
F12-08	41,82
F12-09	31,11
F12-10	34,84

F15-01	15,49
F15-02	14,37
F15-03	17,80
F15-05	18,30
F15-06	17,93
F15-07	14,90

Perfis sistemáticos

P04-06	35,33
P04-07	32,24
P04-09	49,41
P04-10	22,05
P04-11	28,26
P04-15	14,40
P04-16	28,06
P04-17	33,26
P04-18	19,22
P04-19	30,28
P04-20	17,27
P04-21	45,31
P04-22	47,13
P04-23	38,27
P04-24	25,46
P04-25	25,93
P04-26	20,09
P04-27	21,52
P04-28	23,84
P04-29	26,67

P05-19	31,64
P05-20	21,02
P05-21	25,45
P05-22	42,37
P05-23	25,02
P05-24	32,90
P05-25	50,40
P05-26	34,51
P05-27	32,71
P05-28	29,41
P05-29	33,05

P06-00	5,29
P06-01	18,82
P06-02	16,33
P06-03	16,88
P06-04	13,77
P06-05	33,60
P06-06	23,90
P06-08A	18,06
P06-09	25,81
P06-12	2,00
P06-19	21,10
P06-20	21,92
P06-21	19,46
P06-22	17,46
P06-23	20,00
P06-24	20,99
P06-25	12,57
P06-26	32,85
P06-27	37,35
P06-28	17,29

Furos de Sondagens

F15-08	7,96
F15-09	5,78
F15-10	5,40
F15-11	5,66
F15-12	7,75
F15-13	7,10

F16-01	7,74
F16-02	8,45
F16-03	7,55
F16-04	6,75
F16-05	7,88
F16-06	7,29
F16-07	6,94
F16-08	7,94
F16-09	6,90
F16-10	6,49

F17-01	11,77
F17-02	20,16
F17-03	14,81
F17-04	14,73
F17-05	18,78
F17-06	6,52
F17-07	18,93
F17-08	9,96
F17-09	10,09
F17-10	17,50

F18-01	18,52
F18-02	19,41
F18-03	23,43
F18-04	21,85
F18-05	15,97
F18-06	18,19
F18-07	16,05
F18-08	15,27
F18-09	17,07
F18-10	16,17

F19-01	26,44
F19-02	15,47
F19-03	18,62
F19-04	23,32
F19-05	17,99
F19-06	20,83
F19-07	22,22
F19-08	20,47
F19-09	16,83
F19-10	16,43

F20-01	22,36
F20-02	15,05

Perfis sistemáticos

P07-19	31,31
P07-20	23,40
P07-21	24,38
P07-22	37,55
P07-23	25,80
P07-24A	21,76
P07-25	33,94
P07-26	22,89
P07-27	37,32
P07-28	46,92
P07-29	15,93

P08-04	15,85
P08-05	29,48
P08-06	32,12
P08-07	22,51
P08-08	20,44
P08-09	24,08
P08-22	22,47
P08-23A	22,87
P08-24	27,13
P08-25	22,34
P08-26	22,08
P08-28	26,00
P08-29	12,36

P09-04	34,44
P09-04A	36,29
P09-06	19,98
P09-07	25,67
P09-16	17,42
P09-21A	19,62
P09-22	25,59
P09-25A	29,89
P09-26	21,95
P09-27	19,30
P09-28A	23,49
P09-29A	23,08

P10-03	41,52
P10-04	26,60
P10-05	27,81
P10-06	32,86
P10-07	20,86
P10-07A	31,25
P10-08	33,50
P10-09	31,76

P11-24A	38,80
P11-26A	15,61
P11-31	14,91
P11-32	11,15

Furos de Sondagens

F20-03	19,93
F20-04	19,07
F20-05	20,04
F20-06	17,84
F20-07	16,04
F20-08	14,09
F20-09	12,94
F20-10	14,51

F21-01	18,74
F21-02	20,85
F21-03	12,98
F21-04	8,88
F21-05	6,37
F21-06	8,44
F21-07	5,84
F21-08	8,55
F21-09	19,26
F21-10	13,97

F22-01	14,68
F22-02	17,76
F22-03	13,87
F22-04	18,30
F22-05	17,46
F22-06	16,91
F22-07	16,86
F22-08	17,99
F22-09	14,30
F22-10	15,94

F24-01	14,30
F24-02	21,66
F24-03	15,72
F24-04	14,20
F24-05	13,18
F24-06	14,10
F24-07	18,17
F24-08	17,92
F24-09	18,09
F24-10	15,83

Perfis sistemáticos

P12-02	34,66
P12-03	32,33
P12-07	25,97
P12-08	25,88
P12-09	41,42
P12-24	17,87
P12-26	23,16
P12-27	21,10
P12-29A	32,25

P14-03A	46,20
P14-07	30,53
P14-08	26,91
P14-09	31,72
P14-10	30,70
P14-23A	21,28
P14-26	18,30
P14-28A	25,39
P14-29	28,72

P15-9A	32,97
--------	-------

P16-25A	46,63
P16-28A	27,99
P16-29A	22,17

P18-27	20,19
--------	-------

P24-01	19,44
--------	-------

P25-01	14,50
--------	-------

P28-02	28,84
--------	-------

P29-02	13,36
--------	-------

P30-01	18,38
--------	-------

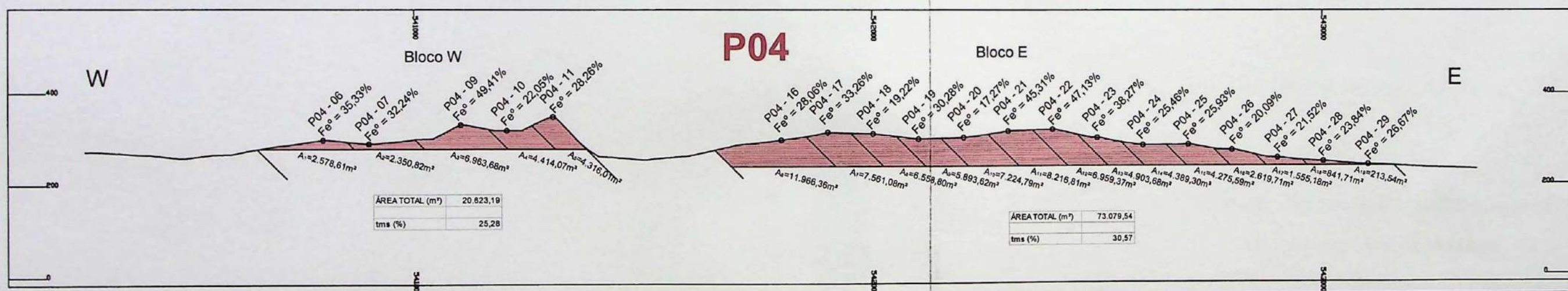
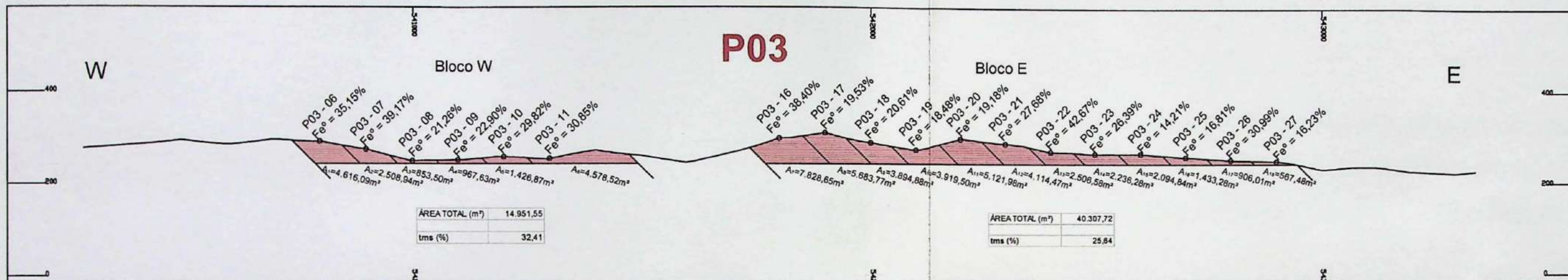
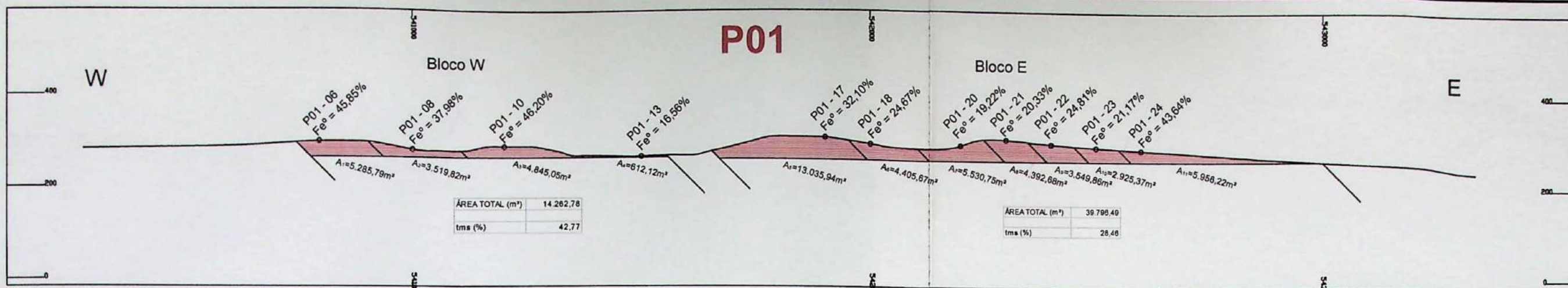
NOMOS ANÁLISES MINERAIS LTDA
 RUA PEREIRA PASSOS 237 PQ BEIRA MAR DUQUE DE CAXIAS-RJ
 TELS.(21)2671-2723 E (21)2671-2729
 FAX (21)2671-8106
 E-MAIL nomosrecicla@terra.com.br

Químico responsável: João Antônio Vilar da Silva
 CRQ Nº 03112114 / 3ª região

ANEXO IV.

PERFIS E TABELAS - RECURSO MEDIDO

UBAGEM (RECURSO MEDIDO)



PERFIS DE CUBAGEM (RECURSO MEDIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
0,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 m_1

D.N.P.M.

868.010/04
868.013/04
868.014/04

ALVARÁ :

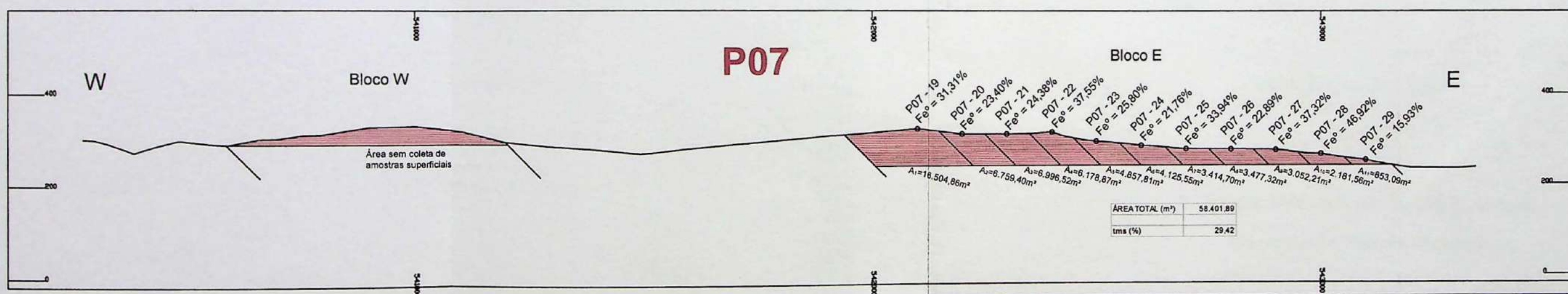
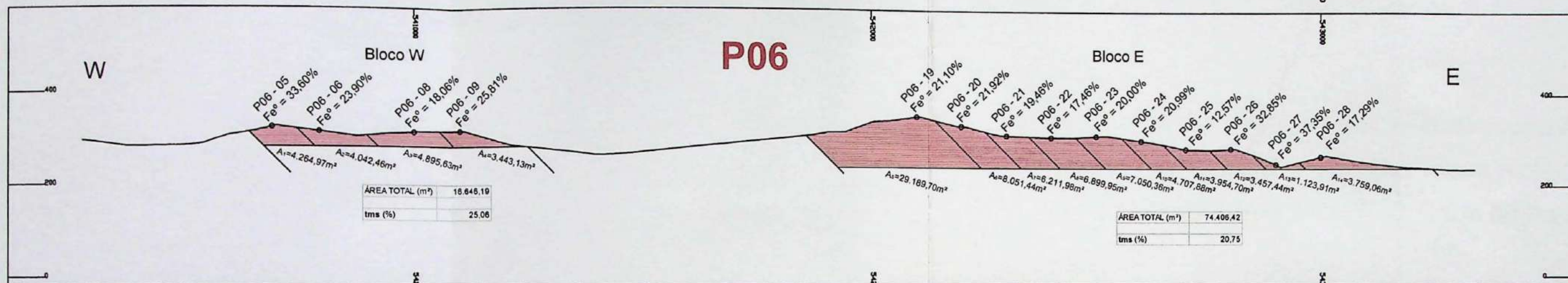
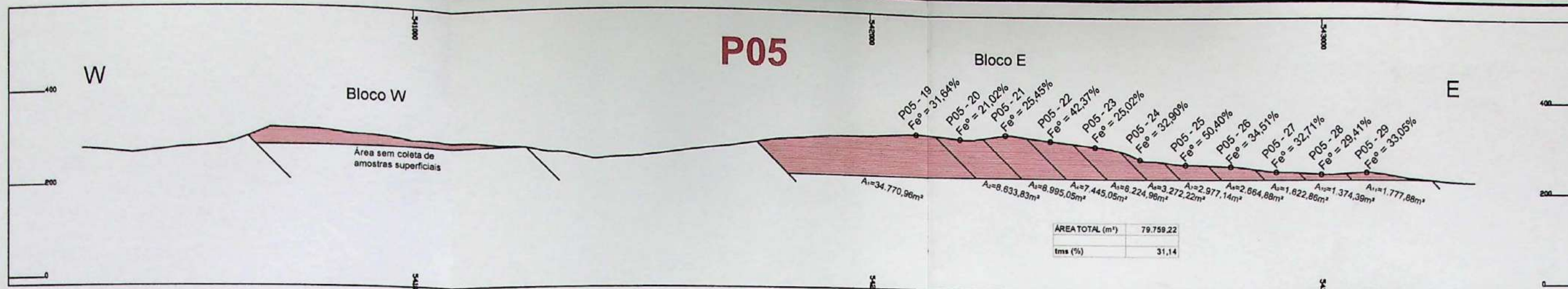
nº 8.298, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J.RAMPAZZO
DESENHO



PERFIS DE CUBAGEM (RECURSO MEDIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
0,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 m_2

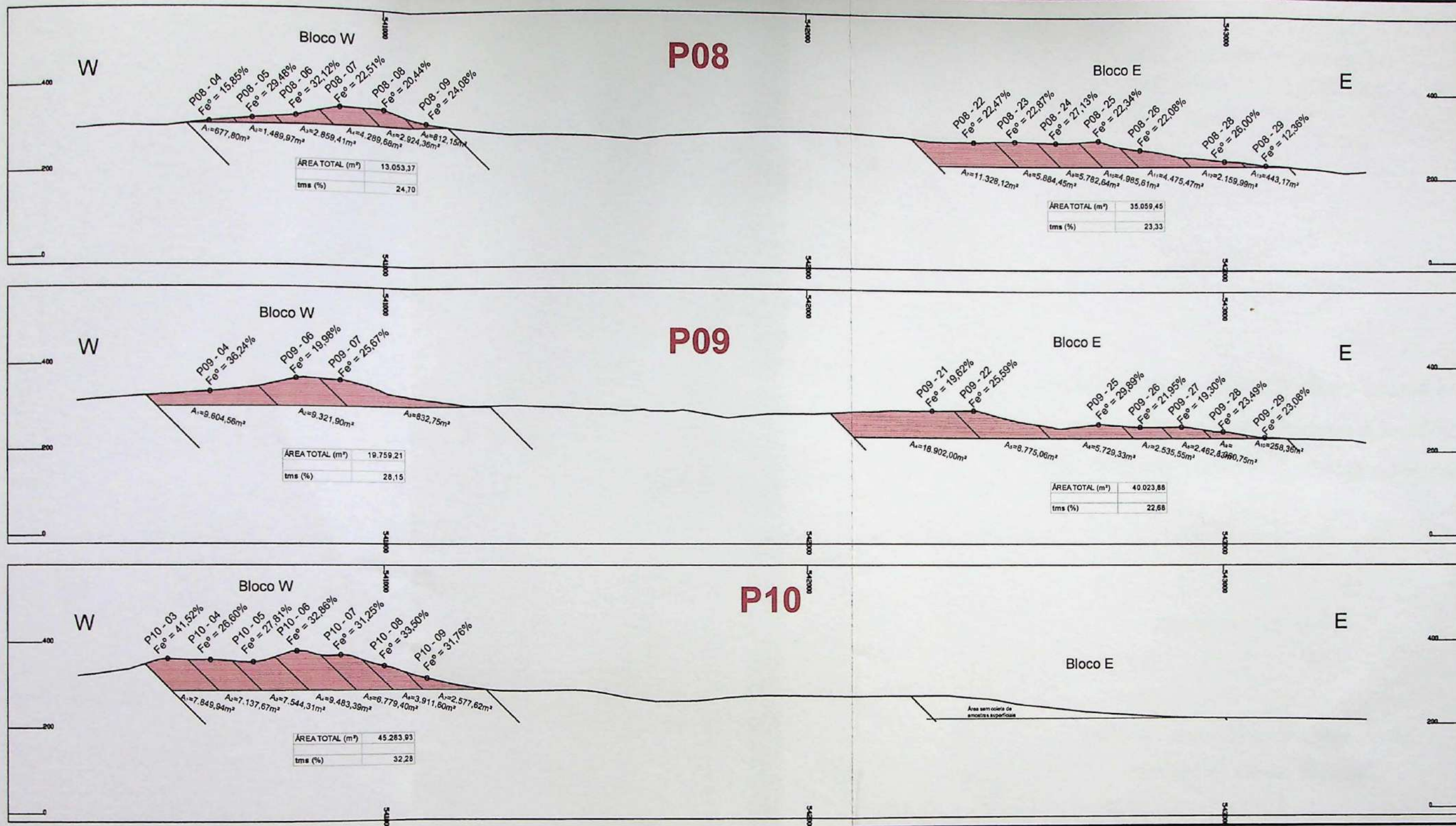
D.N.P.M. 868.010/04
868.013/04
868.014/04

ALVARÁ :
n° 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :
1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J. RAMPAZZO
DESENHO



PERFIS DE CUBAGEM (RECURSO MEDIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
0,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 m_3

D.N.P.M.

888.010/04
888.013/04
888.014/04

ALVARÁ :

nº 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

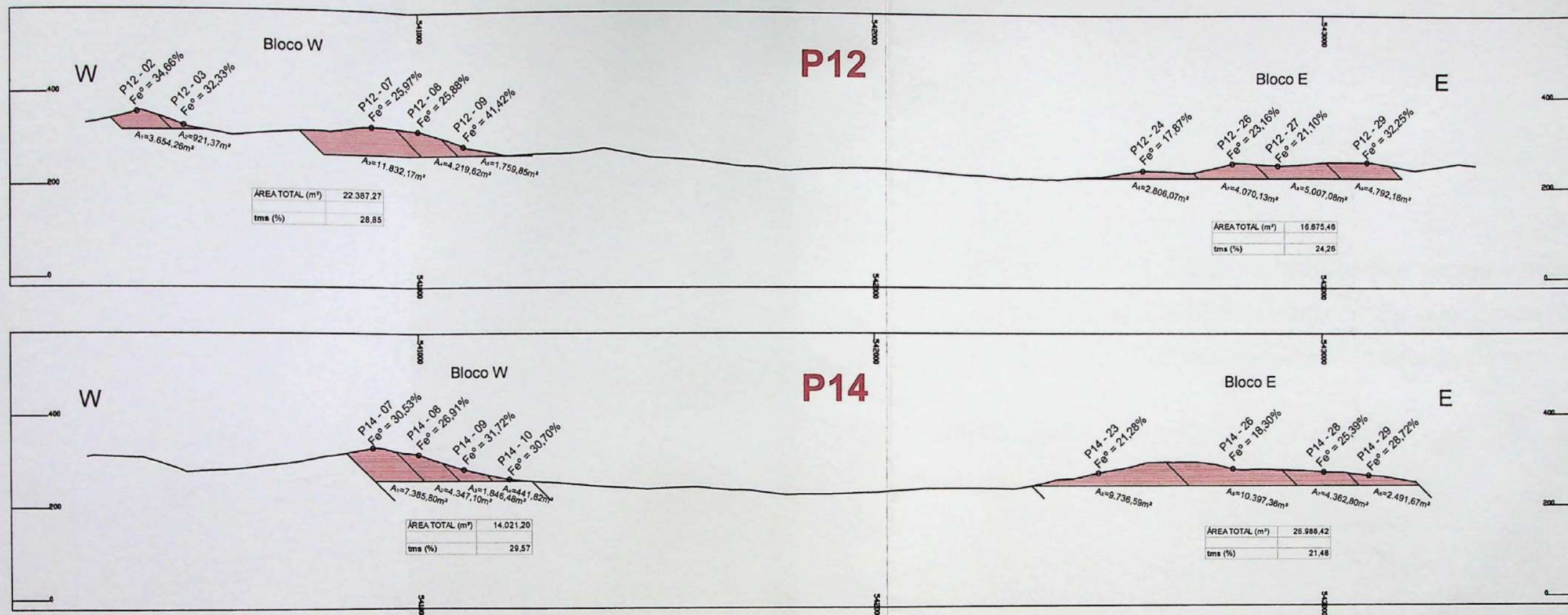
ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J. RAMPAZZO

DESENHO



PERFIS DE CUBAGEM (RECURSO MEDIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
0,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 m_4

D.N.P.M. 868.010/04
868.013/04
868.014/04

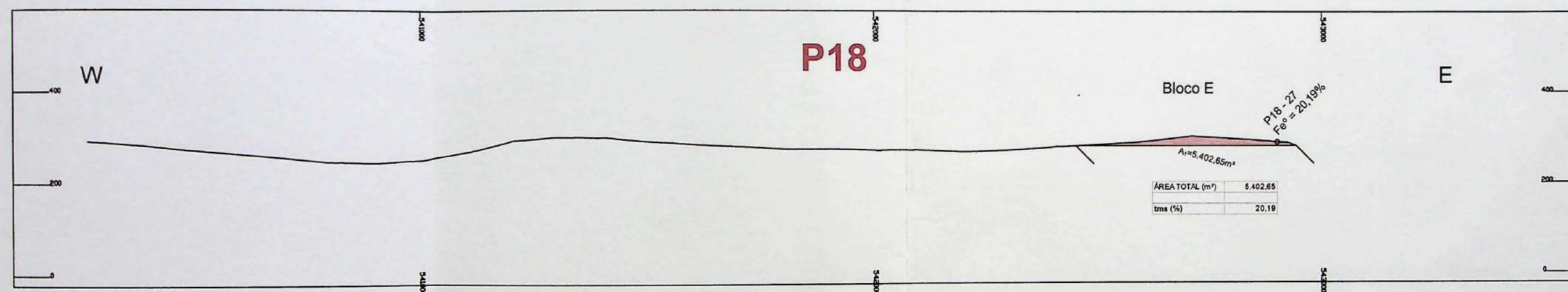
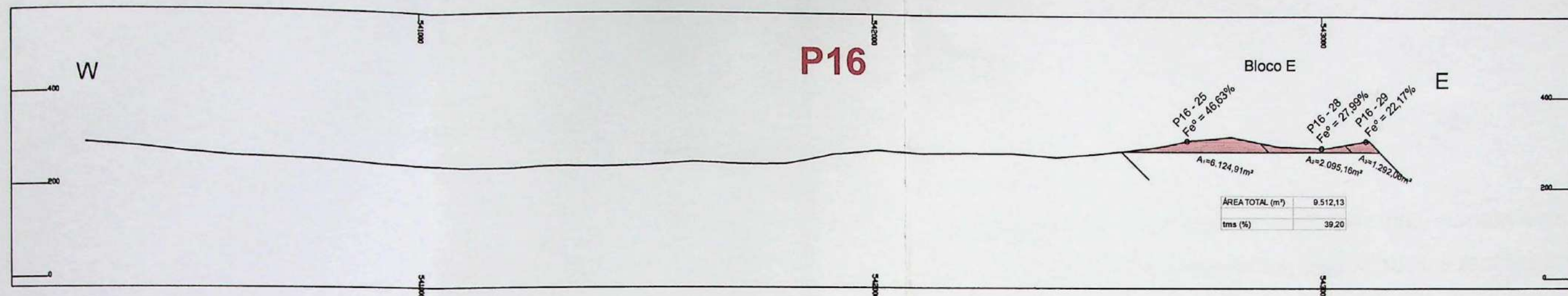
ALVARÁ :
n° 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J. RAMPAZZO
DESENHO



PERFIS DE CUBAGEM (RECURSO MEDIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
0,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTIPO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 m_5

D.N.P.M.

868.010/04
868.013/04
868.014/04

ALVARÁ :

nº 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J.RAMPAZZO

DESENHO

CÁLCULOS DOS TEORES MÉDIOS DAS SEÇÕES

$$tms = \frac{\sum_{i=1}^n tm_i \cdot as_i}{\sum_{i=1}^n as_i}$$

P01	BLOCO W			BLOCO E			
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²º)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²º)
A1	5.285,79	45,85	242.353,4715	A5	13.035,94	32,10	418.453,6740
A2	3.519,82	37,98	133.682,7636	A6	4.405,67	24,67	108.687,8789
A3	4.845,05	46,20	223.841,3100	A7	5.530,75	19,22	106.301,0150
A4	612,12	16,56	10.136,7072	A8	4.392,68	20,33	89.303,1844
TOTAL	14.262,78		610.014,2523	A9	3.549,86	24,81	88.072,0266
				A10	2.925,37	21,17	61.930,0829
tms (%)	42,77			A11	5.956,22	43,64	259.929,4408
				TOTAL	39.796,49		1.132.677,3026
				tms (%)	28,46		

P03	BLOCO W			BLOCO E			
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
A1	4.616,09	35,15	162.255,5635	A7	7.828,65	38,40	300.620,1600
A2	2.508,94	39,17	98.275,1798	A8	5.683,77	19,53	111.004,0281
A3	853,50	21,26	18.145,4100	A9	3.894,88	20,61	80.273,4768
A4	967,63	22,90	22.158,7270	A10	3.919,50	18,48	72.432,3600
A5	1.426,87	29,82	42.549,2634	A11	5.121,98	19,18	98.239,5764
A6	4.578,52	30,85	141.247,3420	A12	4.114,47	27,68	113.888,5296
TOTAL	14.951,55		484.631,4857	A13	2.506,58	42,67	106.955,7686
				A14	2.236,28	26,39	59.015,4292
tms (%)	32,41			A15	2.094,84	14,21	29.767,6764
				A16	1.433,28	16,81	24.093,4368
				A17	906,01	30,99	28.077,2499
				A18	567,48	16,23	9.210,2004
				TOTAL	40.307,72		1.033.577,8922
				tms (%)	25,64		

P04	BLOCO W			BLOCO E			
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
A1	2.578,61	35,33	91.102,2913	A6	11.966,36	28,06	335.776,0616
A2	2.350,82	32,24	75.790,4368	A7	7.561,08	33,26	251.481,5208
A3	6.963,68	19,41	135.165,0288	A8	6.558,80	19,22	126.060,1360
A4	4.414,07	22,05	97.330,2435	A9	5.893,62	30,28	178.458,8136
A5	4.316,01	28,26	121.970,4426	A10	7.224,79	17,27	124.772,1233
TOTAL	20.623,19		521.358,4430	A11	8.216,81	45,31	372.303,6611
				A12	6.859,37	47,13	323.282,1081
tms (%)	25,28			A13	4.903,68	38,27	187.663,8336
				A14	4.389,30	25,46	111.751,5780
				A15	4.275,59	25,93	110.866,0487
				A16	2.619,71	20,09	52.629,9739
				A17	1.555,18	21,52	33.467,4736
				A18	841,71	23,84	20.066,3664
				A19	213,54	26,67	5.695,1118
				TOTAL	73.079,54		2.234.274,8105
				tms (%)	30,57		

P05	BLOCO W			BLOCO E			
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
				A1	34.770,96	31,64	1.100.153,1744
				A2	8.633,83	21,02	181.483,1066
				A3	8.995,05	25,45	228.924,0225
				A4	7.445,05	42,37	315.446,7685
				A5	6.224,96	25,02	155.748,4992
				A6	3.272,22	32,90	107.656,0380
				A7	2.977,14	50,40	150.047,8560
				A8	2.664,88	34,51	91.965,0088
				A9	1.622,86	32,71	53.083,7506
				A10	1.374,39	29,41	40.420,8099
				A11	1.777,88	33,05	58.758,9340
				TOTAL	79.759,22		2.483.687,9685
				tms (%)	31,14		

P06	BLOCO W			BLOCO E			
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
A1	4.264,97	33,60	143.302,9920	A5	29.189,70	21,10	615.902,6700
A2	4.042,46	23,90	96.614,7940	A6	8.051,44	21,92	176.487,5648
A3	4.895,63	18,06	88.415,0778	A7	6.211,98	19,46	120.885,1308
A4	3.443,13	25,81	88.867,1853	A8	6.899,95	17,46	120.473,1270
TOTAL	16.646,19		417.200,0491	A9	7.050,36	20,00	141.007,2000
				A10	4.707,88	20,99	98.818,4012
tms (%)	25,06			A11	3.954,70	12,57	49.710,5790
				A12	3.457,44	32,85	113.576,9040
				A13	1.123,91	37,35	41.978,0385
				A14	3.759,06	17,29	64.994,1474
				TOTAL	74.406,42		1.543.833,7627
				tms (%)	20,75		

P07	BLOCO W			BLOCO E		
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%) 1 x 2 (m²%)
				A1	16.504,86	31,31 516.767,1666
				A2	6.759,40	23,40 158.169,9600
				A3	6.996,52	24,38 170.575,1576
				A4	6.178,87	37,55 232.016,5685
				A5	4.857,81	25,80 125.331,4980
				A6	4.125,55	21,76 89.771,9680
				A7	3.414,70	33,94 115.894,9180
				A8	3.477,32	22,89 79.595,8548
				A9	3.052,21	37,32 113.908,4772
				A10	2.181,56	46,92 102.358,7952
				A11	853,09	15,93 13.589,7237
				TOTAL	58.401,89	1.717.980,0876
				tms (%)	29,42	

P08	BLOCO W			BLOCO E		
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%) 1 x 2 (m²%)
A1	677,80	15,85	10.743,1300	A7	11.328,12	22,47 254.542,8564
A2	1.489,97	29,48	43.924,3156	A8	5.884,45	22,87 134.577,3715
A3	2.859,41	32,12	91.844,2492	A9	5.782,64	27,13 156.883,0232
A4	4.289,68	22,51	96.560,6968	A10	4.985,61	22,34 111.378,5274
A5	2.924,36	20,44	59.773,9184	A11	4.475,47	22,08 98.818,3776
A6	812,15	24,08	19.556,5720	A12	2.159,99	26,00 56.159,7400
TOTAL	13.053,37		322.402,8820	A13	443,17	12,36 5.477,5812
				TOTAL	35.059,45	817.837,4773
tms (%)	24,70			tms (%)	23,33	

P09	BLOCO W			BLOCO E		
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%) 1 x 2 (m²%)
A1	9.604,56	36,29	348.549,4824	A4	18.902,00	19,62 370.857,2400
A2	9.321,90	19,98	186.251,5620	A5	8.775,06	25,59 224.553,7854
A3	832,75	25,67	21.376,6925	A6	5.729,33	29,89 171.249,6737
TOTAL	19.759,21		556.177,7369	A7	2.535,55	21,95 55.655,3225
				A8	2.462,83	19,30 47.532,6190
tms (%)	28,15			A9	1.360,75	23,49 31.964,0175
				A10	258,36	23,08 5.962,9488
				TOTAL	40.023,88	907.775,6069
				tms (%)	22,68	

P10	BLOCO W			BLOCO E		
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
A1	7.849,94	41,52	325.929,5088			
A2	7.137,67	26,60	189.862,0220			
A3	7.544,31	27,81	209.807,2611			
A4	9.483,39	32,86	311.624,1954			
A5	6.779,40	31,25	211.856,2500			
A6	3.911,60	33,50	131.038,6000			
A7	2.577,62	31,76	81.865,2112			
TOTAL	45.283,93		1.461.983,0485			
tms (%)	32,28					

P12	BLOCO W				BLOCO E		
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
A1	3.654,26	34,66	126.656,6516	A6	2.806,07	17,87	50.144,4709
A2	921,37	32,33	29.787,8921	A7	4.070,13	23,16	94.264,2108
A3	11.832,17	25,97	307.281,4549	A8	5.007,08	21,10	105.649,3880
A4	4.219,62	25,88	109.203,7656	A9	4.792,18	32,25	154.547,8050
A5	1.759,85	41,42	72.892,9870	TOTAL	16.675,46		404.605,8747
TOTAL	22.387,27		645.822,7512				
				tms (%)	24,26		
tms (%)	28,85						

P14	BLOCO W				BLOCO E		
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
A1	7.385,80	30,53	225.488,4740	A5	9.736,59	21,28	207.194,6352
A2	4.347,10	26,91	116.980,4610	A6	10.397,36	18,30	190.271,6880
A3	1.846,48	31,72	58.570,3456	A7	4.362,80	25,39	110.771,4920
A4	441,82	30,70	13.563,8740	A8	2.491,67	28,72	71.560,7624
TOTAL	14.021,20		414.603,1546	TOTAL	26.988,42		579.798,5776
tms (%)	29,57			tms (%)	21,48		

P16	BLOCO W			BLOCO E			
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
				A1	6.124,91	46,63	285.604,5533
				A2	2.095,16	27,99	58.643,5284
				A3	1.292,06	22,17	28.644,9702
				TOTAL	9.512,13		372.893,0519
				tms (%)	39,20		

P18	BLOCO W			BLOCO E			
	1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)		1 - ÁREA (m²)	2 - TEOR Feº (%)	1 x 2 (m²%)
				A1	5.402,65	20,19	109.079,5035
				TOTAL	5.402,65		109.079,5035
				tms (%)	20,19		

CÁLCULO DO VOLUME MINERALIZADO DOS BLOCOS PELA MÉDIA DAS ÁREAS DAS SEÇÕES

$$V = \frac{(as_1 + as_2)}{2} ds$$

$$tmb = \frac{tms_1 as_1 + tms_2 as_2}{as_1 + as_2}$$

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^n tmb_i v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

BLOCO 01-03		BLOCO W	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P01		6.100,14	42,77
P03		4.846,31	32,41
Vol (m³)		2.189.290,00	
tmb (%)		38,18	

BLOCO 01-03		BLOCO E	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P01		11.326,77	28,46
P03		10.335,77	25,64
Vol (m³)		4.332.508,00	
tmb (%)		27,11	

BLOCO 03-04		BLOCO W	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P03		4.846,31	32,41
P04		5.213,58	25,28
Vol (m³)		1.005.989,00	
tmb (%)		28,71	

BLOCO 03-04		BLOCO E	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P03		10.335,77	25,64
P04		19.320,68	31,01
Vol (m³)		2.965.645,00	
tmb (%)		29,14	

BLOCO 04-06		BLOCO W	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P04		5.213,58	25,28
P06		4.172,00	25,06
Vol (m³)		1.877.116,00	
tmb (%)		25,18	

BLOCO 04-05		BLOCO E	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P04		19.320,68	31,01
P05		24.836,87	31,14
Vol (m³)		4.415.755,00	
tmb (%)		31,08	

BLOCO 06-08		BLOCO W	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P06		4.172,00	25,06
P08		3.224,02	24,70
Vol (m³)		1.479.204,00	
tmb (%)		24,90	

BLOCO 05-06		BLOCO E	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P05		24.836,87	31,14
P06		15.438,33	20,75
Vol (m³)		4.027.520,00	
tmb (%)		27,16	

BLOCO 08-09		BLOCO W	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P08		3.224,02	24,70
P09		5.567,77	28,15
Vol (m³)		879.179,00	
tmb (%)		26,88	

BLOCO 06-07		BLOCO E	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P06		15.438,33	20,75
P07		17.179,80	29,42
Vol (m³)		3.261.813,00	
tmb (%)		25,32	

BLOCO 09-10		BLOCO W	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09		5.567,77	28,15
P10		14.619,83	32,28
Vol (m³)		2.018.760,00	
tmb (%)		31,14	

BLOCO 07-08		BLOCO E	
		AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P07		17.179,80	29,42
P08		8.178,37	23,33
Vol (m³)		2.535.817,00	
tmb (%)		27,46	

BLOCO 10-12		BLOCO W	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P10		14.619,83	32,28
P12		6.458,22	28,85
Vol (m³)		4.215.610,00	
tmb (%)		31,23	

BLOCO 12-14		BLOCO W	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P12		6.458,22	28,85
P14		4.146,03	29,57
Vol (m³)		2.120.850,00	
tmb (%)		29,13	

Volume Total BW	15.785.998,00
Tm (%)	30,19

BLOCO 08-09		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P08		8.178,37	23,33
P09		9.077,75	22,68
Vol (m³)		1.725.612,00	
tmb (%)		22,99	

BLOCO 09-12		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09		9.077,75	22,68
P12		4.046,05	24,26
Vol (m³)		3.937.140,00	
tmb (%)		23,17	

BLOCO 12-14		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P12		4.046,05	24,26
P14		5.797,98	21,48
Vol (m³)		1.968.806,00	
tmb (%)		22,62	

BLOCO 14-16		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P14		5.797,98	21,48
P16		3.728,93	39,20
Vol (m³)		1.905.382,00	
tmb (%)		28,42	

BLOCO 16-18	BLOCO E
-------------	---------

	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P16	3.728,93	39,20
P18	1.090,79	20,19

Vol (m³)	963.944,00
tmb (%)	34,90

Volume Total BE	32.039.942,00
Tm (%)	27,03

Tmf =	28,07%
-------	--------

**CÁLCULO DE RECURSO/RESERVA
(MÉDIA DAS SEÇÕES)**

$$R = V \times t \times d$$

BLOCO W

V x t (m³)	15.785.998,00
d (kg/m³)	2940
R (kg)	46.410.834.120,000
R (ton)	46.410.834,12

BLOCO E

V x t (m³)	32.644.354,00
d (kg/m³)	2940
R (kg)	95.974.400.760,000
R (ton)	95.974.400,76

Volume mineralizado total (toneladas)
142.385.234,88

CÁLCULO DO VOLUME MINERALIZADO DOS BLOCOS PELO TRONCO DE CONE

$$V = \frac{(as_1 + as_2 + \sqrt{as_1 as_2})}{3} ds$$

$$tmb = \frac{tms_1 as_1 + tms_2 as_2}{as_1 + as_2}$$

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^n tmb_i v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

BLOCO 01-03 BLOCO W

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P01	6.100,14	42,77
P03	4.846,31	32,41
RAIZ P01*P03	5.437,2023581	
Vol (m³)	2.184.486,98	
tmb (%)	38,18	

BLOCO 01-03 BLOCO E

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P01	11.326,77	28,46
P03	10.335,77	25,64
RAIZ P01*P03	10.819,9302014	
Vol (m³)	4.330.996,03	
tmb (%)	27,11	

BLOCO 03-04 BLOCO W

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P03	4.846,31	32,41
P04	5.213,58	25,28
RAIZ P03*P04	5.026,5917767	
Vol (m³)	1.005.765,45	
tmb (%)	28,71	

BLOCO 03-04 BLOCO E

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P03	10.335,77	25,64
P04	22.342,74	30,57
RAIZ P03*P04	15.196,3621242	
Vol (m³)	3.191.658,14	
tmb (%)	29,01	

BLOCO 04-06		BLOCO W	
-------------	--	---------	--

P04	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P06	5.213,58	25,28
	4.172,00	25,06
RAIZ P04*P06	4.663,8027145	
Vol (m³)	1.873.251,03	
tmb (%)	25,18	

BLOCO 06-08		BLOCO W	
-------------	--	---------	--

P06	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P08	4.172,00	25,06
	3.224,02	24,70
RAIZ P06*P08	3.667,5075242	
Vol (m³)	1.475.137,00	
tmb (%)	24,90	

BLOCO 08-09		BLOCO W	
-------------	--	---------	--

P08	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09	3.224,02	24,70
	5.567,77	28,15
RAIZ P08*P09	4.236,8150580	
Vol (m³)	868.573,67	
tmb (%)	26,88	

BLOCO 04-05		BLOCO E	
-------------	--	---------	--

P04	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P05	22.342,74	30,57
	24.836,87	31,14
RAIZ P04*P05	23.556,8191576	
Vol (m³)	4.715.761,94	
tmb (%)	30,87	

BLOCO 05-06		BLOCO E	
-------------	--	---------	--

P05	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P06	24.836,87	31,14
	15.438,33	20,75
RAIZ P05*P06	19.581,6188102	
Vol (m³)	3.990.454,59	
tmb (%)	27,16	

BLOCO 06-07		BLOCO E	
-------------	--	---------	--

P06	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P07	15.438,33	20,75
	17.179,80	29,42
RAIZ P06*P07	16.285,8043011	
Vol (m³)	3.260.262,29	
tmb (%)	25,32	

BLOCO 09-10		BLOCO W	
-------------	--	---------	--

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09	5.567,77	28,15
P10	14.619,83	32,28
RAIZ P09*P10	9.022,1865908	
Vol (m³)	1.947.319,11	
tmb (%)	31,14	

BLOCO 10-12		BLOCO W	
-------------	--	---------	--

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P10	14.619,83	32,28
P12	6.458,22	28,85
RAIZ P10*P12	9.716,8965469	
Vol (m³)	4.105.992,87	
tmb (%)	31,23	

BLOCO 12-14		BLOCO W	
-------------	--	---------	--

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P12	6.458,22	28,85
P14	4.146,03	29,57
RAIZ P12*P14	5.174,5505956	
Vol (m³)	2.103.840,08	
tmb (%)	29,13	

Volume Total LE (m³)	15.564.366,19
Tm (%)	30,18

BLOCO 07-08		BLOCO E	
-------------	--	---------	--

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P07	17.179,80	29,42
P08	8.178,37	23,33
RAIZ P07*P08	11.853,3860532	
Vol (m³)	2.480.770,40	
tmb (%)	27,46	

BLOCO 08-09		BLOCO E	
-------------	--	---------	--

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P08	8.178,37	23,33
P09	9.077,75	22,68
RAIZ P08*P09	8.616,3332263	
Vol (m³)	1.724.830,22	
tmb (%)	22,99	

BLOCO 09-12		BLOCO E	
-------------	--	---------	--

	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09	9.077,75	22,68
P12	4.046,05	24,26
RAIZ P09*P12	6.060,4480352	
Vol (m³)	3.836.849,61	
tmb (%)	23,17	

BLOCO 12-14	BLOCO E
--------------------	----------------

P12	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P14	4.046,05	24,26
RAIZ P12*P14	5.797,98	21,48
Vol (m³)	4.843,4406138	
tmb (%)	1.958.329,42	
	22,62	

BLOCO 14-16	BLOCO E
--------------------	----------------

P14	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P16	5.797,98	21,48
RAIZ P14*P16	3.728,93	39,20
Vol (m³)	4.649,7593014	
tmb (%)	1.890.222,57	
	28,42	

BLOCO 16-18	BLOCO E
--------------------	----------------

P16	ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P18	3.728,93	39,20
RAIZ P16*P18	1.090,79	20,19
Vol (m³)	2.016,7993343	
tmb (%)	911.535,91	
	34,90	

Volume Total LD (m³)	32.291.671,11
Tm (%)	27,03

Tmf =	28,06%
--------------	---------------

**CÁLCULO DE RECURSO/RESERVA
(TRONCO DE CONE)**

$$R = V \times t \times d$$

BLOCO W

V x t (m³)	15.564.366,19
d (kg/m³)	2940
R (kg)	45.759.236.609,218
R (ton)	45.759.236,61

BLOCO E

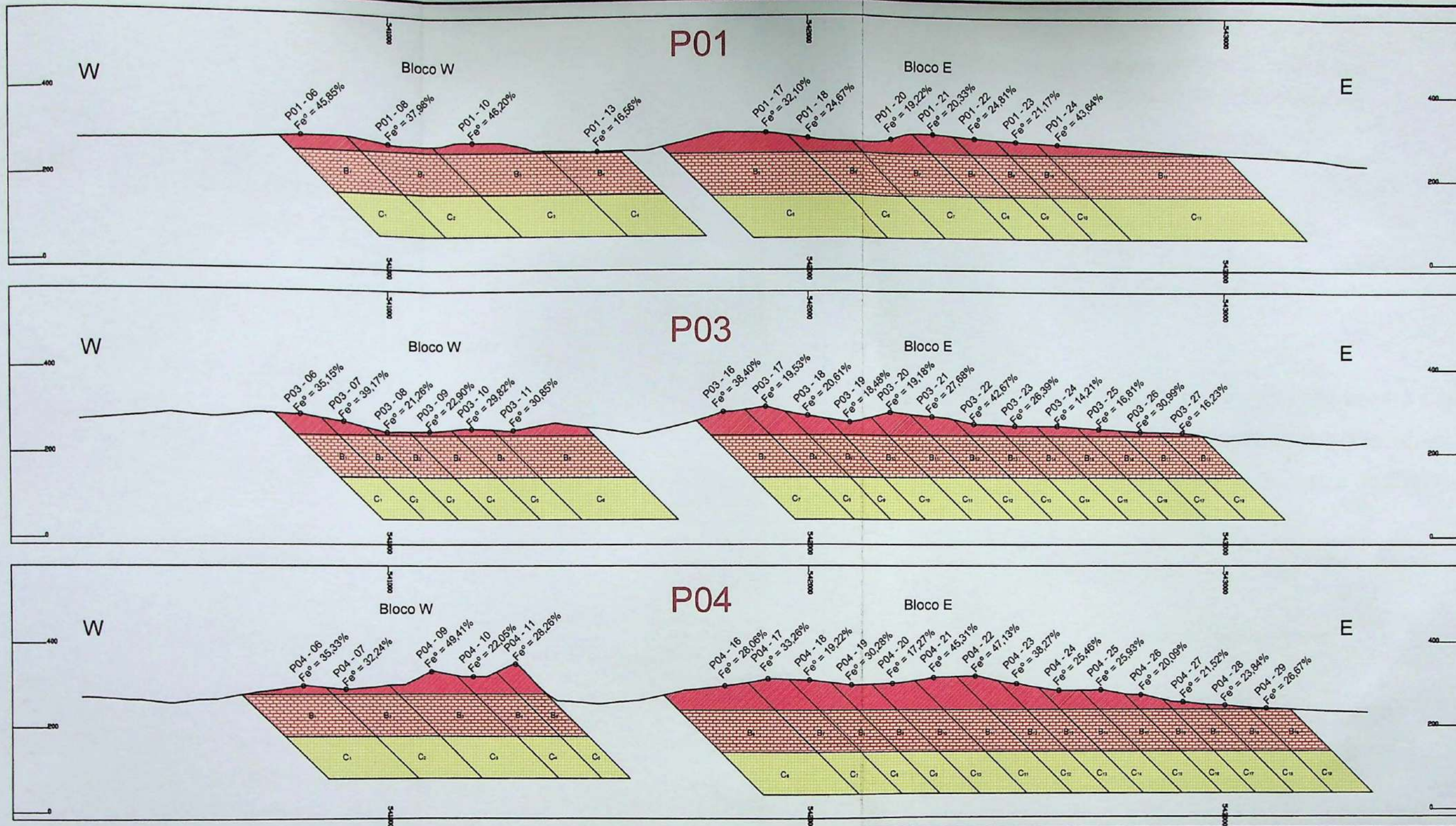
V x t (m³)	32.291.671,11
d (kg/m³)	2940
R (kg)	94.937.513.063,400
R (ton)	94.937.513,06

Volume mineralizado total (toneladas)
140.696.749,67

ANEXO V.

PERFIS E TABELAS - RECURSOS INDICADO e INFERIDO

PERFIL DE CUBAGEM (REC. INDICADO E INFERIDO)



LEGENDA

RECURSO MEDIDO



RECURSO INDICADO



RECURSO INFERIDO



PERFIS DE CUBAGEM (REC. INDICADO E INFERIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
100,00 E 200,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍFICO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 inf_1

D.N.P.M.

868.010/04

868.013/04

868.014/04

ALVARÁ :

nº 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

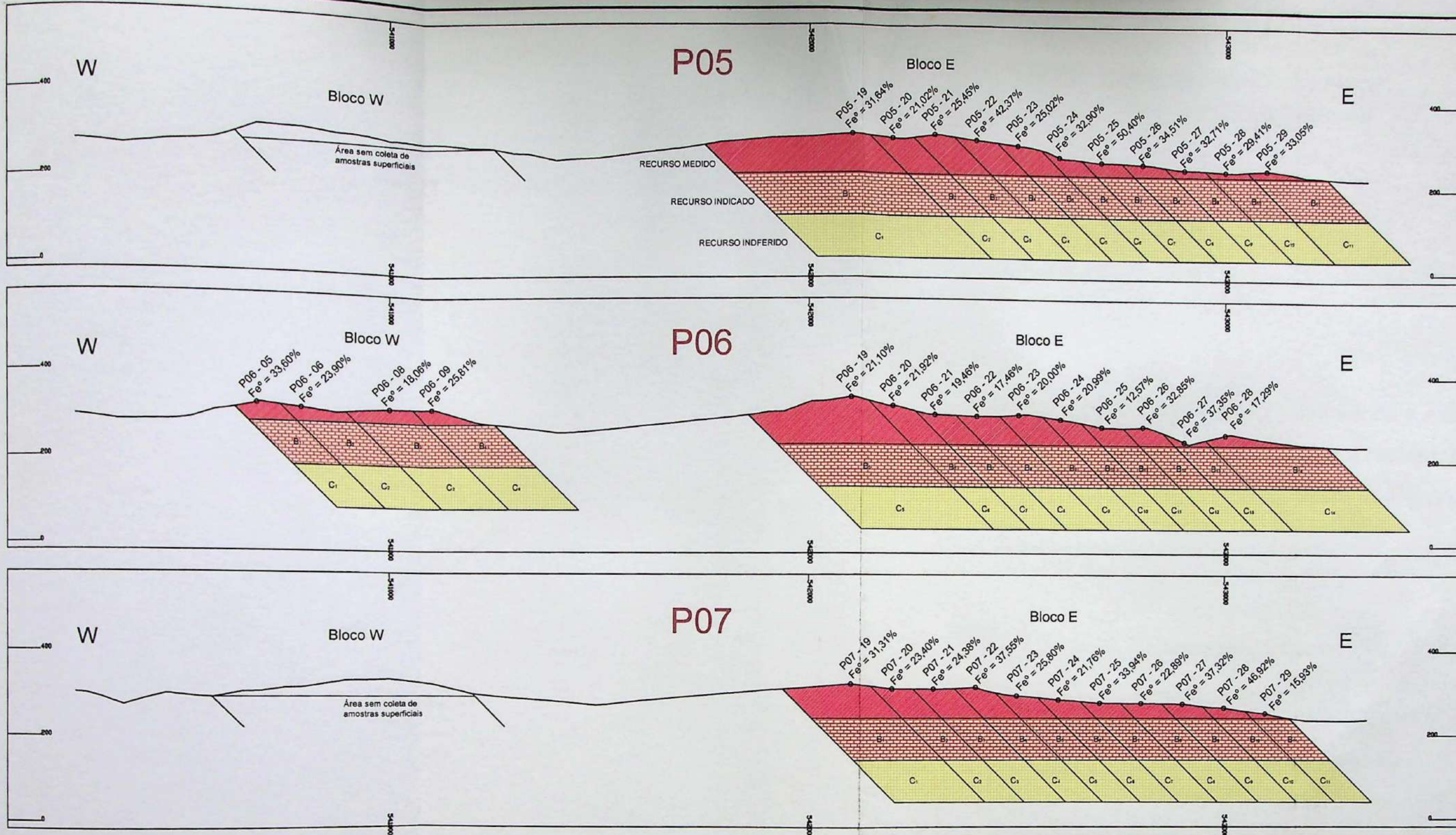
ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J.RAMPAZZO

DESENHO



LEGENDA

RECURSO MEDIDO	
RECURSO INDICADO	
RECURSO INFERIDO	

PERFIS DE CUBAGEM (REC. INDICADO E INFERIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
100,00 E 200,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 inf_2

D.N.P.M.: 868.010/04
868.013/04
868.014/04

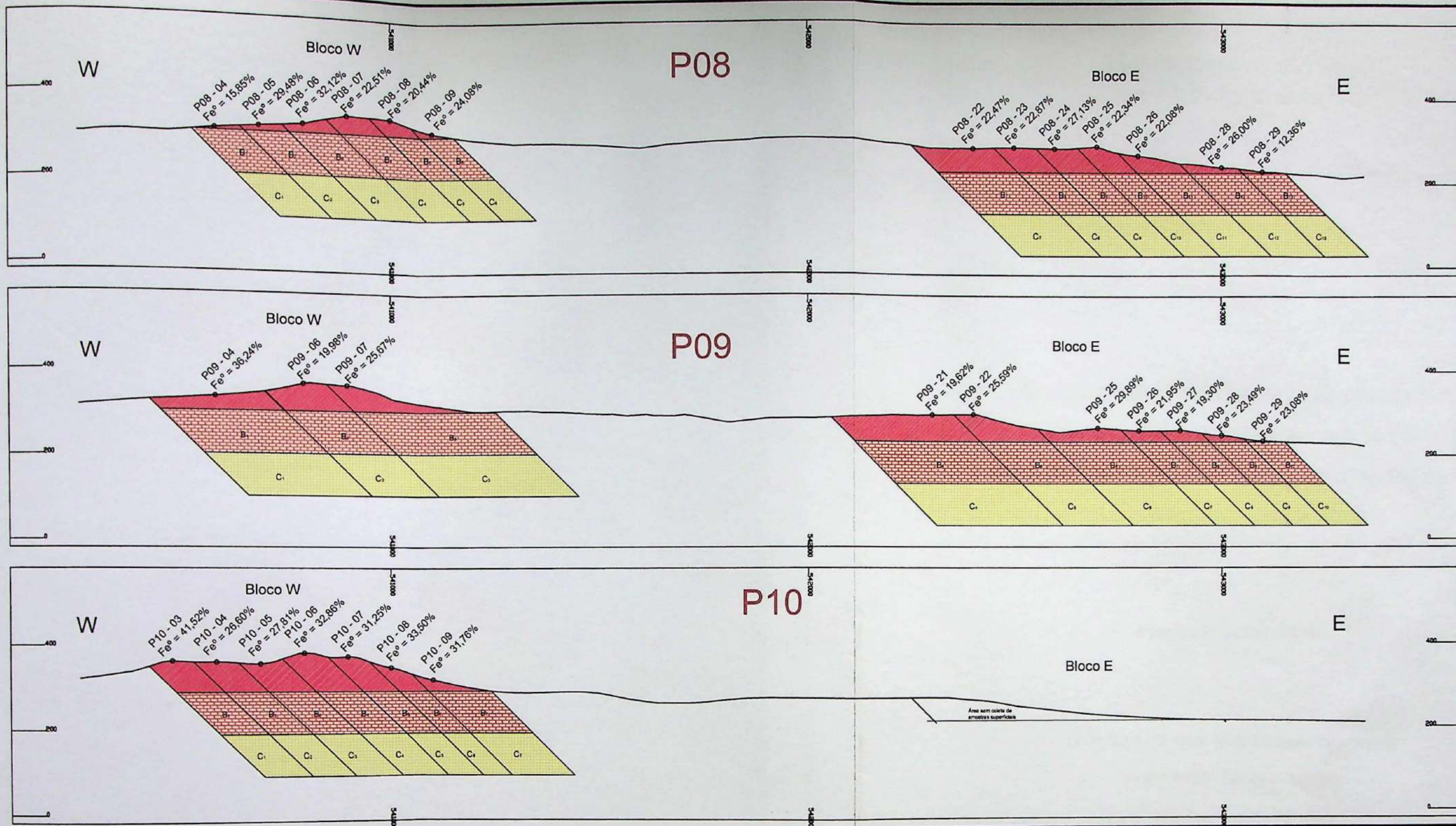
ALVARÁ :
nº 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J.RAMPAZZO
DESENHO



LEGENDA

RECURSO MEDIDO 
RECURSO INDICADO 
RECURSO INFERIDO 

PERFIS DE CUBAGEM (REC. INDICADO E INFERIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
100,00 E 200,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍCIO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 inf_3

D.N.P.M. 868.010/04
868.013/04
868.014/04

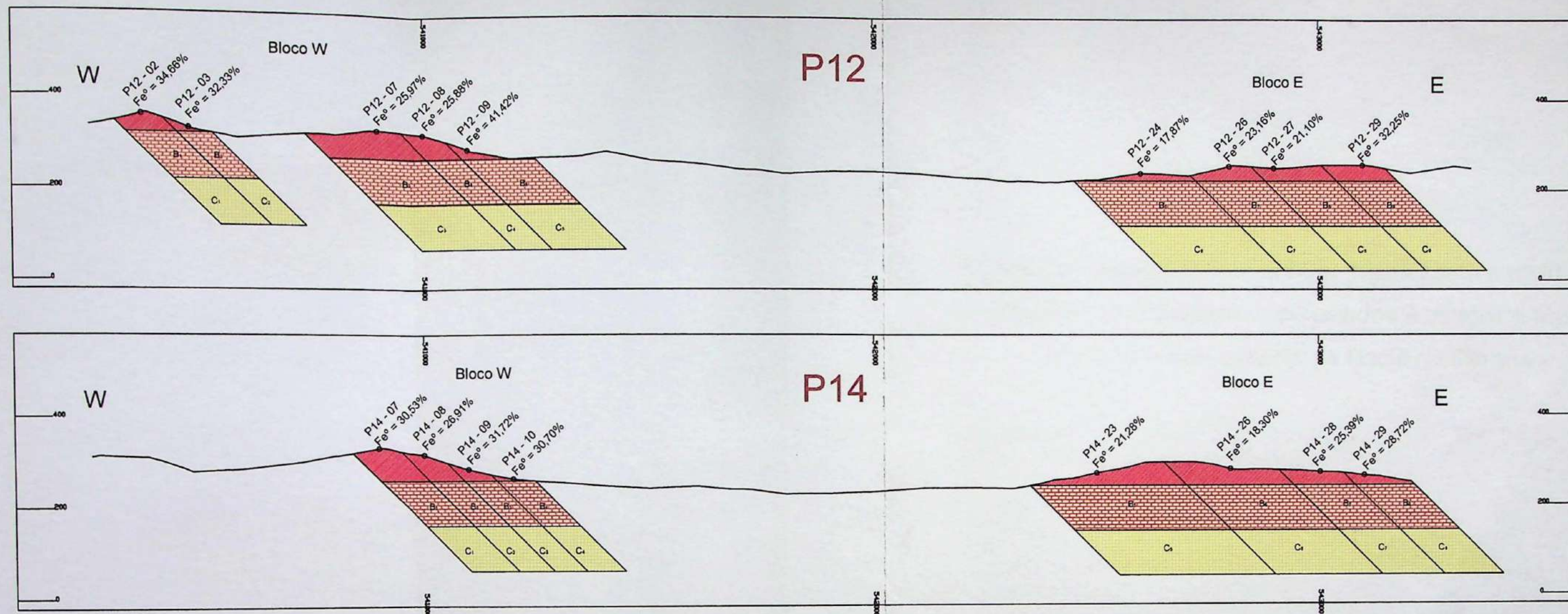
ALVARÁ :
n° 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J. RAMPAZZO
DESENHO



PERFIS DE CUBAGEM (REC. INDICADO E INFERIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
100,00 E 200,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTIPO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 inf_4

D.N.P.M. 868.010/04
868.013/04
868.014/04

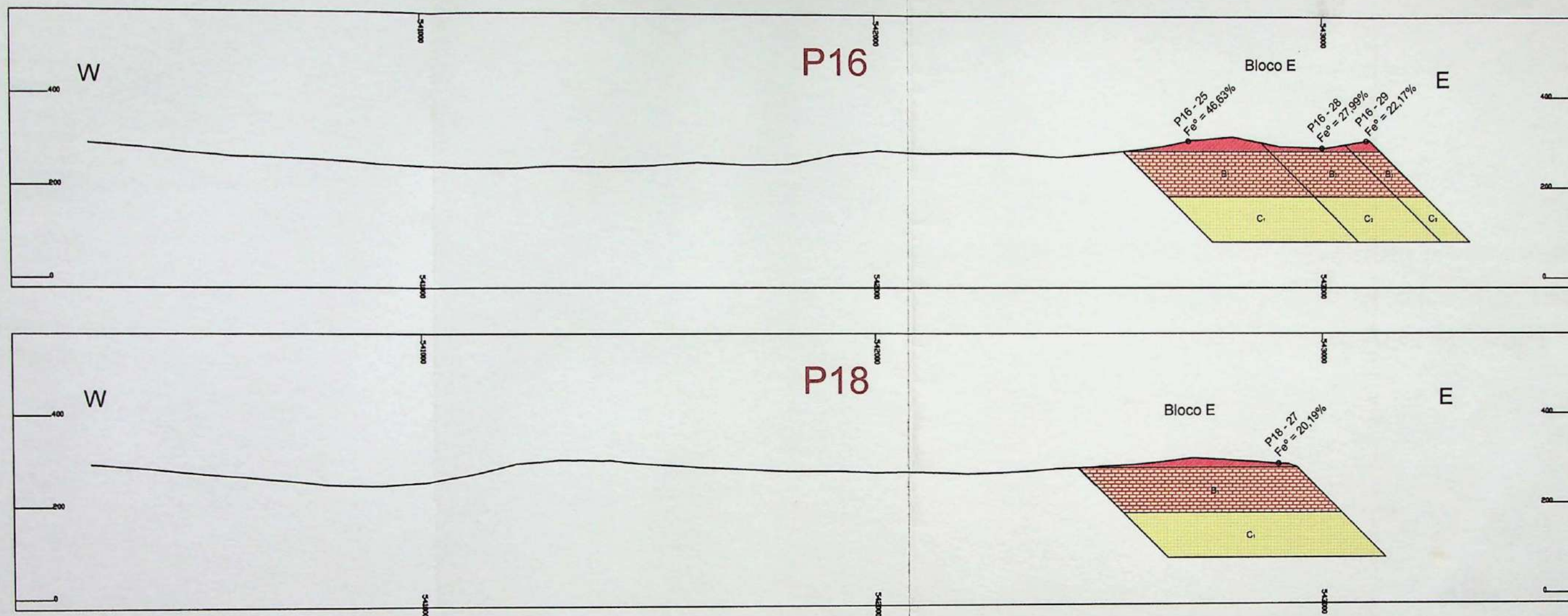
ALVARÁ :
nº 8.298, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J. RAMPAZZO
DESENHO



LEGENDA

RECURSO MEDIDO	
RECURSO INDICADO	
RECURSO INFERIDO	

PERFIS DE CUBAGEM (REC. INDICADO E INFERIDO)

REQUERENTE : KAZUTO HORII

PROFUNDIDADE:
100,00 E 200,00 METROS

LOCAL : FAZ. SÃO MANOEL

ÁREA TOTAL: 2962,68 ha

SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS:
CALCÁRIO CALCÍTICO

MUNICÍPIOS : BODOQUENA e BONITO - MS

SUBSTÂNCIA ENCONTRADA:
MINÉRIO DE FERRO

CONTROLE :

P_CUBAGEM 0 Inf_5

D.N.P.M. 868.010/04
868.013/04
868.014/04

ALVARÁ :
nº 8.296, 8.299 e 8.300 de 09/09/04,
publicado no DOU de 14/09/04.

ESCALA :

1:10.000

TRABALHO DE FORMATURA 07/17
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DE FERRO ASSOCIADOS AOS METADIAMICTITOS DA FORMAÇÃO GLACIAL PUGA
NA REGIÃO DA BODOQUENA - MS.

G.J.RAMPAZZO

DESENHO

CÁLCULOS DOS TEORES MÉDIOS DAS SEÇÕES (REC. INDICADO E INFERIDO)

$$tms = \frac{\sum_{i=1}^n tm_i . as_i}{\sum_{i=1}^n as_i}$$

P01	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	17.495,25	45,85	802.157,2125	B5/C5	32.283,83	32,10 1.036.310,9430
B2/C2	20.402,69	37,98	774.894,1662	B6/C6	13.744,55	24,67 339.078,0485
B3/C3	28.376,37	46,20	1.310.988,2940	B7/C7	16.746,18	19,22 321.861,5796
B4/C4	20.795,03	16,56	344.365,6968	B8/C8	9.379,10	20,33 190.677,1030
TOTAL	87.069,34		3.232.405,3695	B9/C9	9.269,35	24,81 229.972,5735
				B10/C10	9.293,68	21,17 196.747,2056
tms (%)	37,12			B11/C11	42.259,89	43,64 1.844.221,5996
				TOTAL	132.976,58	4.158.869,0528
				tms (%)	31,28	

P03	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	9.737,67	35,15	342.279,1005	B7/C7	14.094,50	38,40 541.228,8000
B2/C2	8.096,07	39,17	317.123,0619	B8/C8	8.976,56	19,53 175.312,1582
B3/C3	9.030,24	21,26	191.982,9024	B9/C9	8.323,26	20,61 171.542,3886
B4/C4	10.539,71	22,90	241.359,3590	B10/C10	11.092,89	18,48 204.996,6072
B5/C5	9.964,40	29,82	297.138,4080	B11/C11	10.171,99	19,18 195.098,7682
B6/C6	22.967,92	30,85	708.560,3320	B12/C12	9.237,83	27,68 255.703,1344
TOTAL	70.336,01		2.098.443,1638	B13/C13	8.718,85	42,67 372.033,3295
				B14/C14	9.607,56	26,39 253.543,5084
tms (%)	29,83			B15/C15	9.549,21	14,21 135.694,2741
				B16/C16	9.134,03	16,81 153.543,0443
				B17/C17	9.341,62	30,99 289.496,8038
				B18/C18	9.531,24	16,23 154.692,0252
				TOTAL	117.779,54	2.902.884,8419
				tms (%)	24,65	

P04							
BLOCO W				BLOCO E			
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)		BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	20.948,81	35,33	740.121,4573	B6/C6	22.861,35	28,06	641.489,4810
B2/C2	15.239,16	32,24	491.310,5184	B7/C7	10.509,09	33,26	349.532,3334
B3/C3	18.265,41	19,41	354.531,6081	B8/C8	9.263,36	19,22	178.041,7792
B4/C4	10.260,28	22,05	226.239,1740	B9/C9	9.553,29	30,28	289.273,6212
B5/C5	6.776,43	28,26	191.501,9118	B10/C10	11.254,36	17,27	194.362,7972
TOTAL	71.490,09		2.003.704,6696	B11/C11	10.884,25	45,31	493.165,3675
				B12/C12	8.982,99	47,13	423.368,3187
tms (%)	28,03			B13/C13	8.099,24	38,27	309.957,9148
				B14/C14	9.362,48	25,46	238.368,7408
				B15/C15	9.684,11	25,93	251.108,9723
				B16/C16	7.988,99	20,09	160.498,8091
				B17/C17	9.165,48	21,52	197.241,1296
				B18/C18	9.451,51	23,84	225.323,9984
				B19/C19	9.619,60	26,67	256.554,7320
				TOTAL	146.680,10		4.208.287,9952
				tms (%)	28,69		

P05							
BLOCO W				BLOCO E			
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)		BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)
				B1/C1	41.561,84	31,64	1.315.016,6176
				B2/C2	10.121,31	21,02	212.749,9362
				B3/C3	9.913,21	25,45	252.291,1945
				B4/C4	9.059,71	42,37	383.859,9127
				B5/C5	8.954,48	25,02	224.041,0896
				B6/C6	7.356,25	32,90	242.020,6250
				B7/C7	9.111,61	50,40	459.225,1440
				B8/C8	9.540,86	34,51	329.255,0786
				B9/C9	9.068,26	32,71	296.622,7846
				B10/C10	10.186,03	29,41	299.571,1423
				B11/C11	18.019,93	33,05	595.558,6865
				TOTAL	142.893,49		4.610.212,2116
				tms (%)	32,26		

P06							
BLOCO W				BLOCO E			
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)		BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe ^o (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	10.878,95	33,60	365.532,7200	B5/C5	31.872,97	21,10	672.519,6670
B2/C2	13.382,50	23,90	319.841,7500	B6/C6	8.849,35	21,92	193.977,7520
B3/C3	16.144,35	18,06	291.566,9610	B7/C7	8.705,45	19,46	169.408,0570
B4/C4	16.585,73	25,81	428.077,6913	B8/C8	10.242,75	17,46	178.838,4150
TOTAL	56.991,53		1.405.019,1223	B9/C9	10.171,59	20,00	203.431,8000
				B10/C10	7.895,05	20,99	165.717,0995
tms (%)	24,65			B11/C11	9.017,64	12,57	113.351,7348
				B12/C12	8.583,83	32,85	281.978,8155
				B13/C13	8.826,59	37,35	329.673,1365
				B14/C14	28.312,26	17,29	489.518,9754
				TOTAL	132.477,48		2.798.415,4527
				tms (%)	21,12		

P07	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
				B1/C1	21.693,84	31,31 679.234,1304
				B2/C2	9.495,47	23,40 222.193,9980
				B3/C3	10.051,92	24,38 245.065,8096
				B4/C4	8.890,64	37,55 333.843,5320
				B5/C5	9.051,31	25,80 233.523,7980
				B6/C6	9.344,25	21,76 203.330,8800
				B7/C7	9.296,39	33,94 315.519,4766
				B8/C8	9.881,13	22,89 226.179,0657
				B9/C9	9.201,96	37,32 343.417,1472
				B10/C10	9.200,86	46,92 431.704,3512
				B11/C11	8.992,73	15,93 143.254,1889
				TOTAL	115.100,50	3.377.266,3776
				tms (%)	29,34	

P08	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	11.855,14	15,85	187.903,9690	B7/C7	19.461,86	22,47 437.307,9942
B2/C2	10.322,18	29,48	304.297,8664	B8/C8	9.998,92	22,87 228.675,3004
B3/C3	11.737,63	32,12	377.012,6756	B9/C9	10.103,11	27,13 274.097,3743
B4/C4	10.565,21	22,51	237.822,8771	B10/C10	8.643,35	22,34 193.092,4390
B5/C5	7.903,24	20,44	161.542,2256	B11/C11	12.411,30	22,08 274.041,5040
B6/C6	8.053,65	24,08	193.931,8920	B12/C12	10.461,93	26,00 272.010,1800
TOTAL	60.437,05		1.462.511,5057	B13/C13	41.619,69	12,36 514.419,3684
				TOTAL	112.700,16	2.193.644,1603
tms (%)	24,20			tms (%)	19,46	

P09	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	28.152,70	36,29	1.021.661,4830	B4/C4	30.591,75	19,62 600.210,1350
B2/C2	15.756,37	19,98	314.812,2726	B5/C5	16.848,16	25,59 431.144,4144
B3/C3	33.283,36	25,67	854.383,8512	B6/C6	20.020,17	29,89 598.402,8813
TOTAL	77.192,43		2.190.857,6068	B7/C7	9.290,16	21,95 203.919,0120
				B8/C8	9.371,10	19,30 180.862,2300
tms (%)	28,38			B9/C9	8.872,57	23,49 208.416,6693
				B10/C10	9.221,87	23,08 212.840,7596
				TOTAL	104.215,78	2.435.796,1016
				tms (%)	23,37	

P10	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	11.009,50	41,52	457.114,4400			
B2/C2	9.979,97	26,60	265.467,2020			
B3/C3	10.847,36	27,81	301.665,0816			
B4/C4	10.864,01	32,86	356.991,3686			
B5/C5	8.382,24	31,25	261.945,0000			
B6/C6	6.908,96	33,50	231.450,1600			
B7/C7	15.033,06	31,76	477.449,9856			
TOTAL	73.025,10		2.352.083,2378			
tms (%)	32,21					

P12	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	10.717,50	34,66	371.468,5500	B6/C6	27.412,63	17,87 489.863,6981
B2/C2	7.374,51	32,33	238.417,9083	B7/C7	15.657,76	23,16 362.633,7216
B3/C3	21.043,05	25,97	546.488,0085	B8/C8	16.114,15	21,10 340.008,5650
B4/C4	8.126,86	25,88	210.323,1368	B9/C9	13.789,30	32,25 444.704,9250
B5/C5	16.291,31	41,42	674.786,0602	TOTAL	72.973,84	1.637.210,9097
TOTAL	63.553,23		2.041.483,6638			
tms (%)	32,12			tms (%)	22,44	

P14	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
B1/C1	10.831,25	30,53	330.678,0625	B5/C5	35.128,03	21,28 747.524,4784
B2/C2	7.840,43	26,91	210.985,9713	B6/C6	24.131,40	18,30 441.604,6200
B3/C3	7.223,69	31,72	229.135,4468	B7/C7	13.860,66	25,39 351.922,1574
B4/C4	8.516,56	30,70	261.458,3920	B8/C8	13.314,18	28,72 382.383,2496
TOTAL	34.411,93		1.032.257,8726	TOTAL	86.434,27	1.923.434,5054
tms (%)	30,00			tms (%)	22,25	

P16	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
				B1/C1	32.921,89	46,63 1.535.147,7307
				B2/C2	18.510,54	27,99 518.110,0146
				B3/C3	6.434,21	22,17 142.646,4357
				TOTAL	57.866,64	2.195.904,1810
				tms (%)	37,95	

P18	BLOCO W			BLOCO E		
	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)	BLOCO 100m (m²)	2 - TEOR Fe° (%)	1 x 2 (m²%)
				B1/C1	49.034,12	20,19 989.998,8828
				TOTAL	49.034,12	989.998,8828
				tms (%)	20,19	

CALCULO DO VOLUME MINERALIZADO DOS BLOCOS PELA MEDIA DAS AREAS DAS SEÇÕES
(REC. INDICADO E INFERIDO)

$$V = \frac{(as_1 + as_2)}{2} ds$$

$$tmb = \frac{tms_1 as_1 + tms_2 as_2}{as_1 + as_2}$$

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^n tmb_i v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

BLOCO 01-03			BLOCO W		
			AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)	
P01			32.324,05	37,12	
P03			20.984,43	29,83	
Vol (m³)			10.661.696,00		
tmb (%)			34,25		

BLOCO 01-03			BLOCO E		
			AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)	
P01			41.588,69	30,63	
P03			29.028,84	24,90	
Vol (m³)			14.123.506,00		
tmb (%)			28,27		

BLOCO 03-04			BLOCO W		
			AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)	
P03			20.984,43	29,83	
P04			20.037,04	28,03	
Vol (m³)			4.102.147,00		
tmb (%)			28,95		

BLOCO 03-04			BLOCO E		
			AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)	
P03			29.028,84	24,90	
P04			42.082,87	29,32	
Vol (m³)			7.111.171,00		
tmb (%)			27,52		

BLOCO 04-06			
BLOCO W			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P04	20.037,04	28,03	
P06	14.050,19	24,65	
Vol (m³)	6.817.446,00		
tmb (%)	26,64		

BLOCO 04-05			
BLOCO E			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P04	42.082,87	29,32	
P05	46.102,12	31,86	
Vol (m³)	8.818.499,00		
tmb (%)	30,65		

BLOCO 06-08			
BLOCO W			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P06	14.050,19	24,65	
P08	14.625,11	24,20	
Vol (m³)	5.735.060,00		
tmb (%)	24,42		

BLOCO 05-06			
BLOCO E			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P05	46.102,12	31,86	
P06	27.984,15	20,99	
Vol (m³)	7.408.627,00		
tmb (%)	27,75		

BLOCO 08-09			
BLOCO W			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P08	14.625,11	24,20	
P09	21.908,57	28,38	
Vol (m³)	3.653.368,00		
tmb (%)	26,71		

BLOCO 06-07			
BLOCO E			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P06	27.984,15	20,99	
P07	33.772,66	29,37	
Vol (m³)	6.175.681,00		
tmb (%)	25,57		

BLOCO 09-10			
BLOCO W			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P09	21.908,57	28,38	
P10	23.520,83	32,21	
Vol (m³)	4.542.940,00		
tmb (%)	30,36		

BLOCO 07-08			
BLOCO E			
ÁREA DA SEÇÃO (m²)		tms (%)	
P07	33.772,66	29,37	
P08	21.936,44	20,38	
Vol (m³)	5.570.910,00		
tmb (%)	25,83		

BLOCO 10-12		BLOCO W	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P10		23.520,83	32,21
P12		20.414,83	32,12
Vol (m³)		8.787.132,00	
tmb (%)		32,17	

BLOCO 12-14		BLOCO W	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P12		20.414,83	32,12
P14		10.322,57	30,00
Vol (m³)		6.147.480,00	
tmb (%)		31,41	

Volume Total LE	50.447.269,00
Tm (%)	30,07

BLOCO 08-09		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P08		21.936,44	20,38
P09		24.357,96	23,18
Vol (m³)		4.629.440,00	
tmb (%)		21,85	

BLOCO 09-12		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09		24.357,96	23,18
P12		16.327,10	22,78
Vol (m³)		12.205.518,00	
tmb (%)		23,02	

BLOCO 12-14		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P12		16.372,10	22,78
P14		19.234,34	22,07
Vol (m³)		7.121.288,00	
tmb (%)		22,40	

BLOCO 14-16		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P14		19.234,34	22,07
P16		21.959,04	38,12
Vol (m³)		8.238.676,00	
tmb (%)		30,63	

BLOCO 16-18			BLOCO E	
-------------	--	--	---------	--

	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P16	21.959,04	38,12
P18	9.899,98	20,19

Vol (m³)	6.371.804,00
tmb (%)	32,55

Volume Total LD	87.775.120,00
Tm (%)	27,05

Tmf =	28,15%
-------	--------

**CÁLCULO DE RECURSO/RESERVA INDICADO E
INFERIDO (MÉDIA DAS SEÇÕES)**

$$R = V \times t \times d$$

BLOCO W		BLOCO E	
V x t (m³)	50.447.269,00	V x t (m³)	87.775.120,00
d (kg/m³)	2940	d (kg/m³)	2940
R (kg)	148.314.970.860,000	R (kg)	258.058.852.800,000
R (ton)	148.314.970,86	R (ton)	258.058.852,80

Volume mineralizado indicado e inferido (toneladas)

406.373.823,66

CÁLCULO DO VOLUME MINERALIZADO DOS BLOCOS PELO TRONCO DE CONE (REC. INDICADO E INFERIDO)

$$V = \frac{(as_1 + as_2 + \sqrt{as_1 as_2})}{3} ds$$

$$tmb = \frac{tms_1 as_1 + tms_2 as_2}{as_1 + as_2}$$

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^n tmb_i v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

BLOCO 01-03	BLOCO W
	AREA DA SEÇÃO (m²)
P01	32.324,05
P03	20.984,43
RAIZ P01*P03	26.044,2270867
Vol (m³)	10.580.360,94
tmb (%)	34,25

BLOCO 01-03	BLOCO E
	AREA DA SEÇÃO (m²)
P01	41.588,69
P03	29.028,84
RAIZ P01*P03	34.745,8116587
Vol (m³)	14.048.445,55
tmb (%)	28,27

BLOCO 03-04	BLOCO W
	AREA DA SEÇÃO (m²)
P03	20.984,43
P04	20.037,04
RAIZ P03*P04	20.505,2642823
Vol (m³)	4.101.782,29
tmb (%)	28,95

BLOCO 03-04	BLOCO E
	AREA DA SEÇÃO (m²)
P03	29.028,84
P04	42.082,87
RAIZ P03*P04	34.951,6365850
Vol (m³)	7.070.889,77
tmb (%)	27,52

BLOCO 04-06	BLOCO W	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P04	20.037,04	28,03
P06	14.050,19	24,65
RAIZ P04*P06	16.778,6834715	
Vol (m³)	6.782.121,80	
tmb (%)	26,64	

BLOCO 04-05	BLOCO E	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P04	42.082,87	29,32
P05	46.102,12	31,86
RAIZ P04*P05	44.046,6743658	
Vol (m³)	8.815.444,29	
tmb (%)	30,65	

BLOCO 06-08	BLOCO W	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P06	14.050,19	24,65
P08	14.625,11	24,20
RAIZ P06*P08	14.334,7680229	
Vol (m³)	5.734.675,74	
tmb (%)	24,42	

BLOCO 05-06	BLOCO E	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P05	46.102,12	31,86
P06	27.984,15	20,99
RAIZ P05*P06	35.918,3607838	
Vol (m³)	7.333.642,05	
tmb (%)	27,75	

BLOCO 08-09	BLOCO W	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P08	14.625,11	24,20
P09	21.908,57	28,38
RAIZ P08*P09	17.900,1465411	
Vol (m³)	3.628.921,77	
tmb (%)	26,71	

BLOCO 06-07	BLOCO E	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P06	27.984,15	20,99
P07	33.772,66	29,37
RAIZ P06*P07	30.742,4654727	
Vol (m³)	6.166.618,36	
tmb (%)	25,57	

BLOCO 09-10	BLOCO W	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09	21.908,57	28,38
P10	23.520,83	32,21
RAIZ P09*P10	22.700,3909771	
Vol (m³)	4.541.986,07	
tmb (%)	30,36	

BLOCO 07-08	BLOCO E	
	AREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P07	33.772,66	29,37
P08	21.936,44	20,38
RAIZ P07*P08	27.218,5952931	
Vol (m³)	5.528.513,02	
tmb (%)	25,83	

BLOCO 10-12		BLOCO W	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P10		23.520,83	32,21
P12		20.414,83	32,12
RAIZ P10*P12		21.912,8671312	
Vol (m³)		8.779.803,62	
tmb (%)		32,17	

BLOCO 08-09		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P08		21.936,44	20,38
P09		24.357,96	23,18
RAIZ P08*P09		23.115,5127147	
Vol (m³)		4.627.327,51	
tmb (%)		21,85	

BLOCO 12-14		BLOCO W	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P12		20.414,83	32,12
P14		10.322,57	30,00
RAIZ P12*P14		14.516,6632431	
Vol (m³)		6.033.875,10	
tmb (%)		31,41	

BLOCO 09-12		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P09		24.357,96	23,18
P12		16.327,10	22,78
RAIZ P09*P12		19.942,2879509	
Vol (m³)		12.125.469,59	
tmb (%)		23,02	

Volume Total LE (m³)	50.183.527,31
Tm (%)	30,06

BLOCO 12-14		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P12		16.372,10	22,78
P14		19.234,34	22,07
RAIZ P12*P14		17.745,6061580	
Vol (m³)		7.113.606,15	
tmb (%)		22,40	

BLOCO 14-16		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P14		19.234,34	22,07
P16		21.959,04	38,12
RAIZ P14*P16		20.551,5848886	
Vol (m³)		8.232.661,99	
tmb (%)		30,63	

BLOCO 16-18		BLOCO E	
		ÁREA DA SEÇÃO (m²)	tms (%)
P16		21.959,04	38,12
P18		9.899,98	20,19
RAIZ P16*P18		14.744,2889560	
Vol (m³)		6.213.774,53	
tmb (%)		32,55	
Volume Total LD (m³)		87.276.392,83	
Tm (%)		27,04	

Tmf = 28,14%

CÁLCULO DE RECURSO/RESERVA INDICADO E INFERIDO (TRONCO DE CONE)

$$R = V \times t \times d$$

BLOCO W

$V \times t$ (m³) 50.183.527,31
 d (kg/m³) 2940

R (kg) 147.539.570.291,400
 R (ton) 147.539.570,29

BLOCO E

$V \times t$ (m³) 87.276.392,83
 d (kg/m³) 2940

R (kg) 256.592.594.920,200
 R (ton) 256.592.594,92

Volume mineralizado total (toneladas)

404.132.165,21

RELATÓRIO FINAL DOS ENSAIOS DE
BENEFICIAMENTO DO MINÉRIO

Interpretado: Renato Faria

Análises volumétricas: 224 g/100 g; 225 g/100 g; 225 g/100 g.

Resumo do trabalho: Elaboração de Roteiro de Procedimentos para Recuperação da Magnética

1 - Introdução

Este relatório descreve a metodologia de estudo realizada para definição de roteiros de procedimentos para a recuperação da magnética dos materiais estudados, com ênfase na recuperação da magnética dos materiais estudados, com ênfase na recuperação da magnética dos materiais estudados.

1.1 - Objetivos

ANEXO VI.

RELATÓRIO FINAL DOS ENSAIOS DE BENEFICIAMENTO DO MINÉRIO

1.2 - Fluxograma

Após a realização de vários ensaios com as amostras estudadas, o fluxograma apresentado na Figura 1 é o que melhor representa as condições para a recuperação da magnética.

Em seguida, foram elaborados os procedimentos descritos, conforme o fluxograma da Figura 1.

1.1.1 - Descrição dos equipamentos utilizados

Foram utilizados os seguintes equipamentos para a realização dos ensaios:

01 - Balança - de precisão com escala em temperatura ambiente, capacidade de pesagem de 1000 g, precisão de 0,001 g, capacidade máxima de 1000 g.

RELATÓRIO TÉCNICO

Interessado: Kazuto Horii

Amostras volumétricas: 224 Xisto Mole; 225A Xisto duro; 225B BIF.

Natureza do trabalho: Elaboração de Rota de Processo para Recuperação de Magnetita

I - Introdução

Este relatório apresenta os resultados de estudo realizado para definição da rota de processo com vistas à recuperação de magnetita em amostras encaminhadas pelo Interessado.

I.1 – Objetivo

Elaborar uma rota de processo físico para recuperação de magnetita com a finalidade de obtenção de matérias primas para a produção de gusa.

II – Fluxograma do Processo Físico

Após a realização de diversos ensaios sobre as amostras recebidas, o fluxograma apresentado na Figura 1 é o que melhor se adapta às amostras, bem como maximiza a recuperação da magnetita.

Em seguida, tem-se a descrição dos equipamentos utilizados, conforme o fluxograma da Figura 1.

II.1 – Descrição dos equipamentos utilizados

Foram utilizados os seguintes equipamentos para o processamento das amostras:

01 – Secagem > foi utilizada uma estufa com temperatura controlada, temperatura de secagem de 100°C. Pesagem > Balança digital, capacidade máxima de 4000 g, menor divisão 0,01g.

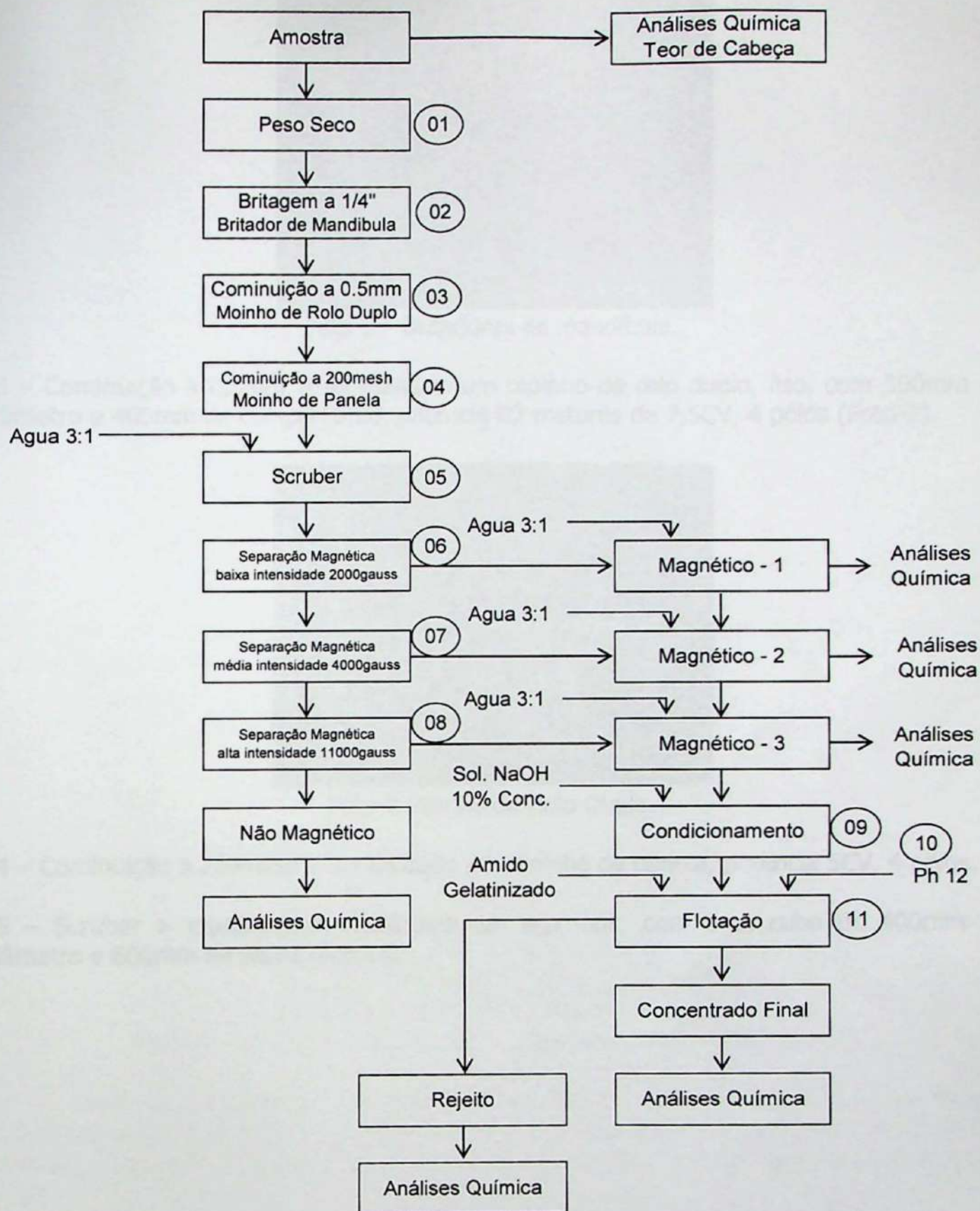


Figura 1: Fluxograma do processo físico para a separação e concentração de magnetita.

02 – Britagem a 1/4" > foi utilizado um britador de mandíbula, medidas 300x250mm de mandíbulas, potência 5 CV, 4 pólos (Foto-1).



Foto 1 – Britadores de mandíbula.

03 – Cominuição a 0,5mm > foi utilizado um moinho de rolo duplo, liso, com 300mm de diâmetro e 400mm de comprimento, potência 02 motores de 7,5CV, 4 pólos (Foto-2).



Foto-2 Moinho de Rolo Duplo.

04 – Cominuição a 200mesh > foi utilizado um moínho de panela, potência 5CV, 4 pólos.

05 – Scruber > equipamento construído em aço inox, com uma cuba de 400mm de diâmetro e 600mm de altura (Foto-3).



Foto 3- Scruber.

06 – Separador Magnético de Baixa intensidade > foi utilizado um separador magnético com ímãs permanentes, com intensidade de 2.000 gauss (Foto-4).



Foto 4 – Separador magnético de baixa intensidade (2000 gauss).

07 – Separador Magnético de Média Intensidade > foi utilizado um separador eletromagnético, Marca Gaustec, modelo G 50 (Foto-5A), via úmido, canister com lã de aço especial (Foto-5B), medidas do canister: 220x100x50mm, intensidade magnética 4.000 gauss.

08 - Separador Magnético de Alta Intensidade > foi utilizado um separador eletromagnético, Marca Gaustec, modelo G 50, via úmido, canister com lã de aço especial, medidas do canister 220x100x50mm, intensidade magnética 11.000 gauss (Foto-5A).

09 – Condicionamento > foi utilizada uma célula de flotação marca Denver, modelo de laboratório (Foto-6).

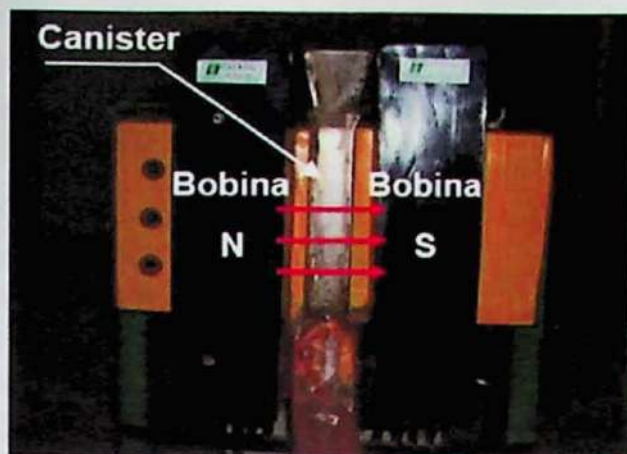


Foto 5A – Separador Eletromagnético Gaustec.

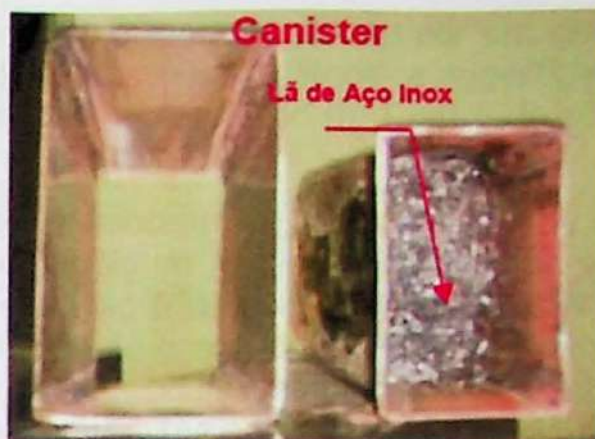


Foto 5B – Detalhe do canister e da lã de aço inox.



Foto 6 – Célula de flotação.

10 – Controle de pH, através de um pHmetro digital, marca Marte.

11 – Flotação > foi utilizada uma célula de flotação marca Denver, modelo de laboratório (Foto-6).

III – Descrição do Procedimento Operacional

Inicialmente, uma alíquota da amostra foi obtida por quarteamento, a qual foi encaminhada para fins de determinação do teor de cabeça.

As amostras, após secagem e pesagem, foram britadas para obtenção de um material com granulometria inferior a $\frac{1}{4}$ polegada. Em seguida, as amostras foram cominuídas em moínhos de rolos duplos, com passagens sucessivas até gerar um produto 100% inferior a 0,5 mm; processo este controlado por uma peneira vibratória.

A amostra, com granulometria inferior a 0,5 mm, foi novamente cominuída em moínho de panela a uma granulometria inferior a 200 mesh (74 microns); a cominuição foi controlada através de peneira vibratória.

Após todo o material ser cominuído a 200 mesh, o material passou por um sistema de atricionamento com água, com objetivo de liberar, dispersar e limpar a superfície dos minerais. Neste processo, foi utilizado um Scruber, com uma relação de 1 parte de sólidos e 3 partes de água.

A polpa com 25% de sólidos, foi separada magneticamente, no separador de ímãs permanentes, com intensidade de 2000 gauss. O princípio de funcionamento baseia-se no direcionamento dos campos magnéticos ($N \Rightarrow S$), com gap (distância entre os pólos N e S) de 50mm. Neste gap é introduzido um canister com lã de aço inox especial, que tem por finalidade criar o efeito ponta, aumentando assim a intensidade magnética e aumentar a superfície de contato, facilitando a fixação dos minerais altamente magnéticos. Uma vez saturada a lã de aço, a água é introduzida para arrastar as frações menos e não magnética. Este procedimento tem por objetivo obter um concentrado mais rico em Fe (Total). Em seguida, para retirar o ferro aderido às lãs de aço inox, elas são retiradas do campo magnético permanente e a remoção do ferro é efetuado com água, até a limpeza total da lã. Neste processo, são geradas duas frações: uma MAGNÉTICA (BX INT) e NÃO MAGNÉTICA (BX INT).

A fração NÃO MAGNÉTICA (BX INT) foi reprocessada no separador eletromagnético, com intensidade de 4.000 gauss. O princípio de funcionamento é similar ao descrito no item anterior; com uma diferença, ou seja, para descarregar o ferro não é necessário retirar a lã de aço, basta desligar o campo magnético e, em seguida, introduzir água para arrastar o ferro. Este processo gera duas frações: uma MAGNÉTICA (MÉDIA INT) e NÃO MAGNÉTICA (MÉDIA INT).

Para garantir que todo ferro seja recuperado a fração NÃO MAGNÉTICA (MÉDIA INT), foi repassada no separador eletromagnético, com intensidade de 11.000 gauss (máxima intensidade deste equipamento), gerando 02 frações uma MAGNÉTICA (ALTA INT) e NÃO MAGNÉTICA (ALTA INTENSIDADE).

Foram observados que, devido ao alto magnetismo dos minerais e quando submetido a um campo magnético de corrente contínua, os pólos elementares se alinham de acordo com as linhas de campo magnético (norte para sul) e ao desligar o campo magnético, os minerais magnéticos permanecem com este alinhamento de pólos, deixando uma carga residual de magnetismo (dipolo). Esta carga residual de magnetismo tende a formar aglomerados, que por sua vez arrastam partículas de quartzo.

Antes de passar para a segunda etapa de concentração por flotação, os produtos MAGNÉTICO (BX INT) + MAGNÉTICO (MÉDIA INT) + MAGNÉTICO (ALTA INT) foram submetidos às seguintes etapas de condicionamento:

- Desmagnetização > Foi montado um desmagnetizador com bobina de campo magnético de corrente alternada. Quando os produtos são submetidos à desmagnetização, os minerais com os pólos elementares alinhados passam a se alternar afastando-se gradativamente do campo magnético. Assim, o magnetismo residual é eliminado, liberando e dispersando as partículas, com condições de serem separadas.

- A polpa desmagnetizada foi submetida a um condicionamento com adição de solução de 10% de concentração de NaOH, até atingir um pH em torno de 12.

Após condicionamento, a polpa foi submetida à flotação, com adição de amido gelatinizado e rotação de 800 rpm. Foi introduzida uma quantidade mínima de ar para formar pequenas bolhas, que evita o arraste de magnetita. Nesse caso, a flotação tem por objetivo fazer flutuar as partículas de quartzo. Somente uma etapa de flotação foi considerada neste processo.

IV – Resultados obtidos

Como mencionado anteriormente, os resultados obtidos referem-se às amostras 224 Xisto Mole, 225A Xisto Duro e 225B BIF.

IV-1 – Etapa Separação Magnética.

Os resultados obtidos na separação magnética para a amostra 224 Xisto Mole encontram-se listados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados da separação magnética para a amostra 224 Xisto Mole.

Amostra 224 Xisto Mole					
Produtos	Peso(g)	% dist	% Fe(T)	Fe(cont)	% dist Fe
Mag-1 -600 # (2000gauss)	119,60	11,50	61,81	711,04	20,44
Mag-2 -200 # (2000gauss)	238,98	22,99	49,61	1.140,34	32,79
Mag-3 -600 # (4000gauss)	12,36	1,19	59,67	70,94	2,04
Mag-4 -200 # (4000gauss)	204,72	19,69	48,61	957,17	27,52
Mag-5 -200 e -600# (11000gauss)	7,41	0,71	44,19	31,50	0,91
Não Magnético	456,60	43,92	12,91	566,98	16,30
Totais	1.039,67	100,00	34,78	3.477,97	100,00
Produtos	Peso(g)	% dist	% Fe(T)	Fe(cont)	% dist Fe
Concentrados Mag-1,2,3,4 e 5	583,07	56,08	51,91	2.910,99	83,70
Não Magnético	456,60	43,92	12,91	566,98	16,30
Totais	1.039,67	100,00	34,78	3.477,97	100,00

Na intensidade de 2.000 gauss, ou seja, na condição de baixa intensidade magnética, recuperou-se 34,49% em peso, que corresponde a 53,23% de ferro contido, com um teor médio 53,68% de Fe(T). As frações não magnéticas (+2000 gauss), foram passadas a 4.000 gauss de intensidade magnética. Nesta condição, recuperou-se mais 20,88% de peso que corresponde a 29,56% de ferro contido, com um teor de 49,24% de Fe(T). Para garantir que o produto não magnético não apresente mais ferro recuperável, foi processado na intensidade máxima de 11.000 gauss, gerando mais 0,71% de massa com um teor de 44,19%, que corresponde a 0,91% de ferro contido.

A recuperação total de ferro recuperável foi de 56,08% de massa com um teor médio de 51,91% de Fe(T) e que corresponde a uma recuperação final de 83,70% de Ferro contido.

Por fim, foi obtido produto não magnético com teor final de 12,91% de Fe(T), para o qual deverão ser realizados novos estudos para verificar a presença de ferro recuperável, associado a quartzo.

Para a amostra 225A Xisto Duro, os resultados obtidos na separação magnética encontram-se na Tabela 2.

Fazendo-se a separação magnética com intensidade de 2000 gauss recuperou-se 22,68% em massa com um teor médio de 47,27% de Fe(T) que corresponde a 45,70% de ferro contido. A fração não magnética foi reprocessada a 4.000 gauss, obtendo-se uma recuperação de 26,44% de massa, com um teor médio de 31,11% de Fe(T) e que corresponde a 35,05% em ferro contido. A fração não magnética (4.000 gauss) foi repassada a 11.000 gauss, gerando massa adicional de 0,41% com um teor de 20,16% de Fe(T), que corresponde 0,35% de ferro contido.

A recuperação final somando-se as três passadas foi de 49,53% de massa com um teor médio de 38,42% de Fe(T) de massa e que corresponde a 81,09% de ferro contido. O produto não magnético final apresenta um teor de 8,79% de Fe(T).

Tabela 2: Resultados da separação magnética para a amostra 225A Xisto Duro.

Amostra 225A Xisto Duro					
Produtos	Peso(g)	% dist	% Fe(T)	Fe(cont)	% dist Fe
Mag-1 -600 # (2000gauss)	139,22	13,10	50,64	663,50	28,28
Mag-2 -200 # (2000gauss)	101,78	9,58	42,67	408,73	17,42
Mag-3 -600 # (4000gauss)	16,49	1,55	32,48	50,41	2,15
Mag-4 -200 # (4000gauss)	264,46	24,89	31,02	772,06	32,90
Mag-5 -200 e -600# (11000gauss)	4,31	0,41	20,16	8,18	0,35
Não Magnético	536,30	50,47	8,79	443,65	18,91
Totais	1062,56	100,00	23,46	2346,52	100,00

Produtos	Peso(g)	% dist	% Fe(T)	Fe(cont)	% dist Fe
Concentrados Mag-1,2,3,4 e 5	526,26	49,53	38,42	1.902,87	81,09
Não Magnético	536,30	50,47	8,79	443,65	18,91
Totais	1.062,56	100,00	23,47	2.346,52	100,00

Os resultados da separação magnética para a amostra 225 BIF estão reproduzidos na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados da separação magnética para a amostra 225 BIF.

Amostra 225B bif					
Produtos	Peso(g)	% dist	% Fe(T)	Fe(cont)	% dist Fe
Mag-1 -600 # (2000gauss)	163,72	15,35	59,94	920,00	21,94
Mag-2 -200 # (2000gauss)	198,88	18,64	56,13	1.046,54	24,95
Mag-3 -600 # (4000gauss)	46,94	4,40	58,11	255,72	6,10
Mag-4 -200 # (4000gauss)	270,69	25,38	52,25	1.325,95	31,62
Mag-5 -200 e -600# (11000gauss)	12,41	1,16	49,19	57,23	1,36
Não Magnético	374,03	35,07	16,78	588,39	14,03
Totais	1066,67	100,00	41,94	4.194,00	100,00

Produtos	Peso(g)	% dist	% Fe(T)	Fe(cont)	% dist Fe
Concentrados Mag-1,2,3,4 e 5	692,64	64,93	55,52	3.605,44	85,97
Não Magnético	374,03	35,07	16,78	588,39	14,03
Totais	1.066,67	100,00	41,94	4.193,84	100,00

Recuperou-se 33,99% em peso na intensidade de 2.000 gauss, com um teor médio de 57,85% de Fe(T) que corresponde a 46,89% de ferro contido. E mais 29,78% em peso, quando processado a 4.000 gauss, com um teor médio de 53,12% de Fe(T) e que corresponde a 37,72% de ferro contido. Por último, fazendo a separação magnética a 11.000 gauss, recuperou-se um adicional de 1,16% em massa com um teor 49,49% de Fe(T) e que corresponde a 1,36% de ferro contido. A recuperação final foi de 64,93% em massa, com um teor médio de 55,52% de Fe(T) e com 85,97% de recuperação de ferro contido. A fração Não magnética apresentou um teor final de ferro de 16,78% de Fe(T), para a qual novos estudos deverão ser realizados para verificar a presença de ferro recuperável, associado a quartzo.

É importante observar que foram recuperadas em média 26,98% de ferro contido na fração menor que 600 mesh (20 microns), indicando tratar-se de uma magnetita extremamente fina.

Comentários: A separação magnética a úmido não apresenta seletividade, mas é de suma importância para maximizar a recuperação, obtendo-se um pré-concentrado para em seguida, numa etapa posterior, efetuar o processo de limpeza (Cleaner). Com resultados

dos testes é possível determinar a rota de processo na etapa de separação magnética, que será dividida em duas etapas de separação magnética, ou seja, a primeira etapa, separação de baixa intensidade a 2.000 gauss e a segunda etapa a 6000 gauss.

IV-2 – Etapa Flotação.

Com os produtos da separação magnética de baixa e média intensidade foram efetuados testes de flotação em bancada, utilizando um flotador convencional, marca Denver.

Os produtos magnéticos 1, 2, 3, 4 e 5, das três amostras foram reunidos num único concentrado e utilizados para o teste de flotabilidade. A amostra foi condicionada com solução de NaOH a 10% de concentração até atingir um pH de 11. Após o condicionamento, foi adicionado o amido pré-gelatinizado até atingir um pH de 12. Em seguida, foram geradas bolhas minúsculas dando início à flotação do quartzo. Obteve-se um concentrado de ferro com teor de 69,72% de Fe(T), que é muito superior aos teores de ferro nos produtos magnéticos iguais a 51,91%, 38,42% e 55,52%, respectivamente para as amostras 224 Xisto mole, 225A Xisto duro e 225 BIF.

V – Processo Planta Piloto/Industrial

Pelos testes efetuados é possível projetar uma planta piloto/industrial. Que deverá ser composta com os seguintes equipamentos, conforme fluxograma do processo ilustrado na Figura 2.

01 – Moinho Impactor. Atualmente, os moinhos impactores estão substituindo os britadores primários e secundários e com uma grande vantagem na relação de níveis de redução de granulometria;

02 – Moinho de Barras. Este equipamento tem como objetivo receber o material do moinho impactor (20 a 30% menor que 30 mesh) e efetuar a redução até uma granulometria próxima de 100 mesh;

03 – Moinho de Bolas. Recebe a descarga do moinho de barras e reduz a uma granulometria inferior a 200 mesh;

04 – Separadores Eletromagnéticos a Úmido, com duplo rotor, sendo que no primeiro rotor a regulagem é de 2.000 gauss e no segundo rotor uma regulagem de 6.000 gauss;

05 – Espessador de Lamelas (Figura 3), é um equipamento que permite num espaço reduzido espessar a lama com uma porcentagem de sólidos de 80 a 83%;

06 – Flotador de Coluna, equipamento amplamente utilizado na flotação de sílica nas mineradoras de ferro. É necessário efetuar uma série de modificações para poder flotar materiais superfinos;

07 – Floculador magnético, tem como objetivo criar dipolo, alinhar os pólos elementares (Norte e Sul), provocando um magnetismo residual e conseqüentemente facilitar aglomeração destas partículas magnéticas.

VI – Considerações finais

Como se pôde observar, as amostras enviadas apresentam condições técnicas para a recuperação da magnetita, que é o mineral do minério de ferro. O beneficiamento deve incluir necessariamente as etapas principais de separação magnética e de flotação.

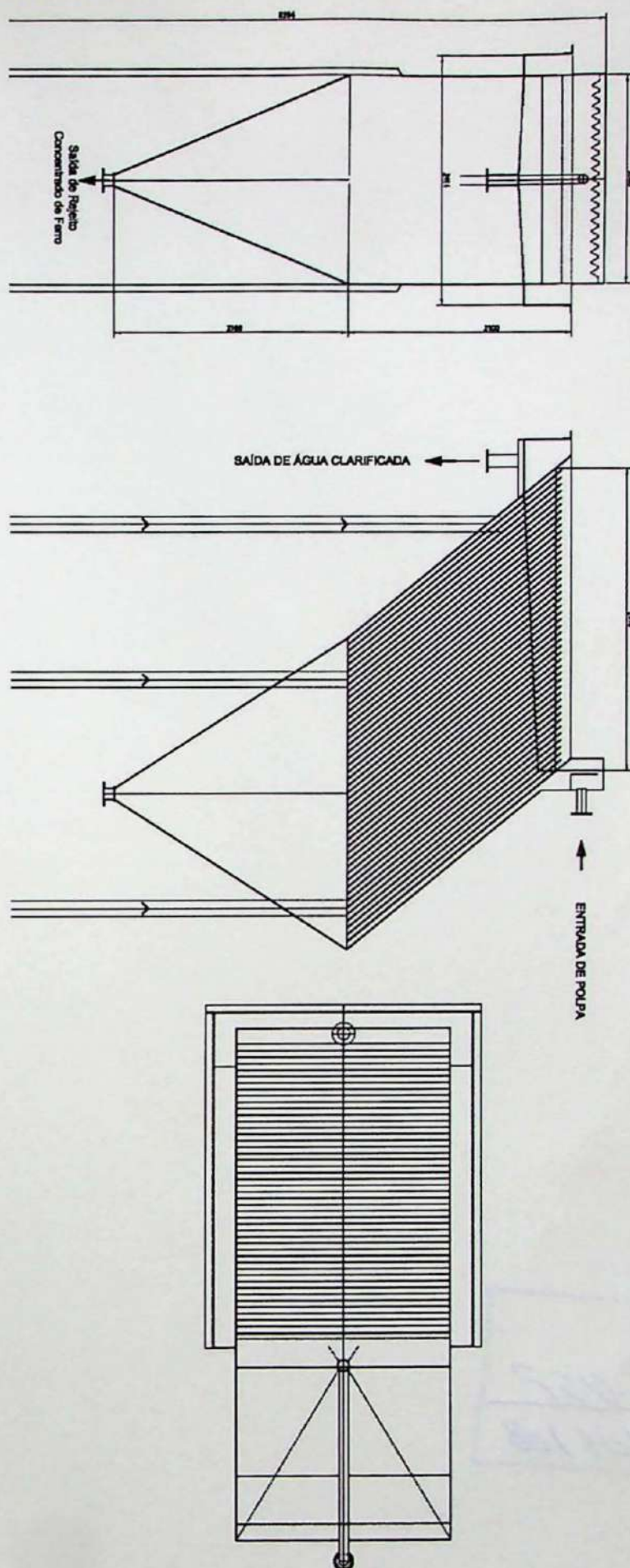


Figura 3: Desenho técnico do espessador de lamelas.

