

República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Recursos Minerais

**PROGRAMA DE AVALIAÇÃO GEOLÓGICO-ECONÔMICA
DE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA NO BRASIL.
*PIMA***

PROJETO PIMA-GO/TO/MT/MS

**FOSFATO DA SERRA DA BODOQUENA-
MATO GROSSO DO SUL**

Lorenzo J. E. Cuadros Justo

Superintendência Regional de Goiânia
Outubro 2000

EQUIPE TÉCNICA

Joffre V. de Lacerda Filho
Pedro S. Estevam Ribeiro
Gerentes de Recursos Minerais

Cipriano Cavalcante Oliveira
Supervisor

Lorenzo J. E. Cuadros Justo
Chefe do Projeto

PIMA - GO/TO/MT/MS

Geól. Lorenzo J. E. Cuadros Justo

Colaboração

Geól. Renato Sales de Andrade
Geól. Vergílio Augusto Radaelli
Geól. Paulo César Boggiani (UFMS)

Editoração final e impressão pela Superintendência Regional de Porto Alegre
Digitação/formatação: Giovani Milani Deiques
Coordenação: Geól. Luís Edmundo Giffoni

Informe de Recursos Minerais - Série Insumos Minerais Para Agricultura, nº 02

Ficha Catalográfica

C961 - Justo, Lorenzo J. E. C.

Fosfato da Serra da Bodoquena - Mato Grosso do Sul. - Goiânia : C-PRM, 1999.

1v.: il.; mapa (Informe de Recursos Minerais, Série Insumos Minerais para Agricultura, nº 02)

Programa de Avaliação Geológico-Econômica de Insumos Minerais para Agricultura no Brasil - PIMA

- 1 - Geologia Econômica: Fosfato
- 2 - Insumos Minerais para Agricultura
- 3 - Reconhecimento Geológico
- 4 - Prospecção por Escavações
- 5 - Prospecção Geoquímica de Solo

I - Título

II - Série

CDU 661.635.41

CDU 553.93

Sumário

1 – INTRODUÇÃO	1
2 – METODOLOGIA.....	3
3 – LOCALIZAÇÃO.....	4
4 – INFRA-ESTRUTURA.....	5
5 – ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....	6
6 – GEOMORFOLOGIA E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	7
7 – GEOLOGIA REGIONAL.....	8
8 – GEOLOGIA LOCAL.....	11
9 – RESULTADOS OBTIDOS.....	14
10 – CONCLUSÕES.....	28
11 – RECOMENDAÇÕES.....	29
12 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

ANEXOS:

- I Fosfato da Serra da Bodoquena - Mapa Geológico - escala 1:50.000
- II Fosfato da Serra da Bodoquena - Esboço Geológico da Área A - escala 1:5.000
- III Fosfato da Serra da Bodoquena - Esboço Geológico da Área B - escala 1:5.000

Lista de Figuras

- Figura 1 - Localização e infra-estrutura
- Figura 2 - Geologia regional do sudoeste de Mato Grosso do Sul
- Figura 3 - Sinopse estratigráfica do Grupo Corumbá
- Figura 4 - Esquema da distribuição das fácies na zona interna, em provável plataforma carbonática
- Figura 5 - Correlação entre geologia e mineralização de fosfato (fosforito)
- Figura 6 - Mapa de amostragem de solos
- Figura 7 - Mapa de distribuição de P₂O₅ no solo
- Figura 8 - Poços da trincheira T₃
- Figura 9 - Seção esquemática da trincheira T₄ e dos poços das extremidades SW e NE

Tabelas

- Tabela 1 - Resultados de análise de rocha
-

Apresentação

O Informe de Recursos Minerais objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades técnicas da CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados em diversos tipos de mapas, artigos bibliográficos, relatórios e estudos.

Em função dos temas abordados são distinguidas oito séries de publicações, abaixo relacionadas, cujas listagens são apresentadas ao fim deste Informe:

- 1) Série Metais do Grupo da Platina e Associados;
- 2) Série Mapas Temáticos do Ouro, escala 1:250.000;
- 3) Série Ouro - Informes Gerais;
- 4) Série Insumos Minerais para Agricultura;
- 5) Série Pedras Preciosas;
- 6) Série Economia Mineral;
- 7) Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projetos;
- 8) Série Diversos.

A aquisição de exemplares deste Informe poderá ser efetuada diretamente na Superintendência Regional de Goiânia ou na Divisão de Documentação Técnica, no Rio de Janeiro. Os endereços e e-mails correspondentes estão listados na contracapa.

1 - Introdução

Em fins de 1945, o Instituto de Tecnologia Industrial do Estado de Minas Gerais elaborou um plano de investigação geológica para localizar minerais básicos para fertilizantes, a fim de reverter a baixa produtividade agrícola da região.

A importação de fertilizantes naquele momento era impraticável e de difícil acesso ao nível médio dos agricultores. A descoberta de um depósito de fosfato em área com a necessária infraestrutura básica seria uma solução para o problema.

Djalma Guimarães (1946), encarregado da execução do programa, recorreu ao Mapa Geológico do Brasil elaborado em 1934, onde foram destacadas as regiões que seriam selecionadas para pesquisa de fosfato. As bacias sedimentares foram postas de lado, não só pelo caráter terrígeno, como pela “pobreza em fósseis”. Foram priorizadas, entretanto, as ocorrências de rochas vulcânicas da Mata da Corda (MG) e plutônicas de filiação alcalina que apresentaram elevados teores de fósforo, cálcio e potássio.

Em janeiro de 1946, Djalma Guimarães iniciou a pesquisa de fosfato na localidade de Barreiro, perto de Araxá, MG, em rochas ricas em apatita, que culminou na definição de uma jazida que hoje é uma das maiores minas de fosfato do Brasil.

Desta forma o Brasil iniciou sua produção de fosfato a partir de rochas alcalinas, embasado no nível de conhecimento geológico de seu território que se tinha naquela época.

São conhecidas atualmente três fontes naturais de fosfato:

- **Ígnea** - derivada de rochas alcalinas (carbonatitos) como as que ocorrem nas regiões de Catalão, Goiás, Araxá e Patrocínio, em Minas Gerais, Jacupiranga, em São Paulo e Anitápolis, em Santa Catarina, entre outras;
- **Guano** - constitui uma concentração de excremento de aves, como os existen-

tes na Ilha de Castilhos, em São Paulo ou nas ilhas do litoral do Perú;

- **Sedimentar Marinho** - seguramente a maior fonte de fosfato, encontrada em todos os continentes (exceto Antártica), desde o Arqueano até o Recente, respondendo por mais de 80% da produção de rocha fosfática no mundo, tendo portanto enorme importância econômica. No Brasil são conhecidos jazimentos deste tipo em Minas Gerais, Pernambuco, Bahia, e ocorrências importantes no Mato Grosso do Sul.

Um grande número de ocorrências de fosforito atribuído ao período compreendido entre o Neoproterozóico e o Cambriano, evidencia que este intervalo de tempo representa o maior evento de fosfogênese que teve lugar no planeta. Muitas das descobertas têm sido relativamente recentes e em termos de área potencial, para fosfato dessa idade, prevê-se que novas descobertas venham a ocorrer. Neste contexto existem áreas no Brasil que poderão ser exploradas, mas que por se encontrarem em regiões tropicais, as rochas sofreram um profundo processo de intemperismo com desenvolvimento de solos espessos e em alguns lugares densas florestas. Nessas áreas a prospecção é extremamente difícil; entretanto, os avanços do conhecimento geológico e das técnicas de pesquisa, nos últimos anos, têm permitido abrir novas perspectivas, facilitando a prospecção de depósitos de fosfato associados a sedimentos marinhos, nos estados de Minas Gerais, Goiás e Tocantins, nas rochas do Grupo Bambuí; Bahia, no Grupo Una e Mato Grosso do Sul, nas rochas do Grupo Corumbá, onde já são conhecidos jazimentos e ocorrências importantes, todos associados a metassedimentos de idade Neoproterozóica.

No Estado do Mato Grosso do Sul as primeiras notícias de fosfato no Grupo Corumbá datam de 1976, quando geólogos da DOCEGEO realizaram levantamento geoquímico na Serra da Bodoquena, sendo a partir destas informações que a CODESUL solicitou à CPRM trabalhos de pesqui-

sa na região em 1980. Os trabalhos ficaram restritos à abertura de trincheiras, perpendiculares a seqüências rítmicas pelíticas da Formação Tamengo, onde foram encontradas finas intercalações de fosforito, com características muito semelhantes às da jazida de Patos de Minas MG. Os resultados não foram animadores; e o teor médio encontrado foi de 5,95% de P_2O_5 e um volume inferido de aproximadamente 4 milhões de toneladas.

Em dezembro de 1996 a CPRM incluiu no seu Programa Plurianual para o triênio 97/99 sugestões de Projetos que estariam em consonância com a sua atual

linha de atuação, integrada no conceito de Geologia Social; entre eles constava a retomada da pesquisa de fosfato na Serra da Bodoquena.

Em abril de 1997 a CPRM, através do Programa de Insumos Minerais para Agricultura-PIMA, iniciou trabalhos de prospecção no Estado de Mato Grosso do Sul, na região da Serra da Bodoquena, nos metassedimentos do Grupo Corumbá de idade Neoproterozóica-Cambriana, onde foram encontradas importantes ocorrências de fosforito com teores acima de 30% de P_2O_5 , distribuídas longitudinalmente, numa faixa quase contínua, por mais de 5km.

2 - Metodologia

Na execução deste trabalho, adotou-se a sistemática estabelecida para este programa; e abrangeu as seguintes etapas:

- a) Pesquisa Bibliográfica.
- b) Reconhecimento Geológico Regional.
- c) Seleção de uma área de 51 x 23km para trabalhos de prospecção, em função da estratigrafia favorável e grande quantidade de ocorrências de fosfato.
- d) Na área selecionada efetuou-se a revisão dos dados geológicos do Projeto Bonito-Aquidauana, através da execução de perfis leste-oeste de 2 em 2km, e reinterpretação das fotografias aéreas, com ênfase na geologia estrutural.
- e) Prospecção geoquímica de solo em área piloto.
- f) Prospecção por escavações (trincheiras e poços).
- g) Análises químicas para P_2O_5 em 700 amostras.
- h) Outros óxidos (SiO_2 , TiO_2 , BaO , K_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Mn e PF) em 10 amostras.
- i) 20 análises petrográficas.

A equipe do projeto foi constituída por um geólogo e um motorista, e a execução deste trabalho teve uma duração de 2 anos.

3 - Localização

Este projeto, fosfato da Serra da Boquena, localiza-se no extremo sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul e os trabalhos de prospecção se limitaram a uma área defini-

da pelas coordenadas geográficas: 56°30'20" e 56°42'57" de longitude oeste e 20°39'03" e 21°06'08" de latitude sul, e abrange aproximadamente de 1173 km². (figura 1).

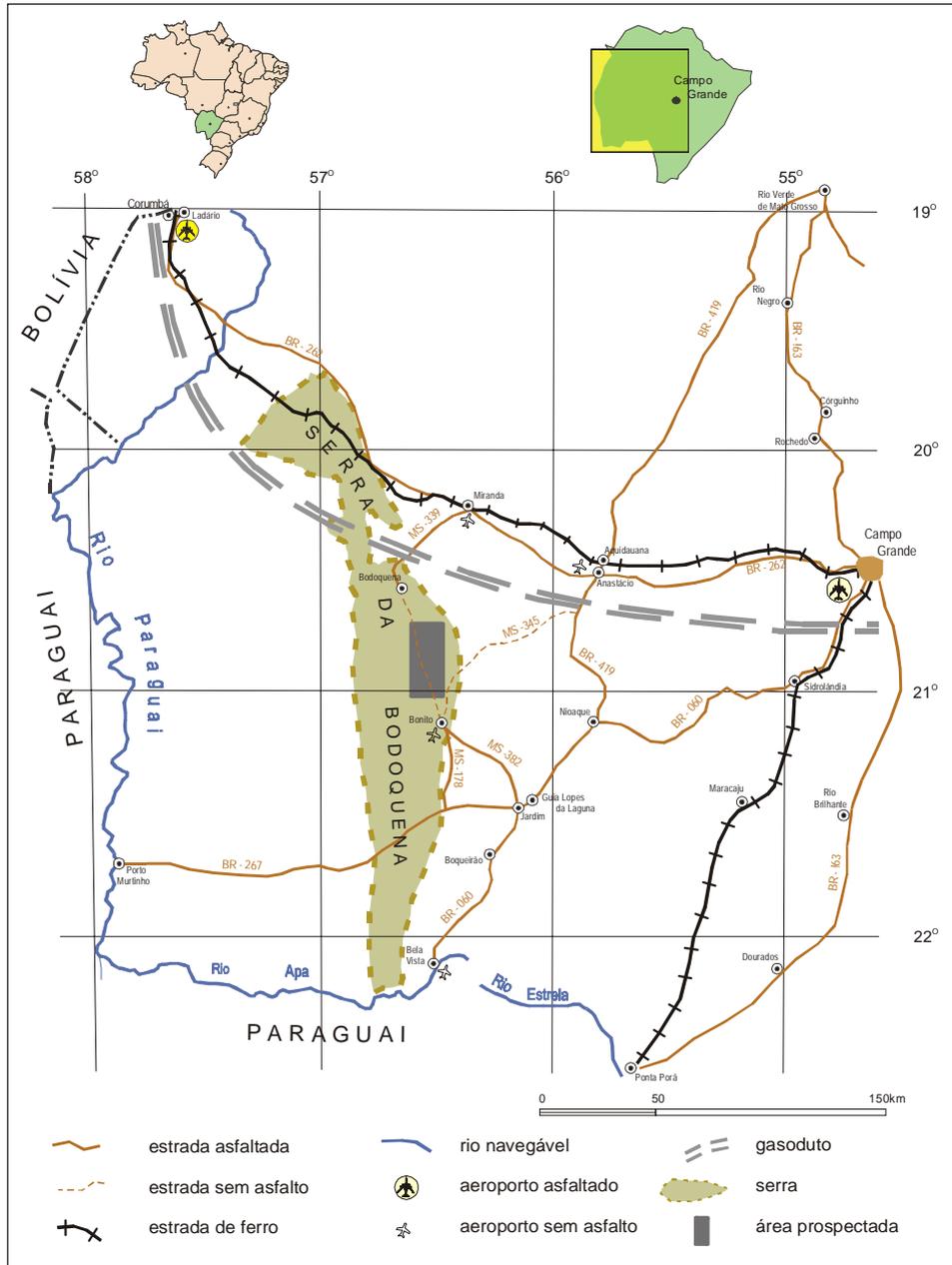


Figura 1 - Localização e infra-estrutura

4 - Infra-estrutura

O Estado de Mato Grosso do Sul possui uma boa infra-estrutura básica, referendada por expressivos sistemas rodoviários, ferroviários, fluviais e aéreos, além de um satisfatório sistema de comunicação via telefônica (DDD/DDI) e energia elétrica em todos os seus municípios.

O sistema viário da região é de boa qualidade, com estradas asfaltadas interligando as principais cidades, destacando-se as BRs-267, 163 e 262, asfaltadas. A primeira serve de escoadouro comercial para a região sul de Mato Grosso do Sul, ligando as cidades de Porto Murtinho (na divisa com Paraguai), Jardim e Dourado. Logo a norte de Rio Brilhante, na região conhecida por "entroncamento", a BR-267 cruza a BR-163, que, partindo de Porto Guaira, no Paraná, alcança Cuiabá, passando por Dourados, Rio Brilhante, Campo Grande e Rio Verde de Mato Grosso, possuindo direção N-S. Constitui o elo de ligação de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul com o oeste paranaense. A BR-262, que tem início em Vitória, no Espírito Santo, depois de atravessar os estados de Minas Gerais e Goiás, atinge a cidade de Corumbá, Mato Grosso do Sul, na fronteira Brasil-Bolívia.

O município de Bonito é servido pelas rodovias estaduais MS-345, MS-382 e MS-178, destas a MS-178 que parte da BR-267, nas proximidades de Jardim indo à cidade de Bodoquena, com asfalto até a cidade de Bonito (39km), é a mais importante porque atravessa a região onde se encontram as principais ocorrências de fosfato.

Esta região do Mato Grosso do Sul é cortada por um sistema ferroviário que faz a ligação de Três Lagoas-Corumbá, (trecho da estrada de Ferro Noroeste do Brasil), com um ramal subsidiário entre Indubrasil (Campo Grande) e Ponta Porã, constituindo-se também num elo de união com o sul do Brasil.

Deve-se a essa ferrovia o notável progresso sócio-econômico do centro-sul do

estado, representando ainda uma importante via de intercâmbio com as repúblicas do Paraguai e Bolívia.

A navegação fluvial assume também aspecto significativo na região onde se destaca o Rio Paraguai, como a principal via natural de comunicação interligando Corumbá às regiões sul e sudoeste do estado e aos países vizinhos da Bolívia e Paraguai.

O Estado do Mato Grosso do Sul também é servido por uma rede aérea comercial, onde empresas como a VASP e VARIG, interligam regularmente Corumbá e Campo Grande com São Paulo, Cuiabá e outras partes do Brasil, além de pequenas empresas de táxi aéreo que operam em diversas cidades da região, inclusive a cidade de Bonito.

Os aeroportos de Campo Grande, Corumbá e Ponta Porã possuem pistas pavimentadas, suportando operações de aviões de médio e grande porte, inclusive turbo-hélices e jatos puros. Os aeroportos de Aquidauana, Bela Vista, Jardim, Porto Murtinho e Bonito possuem pistas de terra compactada e encascalhada, permitindo operações de aeronaves de pequeno porte.

A comunicação telefônica pelo sistema DDD está implantada em todas as cidades do Mato Grosso do Sul e em grande parte da região existe em operação o sistema de telefonia rural, sendo raras as fazendas que não possuem um telefone.

O Mato Grosso do Sul está muito bem servido de energia elétrica, fornecida pela CESP e COPEL, com uma rede de linhas de transmissão distribuída satisfatoriamente em toda região.

Ultimamente foi concluído o trecho do Gasoduto Brasil-Bolívia, que corta o estado entre Corumbá e Três Lagoas, do leste para oeste, passando aproximadamente a 50km das ocorrências encontradas na região de Bonito.

5 - Aspectos Sócio-Econômicos

A economia do estado de Mato Grosso do Sul tem sido orientada principalmente para as atividades do setor primário.

Foi a pecuária a principal responsável pela sua expansão e desenvolvimento, entretanto, nos últimos anos, a agricultura tem-se desenvolvido consideravelmente, em bases modernas, com o aproveitamento das terras roxas da região da Serra de Maracaju, cujo polo principal é a cidade do mesmo nome.

Paralelamente ao crescimento da agricultura, verificou-se uma expansão dos núcleos urbanos, nos quais apareceram as primeiras atividades industriais, pouco diversificadas e com produção restrita, para abastecimento do mercado interno. Assim,

desenvolveu-se a fabricação de cimento, cal e calcário moído para corretivo de solos. A instalação de vários frigoríficos constituem exceções, já que possuem capacidade suficiente para exportar parte de sua produção. As reservas de rochas carbonáticas na Serra da Bodoquena são imensas, fato que junto com uma infra-estrutura rodoviária e ferroviária relativamente boa, garantem o abastecimento de pó calcário para corretivo de solo em todo o Estado do Mato Grosso do Sul, de plena vocação agropastoril.

As ocorrências de fosfato da Serra da Bodoquena, se devidamente avaliadas e quantificadas, poderão alavancar a produção de grãos e ativar todas as atividades ligadas à agroindústria no estado.

6 - Geomorfologia e Aspectos Fisiográficos

Á área trabalhada situa-se na Serra da Bodoquena, que está localizada no extremo sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, e estende-se como um longo e estreito planalto calco-dolomítico que se inicia ao sul, na região do Vale do Rio Apa, onde apresenta uma topografia baixa, em torno de 300m e sua extremidade norte coincide com as altas morrarias de calcário silicificado da Formação Bocaina, indo coalescer na planície pantaneira tanto a norte como para oeste. Na sua configuração longitudinal N-S possui 300km, e na transversal 40km, com altitudes de até 650m. A borda ocidental, sobretudo a norte, é escarpada chegando por vezes a atingir cerca de 300m de desnível, em relação às rochas do embasamento. A leste termina como um frontão serrano que, bruscamente ou em degraus, faz face às planícies dos grandes sinclinais e anticlinais da Zona Serrana Oriental.

Internamente ao planalto ocorrem inúmeras feições e formas de relevo cárstico, inerentes às rochas carbonatadas. São também expressivos os sumidouros de águas, cujo maior exemplo é o do Rio Perdido, que em vários trechos “desaparece” em grutas subterrâneas, ressurgindo em outros pontos ao longo da serra.

A região encontra-se submetida a um clima do tipo, Aw, segundo Galvão (1960), caracterizado por savanas tropicais, com verão úmido e inverno seco, com as precipitações anuais oscilando entre 1.000 a 2.000 mm, concentradas entre os meses de outubro a abril e no restante do ano as chuvas são fracas e raras.

As temperaturas médias mensais são superiores a 18° C e o mês mais quente é o que antecede ao período chuvoso. Em junho e julho ocorrem as temperaturas mais baixas, sendo comuns temperaturas mínimas absolutas inferiores a 0° C na Serra da Bodoquena.

A combinação entre clima e solo favoreceu o desenvolvimento de vários tipos de vegetação, tais como floresta tropical, cerrado e campos limpos, além do complexo do Pantanal, bosques chaqueanos e floresta caducifolia.

A Serra da Bodoquena situa-se dentro dos limites da Bacia do Rio Paraguai, merecendo destaques os rios Paraguai, Miranda, Aquidauana, Nabileque, Branco e Apa.

7 - Geologia Regional

A região do sudoeste do Mato Grosso do Sul está representada por um conjunto variado de rochas com idades que vão do Arqueano até ao Quaternário (**figura 2**).

O Complexo Rio Apa corresponde ao embasamento regional da área, sendo interpretado como uma extensão do Cráton Amazônico. Constitui parte de uma crosta sílica primitiva que evoluiu e sofreu remobilizações sucessivas nos eventos termotectônicos subseqüentes, caracterizado por ortognaisses de composição granítica com anfibolitos subordinados. O posicionamento crono-estratigráfico desses terrenos é impreciso, mas apesar das informações isotópicas pelo método Rb/Sr indicarem idades de 1.680 ± 30 e 1.250 Ma, interpretou-se que as rochas deste Complexo constituem o embasamento cristalino, são atribuídas ao Arqueano Indiviso e correlacionáveis ao Complexo Xingu (Silva *et al.*, 1974).

Em contato discordante sobre o Complexo Rio Apa assentam as rochas da Associação Metamórfica do Alto Tererê, Nogueira *et al* (1978), que é constituída predominantemente por quartzitos finos a médios, quase sempre silicificados e/ou micáceos, freqüentemente granadíferos, formando pacotes alinhados sob a forma de cristas no terreno e em finas lentes intercaladas em micaxistos. Estes variam composicionalmente de clorita xistos a muscovita-biotita xistos, a maioria com granada, chegando estas a perfazer até 50% da rocha. Ocorrem ocupando espaços compreendidos entre a Serra da Bodoquena e a planície do Pantanal, em cuja região também aflora em locais isolados, distribuídos em pequenas calhas ou depressões do Complexo Rio Apa, em aparente discordância estrutural.

Inexistem datações desses metassedimentos, observando-se neles impactos térmicos das intrusões dos granitos Alumiador do Mesoproterozóico, razão porque são interpretados como do Paleoproterozóico.

O conjunto pluto-vulcânico de natureza ácida, intrusivo nos metassedimentos

da Associação Metamórfica do Alto Tererê, foi redefinido por Godoi *et. al.* (1998) como Supersuíte Amoguijá, subdividida em Suíte vulcânica ácida Serra da Bocaina e Suíte Intrusiva Alumiador. A primeira é constituída pelos mais variados tipos de rochas vulcânicas ácidas, incluindo dacitos, riocitos, riolitos, rochas vulcanoclásticas, tufo, lapilitufos e brechas vulcânicas; a segunda é formada por rochas plutônicas ácidas comagmáticas às vulcânicas da Suíte Serra da Bocaina.

Araújo *et. al.* (1982) determinaram, para litótipos da Serra da Bocaina, isócronas Rb/Sr de referência, cujos resultados acusaram 1.650 ± 63 Ma (Rochas Vulcânicas) e 1.600 ± 40 Ma (granitóides). Foram em conseqüência, atribuídos ao estágio final do Paleoproterozóico e considerados representativos do grande evento magmático regional e, pelas idades isotópicas e semelhanças desses litótipos, correlacionados ao extenso magmatismo Uatumã da Plataforma Amazônica.

Em direção ao topo da coluna estratigráfica encontram-se os metassedimentos do Grupo Cuiabá, cuja idade foi considerada por muitos autores como Mesoproterozóica, entretanto estudos mais recentes posicionam os metassedimentos da faixa Paraguai no Neoproterozóico, incluindo neste intervalo as rochas dos Grupos Jacadigo, Corumbá e Alto Paraguai.

Predominam no Grupo Cuiabá quartzo-micaxistos, seguidos de filitos com intercalações de mármore, quartzitos, metaconglomerados e metabasitos.

O Grupo Jacadigo é constituído por uma seqüência sedimentar clástica, na base, e clasto-química, com intercalações de camadas de minério de ferro e manganês, no topo.

O Grupo Corumbá é constituído pelas formações Cadiueus, Cerradinho, Bocaina, Tamengo e Guaicurus e é interpretado como depositado em ambiente de margem continental passiva sujeita a res-

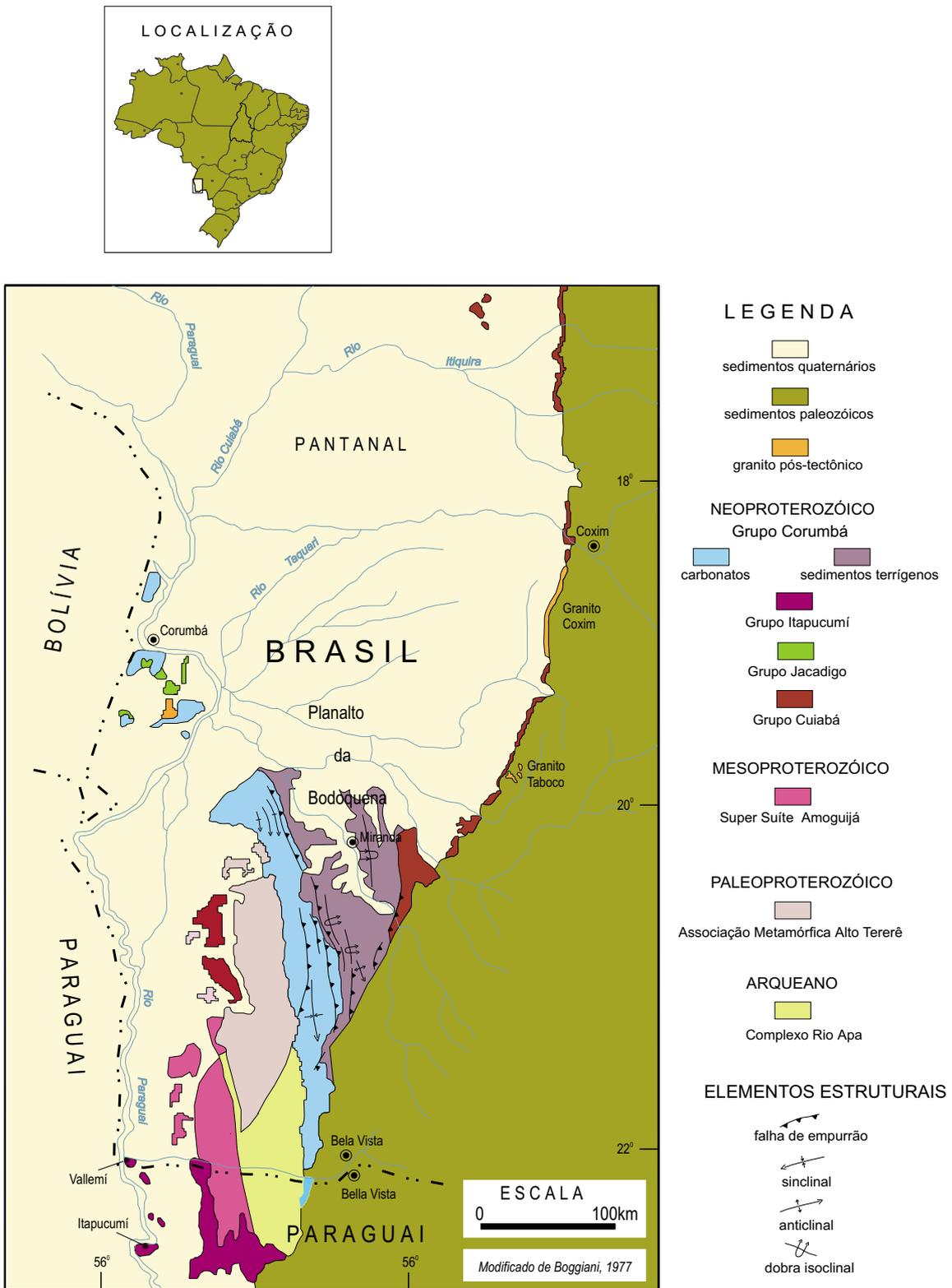


Figura 2 - Geologia regional do sudoeste de Mato Grosso do Sul

surgências marinhas e eventos fosfogenéticos (Boggiani 1990, Boggiani *et. al.* 1992, 1993, Boggiani & Coimbra 1996). Neste contexto, as associações estromatolíticas tidas como recifes de borda de plataforma (Boggiani *et. al.* 1996a) demarcariam o limite do paleocontinente (Cráton Amazônico), com um oceano a leste.

Boggiani (1997) propõe para o Grupo Corumbá a coluna estratigráfica contida na **figura 3**, em que apresenta uma análise paleoambiental da bacia Corumbá baseada na proposta de Almeida (1965), por se mostrar a mais adequada aos estudos faciológicos desenvolvidos, incluindo,

na base, a Formação Cadiueus com transição para a Formação Cerradinho.

O Grupo Alto Paraguai é constituído por rochas carbonáticas (Formação Araras) e clásticas (Formações Raizama e Diamantino).

O Paleozóico está representado pelos sedimentos da Bacia do Paraná que na área são predominantemente clásticos.

A Formação Pantanal abrange uma extensa área de sedimentos detríticos modernos, não litificados, cujo processo de sedimentação ainda se encontra em evolução.

	UNIDADE	SIMBOLOGIA	FÁCIES LITOLÓGICAS	AMBIENTE	IDADE
Grupo Corumbá	Formação Guaicurus		folhelhos, xistos e filitos	plataforma afogada	Neoproterozóico/Cambriano
	Formação Tamengo		<i>rudstones</i> com <i>cloudina</i> <i>oncoid rudstone</i> <i>oid rudstone</i> ritmicos (<i>mudstones</i> /folhelhos)* margas carbonosas <i>mudstones</i> calcíticos pretos <i>rudstones</i> com clastos arredondados brechas intraformacionais* quartzo-arenitos	evento transgressivo em borda de plataforma	
	Formação Bocaina		<i>psoid rudstones</i> rochas fosfáticas dolomitos estromatolíticos <i>mudstones</i> alternados com <i>siltos</i> <i>flakestones</i> <i>mudstones</i> dolomitos estratificados estromatólitos LLH	planície de maré e borda de plataforma sujeita a <i>upwellings</i> (ressurgências)	
	Formação Cerradinho		grainstones com laminações cruzadas folhelhos, margas e ardósias arenitos com lâminas de argilitos arcóseos finos a médios	retrabalhamento, em planície de maré, de borda de leque aluvial (fan-delta)	
	Formação Cadiueus		folhelhos roxos arcóseos grossos ortoconglomerados polimíticos	leques aluviais	
	Formação Puga		paraconglomerados	glacial	
	Embasamento		granito-gnaisses	cratônico	

modificado de Boggiani, P. C., 1997 * = rochas fosfáticas

Figura 3 - Sinopse estratigráfica do Grupo Corumbá

8 - Geologia Local

A área selecionada para trabalhos de prospecção geológica, está representada pelos sedimentos das Formações Puga, Cerradinho, Bocaina, Tamengo e Guaicurus. (**anexo I**) e os sedimentos da Formação Puga que ocorre a leste da área numa faixa aproximadamente N-S, que varia de 700m a 5km de largura, e também afloram em estreitas porções na parte central e oeste, correspondentes a núcleos de anticlinais.

Esta unidade é caracterizada, predominantemente, por paraconglomerados que apresentam matriz areno-siltico-argilosa, (80%), de cor cinza-escuro com tonalidades esverdeadas, mal classificada, e cimento ferruginoso, sem estratificação visível, contendo grânulos, seixos e calhaus, normalmente angulosos, de quartzo, quartzito, micaxisto, dolomito, gnaiss e granito, além de abundantes clastos arenosos finos, provenientes de camadas subjacentes da própria unidade.

Atribui-se origem glaciogênica aos sedimentos da Formação Puga que, segundo Alvarenga (1990) e Alvarenga & Trompette (1992), estariam relacionados à última glaciação do Proterozóico Superior, início do Vendiano - Glaciação Varanger (610-590 Ma).

Na área em estudo, com exceção da Formação Cadiueus, o Grupo Corumbá está representado por todas suas unidades lito-estratigráficas.

A Formação Cerradinho domina a região centro-oeste da área e é constituída por uma seqüência clástico-carbonática, formada pela alternância de arcóseos, arenitos, siltitos, folhelhos, margas, calcários e ardósias, com predominância de rochas carbonáticas para o topo.

A Formação Bocaina ocorre em toda a área, com exceção da porção nordeste, distribuindo-se tanto como restos sobre as unidades inferiores, como em camadas foliadas e dobradas numa faixa que vai do centro-norte até o sudeste da área. Corrêa *et. al.* (1976) consideraram esta Formação como constituída por uma seqüência de calcários e dolomitos, e a subdividiram em membros calcítico e dolomítico.

Boggiani (1997), na sua análise estratigráfica da Bacia Corumbá, fez um estudo faciológico de todas as unidades do Grupo Corumbá, sendo que pela sua importância na prospecção de fosfato transcreve-se a seguir a síntese das fácies da Formação Bocaina, onde se constata que os microfósforitos maciços foram depositados no topo, em ambiente de talude, sujeito a correntes ascendentes (*upwellings*) (**figura 4**). As três fácies do topo foram verificadas na Fazenda Ressaca, sendo que a fácies de psoides *rudstone* poderá ser usada como um guia para prospecção de fosfato, porque apesar de fina é persistente na área

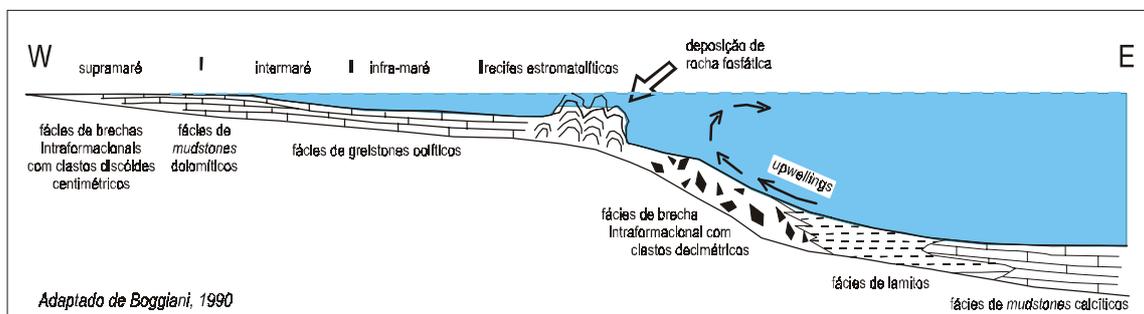


Figura 4 - Esquema de distribuição das fácies na zona interna, em provável plataforma carbonática

SÍNTESE DAS FÁCIES DA FORMAÇÃO BOCAINA

Fácies	Descrição	Estruturas Sedimentares	Ambiente de Deposição
<i>Psoid rudstones</i>	<i>Ooids</i> > 2 mm, córtex concêntrico		Costeiro (baixios oolíticos)
Rochas fosfáticas	Microfosforitos maciços, estromatólitos e laminações algáceas fosfatizados	Maciça e estromatolítica	costeiro sujeito a <i>upwellings</i>
Dolomitos estromatolíticos	laminações algáceas, estromatólitos bulbosos e colunares	maciça, laminada e estromatolítica	inframaré
Mudstones alternados com silexitos	camadas centimétricas de mudstones dolomíticos alternadas com camadas de silexito incolor	Estratificação plano-paralela	inframaré
<i>Flakestones</i>	brecha carbonática com clastos na forma de placas	placas imbricadas <i>tepees</i>	intra e supramaré
Mudstones dolomíticos estratificados	estratificação plano-paralela (1-2 cm de espessura)	Estratificação plano-paralela	inframaré
Estromatólitos LLH	espesso pacote basal de estromatólitos com laminação ligada lateralmente (LLH) formando pseudo-colunas		

Boggiani 1997

A Formação Tamengo ocorre na área selecionada na parte sudeste, nas proximidades da estrada que liga Bonito a Bodoquena e está representada, principalmente, por brechas intraformacionais e ritmitos.

As brechas são constituídas por clastos, em sua maioria, provenientes de rochas da Formação Bocaina, inclusive fosforito, o que as tornam também um guia para prospecção de fosfato. Afloram em forma quase contínua ao norte da cidade de Bonito até o córrego Olaria, constituem um extraordinário nível lito-estratigráfico,

que pode ser seguido descontinuamente até Corumbá. Os ritmitos são formados por intercalações centimétricas a milimétricas de argilitos, folhelhos carbonosos e algumas vezes microfosforito. Essas rochas apresentam características muito semelhantes ao minério de fosfato de Patos de Minas, (MG), e foram investigados pela CPRM, que realizou pesquisa de fosfato para a CODESUL (Luz *et. al.* 1980).

Boggiani (1997) subdividiu a Formação Tamengo em 9 fácies com características peculiares conforme quadro a seguir.

SÍNTESE DAS FÁCIES DA FORMAÇÃO TAMENGO

Fácies	Descrição	Estruturas Sedimentares	Geometria do Corpo	Ambiente
Rudstones com Cloudina	Fósseis de <i>Cloudina</i>	Maciça	camadas métricas	baixio sujeito à ressedimentação
Oncoid rudstones	oncoids de 2 a 4mm de diâmetro	Maciça	camada de 5m de espessura	baixio sujeito à ressedimentação
oid grainstones	oids e fósseis de Cloudina	Maciça	camadas métricas	baixio oolítico (oid shoal) sujeito à ressedimentação
Ritmitos	pares rítmicos de <i>mudstones</i> e folhelhos carbonosos, intercalação de camada de microfósforo, ocorrência de <i>Corumbella</i>	Estrutura interna maciça	camadas decimétricas	água profunda - hemipelágica para os folhelhos e periplataformal para os carbonatos (turbidito distal)
Margas carbonosas	micrita e matéria orgânica	Laminação plano-paralela	camadas métricas	água profunda (pelágico)
Mudstones calcí-ticos pretos	micrita	Maciça	camadas decimétricas a métricas na faixa de dobramento	águas de baixa energia: lagunar ou água profunda
Rudstones com clastos arredondados	clastos arredondados centimétricos de carbonatos	Granodecrescente	camada de 10 m	ressedimentação em talude
Brechas intraformacionais	Clastos de tamanhos e litologias diversas	Maciça e gradacional	cuneiforme	talude
Quartzo-arenitos	grãos arredondados de quartzo, esféricos e bem selecionados	Maciça	camadas com 10 m de espessura e extensa continuidade lateral	borda de plataforma com retrabalhamento eólico

Boggiani 1997

A Formação Guaicurus compreende um espesso pacote de sedimentos pelíticos do topo do Grupo Corumbá. Ocorre na região nordeste da área trabalhada e está represen-

tada por xistos e filitos, produtos de metamorfismo dos folhelhos originais. Estas rochas foram descritas como pertencentes ao Grupo Cuiabá por Nogueira *et. al.* 1978.

9 - Resultados Obtidos

Os trabalhos de prospecção foram iniciados com um reconhecimento dos locais pesquisados pela CPRM em 1980, verificando-se que os sítios selecionados para pesquisa estavam localizados na posição mediana da Formação Tamengo, correspondendo à fácies de ritmitos que representam camadas centimétricas de **mudstones** calcíticos pretos, alternados com folhelhos carbonosos, ocorrendo também intercalações de camadas milimétricas a centimétricas de microsforito maciço. As características físicas desta rocha são muito semelhantes às apresentadas pelo

minério de fosfato de Patos de Minas, em Minas Gerais e correspondem aos fosforitos plataformais que são depositados dentro ou bordejando áreas cratônicas e são geralmente associados a sedimentos terrígenos. Embora, às vezes, se distribuam através de dezenas ou centenas de quilômetros quadrados e tenham vários metros de espessura, geralmente apresentam baixos teores de P_2O_5 e altos teores de Al_2O_3 , como observado na amostra LC-29 colhida na Fazenda Oriente, em local pesquisado pela CPRM em 1980 (**tabela 1**).

AMOSTRAS (LC-R)	COORDENADAS (E/N)	P_2O_5 (%)	SiO_2 (%)	YiO_2 (ppm)	Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	PF (%)	BaO (%)	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Mn (ppm)
29	543584 7685158	6,53	64,80	0,65	2,86	8,80	3,60	0,52	0,17	2,10	1,66	75
126K	541210 7700000	20	27,4	0,93	4,26	8,52	6,55	<0,10	1,30	24,8	0,73	1.160
126N	541210 7700000	16,61	29,1	1,14	5,80	11,7	9,30	<0,10	1,26	19,2	0,85	605
126Q	541210 7700000	18,8	28,5	0,93	4,52	9,37	7,20	<0,10	1,05	22,8	0,60	845
126R	541210 7700000	28,4	20,4	0,61	2,67	4,52	4,25	<0,10	0,49	34,8	0,33	1.625
127B	541111 7700041	20,9	31,9	0,56	2,44	4,93	5,65	<0,10	<0,10	28,1	0,21	185
127C	541111 7700041	8,36	55,7	0,86	3,79	8,52	7,25	<0,10	<0,10	11,6	0,23	186
55B	541921 7695946	41,10	0,70	785	0,51	0,64	1,20	<0,10	<0,10	52,5	0,11	172
65A	541210 7700000	40,30	5,80	571	0,51	0,42	1,50	<0,10	<0,10	49,7	0,08	350

Tabela 1 – Resultados de análise de rocha

Boggiani (1990) adaptou a distribuição das diferentes fácies sedimentares do Grupo Corumbá ao modelo proposto por Kazakov (1937) (**figura 4**), colocando em evidência um histórico geológico deposicional que ajudou no entendimento da origem dos fosforitos desta região.

As brechas intraformacionais da base da Formação Tamengo, marcam bem a borda da plataforma e sua proximidade com as camadas de fosforito de topo da Formação Bocaina, das quais contêm frequentes clastos angulosos, subcentimétricos a centimétricos, de rochas carbonáticas, fosforitos e grãos de quartzo, soldados num cimento micrítico cinza escuro, (**fotos 1 e 2**). Ocorrem em forma descontínua ao longo da rodovia Bonito-Bodoquena, na Pedreira Laginha, em Corumbá (MS) e em Porto Morrinhos, no rio Paraguai, confirmando a grande extensão da borda do

talude da paleoplataforma, onde os processos de fosfatização teriam predominado.

Várias amostras provenientes desta fácies, constituídas de intraclastos carbonáticos (predominante) e fosfáticos em matriz micrítica dolomitizada, com muito pouco quartzo e traços de oncólitos estromatólitos, apresentaram os seguintes resultados analíticos:

Nas amostras LC-11 (Fazenda Machadinho) e LC-26 (Córrego Olaria), situadas ao longo da Rodovia Bonito-Bodoquena, foram obtidos teores de 3,76% e 9,20% de P_2O_5 respectivamente, enquanto na LC-32, Pedreira de Laginha em Corumbá, resultou 3,30% P_2O_5 .

A partir da definição dessa fácies fosfatada e seu ambiente de deposição, partiu-se para a execução de perfis leste-oeste, perpendiculares à faixa de talude:



Foto 1 - Brecha intraformacional da base da Formação Tamengo, contendo intraclastos carbonáticos e fosfáticos em matriz micrítica dolomitizada. Pedreira Laginha, Corumbá.



Foto 2 - Brecha intraformacional composta de intraclastos de rochas carbonáticas e fosfáticas, imersos numa matriz micrítica, pertencente à Formação Tamengo (base). Córrego Olaria, Chácara Nova Alegria, estrada Bonito - Bodoquena, município de Bonito.

Num destes perfis, (**anexo III**), paralelo ao limite norte da Fazenda Ressaca com a Fazenda Primavera, foi encontrado um afloramento de fosforito com extensão aproximada de 15 m, apresentando as seguintes características: rocha de cor preta, (marrom com manchas cinza azuladas na superfície alterada), dura, maciça, às vezes com estratificação incipiente, e textura amigdalóide, fratura conchoidal, (**foto 3**).

Estudos da difração de raios X para identificação mineralógica do fosfato determinou tratar-se de um mineral do grupo da apatita, provavelmente fluorapatita ou hidroxiapatita.

Análise química da amostra LC-65 (Fazenda Ressaca) revelou teores elevados de P_2O_5 (**tabela 1**).

Este afloramento da Fazenda Ressaca encontra-se em região bastante arrasada, dentro de uma faixa onde predominam, aleatoriamente, blocos e matacões de brecha intraformacional e de rocha constituída exclusivamente de psóides (**foto 4**), demarcando o topo da Formação Bocaina. Também foi identificado outro afloramento de fosforito 150 m para oeste, de pequenas dimensões e com as mesmas características do anterior.

No sentido de melhorar a exposição desses corpos, foram abertas duas trincheiras, T₁ e T₂, próximas a cada um

dos afloramentos, paralelas entre si, e com direção leste-oeste.

Trincheira T₁: Está localizada junto ao corpo aflorante, um pouco a leste, (**anexo III**), tem comprimento de 27 metros e profundidade de até 1,20 m (**fotos 5 e 6**). Uma das informações novas fornecidas pela escavação é a presença de argilito maciço que se comporta como encaixante da camada de fosforito, que se encontra dobrada em suaves ondulações na parte média da escavação, mas na parte oeste mergulha abruptamente 45° para oeste.

Foi realizada amostragem de canal no fundo da trincheira e os resultados das análises estão apresentados na **figura 5**.

Na tentativa de conhecer a espessura da camada de fosforito, foi executado um poço com 3 m de profundidade, sem conseguir atingir a base. O intervalo atravessado é constituído de fosforito preto com muitas fraturas preenchidas com argila. A estratificação incipiente observada na parede da trincheira não mais foi vista depois do primeiro metro devido a seu aspecto brechoidal causado pelas fraturas. A amostragem de canal executada de metro em metro, com muita contaminação de argila, forneceu um teor médio de 18,5% de P_2O_5 .

Trincheira T₂: Localizada 150 m a oeste da T₁, tem comprimento de 6 m e profundidade em torno de 1,20 m. Nela aparece um corpo de fosforito preto, (**fotos 7 e 8**),

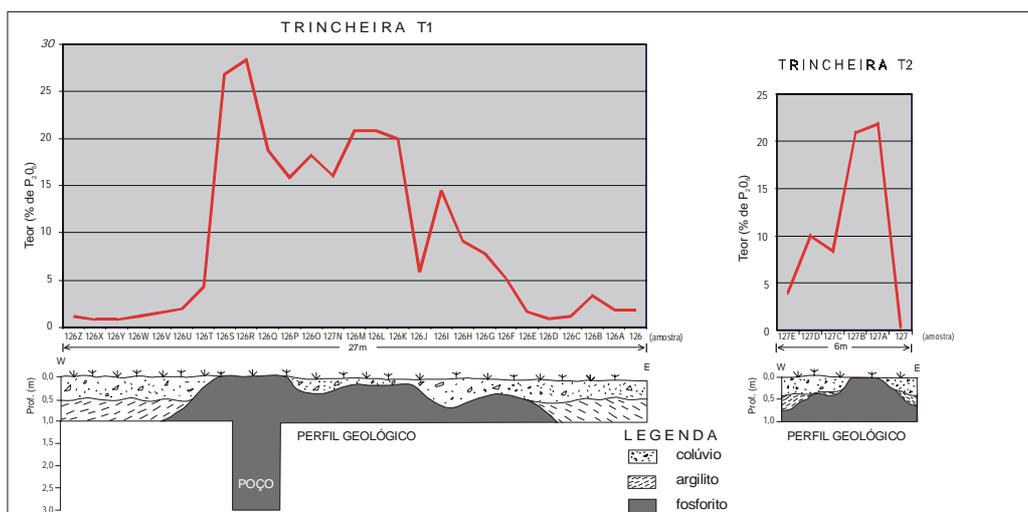


Figura 5 - Perfis geológicos e teores de P_2O_5 (%) mostrando a correlação entre geologia e mineralização de fosfato (fosforito), nas trincheiras T₁ e T₂ - limite norte da Fazenda Ressaca com a Fazenda Primavera.



Foto 3 - Afloramento de fosforito no limite das fazendas Ressaca e Primavera, Bonito.

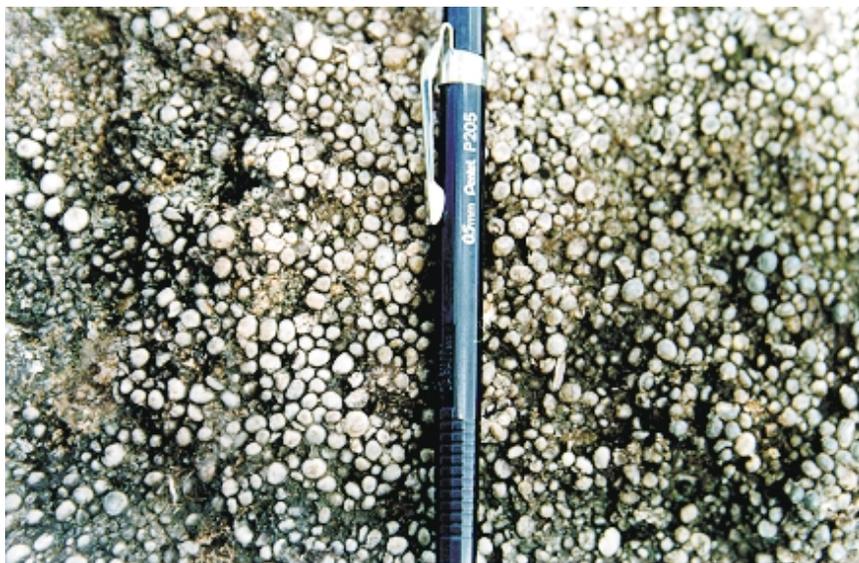


Foto 4 - Psóides do topo da Formação Bocaina, no limite norte da Fazenda Ressaca, com a Fazenda Primavera, próximo da trincheira T₁.



Foto 5 - aspecto do trabalho de abertura de trincheiras, aparecendo à centro-esquerda bloco de calcário em posição caótica à frente de camada de fosforito, que aparenta mergulhar para oeste, posição espacial confirmada nas exposições proporcionadas pela Trincheira T1.



Foto 6 - Camada de fosforito mergulhando, aparentemente, para oeste. Detalhe do centro da foto anterior.



Foto 7 - Em primeiro plano, camada de fosforito mergulhante de 40° para leste, a frente de blocos de calcário aleatoriamente posicionados.

Foto 8
Bloco de calcário (branco, em primeiro plano) inserido em camada de fosforito. Detalhe da foto anterior.



capeado por argilito e mergulhando 45° para leste. Os resultados de análise da amostragem de canal são apresentados na **figura 5**.

GEOQUÍMICA DE SOLO : Com o objetivo de constatar a distribuição dos teores de P_2O_5 no ambiente secundário, efetuou-se uma amostragem sistemática de solo, numa área de 160 m x 500 m, (**figura 6**), potencialmente favorável, que inclui as trincheiras T_1 e T_2 . Foram coletadas 240 amostras a uma profundidade de 1 m, em intervalos de 6 m, em linhas leste-oeste, e espaçadas de 50 m, sendo que as linhas limítrofes do norte e do sul acham-se separadas de 100m das vizinhas. O resultado foi um mapa de isoteores com variação de 0,0 a 5,78% de P_2O_5 , (**figura 7**).

Os resultados de P_2O_5 no solo, permitiram individualizar 3 halos anômalos bem definidos:

- 1ª ordem de 2,94% a > 5,78% de P_2O_5 ;
- 2ª ordem de 1,15% a < 2,94% de P_2O_5 e
- 3ª ordem de 0,61% a < 1,15% de P_2O_5 .

Este conjunto aponta para duas faixas, aproximadamente norte-sul, que podem estar associadas às rochas fosfóricas dispostas em dobras antiforrais com suas charneiras semi-aflorentes ou próximas à superfície a refletir as anomalias detectadas, que guiarão os futuros trabalhos de prospecção.

Ocorrência de Fosforito na Fazenda Ressaca/Sede: Boggiani (1990) descobriu numa cascalheira próxima à sede da Fazenda, um banco de estromatólitos tipo colunares, (**foto 9**), reunindo blocos de material poroso de cores preta e branca com estratificação incipiente. Em seções delgadas este material revelou tratar-se de microfósforo laminado com teores de 35 a 40% P_2O_5 , obtidos a partir das análises químicas. Observou-se também que parte destes fosforitos era constituída por estruturas estromatólíticas, e parcialmente com aspecto brechoidal com clastos de microfósforo.

Trincheira T_3 : Durante os trabalhos de prospecção foi aberta, na Fazenda Ressaca, em local próximo à sede, uma trincheira, T_3 , localizada a 4,5 km ao sul da trincheira T_1 , com direção leste-oeste, de 130 m de comprimento e profundidade

variando de 0,0 a 2,0 m. Sua localização, na encosta de uma colina, prejudicou a obtenção de informações, pois o material escavado é constituído por elúvio e colúvio; entretanto foi verificada a existência de alguns fragmentos de fosforito de tamanhos variáveis de centímetros a metros que apresentaram teores de P_2O_5 de 38%. Foi tentada a elaboração de uma seção geológica, sem resultado.

Poços na Trincheira T_3 : Partindo do extremo oeste da trincheira foram abertos 3 poços a 40 m; 80 m e 107 m respectivamente. (**foto 10**).

O primeiro teve profundidade de 2,60 m, num colúvio constituído por seixos, de tamanhos diversos de calcário, dolomito e fosforito preto, com matriz areno-argilosa. Apresentou teor médio de 24,6% de P_2O_5 .

O segundo poço, com profundidade de 2,5 m, apresentou de 0,0 a 0,5 m - colúvio cor preta com abundante matéria orgânica e seixos de fosforito preto, calcário e dolomito inseridos num material areno-argiloso com teor de 20,9% de P_2O_5 . A partir de 0,5 m a 1,80 m ocorre colúvio com menos matéria orgânica, cor marrom clara, com abundantes seixos decimétricos de calcedônia, calcário e fosforito imersos num solo de textura areno-argilosa. Neste intervalo foram encontrados seixos de fosforito bem rolados, indicando longo transporte, com teor médio de 10,8% de P_2O_5 . No intervalo de 1,80 m a 2,20 m aparece um grande bloco de fosforito preto incrustado numa das paredes do poço com teor de 30,00% de P_2O_5 . De 2,20 m a 2,50 m o colúvio passa para um material areno-argiloso, muito friável, com raros seixos centimétricos de calcedônia e fosforito preto, seguido por um material esponjoso, menos friável, marrom avermelhado com tons cinzas, com teor de 24% de P_2O_5 .

O último poço, com 2,5 m de profundidade, atravessou um material bastante homogêneo, constituído por concreções ferruginosas botroidais de 1 a 3cm, formadas de material arenoso mal classificado com grãos de quartzo arredondados e em menor quantidade um material branco argiloso. Também são observados raros fragmentos de fosforito preto dispersos em matriz argilo-arenosa (**figura 8**).



Foto 9 - Estromatólitos colunares da Fazenda Ressaca.



Foto 10 - Vista panorâmica da Fazenda Ressaca e aspecto da Trinchira T3.

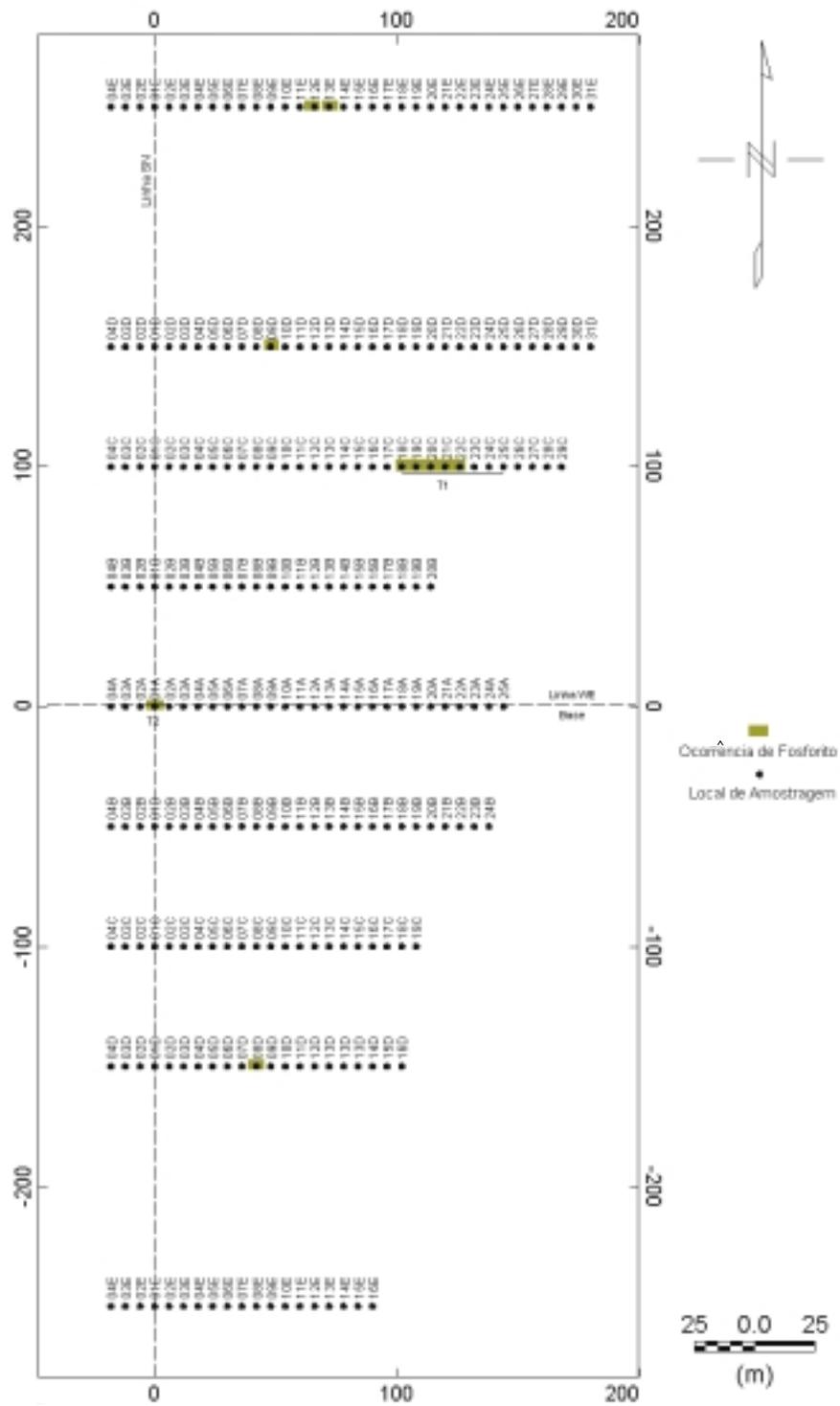


Figura 6 - Mapa de amostragem de solos

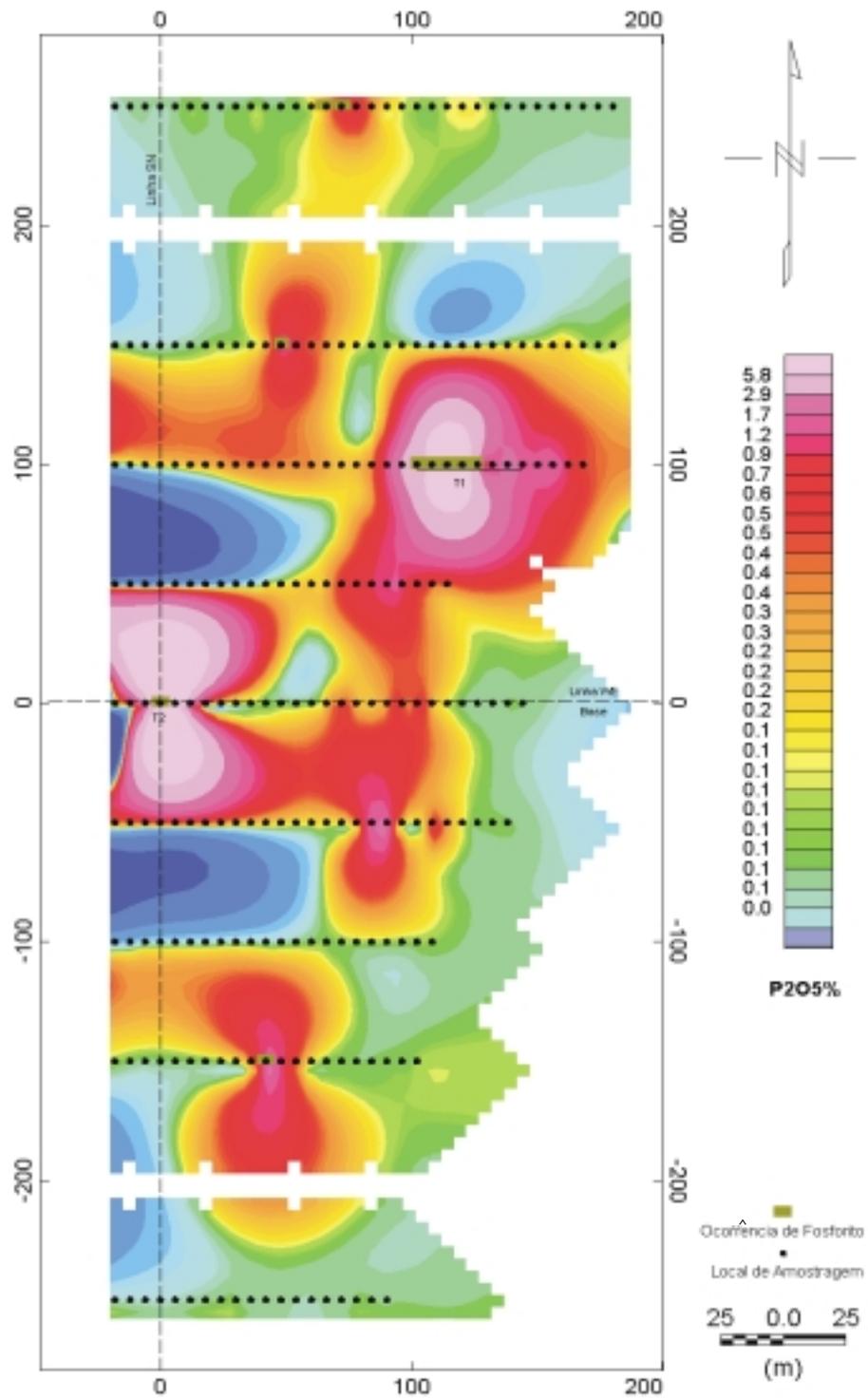


Figura 7 - Mapa de distribuição de P_2O_5 no solo

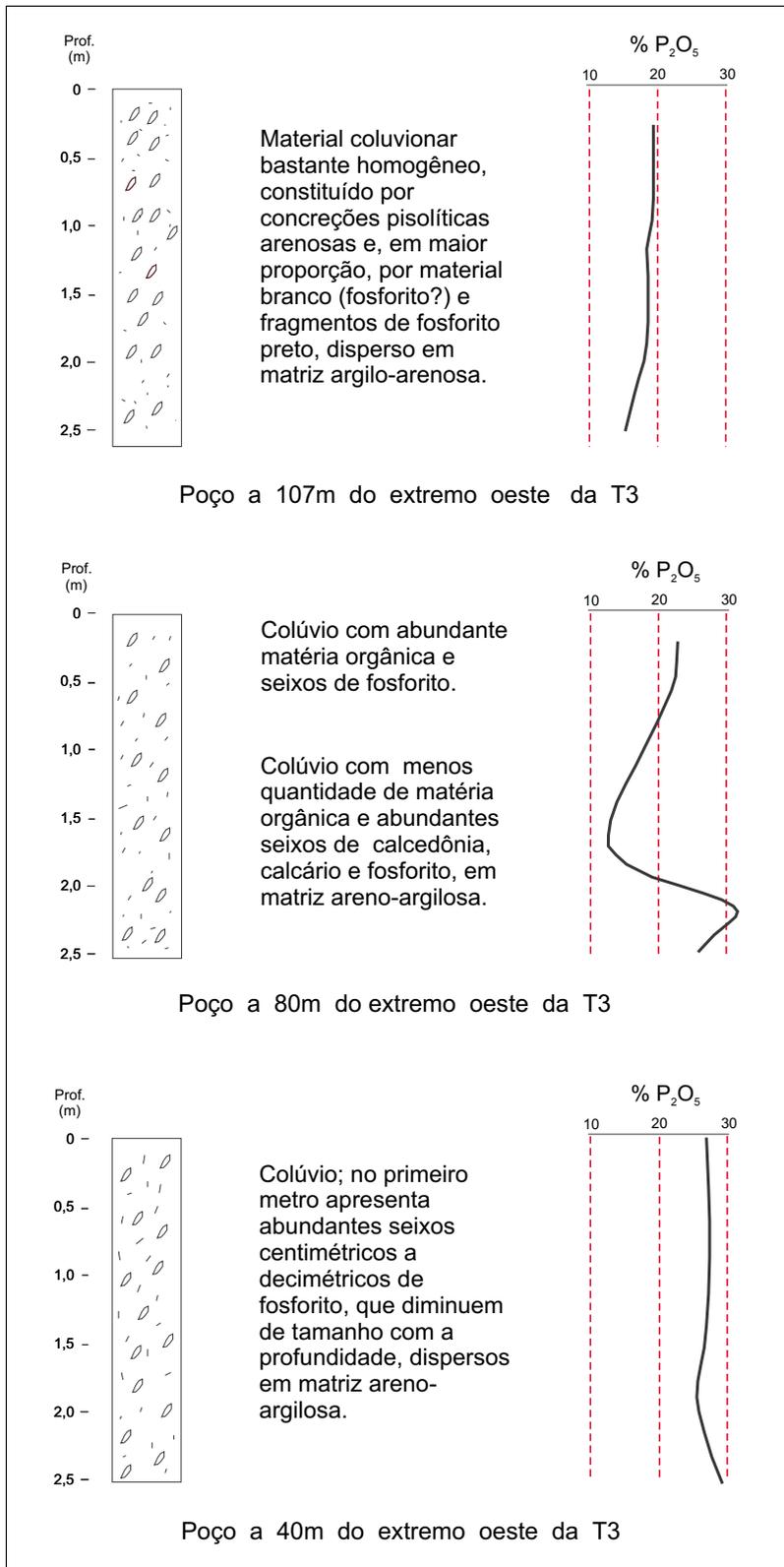


Figura 8 - Poços da trincheira T3, Fazenda Ressaca

Outras Ocorrências - Fazendas

Ressaca e Pitangueiras: Trezentos metros a sul da ocorrência anterior foram encontrados afloramentos e/ou blocos de fosforito, que balizam, aproximadamente, o rumo de uma camada ao longo de 1 km, passando pelas Fazendas Ressaca, “Seita Coré” até a Fazenda Pitangueiras. Esse alinhamento corresponde à crista de uma dobra na qual foi aberta uma trincheira, (**anexo II**).

Trincheira T₄: Apresenta direção N30W com comprimento de 30 m e profundidade variável de 0,40 m a 1,0 m. Esta trincheira mostrou uma camada de fosforito de cor marrom com aspecto brechoidal, apresentando estratificação e textura amigdalóide, constituído essencialmente por estruturas ovais a sub-arredondadas sub-milimétricas, matriz argilosa e cimento carbonático (**fotos 11 e 12**). A camada apresenta-se dobrada em ondulações suaves com mergulhos que variam de poucos graus até 40° para SW. A dureza da rocha impediu aprofundar a trincheira, motivo pelo qual concentraram-se os esforços na abertura de dois poços, um em cada extremo, (**figura 9**).

Poço NW: este poço tem profundidade de 3,0 m e apresentou o seguinte perfil: de 0,0 a 0,5 m - na parede leste do poço aparece um calcário cinza claro, muito duro, com intercalações centimétricas de microbrecha fosforítica (**foto 13**), nas outras paredes e no mesmo nível, aparece um colúvio com abundante matéria orgâni-

ca, seixos e blocos do próprio minério que passam para a camada alterada de fosforito. Teor de 21,4% de P_2O_5 . De 0,5 a 1,70 m - Camada de minério tipo microbrecha, cor marrom acinzentada, bem estratificada, textura amigdaloidal, cortada por fraturas subverticais e bastante homogênea em todo o intervalo, atitude N40E/35° SE, apresentou teor médio de 36,2% de P_2O_5 . De 1,70 a 2,5 m - Rocha preta, bastante dura, porosa (amigdalóide), fratura conchoidal, maciça com estratificação incipiente, muito silicosa (chert), (**foto 14**). Esta rocha é semelhante ao minério da trincheira T₁, e apresenta teor médio de 38,4% de P_2O_5 . A partir de 2,5 a 3,0 m tem-se calcário cinza claro, maciço, compacto, duro, com textura muito fina e às vezes estrutura brechóide. Teor de 25,6% de P_2O_5 .

Poço SE: A profundidade também foi de 3,0 m. Entre 0,0 a 0,5 m – Colúvio com bastante matéria orgânica contendo seixos de fosforito. Teor de 20,9% de P_2O_5 . No intervalo de 0,5 a 1,25 m – Fosforito preto tipo chert, muito poroso. A camada atravessada apresenta atitude N30E/40°SE com teor médio de 27,1% de P_2O_5 . De 1,25 a 2,50m atravessou-se material friável de composição areno-argilosa com fragmentos de fosforito preto, com teor médio de 35,25% de P_2O_5 . De 2,5 a 3,0 m – material friável areno-argiloso com lentes de material branco, silicoso. No fundo do poço calcário cinza médio, muito duro, maciço, teor de 9,0% de P_2O_5 .

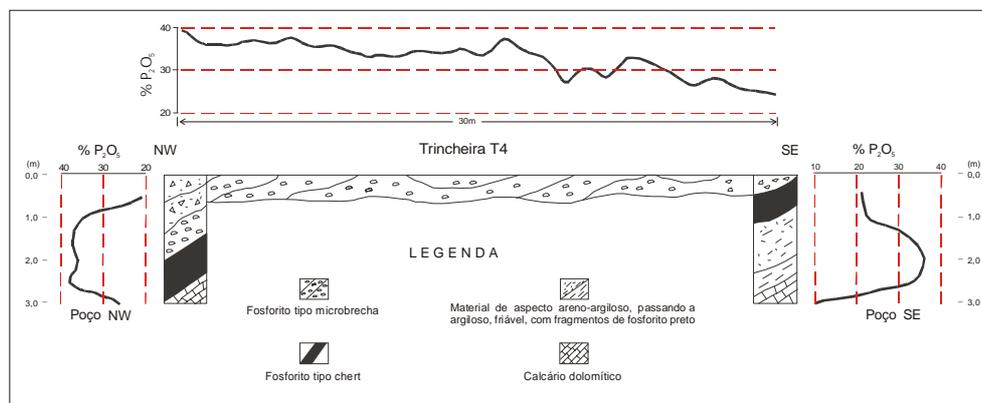


Figura 9 - Seção geológica esquemática e variações dos teores de P_2O_5 (%) da trincheira T₄ e dos poços das extremidades SW e NE, na Fazenda Ressaca.



Foto 11 - Aspecto das escavações da Trincheira T4, na Fazenda Ressaca.



Foto 12 - Camada de fosforito, tipo microbrecha, na Trincheira T4.



Foto 13 - Aspecto do fosforito, tipo microbrecha, quando inalterado.

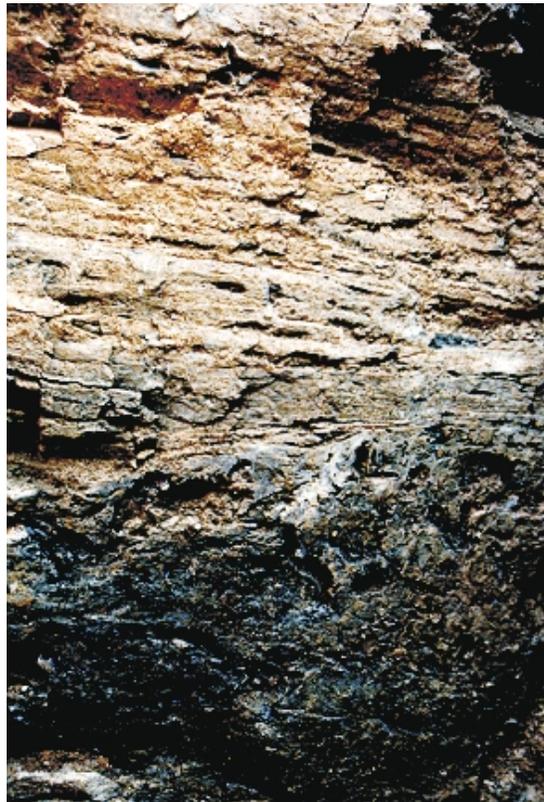


Foto 14
Parede SE do Poço da Trincheira T4, no intervalo 1,70m, a mostrar o contato entre os fosforitos tipo microbrecha (cor clara) e *chert* (cor escura), ambos com mais de 35% de P_2O_5 .

10 - Conclusões

Os sedimentos pelito-carbonáticos do Grupo Corumbá, na região da Serra da Bodoquena e adjacências, revelaram indícios e ocorrências expressivas de rochas fosforíticas, que podem ser enquadrados em dois tipos principais de depósitos de fosfato: plataformais e miogeosinclinal.

1 - Fosfato Plataformais - Associado a sedimentos terrígenos tais como siltitos, arenitos e também carbonatos. Apresenta-se em seqüências rítmicas que incluem finas intercalações de fosforitos, em pacotes com vários metros de espessura e alguns quilômetros quadrados de extensão. Geralmente exibem baixos teores de P_2O_5 e altos valores de Al_2O_3 . Exemplo deste tipo é o fosfato de Patos de Minas (MG) e da Serra da Bodoquena, que ocorre ao norte de Bonito (MS), na Formação Tamengo.

2 - Fosfato Miogeosinclinal - Estes depósitos são caracterizados por sua associação com chert, são ricos em matéria orgânica e carbonatos (dolomitos) e apresentam importância econômica com grandes reservas. Ocorrem em camadas de vários metros de espessura. Exemplos deste tipo são os depósitos de KARATAU no KASAKISTÃO e na Serra da Bodoquena (MS) ocorrem na Fazenda Ressaca, dentro da Formação Bocaina.

3 - Em testes realizados no campo, os fosforitos de alto teor da Serra da Bodoquena não reagem à solução de molibdato de amônia, em decorrência de sua provável composição à base de ortofosfato (PO_4), que forma o fosfo-molibdato de amônia, $(NH_4)_3 PO_4 \cdot 12M_2O_3 \cdot 2HNO_3 \cdot H_2O$.

4 - Nas ocorrências de fosfato da Fazenda Ressaca, foram identificados dois

tipos principais de fosforito: Tipo chert preto e tipo microbrecha.

a) O fosforito tipo chert preto, exibe textura amigdaloidal, maciço, fratura conchoidal, muito duro, apresentando teores em torno de 38% de P_2O_5 , está associado a dolomitos estromatolíticos e dolomitos do topo da Formação Bocaina. É o minério mais importante descoberto neste estudo.

b) O fosforito tipo microbrecha, apresenta cor cinza escura, boa estratificação e é constituído, em parte, por estruturas ovais subarredondadas, milimétricas, e são observados freqüentes fragmentos de estromatólitos; a textura é amigdaloidal e os teores são em torno de 35% de P_2O_5 . Está associado a dolomitos estromatolíticos e a estromatólitos do topo da Formação Bocaina.

5 - Entre os controles litoestratigráficos para a prospecção de fosfato, na Serra da Bodoquena, estão as brechas intraformacionais, com intraclastos de fosforitos, que marcam bem a zona de talude, local preferencial para deposição de fosfato que estão localizadas na base da Formação Tamengo.

6 - A zona com maior potencialidade de acumulação de depósitos fosforíticos está localizada no topo da Formação Bocaina e base da Formação Tamengo.

7 - Nas áreas prospectadas, com base nos trabalhos de campo, não foram encontradas evidências de enriquecimento supergênico no minério de fosfato da Serra da Bodoquena.

11 - Recomendações

O Estado de Mato Grosso do Sul é tradicionalmente agropastoril, entretanto todos os fertilizantes que consome são importados de outros estados e do exterior. Caso fosse viabilizado um depósito de matéria-prima para produção de fertilizantes em seu território, traria muitos benefícios, tanto para o governo como para agricultores e pecuaristas.

Uma pesquisa bem orientada nas áreas prospectadas, na Fazenda Ressaca, pela CPRM, poderá levar à definição de uma jazida de fosfato. Nesse sentido recomenda-se o desenvolvimento de um programa de pesquisa detalhado, visando obter informações que quantifiquem e viabilizem o aproveitamento dos fosforitos apresentados, seguindo a seguinte sistemática:

1) Cartografia geológica básica, numa escala compatível (maior que 1:25.000), dirigida no sentido de delinear

todas as fácies litológicas e litoestratigráficas controladoras das mineralizações de fosfato (tais como as brechas intraformacionais e bancos de calcários e dolomitos estromatolíticos).

2) Realçar a zona de contato entre as formações Bocaina e Tamengo.

3) Na região já prospectada o trabalho deve ser prosseguido através de um mapeamento geológico na escala de detalhe (maior que 10.000) e avaliação do controle estrutural para determinar a forma geométrica dessas mineralizações, seguido de um levantamento geoquímico de solo e abertura de poços e trincheiras nos alvos anômalos.

4) A instalação de um programa de sondagem na área deve ser precedido dos estudos recomendados acima. Entretanto, uma sondagem pioneira poderá ser executada nos locais já estudados pela CPRM.

12 - Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F. F. M. de. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso), Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, DNPM, 219: 1-96, 1965.
- ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Sudoeste mato-grossense. *Boletim da Divisão de Geologia de Mineralogia*, DNPM, 116: 1-118, 1945.
- ALVARENGA, C. J. S de & TROMPETTE, R. Glacially influenced sedimentation in the later Proterozoic of the Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). In.: *Palaeogeography, palaeoclimatology, paleoecology*, 92: 85-105, 1992.
- ALVARENGA, C. J. S. de. *Phénomènes sédimentaires, structuraux et circulation de fluides développés à la transition chaîne-craton. Exemplo de chaîne Paraguai d'âge protérozoïque supérieur, Mato Grosso, Brésil*. Marseille: Univ. Aix-Marseille III, 1990. 177p.
- ARAÚJO, H. J. T. de *et al.* Geologia. In.: Projeto RADAMBRASIL - Folha SF-21 - Campo Grande. Rio de Janeiro:RADAMBRASIL, 28:9-124, 1982.
- BOGGIANI, P. C. & COIMBRA, A. M. 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, 1996.
- BOGGIANI, P. C. *Ambientes de Sedimentação do Grupo Corumbá na região central da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul*. São Paulo:USP, 1990. 91 p. (Dissertação de mestrado).
- BOGGIANI, P. C. *Análise Estratigráfica da Bacia Corumbá (Neoproterozoico) - Mato Grosso do Sul*. São Paulo:USP, 1997. 181p. (Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar do IG/USP).
- BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A. M. & FAIRCHILD, T. R. Stromatolitic Reefs of The Bocaina (Corumbá Group - Neoproterozoic-Cambrian) Mato Grosso do Sul, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Resumo das Comunicações, 68(4):596-597. 1996.
- BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A. M.; FAIRCHILD, T. R. Calcários e rochas fosfáticas do Grupo Corumbá na Serra da Bodoquena, MS: Modelo genético. In.: *Jornadas Científicas*, 2, São Paulo:USP, 1992. pp. 23-24.
- BOGGIANI, P. C.; FAIRCHILD, T. R.; COIMBRA, A. M. O Grupo Corumbá (Neoproterozóico-Cambriano) na região central da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul (Faixa Paraguai). *Revista Brasileira de Geociências*, 23(3):301-305, 1993.
- COOK, P. J. Sedimentary Phosphatic deposits. In: WOLF, K. H. *Handbook of stratiform or stratiform deposits*, (7): 505-535, 1976.
- COOK, P. J. & SHERGOLD, J. H. *Phosphate deposits of the world. Proterozoic and cambrian phosphorites - cambridge University Press*, v.1, 1986. 386 p.
- CORRÊA, J. A. *et al.* *Geologia das regiões Centro e Oeste de Mato Grosso. Projeto Bodoquena*. Goiânia: DNPM/CPM, 1976. (Relatório Final (inédito)
- GALVÃO, M.V. Clima In.: Grande Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro, Cons. Mac. Geogr., 1960, v.2, p.71-117.
- GODOI, O. H. & MARTINS, G. E. *Folha Campo Grande (SF-21). Relatório Final*. Goiânia: C-PRM-GO, 1998.

GUIMARÃES, D. *Nota Preliminar sobre a jazida de Barreiro Município de Araxá, MG*. ITI, 1946. (n. 2, avulso).

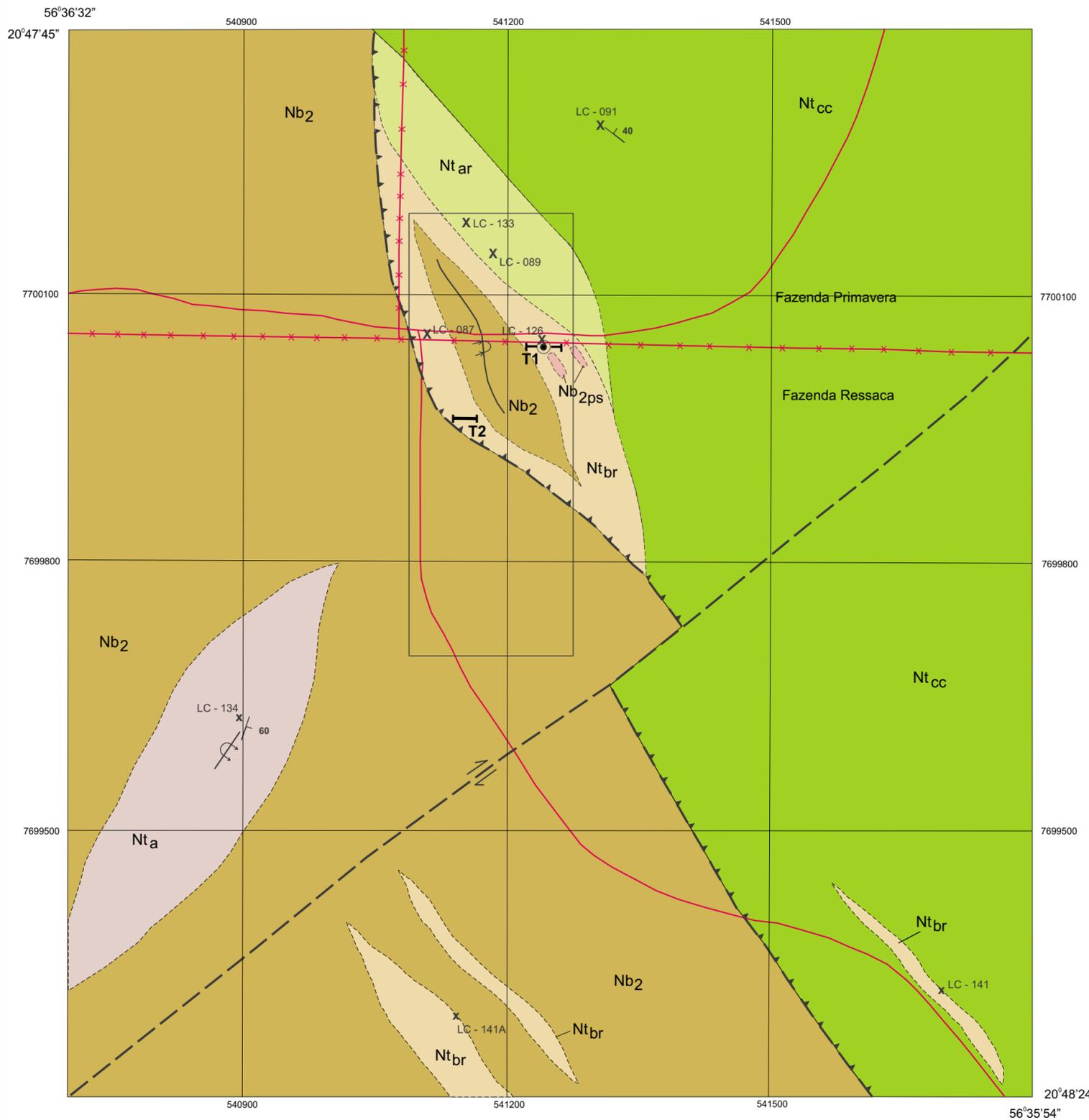
KAZAKOV, A. V. The Phosphorite fácies: Origin of The phosphorite and the Geologic jactons of informations of the deposits. Proc. Inst. Fertilizers and Insectofungicides, 145:1-106, 1937.

LUZ, J. S. *et al. Projeto Fosfato de Bonito - Relatório de prospecção preliminar*. Goiânia: C-PRM, 1980. 41 p. (Convênio CODESUL/CPRM).

NOGUEIRA, V. L. *et al. Projeto Bonito-Aquidauana. Relatório Final*. Goiânia: DNPM/CPRM, 1978. 14v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2744).

SILVA *et. al.* Geologia In: Projeto RadamBrasil - Folha SB-22. Rio de Janeiro: RadamBrasil, 1974.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
 SECRETÁRIA DE MINAS E METALURGIA
 CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA



NEOPROTEROZOÍCO

Grupo Corumbá
 Formação Bocaina

- LEGENDA GEOLÓGICA**
- Ntar argilitos
 - Ntcc calcários calcíticos
 - Ntbr brechas calcárias intraformacionais com clastos de fosforito
 - Nta quartzo arenitos
 - Nb2ps psoid rudstones
 - Nb2 calcários dolomíticos e dolomitos

- ELEMENTOS ESTRUTURAIS**
- contato aproximado
 - falha de empurrão aproximada
 - falha transcorrente dextral aproximada
 - antiforme Invertido
 - sinforme Invertido
 - acamadamento com mergulho medido

- OUTRAS CONVENÇÕES**
- T1 trincheira
 - poço
 - área piloto para geoquímica de solo
 - x afloramento descrito com nº de campo
 - cerca
 - estrada

Programa concebido e executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Concepção Programática e Supervisão
 Geól. Mário Farina

Coordenação Nacional
 José Luiz Gonçalves Arantes

Coordenação Regional
 Pedro Sérgio Estevam Ribeiro
 Joffre Valmório de Lacerda Filho

Elaboração do Mapa/Chefia do Projeto
 Geól. Lorenzo Jorge Eduardo C. Justo

Supervisão Técnica
 Geól. Cipriano Cavalcante de Oliveira

Digitalização
 Luiz Carlos de Melo e Valdivino P. da Silva

Edição
 Geride-GO

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA
 Telefone: (062) 281-1522
 Fax: (062) 281-1709
 E-Mail: geremigo@zaz.com.br

Base geográfica extraída da ampliação da carta planialtimétrica 1:100.000, elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico - Brasil, 1973: SF.21-X-A-IV. Origem da quilometragem UTM: "equador e meridiano 57° W GR", acrescidas das constantes 10.000 km e 500 km respectivamente. Datum Horizontal: Córrego Alegre, Minas Gerais. Declinação magnética da Folha em 1999, 12°54'W. Cresce 10' anualmente. Base geológica elaborada com dados de campo.

PROGRAMA AVALIAÇÃO GEOLÓGICO-ECONÔMICA DE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA NO BRASIL
 PIMA

FOSFATO DA SERRA DA BODOQUENA (MS)

ESBOÇO GEOLÓGICO DA ÁREA B

ESCALA 1:5.000

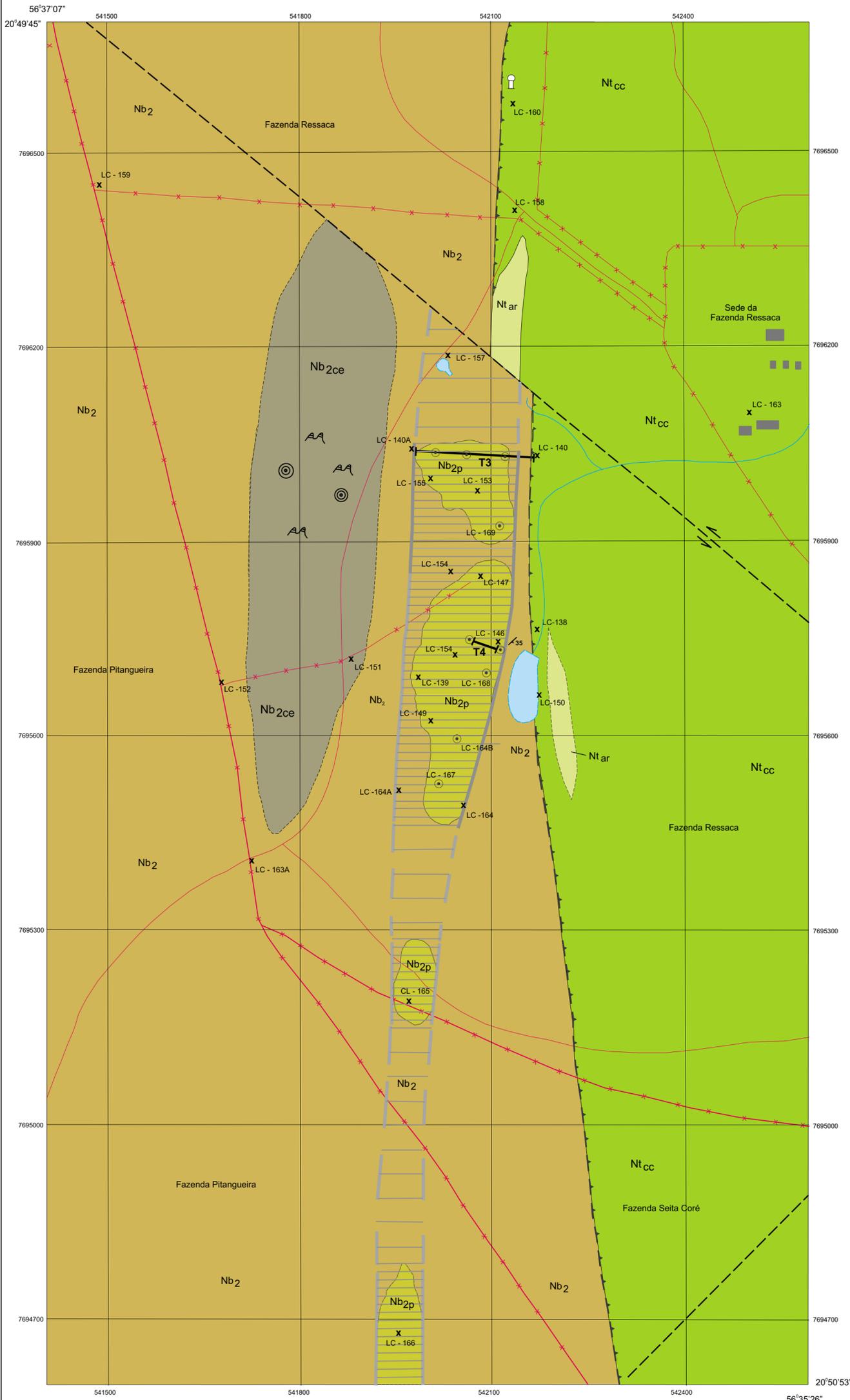


1999

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA SEGUNDO A ARTICULAÇÃO DA FOLHA

Morro do Pantanal SF.21-X-B-III	Coronel Juvêncio SF.21-X-A-I	Miranda SF.21-X-A-II
SF.21-Y-B-VI	Vila Campão SF.21-X-A-IV	SF.21-X-A-V
SF.21-V-D-III	Rio Perdido SF.21-X-C-I	Jardim SF.21-X-C-II

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETÁRIA DE MINAS E METALURGIA
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA



LEGENDA GEOLÓGICA

NEOPROTEROZOÍCO

Grupo Corumbá

Formação Tamengo

Ntar

argilito

Ntcc

calcários calcíticos

Formação Bocaina

Nb2p

rocha fosfática (fosforito)

Nb2

calcários dolomíticos

Nb2ce

calcários contendo

estromatólitos (AA) e

oncólitos (⊙)

ELEMENTOS ESTRUTURAIS

- acamadamento com mergulho medido
- contato definido
- contato aproximado
- falha de empurrão aproximada
- falha transcorrente sinistral aproximada
- afloramento descrito

CONVENÇÕES PROSPECTIVAS

- trincheira
- poço de pesquisa
- área com alta potencialidade para fosfato (confirmada)
- área com alta potencialidade para fosfato (inferida)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- cerca interna
- cerca (limite de fazenda)
- estrada de fazenda
- córrego
- açude
- caixa d'água
- sede de fazenda

Programa concebido e executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Concepção Programática e Supervisão
Geól. Mário Farina

Coordenação Nacional
José Luiz Gonçalves Arantes

Coordenação Regional
Pedro Sérgio Estevam Ribeiro
Joffre Valmório de Lacerda Filho

Elaboração do Mapa/Chefia do Projeto
Geól. Lorenzo Jorge Eduardo C. Justo

Supervisão Técnica
Geól. Cipriano Cavalcante de Oliveira

Digitalização
Luiz Carlos de Melo e Valdivino P. da Silva

Edição
Geride-GO

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA
Telefone: (062) 281-1522
Fax: (062) 281-1709
E-Mail: geremigo@zaz.com.br

PROGRAMA AVALIAÇÃO GEOLÓGICO-ECONÔMICA DE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA NO BRASIL
PIMA

FOSFATO DA SERRA DA BODOQUENA (MS)

ESBOÇO GEOLÓGICO DA ÁREA A

ESCALA 1:5.000



1999

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA SEGUNDO A ARTICULAÇÃO DA FOLHA

Morro do Pantanal SF.21-X-B-III	Coronel Juvêncio SF.21-X-A-I	Miranda SF.21-X-A-II
SF.21-Y-B-VI	Vila Campão SF.21-X-A-IV	SF.21-X-A-V
SF.21-V-D-III	Rio Perdido SF.21-X-C-I	Jardim SF.21-X-C-II

Base geográfica extraída da ampliação da carta planialtimétrica 1:100.000, elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico - Brasil, 1973: SF.21-X-A-IV. Origem da quilometragem UTM: "equador e meridiano 57°W GR", acrescidas das constantes 10.000km e 500km respectivamente. Datum Horizontal: Córrego Alegre, Minas Gerais. Declinação magnética da Folha em 1999, 12°54'W. Cresce 10" anualmente. Base geológica elaborada com dados de campo.